



SELLO EDITORIAL
CORUNIAMERICANA

Investigación aplicada en **Ingeniería**

Autores Coordinadores

Diana Milena Suárez López
Adriana María Iglesias Solano
Roberto Porto Solano



Investigación aplicada en Ingeniería

Autores Coordinadores

Diana Milena Suárez López
Adriana María Iglesias Solano
Roberto Porto Solano

Autores

Diana Suárez López
Roberto Porto Solano
Jorge Oyola
René Ramírez
Bertha Hernández
Ilma Azucena Bonilla Botía
José Palacio Velásquez
Adolfo Vilorio
Alfredo De la Hoz
Dairo Torrado
Yeison Castro
Nelson Tarazona Mendez
Edwin Aparicio
Anthony Ferrer
Yhosimar Angarita
Cindy Fuentes
Wilber Rodríguez
Adriana María Iglesias Solano
Wilson Nieto Bernal
Ricardo Llanos Bravo

Libro resultado de investigación, realizado a partir del trabajo colaborativo entre grupos de investigación y el desarrollo de propuestas que contribuyen al fortalecimiento de los indicadores de generación de nuevo conocimiento en el área del Ingeniería.

Investigación aplicada en Ingeniería / Diana Suárez López ... [et. al.]. -- Barranquilla: Corporación Universitaria Americana, 2018.

100 p. ; 17x24 cm.

ISBN: 978-958-5512-44-3

1. Las tic's -- Investigación en Ingeniería 2. Utilización de tecnología -- Geolocalización de mascotas 3. Datos abiertos -- Reutilización. Corporación Universitaria Americana. I. Suárez López, Diana. II. Porto Solano, Roberto. III. Oyola, Jorge. IV. Ramírez, René. V. Hernández, Bertha. VI. Bonilla Botía, Ilma. VII. Palacio Velásquez, José. VIII. Viloría, Adolfo. IX. Hoz, Alfredo de la. X. Torrado, Dairo. XI. Castro, Yeison. XII. Tarazona Méndez, Nelson. XIII. Aparicio, Edwin. XIV. Ferrer, Anthony. XV. Angarita, Yhosimar. XVI. Fuentes, Cindy. XVII. Rodríguez, Wilber. XVIII. Iglesias Solano, Adriana María. XIX. Nieto Bernal, Wilson. XX. Llanos Bravo, Ricardo.

620 I624 2018 cd 21 ed.

Corporación Universitaria Americana-Sistema de Bibliotecas

Corporación Universitaria Americana©

Sello Editorial Coruniamericana©

ISBN: 978-958-5512-44-3

INVESTIGACIÓN APLICADA EN INGENIERÍA

Autores Coordinadores:

© **Diana Milena Suárez López**, © **Adriana María Iglesias Solano**, © **Roberto Porto Solano**

Autores:

© **Diana Suárez López**, © **Roberto Porto Solano**, © **Jorge Oyola**, © **René Ramírez**, © **Bertha Hernández**

© **Ilma Azucena Bonilla Botía**, © **José Palacio Velásquez**, © **Adolfo Viloría**, © **Alfredo De la Hoz**

© **Dairo Torrado**, © **Yeison Castro**, © **Nelson Tarazona Mendez**, © **Edwin Aparicio**

© **Anthony Ferrer**, © **Yhosimar Angarita**, © **Cindy Fuentes**, © **Wilber Rodríguez**

© **Adriana María Iglesias Solano**, © **Wilson Nieto Bernal**, © **Ricardo Llanos Bravo**

Presidente

JAIME ENRIQUE MUÑOZ

Rectora Nacional

ALBA LUCÍA CORREDOR GÓMEZ

Vicerrector Académico Nacional

MARIBEL YOLANDA MOLINA CORREA

Vicerrector de Investigación Nacional

ASTELIO DE JESÚS SILVERA SARMIENTO

Director Sello Editorial

JUAN CARLOS ROBLEDO FERNÁNDEZ

Sello Editorial Coruniamericana

selloeditorialcoruniamericana@coruniamericana.edu.co

Diagramación y portada: Kelly J. Isaacs González

Corrección de estilo: Eva Luna Contreras Mariño

1a edición: 11 de diciembre de 2018

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema recuperable o transmitida en ninguna forma o por medio electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, u otro, sin previa autorización por escrito del Sello Editorial Coruniamericana y de los autores. Los conceptos expresados en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente corresponden con los de la Corporación Universitaria Americana y da cumplimiento al Depósito Legal según lo establecido en la Ley 44 de 1993, los decretos 460 del 16 de marzo de 1995, el 2150 de 1995, el 358 de 2000 y la Ley 1379 de 2010.

Pares Evaluadores

Paul Sanmartín Mendoza

Universidad Simón Bolívar

Fabio Moya Camacho.

Universidad de la Guajira

Comité Científico

Dixon Salcedo

Universidad de la Costa

Jesús Gabriel Arévalo Aguilar

Universidad de la Guajira

Jonathan Ruiz Rangel

Universidad Simón Bolívar

Enrique Martelo López.

Universidad Simón Bolívar

Pedro Mario Wightman Rojas

Universidad del Norte

Contenido

Prólogo.....	7
Tecnologías de la información y comunicaciones para el desarrollo de la investigación en ingenierías	8
<i>Roberto Porto Solano, Diana Suárez López, Jorge Oyola Cervantes, Rene Ramírez Fernández, Hernán Hernández Belaidés.</i>	
Arquitectura de servicios distribuidos en telemedicina basada en sistemas de información geográfica	30
<i>Yair Rivera Julio, Bertha Hernández, Rene Ramírez Fernández, Ilma Bonilla Botia</i>	
Framework Ágil de Arquitectura Empresarial – MAEA V1.0	45
<i>Adriana María Iglesias Solano, Wilson Nieto Bernal</i>	
Diseño de un prototipo para la inspección y supervisión de Box Culverts en la ciudad de Barranquilla “Discover - Droid”	73
<i>José Palacio Velásquez, Adolfo Viloria Corro, Alfredo De la Hoz, Dairo Torrado, Yeison Castro</i>	
Modelo de rúbricas para la metodología de autoevaluación de la calidad del Software en el nivel 2 de CMMI: MACALS	90
<i>Nelson Tarazona Méndez, Diana Suárez López, Bertha Hernández Contreras</i>	

Prólogo

Este libro es un compendio de capítulos resultado de investigación que abarcan diversas áreas de la ingeniería de sistemas abordando temáticas entre las cuales se puede mencionar: Las tecnologías de información y comunicaciones (TIC), modelo de capacidad y madurez integrado (CMMI), Arquitectura empresarial, servicios de Geo-referenciación, Sistemas de información geográficos (GIS), tecnologías aplicadas al sector salud, box culverts, entre otros.

Cada uno de los capítulos resultados de investigación derivan de proyectos ejecutados y financiados, de igual forma, cada uno de ellos ha sido arbitrado de acuerdo a la normativa dispuesta por el Sello Editorial Coruniamericana de la Corporación Universitaria Americana. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se presenta con gran satisfacción a la comunidad académico- científica un libro compuesto por un total de cinco (5) capítulos que aportan a la generación de nuevo conocimiento, de igual forma, al desarrollo tecnológico e innovación inherentes a cada uno de ellos, construidos con el firme propósito de generar inquietudes en los lectores que permitan generar más estudios y aportes a la ciencia.

Adriana Iglesias Solano

MSc. Ingeniería de sistemas y computación

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍAS

Roberto Porto Solano *

Diana Suárez López **

Jorge Oyola Cervantes***

Rene Ramírez Fernández****

Hernán Hernandez Belaides*****

* rporto@coruniamericana.edu.co

** dsuarez@coruniamericana.edu.co

*** joyola@coruniamericana.edu.co

**** rramirez@coruniamericana.edu.co

***** hhernandez@coruniamericana.edu.co

Resumen

Las Tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) han impactado en el desarrollo de la investigación en la facultad de ingenierías en la Corporación Universitaria Americana (CUA) en los últimos años. Este impacto ha trascendido a diferentes disciplinas como lo es, la importancia de las TIC para la enseñanza de la salud, influencias de los sistemas de información en las organizaciones y potenciación de las TIC en los procesos de docencia. Este trabajo presenta una revisión a profundidad de la investigación en las ingenierías y el apoyo que brindan las Tecnologías de información y comunicación en el período comprendido entre el año 2008 al año 2015 en la CUA. Se identificaron un total de 56 artículos de revistas y 11 artículos de revisión relacionados con las TI. Este artículo, se divide en cuatro partes: (1) la sinopsis y la inclinación general de la literatura contemporánea; (2) las lecciones aprendidas de las implementaciones y prácticas de la TIC en las ingenierías; (3) que nos posibilitan las tecnologías de aplicaciones de la TIC en la Investigación e Ingenierías; y (4) resultados obtenidos de la publicaciones en la institución. De igual forma, a lo largo de este artículo se resume y se clasifican los desarrollos hasta la fecha, los avances y limitaciones obtenidas en el uso de las TIC, y se proponen áreas sin explorar para futuras investigaciones. Esta apreciación puede verse como una base para la clasificación y la integración del estado de las técnicas de investigación en las ingenierías por parte de la Corporación Universitaria Americana.

Palabras claves: TIC, Ingenierías, Publicaciones, clasificación, Investigación, disciplinas, TI.

Abstract

The Information and Communications Technologies (ICT) have impacted the development of research in the engineering faculty at the American University Corporation (CUA) in recent years. This impact has transcended to different disciplines such as the importance of ICT for health teaching, influences of information systems in organizations and the enhancement of ICT in teaching processes. This work presents an in-depth review of the research in engineering and the support provided by Information and Communication Technologies in the period from 2008 to 2015 in the CUA. A total of 56 journal articles and 11 review articles related to IT were identified. This article is divided into four parts: (1) the synopsis and the general inclination of contemporary literature; (2) the lessons learned from the implementations and practices of ICT in engineering; (3) that

technologies of ICT applications enable us in Research and Engineering; and (4) results obtained from publications in the institution. In the same way, throughout this article, we summarize and classify the developments to date, the advances, and limitations obtained in the use of ICT, and propose unexplored areas for future research. This assessment can be seen as a basis for the classification and integration of the state of engineering research techniques by the American University Corporation.

Keywords: ICT, Engineering, Publishing, classification, research, disciplines, IT.

Introducción

La Sinopsis y la Inclinación General de la Literatura Contemporánea

Las tecnologías de la información y comunicación juegan un papel muy importante en nuestra sociedad y no es muy frecuente escuchar sobre el efecto y transformaciones que toma su adopción, asociadas al modo de aplicar nuevas soluciones en el campo de las ingenierías. En este capítulo de libro, busca dar a conocer la incidencia de las (TIC) en las distintas extensiones de las ingenierías y sus líneas de investigación como los son, las nuevas tecnologías, el manejo de los sistemas de información, redes de computadores, productividad innovación y competitividad orientados a sectores productivos, educativos, legales, de telecomunicaciones, consultoría, de servicios y producción. En alguno de ellos como lo es el caso de los sistemas de información vienen siendo más complejos, existiendo una clara inclinación hacia la automatización. En otros sectores las tecnologías son más simples y están al alcance de un mayor número de usuarios generando a su vez un alto uso de las tecnologías de en américa latina y un mayor índice de generación de empleo en las empresas (Moguillansky, 2005).

Según la (CMSI, 2004), se reconoce que la educación, el conocimiento, la información y la comunicación son esenciales para el progreso, la iniciativa y el bienestar de los seres humanos. Comentan que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), tienen inmensas repercusiones en prácticamente todos los aspectos de nuestras vidas. El rápido progreso de las tecnologías aumenta ofrecen oportunidades para alcanzar niveles más elevados de desarrollo. Las TIC permiten reducir muchos obstáculos como el tiempo, la distancia y a la vez permiten desarrollar todo el potencial de las tecnologías en beneficio de todas las personas (Sepúlveda-Aguirre et al., 2018). También son conscientes que las TIC deben considerarse como un medio y no un fin en sí mismas (Sales et al., 2016). Estas tecnologías pueden ser un instrumento eficaz para acrecentar la productividad, generar conocimiento, generar empleo, mejorar la calidad de vida y promueven el diálogo entre persona y naciones como lo presentado por Porto en (2016).

Monteagudo (2004), explica que nuevas tecnologías presentan un atributo doble, ya que si bien hacen posible que los investigadores y laboratorios tengan acceso a capacidades impensables apenas hace unos años, por otra parte son un factor de ampliación potencial de las brechas entre los que disponen las nuevas tecnologías y aquellos que tienen la

capacidad para usarlas y los que no. Hay que denotar que la formación de las metodologías de la investigación relacionadas con las nuevas tecnologías tiene que considerar no sólo los aspectos técnicos sino, lo que quizá es más importante, nuevos entornos y nuevas formas de trabajar (Monteagudo, Serrano & Hernández 2005).

El conocimiento siempre ha sido el factor principal para toda investigación, pero sus funciones en la actualidad son diferentes, por lo que Nápoles Sayous (2007), explica que la velocidad de generación de conocimientos y tecnologías es más rápida que la velocidad de difusión. Por tal motivo también toman como perspectiva, que la transferencia de conocimientos y tecnologías, constituye una solución inmediata al desarrollo, siempre y cuando incluya como elemento relevante una alta cuota de investigación científica.

Para Arbeláez (2009), las TIC no son ajenas a la investigación científica en donde cada vez más los académicos utilizan las TIC para resolver problemas de la gestión de la investigación, sin pensar en las TIC con un medio y no un fin. También denota que estas facilitan el trabajo colaborativo a través de comunicación sincrónica y asincrónica entre los miembros de una comunidad científica, de un grupo de investigación o entre grupos a nivel nacional e internacional.

Implementación y Prácticas de las TIC en las Ingenierías

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han cambiado la manera como realizamos las diferentes actividades en la empresa, lo social, lo académico y la investigación no es ajena a esta transformación. No obstante, la integración efectiva de estas tecnologías en los diferentes sectores continúa siendo un desafío para los investigadores, debido a que cada vez surgen más innovaciones y desarrollos tecnológicos, los cuales se han convertido en todo un reto.

En el campo de la investigación las tic son utilizadas como herramientas que permiten a los investigadores acelerar sus procesos y/o proyectos investigativos, sin embargo Schiavo (2007), define las TICS como aquellas desarrolladas a partir de la electrónica, los microchips y las computadoras personales, en un proceso que condujo a la creación de Internet como resultado de la convergencia entre la informática y las telecomunicaciones; de esta manera podemos ver a las TIC como un elemento indispensable para

el procesamiento de la información y las actividades que trae consigo dicho proceso, evidenciando un incremento significativo en la productividad en los diferentes campos en los cuales es asociada (Solano et al., 2017).

Por otra parte, Duart y Lupiáñez (2008) afirma que las TIC han marcado un cambio significativo en la dinámica interna de las instituciones en la forma de planificar y desarrollar la docencia universitaria, en la administración académica y en los servicios a los estudiantes y, de forma relevante, en la actividad de investigación y difusión. De acuerdo con López (2013), en la educación superior la generación de nuevos conocimientos a través de la investigación, es uno de sus ejes principales, y el desarrollo de competencias relacionadas con la búsqueda, selección y manejo de información para la producción científica es una tarea obligada para muchos docentes universitarios.

Después de lo expuesto anteriormente, se puede decir que el uso de las TIC para el desarrollo de la investigación trae consigo resultados favorables no solo para los investigadores sino para las instituciones, por ejemplo el empleo de las redes de investigación, están brindan la oportunidad de movilidad estudiantil y profesoral y la generación de proyectos en conjunto, como apoyo a las universidades que se centren en la investigación y aprendizaje en la intersección entre TIC y desarrollo (Menou, 2004). Otro beneficio es la Divulgación de resultados de investigación con participación en eventos científicos o Académicos; la gestión de la información en las bases de datos indexadas lo cual permite y aumenta el acceso a los artículos publicados, por último la Formación de talento humano ya sea utilizando las TIC para ello o investigadores que se formen en TI, todo esto teniendo en cuenta que las TIC son consideradas como el segundo factor de éxito de la gestión de conocimiento en las organizaciones (Lache, León, Bravo, Becerra & Forero, 2016).

Por consiguiente las TIC Incrementan en gran medida la capacidad de los investigadores, científicos, profesionales, instituciones y gobiernos, de compartir sus conocimientos y experiencias con especialistas y organizaciones de todo el mundo, accediendo a la información y materiales que difícilmente conseguirían de otra manera (Sánchez, González, Sánchez, 2012). En ese mismo sentido podemos evidenciar que las TIC son implementadas de manera especial desde las ciencias exactas e ingeniería apoyados por diferentes áreas de tal manera que la interdisciplinariedad es un elemento fundamental que ha permitido el desarrollo y progreso

tecnológico; En el grupo de Investigación Aglaia, perteneciente a la facultad de ingeniería se vislumbra el desarrollo tecnológico teniendo en cuentas sus líneas y sub-líneas de trabajo de la siguiente manera.

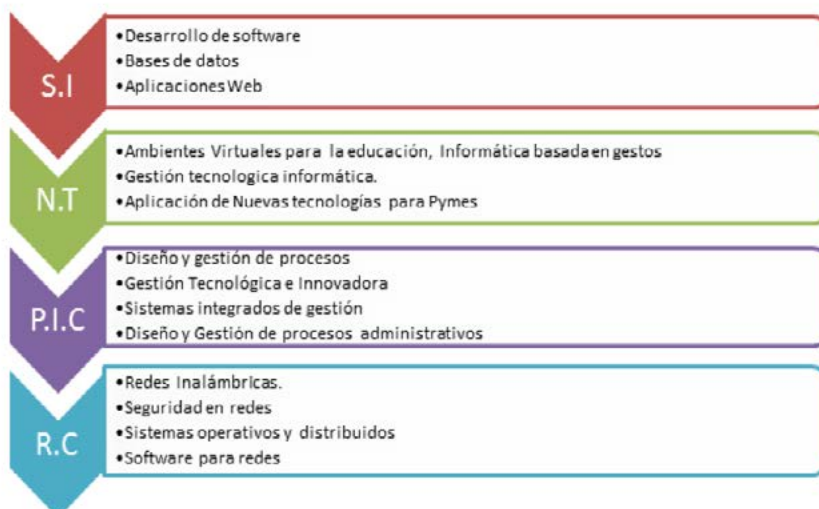


Figura 1. Línea y sub-líneas de Investigación Grupo AGLAIA

Fuente: Elaboración propia con base en el grupo de Investigación AGLAIA.

La línea de Sistemas de Información (S.I) cuyo propósito es Diseñar e implementar sistemas de información que den soluciones integrales a una problemática, reflejadas en aplicaciones de escritorio, software libre y orientado a la web, aplicando los modelos de desarrollo de software y las bases de datos más convenientes.

En la línea de Nuevas Tecnologías (N.T) se analiza e incentiva el uso de las nuevas tecnologías en la solución de problemas en las organizaciones, incrementando la creatividad y generación de nuevas ideas en un mercado más competitivo, que beneficien no solo a nuestra región Caribe sino a todo el país. La línea de Redes de Computadores (R.C) busca Aplicar las nuevas herramientas que nos brinda la tecnología, para diseñar y mejorar sistemas basados en redes de computadoras y telecomunicaciones, enfocadas en aumentar la productividad y la competitividad de las organizaciones de nuestra región.

La línea de Producción, innovación y competitividad (P.I.C), creada con

el propósito de fortalecer y apoyar a los sectores industriales de la región, de tal manera que a través de proyectos empresariales e innovadores y consultorías se les brinde a las empresas mejorar sus procesos, así como apoyar la formación de sus recurso humano.

Teniendo en cuenta las finalidades de las diferentes líneas las cuales relacionan las TIC estrechamente con la investigación, buscan en un ámbito general promover la investigación científica de alto nivel y pertinente, dirigida a fortalecer comunidades científicas vinculadas a la sociedad del conocimiento (González, Arango, Vásquez & Ospina, 2015).

Aplicaciones de la TIC en la Investigación e Ingenierías

En lo que respecta a la Corporación Universitaria Americana (CUA), la investigación en el tema de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se ha venido desarrollando desde el año 2007 y su primera publicación fue en la revista Pensamiento Americano, la cual incluía un compendio de la investigación en diversas áreas del conocimiento. Hasta el año 2011 el desarrollo fue como se mencionó previamente, pues en el año 2012 se empezó a publicar la revista Innovación, Ingeniería y Desarrollo del mismo sello editorial de la institución.

Colón (2008), expone el propósito de promover el uso efectivo de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) que contribuyan al desarrollo de los procesos académicos en la Corporación Universitaria Americana y se identifica la aplicabilidad de las herramientas informáticas existentes o sugerencias de nuevas herramientas. Principalmente, la idea del proyecto gira en torno al Aula Extendida y recalcar la necesidad de estrategias pedagógicas apropiadas para articular las TIC dentro de los currículos que se diseñen. Las estrategias propuestas fueron los foros, chats, conversatorios y el uso de ponencias vía chat, charlas, así como presentaciones y demostraciones de experiencias de laboratorio.

Henríquez (2009a), afirma que a pesar de que las empresas usan la tecnología de punta para apoyar sus procesos comerciales, en el ámbito local existen muchas empresas que no tienen conocimiento de la existencia de herramientas informáticas que les ayuden en sus labores empresariales. Esto deja al descubierto la baja inclusión de herramientas en el ámbito empresarial colombiano. Sin embargo, el autor achaca esto a que en ocasiones, algunos empresarios por desconocimiento adquieren aplicaciones de software que

son muy costosas y las usan en un porcentaje muy bajo de sus funcionalidades reales. Luego requieren hacer una mayor inversión por motivos de asesorías, consultorías y compra de nuevas licencias para dichos software propietario.

Lo anterior conlleva a dos escenarios: empresas que no invierten porque el software es muy costoso y aquellas que invierten pero no le sacan el provecho real por desconocimiento o por mala asesoría. Por esto, es necesario buscar nuevas alternativas que permitan a las empresas pequeñas y medianas tener a la mano todas las bondades del uso de la computación, tales como la rapidez, la eficiencia y la organización. Una alternativa es el uso de programas enmarcados en el movimiento conocido como “Software Libre”, los cuales no tienen costo, pero aún más importante, son de código libre.

Henríquez (2009b), describe brevemente la relación existente entre el software libre y las pequeñas empresas. Aquí se muestra un comportamiento en las empresas pymes con tendencia al uso masivo de computadores, lo cual resultaba ser común en esos tiempos donde se habla mucho de las oportunidades de las TIC. El uso de las tecnologías de la información empezó a tener una adopción en el país, que comenzó a ser vital la importancia de la seguridad en el manejo de estas. Para esto existen modelos tales como el COBIT, ITIL e ISO 27000, explicados por Montaña (2011), quien afirma que resulta complicado implementar un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI) sin tocar aunque sea tangencialmente este tipo de modelos en los aspectos de seguridad de la información que existe en una organización. Es decir, que para poder implementar correctamente un SGSI es casi indispensable usar al menos ciertos componentes de algunos de estos modelos.

Los sistemas de información, de acuerdo con Suárez (2011) se han convertido en herramientas integrales y han modificado significativamente nuestra economía, introduciendo el concepto de economía. También se exploran los tipos de impacto que han tenido los sistemas de información, tales como económico y organizacional, así como las ventajas competitivas que representan los sistemas de información.

El buen uso de los sistemas de información en los procesos empresariales ayuda a una organización a darle ventajas competitivas en el mercado, usados para desarrollar o crear productos, servicios, procesos y capacidades que dan a una empresa una ventaja estratégica sobre las fuerzas competitivas

que enfrenta una empresa; estrategias de costos como sitios web en internet para comercio electrónico (transacciones en línea), que disminuyan los costos del marketing; estrategias de diferenciación, que brindan servicios completos de asesorías, cotizaciones y soporte al cliente por medio de un sitio web en Internet (Suárez, 2011).

En los procesos de enseñanza también ha tomado importancia el uso de las TIC. Según Bates (2001), el éxito del uso de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje depende también de la capacidad de introducir cambios importantes en la cultura docente y organizativa de cualquier institución educativa. Moya (2012), afirma que el proceso de aprendizaje basado en la construcción del conocimiento tiene como objetivo desarrollar competencias en el alumno más que la retención de contenidos y en este sentido, la incorporación de herramientas de TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, permite al docente potencializar y desarrollar al máximo las capacidades individuales de sus alumnos. Esto por lo tanto conlleva a que los profesores universitarios tengan la responsabilidad de integrar estrategias creativas e innovadoras en su práctica docente.

En la salud, las TIC se extienden más allá de ofrecer servicios del cuidado de la salud de manera remota, como lo hace la telemedicina y la teleeducación, componentes base de la telesalud. Duque (2013) explica la NUI (Natural User Interaction), la cual “presenta tecnologías fundamentadas en la inteligencia artificial y otras de computación avanzada como el procesamiento de lenguaje natural, visión por computador, reconocimiento del habla, síntesis de voz, ambientes 3D inmersivos, interfaces multimodales, consciencia del contexto y del ambiente, entre otros” (Ballmer, 2010).

Duque y Vásquez (2013), hablan sobre el posible uso de la NUI en la Educación Superior como un eje fundamental para la inclusión de la población adulta. En el contexto educativo de la Corporación Universitaria Americana se usan herramientas integradas que permiten la inclusión digital al aprovechar las competencias que han desarrollado los adultos en su experiencia de vida y los acercan a las tecnologías desde sus fortalezas y así crear prácticas significativas que les permiten acceder a nuevas oportunidades y desafíos en su entorno escolar, disminuyendo la curva de aprendizaje requerida para interactuar con las TIC.

Orozco (2013), presenta una introducción al cuadro de mando integral como sistema de gestión estratégica IT del área de investigación de la

Corporación Universitaria Americana, llamado Balance Scorecard. Este mando se ha convertido en el sistema de gestión estratégica que más abarca al mundo organizacional. En el estudio se analizaron las cuatro perspectivas del Balance Scorecard: Perspectiva de aprendizaje, perspectiva interna, perspectiva financiera, perspectiva del cliente con el fin de establecer un diagnóstico al área de investigación de la CUA. Al final, deja en evidencia que es necesario realizar la implementación del modelo con el fin de alcanzar los resultados que cada uno de los indicadores en las diferentes perspectivas puede proveer.

a) Herramientas TIC en las Ingenierías

Todo proceso de realizar un proyecto de investigación incluye tres fases principales: 1) concepción, preparación y presentación de una propuesta, 2) realización de las tareas de investigación programadas, y 3) materialización de los resultados mediante publicación de resultados, realización de patentes, redacción de informes y tareas de difusión general. Por lo cual en la Tabla 1. Se presentan actividades típicas como recopilación de información, búsqueda de fuentes bibliográficas, realización de documentos, diseños de procesos y trabajos, cálculos de presupuestos y comunicación con otros investigadores para realizar tareas generales o científicas dentro de un proyecto.

Tabla 1

Resumen de las actividades de investigación en las dependencias de ingeniería y las aplicaciones de las TIC

Actividades Investigación	Requisitos Conocimientos Sobre Las TIC
1. Realización de propuestas y proyectos. 1.1. Realización de documentos: plan de trabajo 1.2. Comunicación con otros investigadores 1.3. Acta de reuniones 1.4. Documentos de Socialización	• Acceso a base de datos bibliográficos. • Accesos a recursos de Internet. • Hoja de cálculo. • Herramientas de trabajo colaborativo.
2. Realización de tareas técnicas y científicas de un proyecto de investigación. 2.1. Toma de datos (recopilación de información). 2.2. Procesamientos de datos. 2.3. Modelados de Procesos. 2.4. Medidas experimentales y pruebas 2.5. Comunicación y trabajo cooperativo	• Acceso a base de datos bibliográficos. • Accesos a recursos de Internet. • Hoja de cálculo. • Herramientas de trabajo colaborativo. • Herramienta de modelado e procesos.

3. Resultados de Investigación.	• Acceso a base de datos bibliográficos.
3.1. Publicaciones.	• Publicación en revistas indexadas.
3.2. Patentes.	• Procesador de texto
3.3. Difusión.	• Acceso a plataformas de registro de Obras.
3.4. Comunicación con editores y medios	• Herramientas de trabajo colaborativo. • Edición de plataformas web de socialización.
4. Docencia.	• Creación y socialización de páginas web.
4.1. Presencial.	• Uso de plataformas para la gestión del conocimiento.
4.2. Virtual.	• Herramientas de proceso de texto.
5. Adquisición de Conocimientos	• Accesos a recursos de Internet.
5.1. Formación continua.	• Herramientas e-learning. • Acceso a información científica y documental. • Herramientas para realización de video, imagen y sonido.
6. Gestión de Investigación.	• Herramientas ofimáticas.
6.1. Evaluación de proyectos.	• Acceso a base de datos bibliográficos.
6.2. Evaluación de artículos para revistas científicas.	• Publicación en revistas indexadas.
6.3. Participación en comités y eventos científicos.	• Accesos a recursos de Internet. • Socialización de redes y líneas de investigación.
7. Actividades profesionales.	• Herramientas ofimáticas.
7.1. Organización de conferencias y conferencias.	• Acceso a base de datos bibliográficos.
7.2. Participación en eventos científicos.	
7.3. Generación de informes de autoevaluación.	
7.4. Actualización de Syllabus.	
8. Aspectos no Tecnológicos.	
8.1. Aspectos éticos y legales	

Fuente: Elaboración propia.

Resultados Obtenidos de las Publicaciones en la Institución



Figura 2: Número de productos por línea de Investigación
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la gráfica podemos determinar que el 22.8% de los productos están orientados al desarrollo de sistemas de información, los cuales contempla identificar requerimientos, modelado e integración de datos, bases de datos y programación; el 58.67% corresponden a la implementación o utilización de nuevas tecnologías en diferentes sectores, el cual se apoya en una infraestructura tecnológica y el 18.57% restante utilizan las tic como herramientas para acelerar y definir sus procesos.

Dentro los 6768 grupos registrados en Colciencias, la clasificación fue la siguiente: 381 grupos A1, 546 grupos A, 977 grupos B, 1848 grupo C, 681 grupos. De las 1847 que comparten clasificación c con Aglaia. Se realizó una comparación con 5 grupos que comparten líneas de Investigación y en la cual se tomaron todos los productos respectivos a artículos, proyectos, registros de software/patentes, otros artículos, capítulos de libro, libros publicados, consultorías, redes de conocimiento, trabajos dirigidos, actividades como evaluador, cantidad de productos como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 2.
Medición de los productos AgIaia comparado con otros grupos de categoría C.

CIUDAD	INSTITUCIONES	GRUPOS DE INVESTIGACIÓN	Líneas de Investigación	Artículos	Registro de Software/Disenos Industriales/ prototipos	Proyectos	otros Artículos	Capítulos de Libro	Libros Publicados	Consultorias	Redes de Conocimiento	Trabajos Dirigidos	Actividades Como evaluador	Cantidad de productos
Medellín	CHIA	AGIAIA	Nuevas Tecnologías- Productividad, Innovación y Competitividad- Redes de computadores- Sistemas de Información	15	0	19	11	8	10	6	6	56	8	139
Santa Marta	UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA SOSTENIBLE E INTELIGENTE (ISI)	Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones	10	0	9	4	1	0	1	0	31	24	80
Medellín	CORPORACIÓN INDUSTRIAL MINUTO DE DIOS	CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA - I3	Innovación y desarrollo	0	8	37	18	0	13	16	0	9	0	101
Bogotá	FUNDACIÓN PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR SAN MATEO	GESTIÓN Y DESARROLLO DE SOLUCIONES TECNOLÓGICAS Y DE INGENIERÍA PARA LAS ORGANIZACIONES	CONFIGURACIÓN Y DESARROLLO DE REDES	1	5	14	1	0	2	5	1	1	1	31
Chiquinquirá	FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE SAN GIL - UNISANGIL	INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN - IUTIC	Tecnologías de la Información y la comunicación-Redes y telecomunicaciones	2	3	9	0	0	0	0	1	8	9	32
Bogotá	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN REDES Y TELECOMUNICACIONES (GIRT)	Servicios y Tecnologías de Red	10	10	4	2	0	6	0	1	41	73	147

Fuente: Tomado de publicación de resultados preliminares de la convocatoria 737 de 2015 Colciencias.

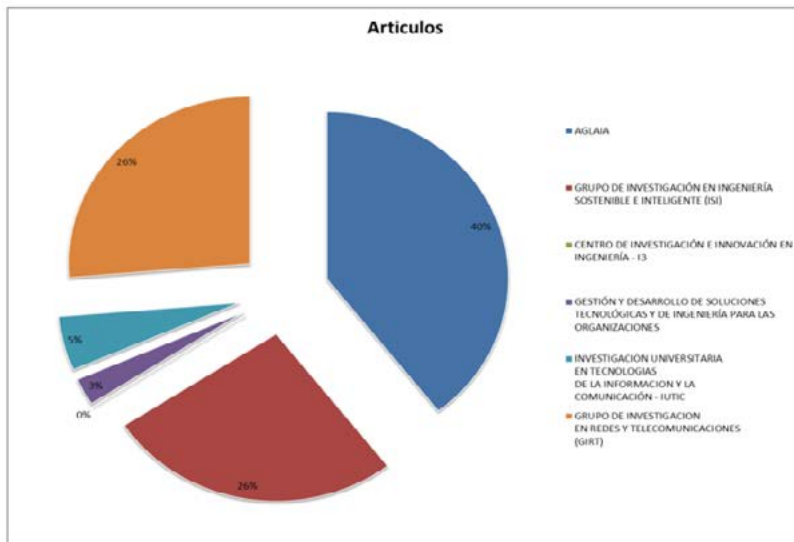


Figura 3: Porcentaje de Artículos Entre Grupos Clasificación C
Fuente: Información tomada de GrupLac de COLCIENCIAS

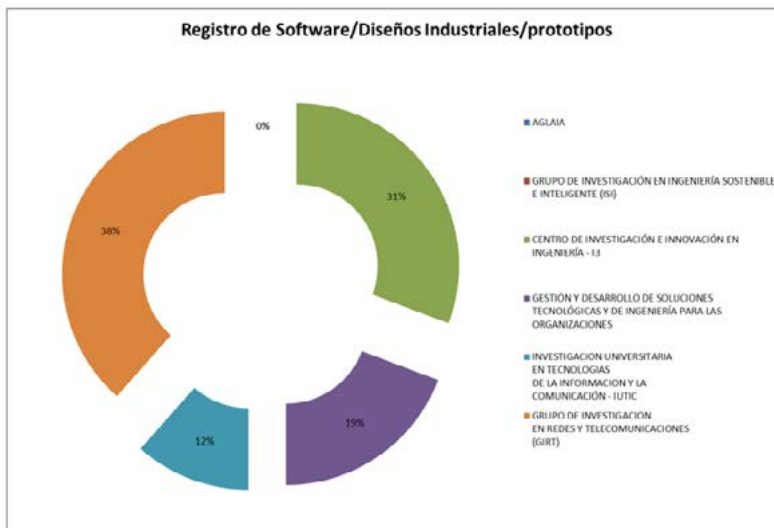


Figura 4: Porcentaje de Registro de Software, Diseños Industrial, Prototipos Entre Grupos Clasificación C.
Fuente: Información tomada de GrupLac de COLCIENCIAS

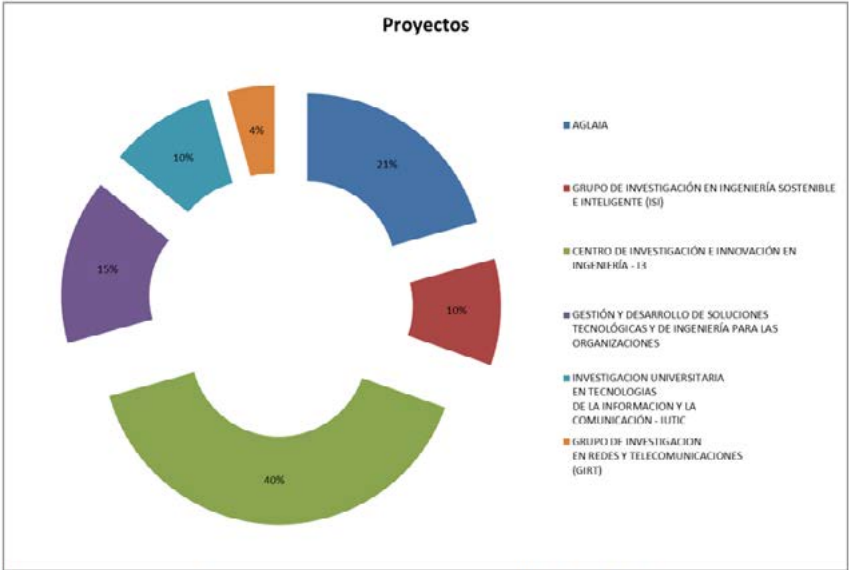


Figura 5: Porcentaje de Proyectos Entre Grupos Clasificación C
Fuente: Información tomada de GrupLac de COLCIENCIAS

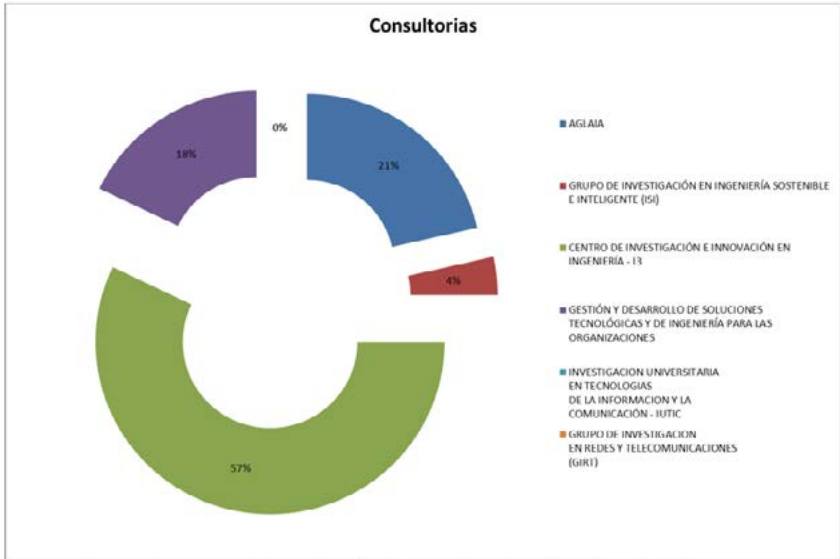


Figura 6: Porcentaje de Consultorías Entre Grupos Clasificación C
Fuente: Información tomada de GrupLac de COLCIENCIAS

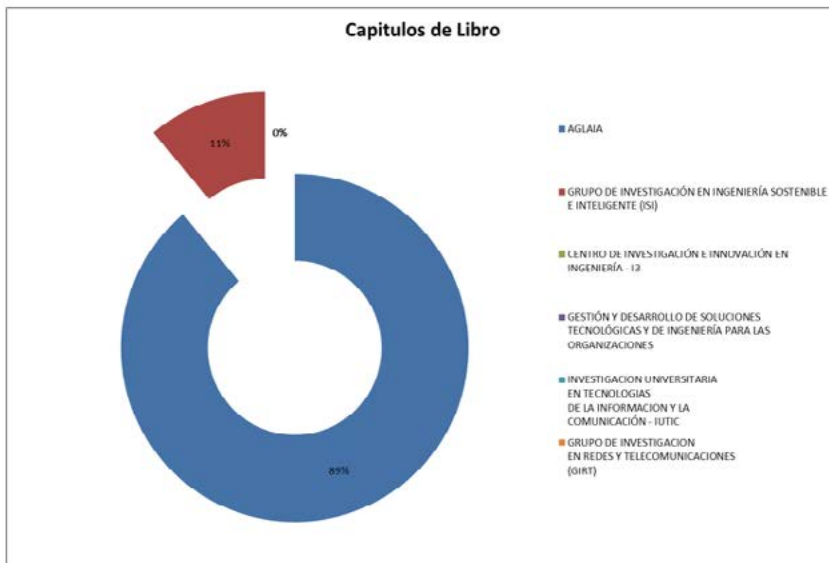


Figura 7: Porcentaje de Capítulos de Libro Entre Grupos Clasificación C
Fuente: Información tomada de GrupLac de COLCIENCIAS

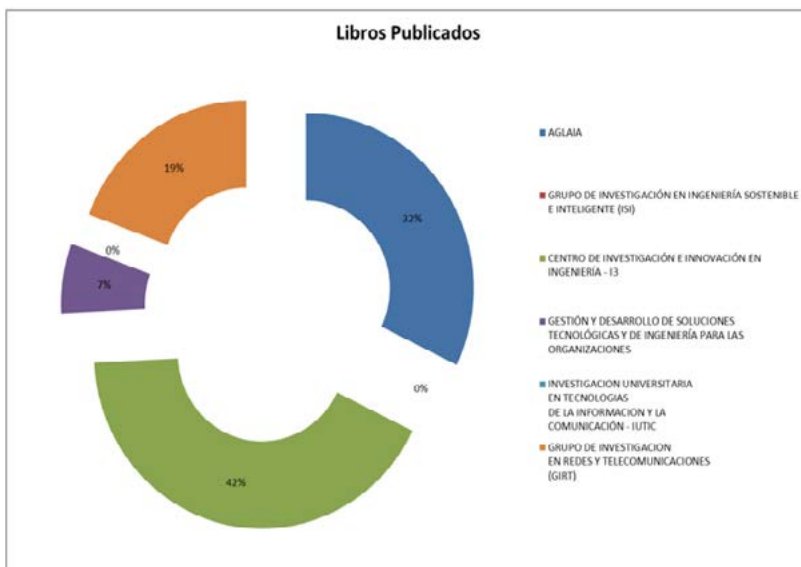


Figura 8: Porcentaje de Libros Publicados Entre Grupos Clasificación C
Fuente: Información tomada de GrupLac de COLCIENCIAS

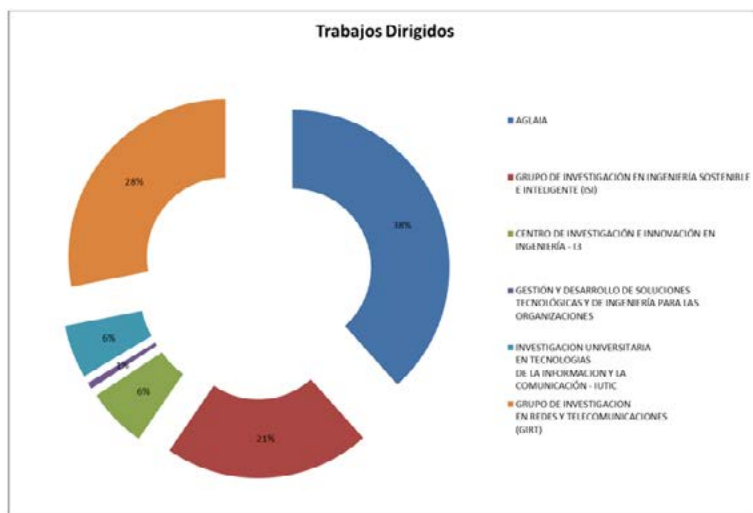


Figura 9: Porcentaje de Trabajos Dirigidos Entre Grupos Clasificación C

Fuente: Información tomada de GrupLac de COLCIENCIAS

De acuerdo al análisis realizado en las gráficas anteriores podemos observar que la mayor producción del grupo Aglaia en comparación con los demás grupos clasificados en categoría C, se concentra en un 40% en la producción de artículos publicados en diferentes medios (gráfica N°2), un 89% correspondiente a la divulgación de capítulos de libros (gráfica N°6), otro 38% equivalente a trabajos dirigidos (gráfica N°8), lo cual demuestra la articulación de la investigación desde el aula de clases y un 32% a libros publicados (gráfica N°7).

Sin embargo es evidente que en cuanto a lo que respecta a registro de software, diseño industrial, prototipos y consultorías aún tenemos un camino que recorrer, debido a que la producción de los mismos es baja en comparación a los grupos con los cuales se contrastó.

Conclusiones

Es importante denotar la gradual expansión de las aplicaciones de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la población actual, y el cual se hace singularmente evidente en la investigación realizada en las dependencias de ingenierías. Las nuevas tecnologías se hacen presentes para diseñar y mejorar sistemas basados en redes de computadoras, proyectos de aula extendida, proyectos de adopción de modelos SGSI, teleducación,

telesalud además de intensificar la comunicación en integrantes de una sociedad investigativa y la productividad, competitividad e inclusión digital en las organizaciones.

El dominio de las TIC se ha vuelto cultura puesto que esta no lo involucra aspectos técnicos sino también cuestiones relacionadas con su selección, estándares, cuestiones éticas y legales, propiedad intelectual, y software libre. Además se entiende desde el área de investigación en ingeniería que las tics son herramientas y no un fin en sí mismas, su conocimiento debe entenderse con el contexto de capacidad, idóneo y útil. En este trabajo se puso como punto de partida, la identificación de necesidades en función de las obligaciones que debe realizar un investigador. Por último, es de afirmar que las instituciones de investigación y las autoridades deben tener en cuenta la importancia estratégica de proporcionar infraestructuras tecnológicas y muy especialmente la conectividad a Internet y para gestión del conocimiento.

Referencias

- Arbeláez, M. (2009). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) un instrumento para la investigación. *Investigaciones Andina*, 29(16), 150.
- Ballmer, S. (2010). A transformation Trend – The Natural User Interface. Obtenido de The Huffington Post: http://www.huffingtonpost.com/steve-ballmer/ces-2010-a-transforming-t_b_416598.html
- Bates, T. (2001). ¿Cómo gestionar el cambio tecnológico? Estrategias para los responsables de los centros universitarios. Serie Nuevas Tecnologías, Biblioteca de Educación. Barcelona: Editorial Gedisa.
- CMSI. (2004). Declaración de Principios-Construir la Sociedad de la Información: un desafío global para el nuevo milenio. Cumbre mundial sobre la sociedad de la información Ginebra 2003. Ginebra: WSIS.
- Colón López, C. (2008). Potenciación de las tecnologías de información y las comunicaciones (TIC's) en los procesos de docencia. *Pensamiento Americano* 1(1), 44-48.
- Duart, J. & Lupiáñez, F. (2005). E-strategias en la introducción y uso de las TIC en la universidad. RUSC. *Universities and Knowledge Society Journal*, 2 (1), 5-31.
- Duque Loaiza, E. A. (2013). NUI para el cuidado de la salud: Diseño HCI y su rol en la adopción de las TIC. *Innovación, Ingeniería y Desarrollo*, 2(2), 9-20.
- Duque, E., & Vásquez, A. (2013). La innovación tecnológica como eje fundamental en la inclusión de la población adulta en la Educación Superior. *Innovación, Ingeniería y Desarrollo*, 2(2), 49-62.
- González P., Arango, S., Vásquez, C. & Ospina, J. (2015). Campo de investigación en tecnologías de información y comunicación: estrategia de gobernanza en la Universidad de Medellín. *INGENIARE. Revista Chilena De Ingeniería*, 23(2), 301-311.
- Henríquez Miranda, C. N. (2009a). Software libre útil para las pequeñas empresas. *Pensamiento Americano*, 2(3), 25-28.
- Henríquez Miranda, C. N. (2009b). Uso de software libre en las empresas colombianas. *Pensamiento Americano*, 2(2), 9-14.

- Lache, L., León, A., Bravo, E., Becerra, L. & Forero, D. (2016). Las tecnologías de información y comunicación como prácticas de referencia en la gestión de conocimiento: una revisión sistemática de la literatura. *Revista UIS Ingenierías*, 15(1), 27-40.
- López, M. C. (2013). Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el docente universitario. *Revista Perspectiva Educacional*, 52(2), 4-34.
- Menou, M. (2004). La Alfabetización Informacional Dentro De Las Políticas Nacionales Sobre Tecnologías De La Información Y Comunicación (Tics): La Cultura De La Información, Una Dimensión Ausente. *Anales de documentación*, 7, 241-261.
- Montaño Orrego, V. (2011). La gestión en la seguridad de la información según COBIT, ITIL e ISO 27000. *Pensamiento Americano*, 4(6), 21-24.
- Moya, F. (2012). Importancia de las TIC en la enseñanza de salud. *Innovación, Ingeniería y Desarrollo*, 1(1), 81-86.
- Moguillansky, G. (2005). La importancia de la tecnología de la información y la comunicación para las industrias de recursos naturales. En N. C. Empresarial, desarrollo productivo. 164. Santiago de Chile: CEPAL.
- Monteagudo, J. L., Serrano, L. & Hernández Salvador, C. (2005). La telemedicina: ¿ciencia o ficción? *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 28(3), 309-323.
- Monteagudo, J. (2004). Tecnologías de la Información y Comunicaciones. *Educación Médica* 7, 9-8.
- Nápoles Sayous, N. B. (2007). La investigación científica y el aprendizaje social para la producción de conocimientos en la formación del ingeniero civil. *Ingeniería*, 11, 39-46.
- Orozco Bedoya, C. C. (2013). Balance Scorecard: Una introducción al cuadro de mando integral como sistema de gestión estratégica IT del área de investigación de la Corporación Universitaria Americana. *Innovación, Ingeniería y Desarrollo*, 2(2), 37-48.
- Porto, R. S. (2016). Software móvil para la enseñanza de las Normas Internacionales de Información Financiera (NIC-NIIF) APPIFRS (parte 2). *Journal of Engineering and Technology*, 5(1).

- Sánchez, J., González, M. & Sánchez, M. (2012). La Sociedad de la Información: Génesis, Iniciativas, Concepto y su Relación con Las TIC. *Revista uis Ingenierías*. 11(1). 113- 128.
- Sales, D. G., Solano, R. P., Simancas, R., Correa, M. M., & Palma, H. H. (2016). Sistemas de pronósticos agrícolas, una apuesta a la optimización de sus insumos. Caso del tubérculo de la malanga. *Producción+ Limpia*, 11(1).
- Sepúlveda-Aguirre, J., López, D. M. S., Solano, R. P., Marchena, L. M., Gutiérrez, C. A. E., & Giraldo, L. F. G. (2008). El sector público como actor relevante de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia. *Espacios* 39(11). 10.
- Schiavo, E. (2007). Investigación científica y tecnológica en el campo de las TIC: ¿conocimientos técnicos, contextuales o transversales? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* - CTS, 3 (9), 91-113.
- Solano, R. P., Sarmiento, A. S., Giraldo, L. F. G., Solano, A. P., & López, D. S. (2017). Marco de enseñanza basado en ova para el adiestramiento en la introducción de los algoritmos (OLIA). *Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, 17(1).
- Suárez López, D. (2011). Influencia de los sistemas de información en las organizaciones. *Pensamiento Americano*, 4(6), 31-34.

ARQUITECTURA DE SERVICIOS DISTRIBUIDOS EN TELEMEDICINA BASADA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Yair Rivera Julio*

Bertha Hernández**

Rene Ramírez Fernández***

Ilma Bonilla Botia****

* yrivera@coruniamericana.edu.co

** bhernandez@coruniamericana.edu.co

*** rramirez@coruniamericana.edu.co

**** ibonilla@coruniamericana.edu.co

Resumen

En la actualidad los servicios de georreferenciación a los sistemas de la salud nos ayudan a visualizar lugares geográficos en un tiempo específico, así de manera oportuna se podrían prestar servicios médicos especializados del sistema de salud regional con respecto a la ubicación del paciente para el tratamiento de enfermedades, heridas, y discapacidades, además del monitoreo de personas afectadas con enfermedades rónicas a través de un sistema remoto en telemedicina. Estos sistemas de código abierto pueden ser integrados en dispositivos móviles con potencial de sacar provecho de características como el GPS integrado en Smartphone, Laptops, Tablets, entre otros. El diseño de esta plataforma móvil permite incorporar los servicios georreferenciados al cuidado de la salud, permitiendo una integración con los registros clínicos del paciente para brindar respuestas oportunas y de manera eficiente a través de la web y de forma asincrónica con el cuidado médico.

Palabras claves: Servicios de georeferenciación, GPS, salud, telemedicina, Smartphone, open source

Abstract

At present, geo-referencing services to health systems help us to visualize geographical places in a specific time, so in a timely manner we could provide specialized medical services of the regional health system with respect to the location of the patient for treatment. of diseases, injuries, and disabilities, in addition to the monitoring of people affected with chronic diseases through a remote system in telemedicine. These open source systems can be integrated into mobile devices with the potential to take advantage of features such as GPS integrated in Smartphone, Laptops, Tablets, among others. The design of this mobile platform allows georeferenced services to be incorporated into health care, allowing integration with the patient's clinical records to provide timely and efficient responses through the web and asynchronously with medical care.

Keywords: Georeferenced Services, GPS, health, telemedicine, Smartphone, open source

Introducción

El siguiente trabajo tiene como referencia el impacto de los sistemas de información geográfica aplicados al campo de la salud y su utilización en la ubicación pacientes e infraestructura hospitalaria. Estas tecnologías de información y comunicación incorporan datos de georreferenciación que ayudan a agilizar la gestión en la localización y traslado de pacientes a hospitales más cercanos, con fin de ser atendidos de manera inmediata (Alazraqui, Mota & Spinelli, 2006). El geo posicionamiento del lugar donde se encuentran los pacientes, permite acortar los tiempos de respuesta en la atención, en la medida que es posible tener información rápida de los perfil de los pacientes, y otros datos relacionados con sus hábitos, y patrones de comportamiento en tiempo real, los sistemas de georreferenciación no sólo permitan ubicar a los pacientes y su espacio geográfico sino analizar un conjunto de datos geo estadísticos relacionados con los puntos o centros hospitalarios más cercanos para una atención temprana de emergencias, entre otras características generales de la población que utilizan estos servicios (Hernández, Martínez & Rocamora, 2011). A continuación se realiza una breve descripción de los sistemas de georreferenciación, arquitectura de servicios, funcionalidad, y su aplicación en telemedicina (Fouad, 2001).

1. Sistemas de Información Geográfica

Los sistemas de información geográfica (SIG) son tecnologías que permiten recolectar, almacenar, extraer, transformar y visibilizar datos espaciales para un propósito particular, el cual está constituido por un conjunto de hardware, software, datos geográficos y personales desarrollados y configurados para capturar, guardar, manejar, analizar, modelar y representar de muchas maneras información geográficamente referenciada, con el objetivo de solucionar problemas complejos de planificación y gestión geoespacial (Boulos, 2005). Los SIG, se pueden definir como un modelo de la realidad asociada a las referenciación de coordenadas de un espacio físico o territorio, representados a través de mapas e información específica relacionada con un objeto de estudio (Castañeda, Gómez & Leal, 2006), estos difieren de los mapas tradicionales porque las representaciones geográficas de la tierra generalmente va acompañada de información numérica e interactiva, tal como se demuestra en la figura 1.

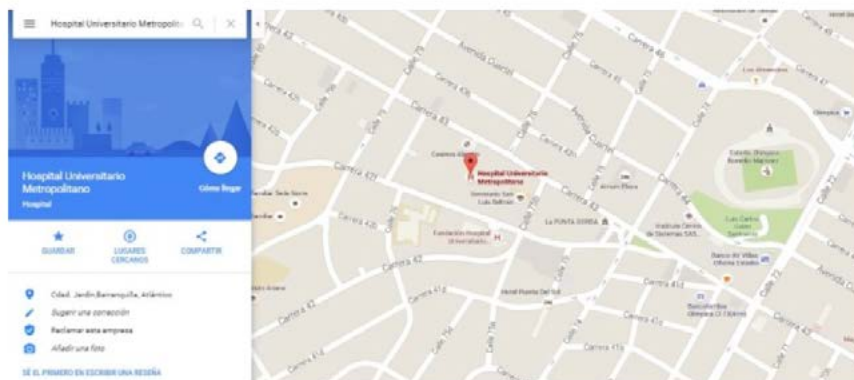


Figura 1. Imagen de un sistema de información geográfico-Google Maps

Fuente: Google Maps

Los aspectos más importantes que debe contemplar la arquitectura de un sistema de información geográfica para su uso y aplicación son:

- Localización: ubicar las características de un lugar específico.
- Condición: cumplir o no con condiciones dadas por el sistema
- Tendencia: comparar entre situaciones temporales o espaciales diferentes de una característica.
- Rutas: calcular rutas entre dos o más puntos.
- Pautas: detección de pautas espaciales.
- Modelos: diseñar modelos con base en actuaciones simuladas.

En el campo de la salud, los SIG se caracterizan por estar conformados por un conjunto de equipos de computación que integra software especializado, los cuales son programados para manejar datos geográficos y facilitar la ubicación de la infraestructura hospitalaria, puntos de atención o simplemente servicios sanitarios especializados (Smith, Bensik, Armfield, Stillman & Caffery, 2005). Estos sistema de información facilitan la manipulación y el análisis cuantitativo de grandes volúmenes de datos, lo que permite a sus usuarios obtener, procesar, proyectar y enriquecer de forma ágil los planos y mapas con información precisa y detallada (Kiwon, 2009).

En la actualidad existen muchos SIG aplicados a la telemedicina que se caracterizan por implementar servicios médicos especializados, tales como el SISMeter-GIS y CNGI, los cuales, hacen énfasis en la calidad del servicio (QoS), sin embargo, sus funcionalidades no están orientadas a la relación de los servicios hospitalarios con relación al rastreo de cada paciente. Otra

de los sistemas utilizados para para el monitoreo de pacientes con cualquiera enfermedad crónica es HeartMap (Di Sano, Pérez & Giovannetti, 2015), una aplicación móvil basada en arquitectura cliente – servidor, diseñada especialmente para mejorar y reducir reingresos hospitalarios. A nivel técnico esta aplicación se caracteriza porque hacen más énfasis en la especificaciones sobre los sistemas médicos que en la conectividad entre los diferentes sistemas distribuidos (Vital Wave Consulting, 2009). Es por esto que se ha expuesto en la siguiente sección un diseño de arquitectura tecnológica para el montaje de un sistema de información, aplicado al campo de la salud, basado en la geo referenciación del paciente para la asistencia médica hospitalaria, haciendo una relación con las infraestructuras médicas disponibles dentro de un espacio geográfico definido (Trigo et al., 2009).

2. Arquitectura del Sistema

La georreferenciación es un proceso que permite determinar el posición de un elemento en un sistema de coordenadas espaciales diferente al que se encuentra, siendo los sistemas de información geográficas (SIG) una relación de información vectorial con imágenes. En el diseño se propone una solución contenido en un esquema distribuido y diferentes componentes, de tal manera que se pueda aprovechar todo el potencial para la visualización e intercambio abierto de información (Culebro, Gómez & Torres, 2006), tal como se observa en la figura 2.

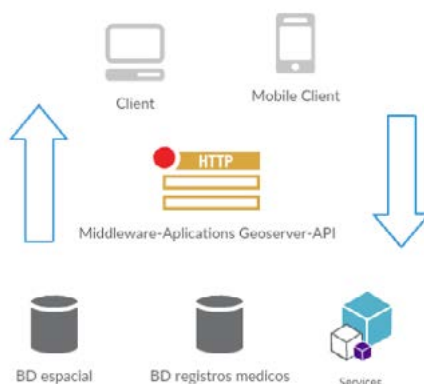


Figura 2. Arquitectura del sistema
Fuente: Elaboración del autor.

Este diseño se ajusta a los estándares de construcción del sistema bajo una arquitectura de cliente-servidor y adaptado a múltiples capas, apoyadas por herramientas que soportan las transacciones de datos de manera distribuida, tales como: OGG de OpenGIS y XML, los cuales, facilitan el procesamiento flexible multicapa en los sistemas de información geográfica.

Del mismo modo, para garantizar la interoperabilidad de las diferentes aplicaciones, se recomienda las funcionalidades de aquellas herramientas capaces de ofrecer servicios web estandarizados, tales como:

- **Almacenamiento:** el sistema debe posibilitar la conexión a un motor de bases de datos relacional capaz de administrar el almacenamiento en bruto de los datos tanto de lectura como de escritura. En este caso, la herramienta de código abierto, OpenGeo Suite, tiene dentro de sus funcionalidades la conexión a base de datos espaciales como: PostGIS, Mysql Spatial, Oracle Spatial, IBM DB2, Microsoft SQL Server y ArcGIS Server (Microsoft, 2014).
- **Servidor de aplicaciones:** este es otro componente que debe contemplarse dentro de la arquitectura de un SIG, un servidor de aplicaciones capaz de procesar los datos en bruto y ofrecer servicios web para la visualización de productos cartográficos. OpenGeo Suite, incluye un servidor de mapas que puede utilizarse a través de su servicio GeoServer, otras herramientas incluyen ArcGIS Server, MapGuide y MapServer (Zhang et al., 2010).
- **Caché de la aplicación:** para un óptimo rendimiento se requiere el almacenamiento en caché de los resultados intermedios, tales como archivos de mapas. Respecto a esta funcionalidad, OpenGeo Suite se caracteriza por utilizar una caché de baldosas GeoWebCache. Otras herramientas incluyen TileCache, ArcGIS Server y MapGuide (Brovelli & Magni, 2003).
- **Interfaz de usuario:** es otro componente que deben contemplarse para la selección de un SIG, esta debe ser flexible y facilitar la usabilidad de los usuarios. En este caso, OpenGeo Suite utiliza GeoExt / ExtJS como una interfaz de usuario independiente de la plataforma lo cual le facilita su adaptación con otros sistemas o software propietario. Otras interfaces son FLEX y Silverlight.

- Usuario componente de mapa de interfaz: las aplicaciones de mapas necesitan un componente de mapas con características espaciales y las capas del mapa. OpenGeo Suite utiliza OpenLayers. Otras opciones incluyen la API de Google Maps y Bing Maps API (Tan, Zhou, Zuo & Cui, 2008).

En ese sentido, el sistema está compuesto por una base de datos u otro sistema de almacenamiento de datos en la parte inferior, algunos la lógica de aplicación en el medio, y una capa de interfaz de usuario en la parte superior, las capas de base de datos y de aplicaciones interactúan a través de estructuras de SQL en un protocolo de conexión. Las aplicaciones y la interfaz de capas interactúan a través de documentos codificados (normalmente XML o JSON) transferidos a través de funciones del protocolo http, ya sea get o put (Cuervo, 2012; Hu & Dai, 2013).

En este orden de ideas, cualquier organización del sector salud puede validar sus datos vectoriales y geográficos contra la nueva realidad del espacio, verificar sus servicios y recrear algunas relaciones, tales como pacientes vs infraestructuras médicas. Este tipo de herramientas, demanda en este caso la disponibilidad pública de los datos e imágenes en Google Maps y Bing Maps para posibilitar la georreferenciación de los servicios médicos y el tracking de cada paciente, esta arquitectura sugerida hace uso de GeoServer para rendir datos del SIG de la organización, a partir de archivos o bases de datos existentes, lo que tiene más sentido realizar operaciones entre capas como el OpenLayers (Mejía, 2013).

La capa de servidor de aplicaciones es responsable de mediar entre la capa de datos y la capa de interfaz de usuario (UI), actuando como una pasarela de protocolo, convirtiendo las peticiones web estándar de la interfaz de usuario en las convocatorias específicas necesarias para hablar con las bases de datos o leer archivos SIG, también es un repositorio de lógica personalizada, como los servicios de procesamiento, y otras rutinas específicas de la aplicación. En conclusión el servidor de aplicación espacial de GeoServer es posible considerarlo como el mejor bloque de construcción para los servicios web espaciales hasta el momento actual (Wahalla, Blume & Blume, 2015).

Estas herramientas permiten la eficiente manipulación de espacios geográficos para la salud, donde se refleja un análisis de la ubicación del sistema de salud en relación con los servicios médicos que existan en el lugar. El problema especial consiste en ubicar los puntos de oferta de hospitales,

clínicas y consultorios médicos públicos y privados dentro de una misma área geográfica, una vez ubicada la oferta, se procede a ubicar y mapear la demanda en función de un perfil definido previamente (Rivera, 2015).

Por otro lado, la mejor forma de mirar la arquitectura o composición de un sistema de georreferenciación es mostrar ciertos antecedentes de proyectos ejecutados para la solución de algún problema. Por ejemplo, existe un proyecto que se basa en un sistema de georreferenciación de monitoreo del estado vial en Colombia, este sistema es móvil y se ejecutara en el sistema operativo Android desarrollado por google. Para llevar a cabo este sistema se utilizó la metodología de desarrollo que consiste en la ejecución de varias etapas que son la planificación de sistemas de información (PSI), estudio de viabilidad del sistema (EVS), análisis del sistema de información (ASI), construcción del sistema de información (CSI), implantación y aceptación del sistema (IAS) y mantenimiento del sistema de información (MSI). Esta fase permitió definir una mejor arquitectura del sistema.

La solución va orientada a implementar la georreferenciación en las áreas de la salud y servicios médicos, la optimización de servicios móviles en zonas específicas relacionadas con el tracking de cada paciente (Qiang, Yamamichi, Hausman & Altman, 2011). La infraestructura permitirá una cierta conexión entre recursos de la salud y recursos tecnológicos, se georreferencia a tiempo real para pacientes o ambulancia en cualquier zona del país, en especial en aquellas zonas remotas y de difícil acceso, donde la medicina especializada presenta limitaciones en el acceso. Con la implementación de esta metodología, se pueden tener bien ubicadas a las personas que sufren algún tipo de padecimiento en salud, facilitando los procesos de promoción y prevención para establecer cuadros epidemiológicos (Zhang & Ling, 2008).

3. Implementación en la Telemedicina Georreferenciada.

La telemedicina consiste en la provisión de servicios médicos a distancia usando medios electrónicos y de telecomunicaciones, desde sus orígenes la motivación principal para su uso ha sido la de facilitar el acceso a los servicios sanitarios desde lugares remotos y aislados. Entre las áreas de interés creciente está en la provisión de cuidados a enfermos crónicos y ancianos. Gracias a la implementación de esta plataforma de interconexión se podrán tomar decisiones y recomendaciones basadas en datos, voz, imágenes y documentos y cualquier otro tipo de streaming transmitido originado por el seguimiento y georreferenciación a pacientes afectados por enfermedades

crónicas (Weering, 2015), (Roncancio, Beltrán, Cardenas, Montenegro & Gaona, 2010), (Rivera2015).

Los sistemas de urgencias y emergencias médicas han ido evolucionando hacia la implantación de técnicas telemáticas, procurando ahorrar tiempo entre la gestión del personal sanitario y administrativa, logrando trabajadores de información clínica exportable con sitios remotos, gracias a este sistema se permiten de una manera fácil acceder a toda la información que el personal necesita en un momento dado (Viloria, Cardona & Saavedra, 2014). La georreferenciación juega un papel importante en la telemedicina, ya que se puede saber con exactitud las coordenadas geográficas de los diferentes puntos donde se extienden los servicios sanitarios. Los mayores beneficiados de la telemedicina son pacientes de las zonas rurales y urbanas, debido a que se encuentran distantes de la infraestructura hospitalaria, por tanto demanda una optimización en los tiempos de respuesta de la atención médica. Del mismo modo, en la comunicación y aplicación de los protocolos de salud en referencia a la intervención médica a distancia, el proveedor del servicio y el cliente (Rao, Gopi & Prasad, 2014).

Dentro de las funcionalidades de los SIG, debe contemplarse los siguientes servicios:

- Tiempo diferido.
- Tiempo real.
- Videoconferencia.
- Aplicación interactiva.

Los SIG tienen una amplia variedad de usos y aplicación en el campo de la telemedicina:

- Tele consulta.
- Tele diagnóstico.
- Tele cuidado – tele atención.
- Telemetría – tele medida.
- Tele educación.
- Tele administración.
- Tele terapia.
- Tele farmacia.

Este tipo de aplicaciones reduce traslados innecesarios de los pacientes, quienes pueden ser atendidos en su localidad de origen, facilita la valoración de pacientes en consultas programadas, hospitalizaciones domiciliarias o ingresados en residencias de la tercera edad. Algunas de las ventajas que tiene la telemedicina georreferenciada son:

- Es aplicable a toda rama médica y su implementación es mucho menos costosa en tecnología, ya que la transmisión basada en la conmutación de datos comercial TCP/IP permite multiplexar varios paquete de comunicación dentro de un mismo canal de datos (Rivera, 2015).
- Ofrece la posibilidad de prestar servicios médicos a distancia, que en el caso de enfermedades, facilita la comunicación médico-paciente, reduciendo considerablemente la necesidad de acudir a la consulta médica de manera presencial, esto supone, sin duda, una gran mejora en la calidad de vida para pacientes crónicos o de avanzada edad (Cascar, 2010).
- Permite a los usuarios albergar el historial clínico en la red y poder compartirlo con distintas organizaciones del área de la salud (empresas, hospitales, aseguradoras e incluso médicos privados) (Alazraqui et. al. 2006).

En cuanto a su funcionalidad, los SIG permiten el monitoreo del paciente y de sus señales biométricas a través de sensores especializados, para este último caso se puede implementar un dispositivo móvil inteligente basado en Arduino, en cualquiera de los casos la transmisión final desde el dispositivo móvil de forma inalámbrica a través de una WAN (Wide Area Network, 2015).

Toda esta información se relaciona al mismo tiempo con las infraestructuras hospitalarias más cercanas, una solución de costo-eficiencia a través de la web que facilitan la toma de decisiones compartidas por parte de los profesionales de la salud (Hernández, Martínez & Rocamora, 2011).

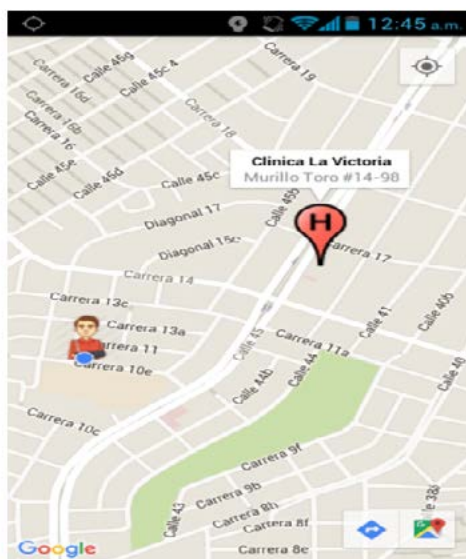


Figura 3. Visualización de la aplicación móvil app
Fuente: Google Maps.

En la interfaz se visualiza una serie de recursos transparentes al usuario y distribuidos de tal manera que algunos servicios corren en diferentes maquinas conectadas a través de la web, permitiendo su accesibilidad desde cualquier lugar y momento, es decir, que el monitoreo y los resultados se pueden visualizar desde cualquier teléfono inteligente conectado a la web o a través de cualquier navegador, esto hace posible:

- Detección temprana de anomalías fisiológicas o complicaciones en pacientes monitoreados.
- Seguimiento (estudios, procedimientos y medicaciones) y control de salud de pacientes de forma proactiva (Tabla 1).
- Toma de decisiones de forma eficiente en centros asistenciales con ofertas de servicios específicos.

Tabla 1.
Subsistema de historia clínica electrónica

Medicaciones				
Código	Nombre	Texto	Desde	Hasta
1212	Medicamento Asma AAA 300mg Comp. x10	Medicamento Asma AAA	2010-01-01 00:00:00	2010-02-01 00:00:00
1313	Medicamento Asma BBB 1000mg Comp. x16	Medicamento Asma BBB	2010-01-15 00:00:00	2010-02-20 00:00:00
1414	Medicamento Asma CCC 200mg Spray	Medicamento Asma CCC	2010-02-01 00:00:00	2010-03-01 00:00:00

Estudios			
Código	Nombre	Fecha	
34109+1	Toma de presión arterial	2009-11-24 12:11:52	Ver resultados
34108+2	Control de diabetes	2009-11-24 12:11:52	Ver resultados
ddd-1	Calculo de índice de masa corporal	2009-11-24 12:11:52	Ver resultados

Procedimientos			
Código	Nombre	Desde	Hasta
777771	Procedimiento de hemodialisis	2010-06-07 15:30:00	2010-06-07 19:30:00

Fuente: (Sosa, Gutiérrez & Pinto, 2010).

Conclusiones

Con la utilización de la georreferenciación podemos extraer información espacial en tiempo real y combinarla con servicios médicos y señales biométricas provenientes de cada paciente de forma asequible y oportuna para la toma de decisiones. La arquitectura telemática busca ofrecer servicios a distancias utilizando la web como medio de transporte y sistema itinerante de datos, todo un conjunto de herramientas que permiten ofrecer de forma eficiente un apoyo en conocimiento a través de la conectividad sobre un mismo paciente donde los servicios de especialista tienen poco acceso.

El diseño de la plataforma se definió totalmente a través de una arquitectura abierta de código abierto (Open Source), buscando flexibilizar la comunicación entre sistemas de información, haciendo transparente el envío y procesamiento de los datos. Finalmente, el establecimiento de un sistema de información de salud georreferenciada y combinada con los registros electrónicos de cada paciente posibilita tener una visión general del sistema, como un soporte lógico de forma articulada e integral, con los sistemas sanitarios de tal manera que se puede mejorar la salud y el bienestar de las poblaciones vulnerables en todo el mundo, en especial zonas rurales o distantes de la infraestructura hospitalaria.

Referencias

- Alazraqui, M., Mota, E. & Spinelli, H. (2006). Health Information Systems: from closed systems to social citizenship. A challenge for the reduction of inequalities in local management. *Cad. saúde pública / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Esc. Nac. Saúde Pública*. 22(12). 269–702.
- Boulos, M. (2005). Web GIS in practice III: creating a simple interactive map of England's Strategic Health Authorities using Google Maps API, Google Earth KML, and MSN Virtual Earth Map Control. *International journal of health geographics*, 4(22).
- Brovelli, M. & Magni, D. (2003). An archaeological Web GIS application based on Mapserver and PostGIS,” *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* 34. 89–94.
- Castañeda, H., & Gómez, J., & Leal, A. (2006). Proveedor de Servicios Basados en Localización para Dispositivos Móviles. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 3 (1), 13-19.
- Cuervo, M. C. (2012). Evaluación del rendimiento de los motores de bases de datos Mysql y Firebird. *Revista Universidad EAFIT*. 43(148). 78–90.
- Culebro Juárez, M., Gómez Herrera, W. G. & Torres Sánchez, S. (2006). Software libre vs. Software propietario: ventajas y desventajas. [En línea],” México: [sn], p. 170. Recuperado de: <http://www.rebellion.org/docs/32693.pdf>
- Di Sano, M., Perez, A., Miguel, A. & Giovannetti, F. (2015). Demonstration Paper: HeartMapp : A Mobile Application to Improve CHF Outcomes and Reduce Hospital Readmissions. *WH '15 Proc. Conf. Wirel. Heal.* 81–92.
- Fouad, H. (2001). Continuous Health-monitoring for early Detection of Patient by Web Telemedicine System. *Recent Advances in Electrical Engineering and Computer Science*.
- Hernández, R., Martínez, F. & Rocamora, J. (2011). Arquitectura genérica para telemedicina basada en servicios web y Google Health. Aplicación práctica en diabetes. Universidad Complutense Madrid.
- Hu, S. & Dai, T. (2013). Online Map Application Development Using Google Maps

- API, SQL Database, and ASP. NET. *Int. J. Inf. Commun. Technol. Res.* 3(3). 102–110.
- Cascar Corredera, J. R. (2010). *Tecnologías y Servicios para la Sociedad de la Información*. p.278, 2010.
- Kiwon, K. (2009). Technical architecture for land monitoring portal using google maps API and open source GIS. 17th International Conference on Geoinformatics. 1–5.
- Mejía, C. V. (2013). *Medición de niveles de ubicuidad para una institución de educación superior*. Trabajo de grado. Universidad EAFIT.
- Qiang, C. Z., Yamamichi, M., Hausman, V. & Altman, D. (2011). Worldbank report: *Mobile Applications for the Health Sector*. 101.
- Rao, A., Gopi, M. & Prasad, M. (2014). Design and Fabrication of Fatigue Corrosion Machine”, *International Journal of Engineering Development and Research (IJEDR)*. Recuperado de: <http://www.ijedr.org/papers/IJEDR1303068.pdf> pp. 348–354.
- Rivera Julio, Yair Enrique. (2015). *Desarrollo de un prototipo Arduino-móvil y geo-posicional en el área de la telemedicina para el monitoreo remoto de personas diabéticas a través de la WEB con servicios extendidos geo referenciados*, Cuaderno de Investigación. Corporación Universitaria Americana ISBN:978-958- 58187-8-1.
- Rivera Julio, Yair Enrique. (2015). *Desarrollo de un prototipo Arduino-móvil y geo-posicional en el área de la telemedicina para el monitoreo remoto de personas diabéticas a través de la A través de la red celular*. Cuaderno de Investigación, Corporación Universitaria Americana, ISBN:978-958- 58187-7.
- Roncancio Joya, D. A., Beltrán Vera, J. G., Cardenas Mahecha, W. Y., Montenegro Marín, C. E. & Gaona García, P. A. (2010). Prototipo de Telemedicina móvil para asistencia médica domiciliaria y remota, Eighth LACCEI Lat. Am. Caribb. Conf. Eng. Technol. Innovation Dev. Am., 1–10.
- Smith, A., Bensink, M., Armfield, N., Stillman, J. & Caffery, L. (2005). Symposium- Telemedicine and rural health care applications. *Postgrad. Med.* 51(4). 286–293.

- Sosa, O. R., Gutiérrez, P. & Pintos, J. (2010). Primer congreso uruguayo de infraestructura de datos espaciales. In *Monitoreo y Control de Problemas de Salud mediante SIG*, 2010.
- Tan, X., Zhou, M., Zuo, X. & Cui, Y. (2008). Integration WebGIS with AJAX and XML based on google maps. In *Proceedings - The 1st International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems, ICINIS 2008*. 376–379.
- Trigo, J. D., Chiarugi, F., Alesanco, Á., Martínez-Espronceda, M., Chronaki, C. E., Escayola, J. Martínez, I. & García, J. (2009). Standard-compliant real-time transmission of ECGs: Harmonization of ISO/IEEE 11073-PHD and SCP-ECG. In *Proceedings of the 31st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society: Engineering the Future of Biomedicine, EMBC*. 4635–4638.
- Viloria Núñez, C., Cardona Peña, J. & Saavedra Antolinez, I. (2014). Telemonitoreo de datos cardiacos y respiratorios a través de un sistema Web con JSP., *Cardio Respir. Dates Telemonitoring through a Web Syst. with JSP*. 32(1). 102–114.
- Vital Wave Consulting. (2009). *mHealth for Development: The Opportunity of Mobile Technology for Healthcare in the Developing World*. Technology, 46(1). 1–70.
- Wahalla, M., Blume, C., & Blume, H. (2015). A Real-time Monitoring System Controller for Medical Tissue Engineering Bioreactors. 40–41.
- Weering, M. (2015). Development of a telemedicine service that enables functional training for stroke patients in the home environment. 1–4.
- WHO-Global Observatory for eHealth, “Telemedicine: Opportunities and developments in Member States,” 2010.
- Zhang, H., Li, M., Chen, Z., Bao, Z., Huang, Q. & Cai, D. (2010). Land use information release system based on Google Maps API and XML. In *2010 18th International Conference on Geoinformatics, Geoinformatics 2010*.
- Zhang, T. & Lin, G. (2008). Identification of local clusters for count data: a model-based Moran’s I test. *Appl. Stat.* 35(3). 293–306.

FRAMEWORK ÁGIL DE ARQUITECTURA EMPRESARIAL – MAEA VI

Adriana María Iglesias Solano*

Wilson Nieto Bernal**

* aiglesias3@unisimonbolivar.edu.co z

** wnieto@uninorte.edu.co

Resumen

En el presente capítulo de libro de investigación se propone un Marco de trabajo ágil de arquitectura empresarial – MAEA en su versión 1.0 teniendo como base los niveles de madurez de CMMI v 1.3, ITIL v.3. y ISO 27001

Palabras clave: arquitectura empresarial; niveles de madurez; CMMI-DEV 1.3; ITIL v3; ISO 27001; CMMI – SVC v 1.3; marco de trabajo

Abstract

In this chapter of the research book we propose an agile business architecture framework - MAEA in its version 1.0, based on the maturity levels of CMMI v 1.3, ITIL v.3. and ISO 27001

Keywords: enterprise architecture; maturity levels; CMMI-DEV 1.3; ITIL v3; ISO 27001; CMMI - SVC v 1.3; agile manifesto; framework

Introducción

La Arquitectura Empresarial- EA (Zachman, 2008) permite la alineación de los procesos, los datos, las aplicaciones y la infraestructura tecnológica con los objetivos estratégicos del negocio teniendo como pilar una visión integral de la organización. Para lograrlo la Arquitectura empresarial estructura seis (6) componentes entre los cuales están la Estrategia, el Gobierno de Tecnologías de información, la Información, Sistemas de Información- SI, Servicios de Tecnología, Uso y Apropiación (Winter & Schelp, 2008). De acuerdo a lo anterior, EA señala un mapa de ruta-roadmap que apoye la toma de decisiones estratégicas en la Organización y que está conformado por políticas organizacionales, procesos, componentes, métodos, herramientas; los cuales permitirán hacer comprensión del valor estratégico competitivo y comparativo de la Tecnologías de Información-TI, permitiendo clarificar aspectos como el retorno de inversión -ROI en TI y su impacto estratégico en la organización (Lakhdiss & Bounabat, 2012).

Sin embargo, el proceso de implementación de una EA generalmente no es sencillo ni ágil y requiere el compromiso organizacional en pleno para su definición, posterior despliegue y soporte (Rouhani, Mahrin, Nikpay & Nikfard, 2013). Lo anterior, sugiere la necesidad de proponer un Marco de trabajo de EA basado en principios de agilidad y que además se articule con modelos de madurez, seguridad y despliegue de servicios.

Metodología

La metodología que se detalla a continuación constituye el pilar que conducirá a la construcción de la propuesta de un Framework de Arquitectura empresarial ágil fundamentado en los modelos de madurez de CMMI (SEI, 2010), ISO 27001 (British Standards Institution, 2013) e ITIL (ITIL Foundation, 2013). En primera instancia se realizó una revisión documental sobre los Framework de Arquitectura empresarial existentes, a partir de los hallazgos encontrados en la revisión documental se planteó el Framework ágil de Arquitectura Empresarial - MAEA, para lograrlo se abarcaron las siguientes fases metodológicas:

- *Fase 1. Análisis de los Frameworks de Arquitectura Empresarial - estado del arte-* : En esta fase se evalúan los diferentes Framework de Arquitectura empresarial que permitan identificar elementos,

componentes, conceptos, entre otros aspectos que soportaran el Framework ágil a proponer

- *Fase 2. Mapear los componentes del Framework de Arquitectura Empresarial con los componentes de CMMI – DEV 1.3, CMMI-SVC 1.3, ITIL 3, ISO 27001:* En esta fase se realizó una caracterización de los componentes identificados de MAEA y las constelaciones CMMI – DEV 1.3, CMMI – SVC 1.3, ITIL v 3, ISO 27001.
- *Fase 3. Definición de los componentes, capas, roles, artefactos del Framework ágil de Arquitectura Empresarial –MAEA:* En esta fase se realizó la definición de las fases que conformaran el Framework ágil. Estableciendo los procesos inmersos e identificando capas, roles, componentes, artefactos o productos trabajo y de tareas.

Estado del arte

A continuación se estudiarán los diversos Framework de Arquitectura Empresarial, finalizado el proceso de revisión bibliográfica los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- *Zachman Framework - 1987.*

Este Framework es la estructura fundamental de la arquitectura empresarial y por lo tanto se obtiene el conjunto total de las representaciones descriptivas relevantes para la descripción de una empresa, describe un modelo integral de infraestructura de información empresarial analizadas a partir de (6) seis perspectivas: objetivo, modelo de negocio, modelo del sistema, modelo tecnológico, componentes y el sistema de trabajo. Lo anterior surge a partir de una ontología, es decir, una teoría que indica la existencia de un conjunto estructurado de componentes esenciales para un objeto en el cual las expresiones explícitas de éstas son básicas e incluso obligatorias para la creación, operación y cambios de los mismos (Zachman, 1987). Este Framework consta de (8) ocho versiones la primera versión propuesta en el año de 1984 y la última versión en el año 2011.

- *TOGAF- The Open Group Architecture Framework - 1995*

TOGAF “proporciona los métodos y herramientas para ayudar en la aceptación, producción, uso y mantenimiento de una Arquitectura Empresarial, se basa en un modelo de procesos iterativo, el apoyo de las mejores prácticas y un conjunto reutilizable de activos existentes” (Open

Group, 2011). Cuenta con (4) cuatro dimensiones entre las cuales están la Arquitectura de Negocios, la Arquitectura Tecnológica (TI), la Arquitectura de Datos y la Arquitectura de Aplicaciones. Actualmente se encuentra vigente versión 9.1, y consta de 12 versiones desde sus inicios en el año 1995 hasta el 2011.

- *XAF- Extensible Architecture Framework. - 2003*

Es un Framework extensible y genérico, este propone (2) dos reglas: una de especialización y otra de integración, con la aplicación de estas reglas se construye el entramado de XAF, haciendo de este una base para evaluar y comparar Framework. Haciendo que el Framework desarrollado satisface estándares de calidad y es comparables con otros ya existentes (Dietz & Hoogervorst, 2007). Tuvo sus inicios en el año 2003 y actualmente se encuentra en la versión 1.1. publicada en 2006.

- *TEAF- (US) Treasury Enterprise Architecture Framework. - 2000*

Es un Framework basado en Zachman y a su vez se deriva de los modelos del Tesoro anteriores, como el modelo Tesoro de Estados Unidos – TISAF-1997, y el Marco de Arquitectura Empresarial Federal –FEAF- 1999. Tiene como objetivo establecer una hoja de ruta para la modernización y optimización de los procesos de negocio y entorno de TI del Departamento del Tesoro de Estados Unidos. El TEAF subdivide una Arquitectura Empresarial en Puntos de vista, perspectivas y productos de trabajo. Actualmente se encuentra en desuso (US Department of the Treasury Chief Information Officer Council, 2000).

- *AF-EAF Air Force Enterprise Architecture Framework – 2003*

Este Framework establece una base común para la comprensión, comparación e integración de arquitecturas proporcionando una directriz general para la generación de arquitecturas de la Fuerza Aérea (AF Chief Architect's Office, 2003).

- *AFIoT- Architecture Framework for the Internet of Things - 2014.*

Este marco para IoT está definido bajo la norma IEEE P2413, esta incluye descripciones de los dominios del internet de las cosas, y establece las relaciones entre los diversos mercados verticales (IEEE, 2013). Dio inicio en el año 2014.

- *AGA-Australian Government Architecture Reference Models – 2009.*

Este Framework brinda un lenguaje común que describe y analiza las

inversiones en Tecnología de Información –TI de las entidades del Gobierno Australiano. Este Framework se basa en el estándar de Estados Unidos –USA denominado FEAF (Australian Government Information Management Office, 2009). Se presentó su primera versión en el año 2009, la versión actual es la 3.0 y fue publicada en el, año de 2013.

- *AGATE- Atelier de Gestion de l'Architecture des Systemes d'Information et de Communication – 2005*

Proporciona un marco común para la descripción de Arquitectura del departamento de defensa de Francia. Entre otros aspectos ofrece: líneas bases comunes para el modelado de objetos, análisis de impacto en los cambios, líneas base para definición de Arquitecturas, indicadores para la gestión de TI, entre otras (Atelier de Gestion de l'Architecture des SIC, 2005). Da inicio en el año 2005, Actualmente se encuentra en su versión 3.0.

- *DoDAF- US Department of Defense Architecture Framework - 2003*

Comprende un marco de arquitectura organizados a través de puntos de vista, los cuales permiten comprender, visualizar el alcance y la abstracción de una descripción de arquitectura. DoDAF tiene aplicación en sectores privado, público y voluntario de todo el mundo, a pesar de estar creado para entornos militares (United States Department of Defense, 2010). La primera versión fue publicada en el año 2003 sucediendo a C4ISR. La última versión disponibles es la 2.0.2 publicada en el año 2010.

- *DNDAF-Department of National Defence/Canadian Armed Forces Architecture Framework - 2010*

Describe un marco de arquitectura empresarial para el Departamento de defensa de Canadá y sus fuerzas armadas, este consta de (3) tres volúmenes. El volumen 1 es una descripción general de marco y sus definiciones asociadas, el volumen 2 detallan un conjunto de vistas y subvistas y por último, el volumen 3 describe la arquitectura del modelo de datos- DADM (Canadian Armed Forces, 2010). Su versión actual es la 1.7.

A continuación se listan los Framework de Arquitectura empresarial, encontrados en el proceso de revisión del estado del arte:

- *E2AF- Extended Enterprise Architecture Framework* (Institute for Enterprise Architecture Developments, 2006),
- *EAM-PC - EAM Pattern Catalog* (Buckl, Ernst, Lankes & Matthes, 2008),

- *IFW - IBM Information FrameWork (IFW)* (IBM Industry Models for Financial Services, 2006),
- *LEAD - Leading Enterprise Architecture Development Leading Practice* (Global University Alliance research and analysis, 2004),
- *MEGAF* (Kreizman & Blanton, 2005),
- *NAF- NATO C3 Systems Architecture Framework* (NATO, 2013)
- *NIST-EAM- NIST Enterprise Architecture Model* (Chief Information Officer Council, 2001),
- *OIO- OIO Enterprise Architecture Method* (Ministry of Science, Technology and Innovation, 2007),
- *QGEA- Queensland Government Enterprise Architecture* (Queensland Government Chief Information, 2010),
- *SABSA- Sherwood Applied Business Security Architecture* (Burkett, 2012)
- *AM - Avancier Methods* (Avancier Limited, 2006),
- *BCA -Business Capability Architecture* (Malan, 2002),
- *BEAM - Business Enterprise Architecure Modeling* (Ken Orr Institute, 2004),
- *BPEAM- iteratec best-practice enterprise architecture management* (EAM) method (Hanschke, 2010),
- *CEA- A Service Oriented Enterprise Architecture Framework* (SOEAF) (Najafi & Baraani, 2005),
- *DRAI- DragonI* (Dragon1, 2013),
- *EEAF- US OMB Enterprise Architecture Assessment Framework* (WhiteHouse, 2009),
- *eTOM- Business Process Framework* (eTOM) (Brenner et al, 2007),
- *EXAF- Extreme Architecture Framework*
- *FEAF-US Federal Enterprise Architecture Framework* (Office of management and Budget, 2013),
- *FESS- Framework of Enterprise Systems and Structures* (Tell & Toolsmiths, 2009),
- *GEAF- Gartner's Enterprise Architecture Framework* (Lapkin, 2005),
- *HEAF- Health Enterprise Architecture Framework* (Seebregts, Crichton, Moodley & Pillay, 2013),
- *GERA- ISO 15704 Generic Enterprise Reference Architecture* (Williams & Hong Li, 1995),
- *MODAF(UK) Ministry of Defense Architecture Framework* (Bailey, 2008),
- *PEAF Pragmatic Enterprise Architecture Framework* (Lee, 2014),
- *FMLS-ADF- FMLS Architecture Description Framework 3.0* (SE)

- (NATO, 2014),
- *MACCIS 2.0 – An Architecture Description Framework for Technical Info structures and their Enterprise Environment* (Elveser, Neple, Oyvind, Kenneth & Stensl, 2001),
 - *SGCAF- Smart Grid Conceptual Architecture Framework* (Simmon & Houseman, 2011),
 - *GAEA* (IMT Standards Oversight Committee Government of Alberta, 2015),
 - Praxeme (Traverson, 2008),
 - Dynamic Enterprise (Lawry, Waddell & Singh, 2007).

Descripción del framework ágil MAEA

MAEA es un Framework de Arquitectura empresarial ágil, constituyéndose como un marco integral que soporta la gestión estratégica alineando los procesos de gestión de Tecnologías de Información TI con las estrategias organizacionales apoyando su administración. Para esto MAEA define unos dominios, estos se soporta en ámbitos y dichos objetivos describen prácticas, tal y como se describe en la siguiente figura.



Figura 1. Framework MAEA.

Fuente: Elaboración Propia.

Dominios MAEA

El Framework MAEA se compone por un conjunto de (5) cinco dominios a continuación, se definen cada uno de ellos:

• Dominio de Estrategia de TI

Este dominio permite establecer una estrategia de Tecnología de Información- TI orientada a la generación de valor y el retorno de la inversión – ROI, tomando como pilar la estrategia y política organizacional.

• Dominio de Procesos de TI

Este dominio permite manejar los siguientes aspectos organizacionales: Estructura y procesos de TI, acuerdos de niveles de servicios, alineación

de los procesos organizacionales con los procesos de TI, administración y acuerdo con proveedores. Todos estos elementos permiten la formalización de lineamientos y procesos.

- *Dominio Información*

Este dominio permite establecer el diseño de los servicios de información de acuerdo al ciclo de vida de Información que modela los siguientes conceptos: especificación, elicitación, validación, consolidación y divulgación de la información. Todos estos elementos deben encaminarse a apoyar la toma de decisiones

- *Dominio de Sistemas de Información - SI*

Este dominio permite la definición funcional de las aplicaciones que soportan los procesos misionales y de apoyo organizacionales que alimentan la toma de decisiones. Lo anterior se establece teniendo en cuenta aspectos claves como la especificación de la arquitectura aplicación, procesos de desarrollo de aplicaciones, mantenimiento de aplicaciones, despliegue, soporte a aplicaciones.

- *Dominio de Servicios de TI*

Este dominio permite especificar las estructuras, componentes y relaciones entre elementos de comunicación, hardware y software que soportan los dominios de despliegue y puesta en marcha de los sistemas de información , gestionándolos de forma eficaz y eficiente. Lo anterior se establece indicando los siguientes aspectos claves entre los cuales se encuentran: la arquitectura de TI, conectividad, soporte técnico, mesa de ayuda, seguimientos e inspecciones.

Descripción dominios MAEA

1. Dominio de Estrategia de TI

Este dominio describe un total de (3) tres objetivos, y (7) siete prácticas, los cuales se describen a continuación, de igual forma se indican los roles e indicadores del dominio:

- *Objetivos.* A continuación se indican los objetivos que se abordan en el dominio de estrategia de TI:

- *Elicitación y direccionamiento estratégico.* Este objetivo consta de la comprensión de la situación actual organizacional, una vez entendido

lo anterior, se indica la directriz para establecer la estrategia, políticas e iniciativas de TI que se definan.

- *Despliegue de la estrategia de TI.* Consta de la implantación de las estrategias, políticas e iniciativas de TI que se han definido

- *Monitoreo y control estrategia de TI.* Consta de establecer técnicas de aseguramiento a la estrategia de TI definida, además de la verificación de la entrega de valor.

- *Prácticas.* A continuación se listas las prácticas asociadas al dominio de estrategia de TI.

- *Especificación de la Arquitectura empresarial.*
- *Impacto de TI*
- *Mapa de ruta de la Arquitectura Empresarial*
- *Catálogo de servicios de TI.*
- *Evaluación de la Arquitectura empresarial.*
- *Mantenimiento y soporte de la Arquitectura Empresarial.*
- *Evaluación de la gestión de la estrategia de TI.*
- *Comunicación y divulgación de la estrategia de TI.*

La siguiente tabla describe la relación Objetivos y Prácticas definidas en el Framework de MAEA

Tabla 1.
Dominio, Objetivos y Prácticas estrategia de TI.

Dominio MAEA	Objetivo	Práctica
Estrategia de TI	Elicitación y direccionamiento estratégico	Especificación de la Arquitectura Mapa de ruta de la Arquitectura Empresarial Evaluación de la Arquitectura empresarial. Mantenimiento y soporte de la Arquitectura Empresarial. Impacto de TI Comunicación y divulgación de la estrategia de TI.
	Despliegue de la estrategia de TI.	Catálogo de servicios de TI.
	Monitoreo y control estrategia de TI.	Evaluación de la gestión de la estrategia de TI.

Fuente: *Elaboración propia.*

- *Roles.* De acuerdo al marco propuesto por MAEA se definió unas funciones generales asociadas a los Roles de dominio de estrategia de TI, tal

y como se observa a continuación:

- *Chief Information Officer – CIO*
- *Project manager*
- *Security Manager*
- *Líder Monitoreo y control*
- *Líder Servicios de TI*
- *Líder de Sistemas de Información*
- *Líder Data.*

• *Indicadores.* En el dominio de estrategia de TI y de acuerdo a los objetivos definidos para este, se establecieron los siguientes indicadores descritos en la tabla 2.

Tabla 2.

Indicadores dominio estrategia de TI.

Dominio MAEA	Objetivo	Indicador	Frecuencia
Estrategia de TI	Elicitación y direccionamiento estratégico	Número de procesos misionales optimizados TI	Trimestral
		Tiempo planeado Plan estratégico TI	Mensual
		Tiempo real plan estratégico TI	Mensual
		Número de procesos Organizacionales	Trimestral
	Despliegue de la estrategia de TI	Porcentajes procesos de acuerdo a la política de TI	Trimestral
		Presupuesto real ejecutado	Mensual
		Desviación Presupuesto planeado vs presupuesto real ejecutado	Mensual
		Número de iniciativas de negocios de TI	Trimestral
		Porcentaje de presupuestos excedidos de proyectos de TI	Trimestral
		Porcentaje de cumplimiento	Semestral
	Monitoreo y control estrategia de TI	Porcentaje total de avance esperado vs porcentaje real	Semestral

Fuente: *Elaboración propia.*

• *Productos de trabajo.* A continuación se listan los productos de trabajos con sus respectivos roles a obtener en el dominio de MAEA de estrategia de TI.

Tabla 3.
Productos de trabajo MAEA. Elaboración propia

Dominio MAEA	Productos de trabajo	ROL - responsable
Estrategia de TI	Impacto TI	Chief Information Officer - CIO
	Documento de Arquitectura Empresarial	Chief Information Officer - CIO
	Mapa de ruta Arquitectura Empresarial	Chief Information Officer - CIO
	Documento de mantenimiento y soporte de la Arquitectura empresarial	Chief Information Officer - CIO
	Proceso para definir políticas y estándares para la gestión de TI	Chief Information Officer - CIO
	Plan estratégico de TI	Chief Information Officer - CIO
	Plan de comunicación estrategia de TI	Chief Information Officer - CIO
	Plan de gestión de proyecto de Arquitectura Empresarial	Chief Information Officer - CIO Project manager
	Proceso de Gestión de proyectos	Chief Information Officer - CIO Project manager
	Catálogo de Servicios de TI	Chief Information Officer - CIO Líder Data
	Servicios de TI	Chief Information Officer - CIO Líder Data
	Acuerdos de niveles de servicios	Chief Information Officer - CIO
	Medición ANS	Chief Information Officer - CIO

Fuente: *Elaboración propia.*

2. Dominio de Procesos de TI

Este dominio describe un total de (3) tres objetivos, y (9) nueve prácticas, los cuales se describen a continuación, de igual forma se indican los roles e indicadores del dominio:

- **Objetivos.** A continuación se indican los objetivos que se abordan en el dominio de procesos de TI:
 - **Alineación y establecimiento de los procesos de TI.** Este objetivo consta de alineación de los procesos definidos de TI con la estrategia de Ti organizacional definida, en procura de la generación de valor de los proyectos de TI organizacionales.
 - **Gestión de proyectos de TI.** Consta de la aplicación de las etapas

genéricas de un proyecto, las cuales incluye la planificación, ejecución, seguimiento y control.

- *Gestión de la operación de TI.* De igual forma que la gestión de proyectos de TI, consta de etapas de gestión proyectos las cuales son la planificación, ejecución y seguimiento y control en la prestación de los servicios de TI

- *Prácticas.* A continuación se listas las prácticas asociadas al dominio de procesos de TI.

- *Apoyo de TI a los procesos Organizacionales*
- *Cadena de valor de TI*
- *Capacidades y recursos de TI*
- *Adquisición de TI*
- *ROI*
- *Gestión de proyectos de TI*
- *Evaluación de la gestión de TI*
- *Gestión de proveedores de TI*

La siguiente tabla describe la relación Objetivos y Prácticas definidas en el Framework de MAEA

Tabla 4.

Dominio, Objetivos y Prácticas Procesos de TI.

Dominio MAEA	Objetivo	Práctica
Procesos de TI	Alineación y establecimiento de los procesos de TI	Apoyo de TI a los procesos Organizacionales
		Cadena de valor de TI
		Capacidades y recursos de TI
		Adquisición de TI
	Gestión de proyectos de TI.	ROI
		Gestión de proyectos de TI
		Evaluación de la gestión de TI
	Gestión de la operación de TI.	Gestión de proveedores de TI

Fuente: *Elaboración propia.*

• *Roles.* De acuerdo al marco propuesto por MAEA se definió unas funciones generales asociadas a los Roles de dominio de Procesos de TI, tal y como se observa a continuación:

- *Chief Information Officer – CIO*
- *Project manager*
- *Security Manager*
- *Líder Monitoreo y control*
- *Líder Servicios de TI*
- *Líder de Sistemas de Información*
- *Líder Data.*

• *Indicadores.* En el dominio de procesos de TI y de acuerdo a los objetivos definidos para este, se establecieron los siguientes indicadores descritos en la tabla 5.

Tabla 5.

Indicadores dominio procesos de TI.

Dominio MAEA	Objetivo	Indicador	Frecuencia
Procesos de TI	Alineación y establecimiento de los procesos de TI	Número servicios en el catálogo de servicios	Trimestral
		Número de Inversiones efectuadas	Semestral
		Porcentaje de desviación de capacidad de servicios	Semestral
		Número de procesos Organizacionales	Trimestral
	Gestión de proyectos de TI	Tiempo planeado	Mensual
		Tiempo real	Mensual
		Costo Real	Mensual
		Costo planeado	Mensual
	Gestión de la operación de TI.	Número de procesos implementados	Trimestral
		Número de procesos definidos	Trimestral

Fuente: *Elaboración propia.*

• *Productos de trabajo.* A continuación se listan los productos de trabajos con sus respectivos roles a obtener en el dominio de MAEA de procesos de TI.

Tabla 6.

Productos de trabajo MAEA.

Dominio MAEA	Productos de trabajo	ROL - responsable
Procesos de TI	Documentos de procesos de TI	Chief Information Officer - CIO
	Documento de capacidades de procesos de TI- recursos humanos, infraestructura, etc.	Chief Information Officer - CIO
	Documento de selección de alternativas	Chief Information Officer - CIO
	Proceso de adquisición de TI	Chief Information Officer - CIO
	Casos de negocios	Chief Information Officer - CIO
	VPN/VAN	Chief Information Officer - CIO
	Documento de proceso de gestión de proyectos	Chief Information Officer - CIO Project manager
	Documento de Acuerdos de niveles de servicios	Chief Information Officer - CIO
	Documento indicadores de acuerdos de niveles de servicios	Chief Information Officer - CIO
	Proceso de gestión de proveedores de TI	Chief Information Officer - CIO
	Línea base repositorio de conocimiento	Chief Information Officer - CIO Líder Data

Fuente: *Elaboración propia.*

3. Dominio de Información

Este dominio describe un total de (3) tres objetivos, y (7) siete prácticas, los cuales se describen a continuación, de igual forma se indican los roles e indicadores del dominio:

- *Objetivos.* A continuación se indican los objetivos que se abordan en el dominio de Información:

- *Planificación y diseño servicios de Información- Data.* Este objetivo consta de establecer pautas para la planificación de los sistemas de Información- Data.

- *Análisis de los servicios de Información- Data* Consta de la

estructuración aplicando métodos, herramientas y técnicas para el análisis de los servicios de información que soporten la toma de decisiones organizacional.

- *Seguridad de los servicios de Información- Data* Este consta de definir políticas de seguridad, privacidad, confidencialidad, integridad y no repudio en los servicios de información Organizacionales.

- *Prácticas.* A continuación se listas las prácticas asociadas al dominio de Información.

- *Gestión de los servicios de Información*
- *Arquitectura de la información*
- *Canales de acceso a los servicios de información*
- *Gestión de la configuración*
- *Seguridad en los Servicios de Información*
- *Trazabilidad bidireccional de los Sistemas de Información*
- *Auditoria de los servicios de información*

La siguiente tabla describe la relación Objetivos y Prácticas definidas en el Framework de MAEA

Tabla 7.

Dominio, Objetivos y Prácticas dominio de Información.

Dominio MAEA	Objetivo	Práctica
Información	Planificación y diseño servicios de Información- Data.	Gestión de los servicios de Información
		Canales de acceso a los servicios de información
	Análisis de los servicios de Información- Data	Arquitectura de la información
		Gestión de la configuración
	Seguridad de los servicios de Información- Data	Seguridad en los Servicios de Información
		Trazabilidad bidireccional de los Sistemas de Información
		Auditoria de los servicios de información

Fuente: *Elaboración propia.*

• *Roles.* De acuerdo al marco propuesto por MAEA se definió unas funciones generales asociadas a los Roles de dominio de Información, tal y como se observa a continuación:

- *Security Manager*
- *Diseñador de servicios de Información*
- *Analista de Servicios de información*
- *Líder Data.*
- *Project manager*

• *Indicadores.* En el dominio de Información y de acuerdo a los objetivos definidos para este, se establecieron los siguientes indicadores descritos en la tabla 8.

Tabla 8.

Indicadores dominio Información.

Dominio MAEA	Objetivo	Indicador	Frecuencia
Información	Planificación y diseño servicios de Información- Data	Número de componentes de servicios de información definidos	Semestral
		Índice de acuerdos de niveles de servicios	Semestral
		Porcentaje de cobertura de los servicios de información	Semestral
		Porcentaje de uso de los servicios de información	Mensual
	Análisis de los servicios de Información- Data	Número de componentes de servicio de información definidos en el catálogo de servicios de información	Mensual
		Número de servicios de información consumidos	Mensual
		Número de reportes de servicios de información generada	Mensual
		Número elementos política de seguridad	Trimestral
	Seguridad de los servicios de Información- Data	Porcentaje de cumplimiento	Trimestral

Fuente: *Elaboración propia.*

• *Productos de trabajo.* A continuación se listan los productos de trabajos con sus respectivos roles a obtener en el dominio de MAEA de Información.

Tabla 9.
Productos de trabajo MAEA.

Dominio MAEA	Productos de trabajo	ROL - responsable
Información	Documentos de estrategia de gestión de Información	Líder Data.
	Documento de gestión de proyectos de servicios de información	Líder Data Project manager
	Documento de análisis de datos	Líder Data
		Diseñador de servicios de Información
		Analista de Servicios de información
	Política de gestión de la configuración	Líder Data Diseñador de servicios de Información Analista de Servicios de información
	Políticas y procedimientos de privacidad y protección de la información	Líder Data Security Manager

Fuente: *Elaboración propia.*

4. Dominio de Sistemas de Información

Este dominio describe un total de (4) cuatro objetivos, y (8) ocho prácticas, los cuales se describen a continuación, de igual forma se indican los roles e indicadores del dominio:

• *Objetivos.* A continuación se indican los objetivos que se abordan en el dominio de Sistemas de Información:

- Gestión de Sisitemas de Información. Este objetivo consta de administrar los sistemas de información organizacionales en todos los niveles como lo son: misional, de apoyo y de direccionamiento estratégico.
- Ciclos de vida de Sistemas de Información. Consta de la estructuración las etapas para el desarrollo de los sistemas de información hasta la puesta en marcha.
- Mantenimiento de los Sistemas de Información. Este consta de definir políticas de seguridad, privacidad, confidencialidad, integridad y no repudio en los servicios de información Organizacionales.
- Mejora continua de los Sistemas de Información. Este consta de

estructurar elementos que direccionan los procesos de mejoramiento continuo y la seguridad en términos de confidencialidad, no repudio e integridad

• *Prácticas.* A continuación se listan las prácticas asociadas al dominio de Sistemas de Información.

- Definición de los sistemas de información
- Arquitectura de aplicaciones
- Arquitectura de solución
- Modelos para el desarrollo de sistemas de información.
- Capacitación y entrenamiento
- Estrategia de mantenimiento de las aplicaciones
- Definición de un plan de calidad – QA
- Seguridad en los sistemas de información

La siguiente tabla describe la relación Objetivos y Prácticas definidas en el Framework de MAEA

Tabla 10.

Dominio, Objetivos y Prácticas dominio de Sistemas de Información.

Dominio MAEA	Objetivo	Práctica
Sistemas de Información	Gestión de Sistemas de Información.	Gestión de los servicios de Información
		Definición de los sistemas de información
	Ciclos de vida de Sistemas de Información	Arquitectura de aplicaciones
		Arquitectura de solución
	Mantenimiento de los Sistemas de Información	Modelos para el desarrollo de sistemas de información.
	Mejora continua de los Sistemas de Información.	Capacitación y entrenamiento
		Estrategia de mantenimiento de las aplicaciones
		Definición de un plan de calidad – QA
		Seguridad en los sistemas de información

Fuente: *Elaboración propia.*

• *Roles.* De acuerdo al marco propuesto por MAEA se definió unas funciones generales asociadas a los Roles de dominio de Sistemas de Información, tal y como se observa a continuación:

- Security Manager
- Arquitecto de solución
- Líder de desarrollo
- Líder Sistemas de Información
- Project manager
- Líder QA

• *Indicadores.* En el dominio de Sistemas de Información y de acuerdo a los objetivos definidos para este, se establecieron los siguientes indicadores descritos en la tabla 11.

Tabla 11.

Indicadores dominio Sistemas de Información.

Dominio MAEA	Objetivo	Indicador	Frecuencia
Sistemas de Información	Gestión de Sistemas de Información.	Número de sistemas de información	Anual
		Porcentaje de cumplimiento política	Semestral
		Tiempo total requerido para la gestión	Semestral
	Ciclos de vida de Sistemas de Información	Número de Horas de desarrollo	Mensual
		Porcentaje correcciones aplicaciones	Mensual
		Número de reportes de servicios de información generada	Mensual
		Porcentaje solicitudes de cambio atendidas	Semestral
	Mantenimiento de los Sistemas de Información	Número de usuarios capacitados	Mensual
		Nivel de satisfacción usuarios capacitados	Mensual
	Mejora continua de los Sistemas de Información.	Número de incidentes atendidos	Mensual
		Cantidad de no conformidades resueltas	Mensual

Fuente: *Elaboración propia.*

• *Productos de trabajo.* A continuación se listan los productos de trabajos con sus respectivos roles a obtener en el dominio de MAEA de Información.

Tabla 12.

Productos de trabajo MAEA.

Dominio MAEA	Productos de trabajo	ROL - responsable
Sistemas de Información	Documento guía de los sistemas de información	Líder Sistemas de Información.
	Documento estándar de definición de arquitectura de solución	Arquitecto de solución
	Documento de proyectos de sistemas de información	Líder Sistemas de Información Project manager
	Documento estándar de despliegue de Aplicaciones	Líder Sistemas de Información Project manager Security Manager Arquitecto de solución Líder de desarrollo
	Documento de modelos, metodologías y Framework de desarrollo de aplicaciones	Project manager Arquitecto de solución Líder de desarrollo Líder QA
	Documento estándar de mantenimiento de Sistemas de información	Project manager Arquitecto de solución Líder de desarrollo Líder QA
	Plan de capacitación y entrenamiento	Líder de desarrollo
	Manuales de usuario y sistemas	Líder de desarrollo
	Acuerdos de niveles de servicios -mantenimiento	Líder de desarrollo Líder Sistemas de Información
	Plan de calidad de los sistemas de información	Líder QA Líder de desarrollo
	Matriz de trazabilidad bidireccional	Líder de desarrollo

Fuente: *Elaboración propia.*

5. Dominio de Servicios de TI

Este dominio describe un total de (3) tres objetivos, y (6) seis prácticas, los cuales se describen a continuación, de igual forma se indican los roles e indicadores del dominio:

• *Objetivos.* A continuación se indican los objetivos que se abordan en el dominio de Servicios de TI:

- Arquitectura de servicios de TI. Este objetivo consta definir el diseño de Alto nivel de los servicios de TI.
- Operación y soporte de los servicios de TI. Define la estructura que orienta el soporte y la operación de los servicios de TI.
- Mejora continua de los Servicios de TI. Este consta de estructurar elementos que direccionan los procesos de mejoramiento continuo y la seguridad en términos de confidencialidad, no repudio e integridad en los servicios de TI.

• *Prácticas.* A continuación se listas las prácticas asociadas al dominio de Servicios de TI.

- Definición de los servicios de TI
- Gestión de servicios de TI.
- Capacidad de los servicios de TI.
- Acuerdos de niveles de servicios de TI
- Mesa de ayuda
- Monitoreo y seguridad de Arquitectura de servicios de TI

La siguiente tabla describe la relación Objetivos y Prácticas definidas en el Framework de MAEA

Tabla 13.

Dominio, Objetivos y Prácticas dominio de Servicios de TI.

Dominio MAEA	Objetivo	Práctica
Servicios de TI	Arquitectura de servicios de TI	Definición de los servicios de TI
		Gestión de servicios de TI.
	Operación y soporte de los servicios de TI	Capacidad de los servicios de TI.
		Capacitación y entrenamiento
		Acuerdos de niveles de servicios de TI
		Mesa de ayuda
	Mejora continua de los Servicios de TI	Monitoreo y seguridad de Arquitectura de servicios de TI

Fuente: *Elaboración propia.*

• *Roles.* De acuerdo al marco propuesto por MAEA se definió unas funciones generales asociadas a los Roles de dominio de Servicios de TI, tal y como se observa a continuación:

- Project manager
- Security Manager
- Responsable Monitoreo y control
- Arquitecto de servicios de TI
- Líder Servicios de TI
- Líder de soporte de servicios de TI

• *Indicadores.* En el dominio de Servicios de TI y de acuerdo a los objetivos definidos para este, se establecieron los siguientes indicadores descritos en la tabla 14.

Tabla 14.

Indicadores dominio Servicios de TI.

Dominio MAEA	Objetivo	Indicador	Frecuencia
Servicios de TI	Arquitectura de servicios de TI	Número de servicios TI operando	Semestral
		Cantidad de servicios de TI en el catálogo de servicios	Semestral
		Porcentaje de incidentes relacionados con los servicios de TI	Trimestral
	Operación y soporte de los servicios de TI	Porcentaje de disponibilidad del servicio de TI	Mensual
		Porcentaje de continuidad de los servicios de TI	Mensual
		Tiempo promedio de fallos del servicio de TI	Mensual
		Tiempo promedio de atención de fallos del servicio de TI	Mensual
		Número de usuarios promedio atendidos	Mensual
		Porcentaje de cumplimiento Acuerdo niveles de servicio	Mensual
		Porcentaje de calidad de los servicios	Mensual
	Mejora continua de los Servicios de TI	Incidencias reportadas	Mensual
		Incidencias resueltas	Mensual
		Número de incidentes atendidos	Mensual
		Cantidad de no conformidades resueltas	Mensual

Fuente: *Elaboración propia.*

Conclusión

En el desarrollo del artículo se pudo definir una propuesta de un Framework de Arquitectura Empresarial Ágil denominada MAEA, este Framework se estructura a través de los componentes de Objetivo, práctica y dominios.

En cada dominio se propones los artefactos o productos de trabajo, de la mano con unos indicadores que permitan medir y optimizar la arquitectura MAEA en términos de mejora continua.

MAEA describe unos roles genéricos por dominio, la asignación de estos roles pueden variar dependiendo de la organización. Vincular prácticas y lineamientos de CMMI e ITIL es un aporte importante debido a que se ha podido alinear el Framework MAEA a procesos de mejoramiento continuo.

Referencias

- AF Chief Architect's Office (2003). Air Force Enterprise Architecture Framework (AF-EAF). V1.3.
- Atelier de Gestion de l'Architecture des SIC (2005). Manuel de description des architectures de communication.
- Australian Government Information Management Office (2009). Australian Government Architecture. Framework, Version 3.0, Commonwealth of Australia, Canberra, Australia.
- Avancier Limited (2006). Avancier Methods.
- Bailey, I. (2008). Brief Introduction to MODAF v1.2.
- Bergstra, J. y Burgess, M.(2007) : Handbook of Network and System Administration. Elsevier.
- Brenner, M., Rodosek, G., Hanemann, A., Hegering, H.-G. & Koenig, R. (2007). Service Provisioning: Challenges, Process Alignment and Tool Support.
- Buckl, S., Ernst, A., Lankes, J. & Matthes, F. (2008). Enterprise Architecture Management Pattern Catalog (Version 1.0, February 2008) . Technical Report TB 0801, Chair for Informatics 19 (sebis), Technische Universität München, Munich.
- Burkett, J. (2012) . Business Security Architecture: Weaving Information Security into Your Organization's Enterprise Architecture through SABSA® *Information Security Journal: A Global Perspective*. 21(1).
- C3B Interoperability Profiles Capability Team- NATO. Introduction and Management. 2014
- Chief Information Officer Council (2001). A Practical Guide to Federal Enterprise Architecture Version 1.0.
- Department of National Defense - Canadian Armed Forces (2010). Architecture Framework (DNDAF).

- Dietz, J. & Hoogervorst, J. (2007). Enterprise Ontology and Enterprise Architecture – how to let them evolve into effective complementary notions, *GEAO Journal of Enterprise Architecture*, 2(1).
- Dragon1 (2013). Architecture Foundation. DRA1.
- Elveser, B., Neple, T., Oyvind, J., Kenneth, R. y Stensl, O. (2001). MACCIS 2.0 – An Architecture Description Framework for Technical Infostructures and their Enterprise Environment.
- Entity Method IEEE-SA (2013). Standards Board Approved. Baseline Policies and Procedures for IEEE Standards WGs.
- Global University Alliance research and analysis (2004). Overview of the leading practice enterprise & industry standards.
- Hanschke, C. (2010). Strategic IT Management, A Toolkit for Enterprise Architecture Management.
- IBM Industry Models for Financial Services (2006). The Information FrameWork (IFW).
- IMT Standards Oversight Committee Government of Alberta (2015). GAEA.
- Institute for Enterprise Architecture Developments (2006). The Extended Enterprise Architecture Framework (E2AF).
- ITIL® Foundation (2013). ITIL v3.
- Ken Orr Institute (2004). Business Enterprise Architecture Modeling.
- Kreizman, G. & Blanton, C. (2005). “The FDIC Is Aligning IT to Business Through Enterprise Architecture.
- Lakhdis, M. & Bounabat, B. (2012), “A new content framework and metamodel for Enterprise Architecture and IS Strategic Planning,” *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*. 9(2).
- Lapkin, A. (2005). Gartner’s Enterprise Architecture Process and Framework Help Meet 21st Century Challenges.

- Lawry, R., Waddell, D. & Singh, M. (2007). "Roles, Responsibilities and Futures of Chief Information Officers (CIOs) in the Public Sector"
- Lee, K. (2014). The pragmatic family of Frameworks.
- Malan, R (2002). Enterprise Architecture as Business Capabilities Architecture.
- Ministry of Science, Technology and Innovation (2007). Introduction to the OIO Enterprise Architecture Method (OIO EA) ver. 1.0.
- Najafi, E. & Baraani, A. (2005). Cea Framework: A Service Oriented Enterprise Architecture Framework (SOEAF).
- NATO (2013). MODEM- NAF.
- Office of management and Budget (2013). Federal Enterprise Architecture Framework version 2.
- Pallab, S. (2007). Handbook of Enterprise Systems Architecture in Practice.
- Queensland Government Chief Information Office (2010). QGEA- Queensland Government Enterprise Architecture.
- Rouhani, B., Mahrin, M., Nikpay, F. y Nikfard, P. (2013), "A Comparison Enterprise Architecture Implementation Methodologies," in IEEE 2013 International Conference on Informatics and Creative Multimedia, Kuala Lumpur.
- Seebregts, C., Crichton, R., Moodley, D. y Pillay, A. (2013). An architecture and reference implementation of an open health information mediator: Enabling interoperability in the Rwandan health information exchange. Foundations of Health Information Engineering and Systems. Vol 7789.
- SEI (2010). CMMI-DEV, V1.3.
- Simmon, E. & Houseman, D. (2011). Smart Grid Conceptual Architecture Framework Linking national goals, industry use cases, requirements and implementations..
- Tell, A.W. & Toolsmiths, W. (2009). Framework of Enterprise Wide Architecture.
- The British Standards Institution (2013). ISO 27001.

The Open Group and The SABSA Institute (2011), “TOGAF Architecture Development Method (ADM)”.

Traverson, B. (2008). “A Comparison Study of Viewpoint Approaches in Service Enterprise Architecture”. in: 12th Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops.

United States Department of Defense (DoD) (2010). DoDAF-US Department of Defense Architecture Framework.

US Department of the Treasury Chief Information Officer Council (2000). Treasury Enterprise Architecture Framework Version 1.

WhiteHouse (2009). Improving Agency Performance Using Information and Information Technology (Enterprise Architecture Assessment Framework v3.1).

Williams, T. & Hong-Li. (1995), A Specification and Statement of Requirements for GERAM (The Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology) with all Requirements illustrated by Examples from the Purdue Enterprise Reference Architecture and Methodology PERA, Research Report 159, Purdue Laboratory for Applied Industrial Control.

Winter, R. & Schelp, L. (2008). “Enterprise Architecture Governance: The Need for a Business-to-IT Approach,” in Proc. of the 2008 ACM symposium on Applied computing, pp. 548-552.

Zachman, A. (2008), “John Zachman’s Concise Definition of the Enterprise Framework,” Zachman International.

Zachman, J. (1987) “A Framework for Information Systems Architecture”. *IBM Systems Journal*, 26(3). IBM Publication G321-5298.

DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA LA INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN DE BOX CULVERTS EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA “DISCOVER - DROID”

José Palacio Velásquez*

Adolfo Vilorio Corro**

Alfredo De la Hoz***

Dairo Torrado****

Yeison Castro*****

* jpalacio@coruniamericana.edu.co

** aviloria@coruniamericana.edu.co

Resumen

Este capítulo resultado de investigación aborda proyectos relacionados con la auscultación automática de estructuras, esto con el fin de proponer una solución al problema de inspección manual del sistema de box culverts, que sirven para canalizar los arroyos de barranquilla. Inicialmente se abordan casos relacionados con el transporte de hidrocarburos, donde se implementan diferentes tipos de robots y metodologías de censado tanto para detectar averías en las tuberías como para implementar el sistema de odometría de los dispositivos. Posteriormente se explican conceptos asociados a procesamiento de imágenes, visión de máquina y herramientas tecnologías de hardware para la implementación de sistemas de detección de grietas.

Palabras clave: Box Culverts; transporte de hidrocarburos; robots; metodologías de censado; sistema de odometría; visión de máquina; sistemas de detección de grietas

Abstract

This chapter deals with projects related to the automatic auscultation of structures. This in order to propose a solution to the problem of manual inspection of the system of box culverts, which serve to channel the streams of Barranquilla. Initially, cases related to the transport of hydrocarbons are addressed, where different types of robots and census methodologies are implemented both to detect faults in the pipes and to implement the system of odometry of the devices. Subsequently, concepts related to image processing, machine vision and hardware technologies tools for the implementation of crack detection systems are explained.

Keywords: Box Culverts; transportation of hydrocarbons; robots; census methodologies; odometry system; machine vision; crack detection systems

Introducción

Las inspecciones a los box culverts del sistema de canalización de los arroyos de barranquilla son realizadas por un mínimo de 3 personas capacitadas y entrenadas para este tipo de entornos. Los operarios entran a la estructura haciendo un recorrido, con lámpara, papel y lápiz, para determinar cómo es el estado de la estructura y en que partes es necesario realizar el mantenimiento correctivo.

En el plan de desarrollo de Barranquilla para el 2014, se estipuló la implementación de un sistema de box culverts para canalizar los 15 arroyos que azotan a la ciudad. Para esto se necesita una inversión de 1.2 billones de pesos, además de un tiempo estimado de 20 años. En la póliza de seguro del proyecto se tienen definidas las labores de mantenimiento de cada una de las estructuras, pero por un cierto periodo de tiempo, además las labores de mantenimiento son realizadas por personas que se encuentran expuestas a niveles de riesgo moderados. Los mantenimientos se dividen en dos secciones, una es la labor de inspección y detección de posibles problemas y la otra es la realización de acciones correctivas. La inspección de estas estructuras toma mucho tiempo debido a la metodología implementada, razón por lo cual se propone Discover-Droid una solución basada en TIC que desarrollara las labores de inspección de manera rápida y precisa garantizando la detección de anomalías en la estructura.

1. Referentes Teóricos

Existen múltiples implementaciones de robots para auscultación de diferentes entornos, los cuales serían prácticamente inaccesibles de otro modo. El contexto que atañe a la presente investigación es el referente a la inspección de tuberías, alcantarillas, box culverts o cualquier otro sistema recolector de aguas residuales o pluviales. Como en casi cualquier área del desarrollo de la ciencia, la implementación de cualquier tipo de tecnología encuentra un temprano cobijo en el sector productivo antes que en el oficial. De esta manera es vital la definición de referentes tanto de desarrolladores tecnológicos como de adoptadores de dicha tecnología en entornos industriales.

Urdaneta (Urdaneta Lima, 2012) expone una serie de implementaciones de robots de servicio en el contexto de las explotaciones de petróleo tanto a nivel continental como marítimo. Para organizar la presentación de los referentes, propone una taxonomía basada en el lugar donde el robot desarrolla su tarea: interna a la tubería o externa.

1.1. Exploración Interna de tuberías

Entre los robots que realizan la inspección en el interior de la tubería se pueden diferenciar dos grupos, los cuales se caracterizan por su manera de trabajo. Los primeros que pueden moverse en el interior de la tubería con el fluido y los segundos necesitan que la tubería este drenada. Los robots que realizan su trabajo en el interior de las tuberías se denominan PIG (Pipeline Inspection Gauges), estos logran movilizarse por diferentes medio de tracción, entre los que sobresale los sistemas de turbinas, los cuales pueden implementarse gracias al fluido presente en la tuberías. En las primeras versiones de estos robots el movimiento solamente se realizaba en el sentido del fluido, posteriormente se incorporaron mejoras que permitieron su movimiento en cualquier dirección, como se puede apreciar en el robot desarrollado por (Zheng & Ernest, 2005).

Para realizar el proceso de detección y marcación de averías los PIG usan generalmente sistemas ultrasónicos de censado y marcadores magnéticos. En (Jun, Den, & Jiang, 2004) se describe una solución en la que se implementan las tecnologías mencionadas anteriormente, dentro del sistemas de oleoductos en altamar de Sheing Oil Field en China. El robot consta de una estructura modular donde se pueden distinguir: el módulo de tracción, el módulo de control, el módulo de energizado, la unidad de inspección, el módulo de adquisición de datos, el sistema inteligente y el sistema de localización en tiempo real. Dentro de los robots que necesitan que la tubería se encuentre drenada encontramos los siguientes:

- MRINSPECT: este robot tiene un sistema de tracción basado en ruedas, el cual puede alcanzar una velocidad máxima de hasta 9 metros por segundo. Goza de una gran adaptabilidad a diferentes diseños de tubería y consta de un cuerpo dividido en tres partes como puede ser observado en la figura 2. Está equipado con una cámara para la revisión de las tuberías y es comúnmente usado en gasoductos (Se-gon & Hyouk, 2004).



Figura 1: Robot MRINSPECT III

Fuente: (Se-gon & Hyouk, 2004)

- PAROYS: consta de un sistema de tracción basado en tres orugas. Cada oruga consta de tres partes: módulo de pista, modulo central y un pantógrafo que permite mayor adaptabilidad a los espacios reducidos propios de las tuberías. Por lo anterior la oruga siempre está en contacto con la superficie garantizando una mejor tracción. Los investigadores usan el jacobino del robot para crear el sistema de navegación apoyados a su vez de la teoría de torsesores (Park, Jeon, Kang, Yang, & Park's, 2011).



Figura 2: Robot PAROYS

Fuente: (Park, Jeon, Kang, Yang, & Park's, 2011).

- OMNITREAD: consta de siete segmentos los cuales se encuentran interconectados por articulaciones con dos grados de libertad. El sistema de locomoción está conformado por una serie de fuelles neumáticos accionados por dos compresores. El sistema de control maneja de forma simultánea la posición y la desviación angular, con el fin de manejar puntos de presión que permitan subir a través de tuberías dispuestas verticalmente (Borenstein & Hasem, 2008). Otra investigación que comparte puntos en común es la desarrollada por Shapiro Grernfield y Choset (2007), en la cual se maneja la misma filosofía del robot serpiente en el cual la fricción entre el cuerpo del robot y la superficie de contacto genera la locomoción. Para ello el sistema de control estabiliza una serie de puntos de puntos de apoyo.



Figura 3: Robot OMNITREAD.

Fuente: (Borenstein & Hasem, 2008).

1.2. Exploración Externa de Tuberías

Dentro de los robots para inspecciones exteriores se destacan los siguientes:

- **ANCHOR CLIMBER:** es un robot que usa tecnología magnética para realizar escalado sobre superficies metálicas. Su usabilidad se enfoca en tareas de inspección y mantenimiento de motonaves de gran calado, en especial aquellas que transportan hidrocarburos. Otra aplicación que ha tenido este robot ha sido la identificación focos de corrosión en tanques de petróleo (Kitai, Tsuru & Hirose, 2005).

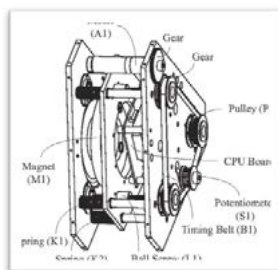


Figura 4: Anchor Climber
Fuente: (Kitai, Tsuru, & Hirose, 2005).

- **MOVGRIP:** El robot presenta un mecanismo de pinzas paralelas, rotacionales y ruedas que permiten su desplazamiento horizontal o vertical. Alcanza una velocidad de 3 centímetros por segundo y puede llevar el doble de su peso. La fuerza de sujeción de MOVGRIP es proporcionada por cuatro muelles dispuestos en forma rectangular. (Chung, Li, Chen, & Xu, 2011). El robot puede ser usado para tareas de monitoreo de seguridad o detección de daños en estructuras como puentes.

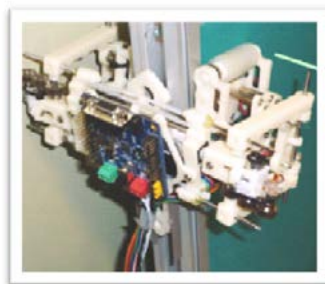


Figura 5: MOVGRIP
Fuente: (Chung, Li, Chen & Xu, 2011).

- Un robot desarrollado por Xu (Xu, Wang, & Cao, 2011) está constituido por dos módulos y un par de ruedas en cada uno de sus extremo, utiliza transductores lineales de contacto para detectar el final de la tubería. Una vez se ha llegado a este punto el robot libera el mecanismo de sujeción permitiendo su deslizamiento sobre la tubería. Otra implementación ha sido la inspección de las guayas de los puentes. En la siguiente figura se evidencia que posee dos módulos unidos por barras, permitiendo el ajuste a la superficie donde se desplaza. Si bien a primera vista resulta complejo, su cuerpo es ligero y puede soportar un peso de hasta 3Kg. El sistema de locomoción que dispone, le permite superar obstáculos de hasta 5mm.



Figura 6: Robot de inspección de cable.

Fuente: (Xu, Wang & Cao, 2011).

2. Marco Conceptual

2.1. Visión por Computador

La visión por computador, también conocida como visión artificial, no es otra cosa que tratar de simular, en una computadora, la forma en la que funciona la vista humana, esta disciplina científica se basa en la definición de métodos que permitan adquirir, procesar, analizar y comprender las imágenes del mundo real y convertirla en información útil para el sistema de cómputo que lo requiera, y que de esta manera puede llegar a tomar decisiones, sobre el comportamiento a seguir por dicha aplicación.

Para que una computadora comprenda las imágenes o secuencia de imágenes percibidas, se requiere hacer uso de diversos campos del conocimiento como la geometría, la estadística, la física, etc. Dichas imágenes pueden ser obtenidas por diferentes medios, ya sea a través de una o varias cámaras fotográficas o de video que le envíen la información directamente al sistema, imágenes que le sean cargadas desde un repositorio de imágenes,

escáneres 3D, o cualquiera de los mecanismos existentes en la actualidad para la obtención de imágenes.

2.2. Formatos de Archivos de Imagen

Los formatos de mapas de bits por lo general tienen a ser estandarizados, por lo que los sistemas operativos son capaces de procesarlas y visualizarlas en pantalla o imprimirlas, como por ejemplo las imágenes BMP (Bit Maps), las cuales son las más simples, ya que se almacena cada bit en una matriz y se define el valor de cada uno de sus píxeles, otros formatos de imágenes como JPEG (Joint Photographic Experts Group) y PNG (Portable Network Graphics), las cuales implementan algoritmos de compresión que permiten que las imágenes ocupen menos espacio que una BMP, el formato GIF (Graphics Interchange Format), el cual permite imágenes a color o en escala de grises (incluido transparencia), pero con una profundidad de color de sólo 8 bits, lo que quiere decir que sólo se permiten imágenes con máximo 256 colores. Otros formatos disponibles son TIFF (Tagged Image File Format), EXIF (Exchangeable Image File Format), PBM (Portable Bitmap).

2.3. Captura de la Imagen

Para la captura de las imágenes se puede hacer uso de cámaras fotográficas o de video de tipo IP, ya que estas pueden capturar las imágenes y transmitir las directamente a través de una red TCP/IP, sin necesidad de un dispositivo intermedio, como puede ser un computador o un DVR, y teniendo en cuenta la particularidad del proyecto, en el cuál la cámara será instalada sobre un robot, la misma deberá poder transmitir la imagen hacia el dispositivo de reconocimiento para determinar si es una fisura o no, lo que hace de las cámaras IP la opción ideal.

2.4. Reconocimiento de forma y color

En la actualidad la visión por computadora tiene múltiples aplicaciones, como son: reconocimiento de objetos, seguimiento de objetos, detección de eventos, reconstrucción de escenas (mapping), restauración de imágenes, etc. Se han desarrollado múltiples experimentos en los que se pueden detectar distintos objetos basados ya sea en su forma o color. Por ejemplo: es posible detectar y seguir una pelota de tenis basados en la forma circular de la misma. También se muestran experimentos que detectan objetos basados en el color del mismo, y detección basados en ambos factores (forma y color). Algunas

técnicas de detección de movimiento se basan en el análisis de diferentes imágenes capturadas en momentos diferentes, y concentrándose en los objetos que han cambiado de posición.

2.5. Concreto

El concreto es una mezcla de elementos usada en procesos constructivos. La combinación adecuada es indispensable, para obtener un concreto de alta calidad. La unión de cemento, agua, aditivos, grava y arena lo que nos da una mezcla llamada concreto. El cemento representa sólo el 15% en la mezcla del concreto por lo que es el que ocupa menor cantidad en volumen; sin embargo, su presencia en la mezcla es esencial. Al concreto se le adiciona un aditivo, con el fin de tener diferentes efectos como es reducir el agua, acelerar la resistencia e incrementar rendimiento.

2.6. Escala de Grises

En (Ruiz Pacheco, 2017) se describe que para que una imagen sea vea en tonos de grises los tres componentes del RGB deben tener valores cercanos. A continuación, se describen una serie de pasos para conseguir convertir un pixel a su equivalente en escala de grises:

- Sumar los valores de los componentes de color del pixel, es decir sumar $R + G + B$
- Sacar el promedio de esa suma
- El valor hallado se debe asignar a R, G y B.

Por otro lado en (Cook, 2009) se muestran la implementación de tres algoritmos diferentes para convertir una imagen a escala de grises:

- Lightness: Método que calcula la media de los colores extremos. $(\max(R,G,B) + \min(R,G,B)) / 2$.
- Average: Media de cada uno de los colores que componen la imagen. $(R, G, B) / 3$.
- Luminosity: Media ponderada que considera la forma en que los humanos percibimos los colores. $0.21 R + 0.71 G + 0.07 B$.

2.7. Algoritmo de Canny

De los diferentes algoritmos para el reconocimiento de objetos, el algoritmo de Canny es el más eficiente, logrando el reconocimiento de los objetos a través de la identificación de los bordes del mismo, para lograr esto, emplea el método de las máscaras de convolución y basando en la primera derivada. Basado en este mecanismo, la detección de los bordes se realiza detectando zonas de pixeles en los cuales haya un cambio brusco en el nivel de gris. Los pasos a seguir en el algoritmo de Canny son básicamente 3:

- Obtención del gradiente: donde se calcula la magnitud y orientación del vector gradiente de cada pixel de la imagen, suavizando la misma a través de un filtro gaussiano. Esto genera 2 imágenes.
- Supresión no máxima: aquí se adelgazan los bordes obtenidos con el gradiente, tratando de lograr que el ancho de los mismos sea de un pixel.
- Histéresis de umbral: donde se busca eliminar los contornos falsos, a través de la eliminación del ruido generado en la imagen, haciendo uso de una función de histéresis basada en dos umbrales.

Al finalizar este proceso es posible que se generen contornos abiertos, debido a problemas generados por ruido. Para poder cerrar dichos bordes abiertos se hace uso del algoritmo de Deriche y Cocquerez, el cual toma la imagen binarizada de contornos abiertos y siguiendo la dirección de máximo gradiente busca llegar de un extremo a otro cerrando el contorno (Green, 2007).

2.8. Arduino y Raspberry

Los Arduinos y los Raspberry son herramientas tecnológicas, a nivel de hardware, que permiten la implementación tecnológica a bajo costo y a pequeña escala. Los Arduinos son plataformas electrónicas catalogadas como hardware abierto (open hardware), bastante flexible y fácil de utilizar. Estos dispositivos se basan en una placa madre pequeña, que contiene una serie conectores de entrada y salida de tipo analógico y digital, funcionando como una tarjeta de circuito específico, ya que según los elementos que se le conecten, sensores, antenas, cables, podrá capturar y transmitir información vía protocolos TCP/IP, haciendo uso de su propio lenguaje de programación.

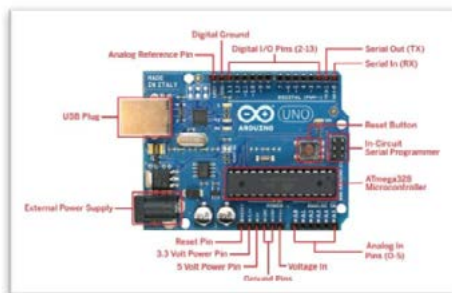


Figura 7: Placa de Arduino Uno.

Fuente: (Chung, Li, Chen, & Xu, 2011).

Raspberry Pi es una herramienta de propósito general y más completa que un arduino, ya que un Rasperry es prácticamente un computador personal bastante ligero, el cual puede ejecutar diferentes distribuciones GNU/Linux como RaspBian (basada en Debian), incluso una versión ligera de Microsoft Windows 10. Al ser un computador completo, puede ser programado utilizando diversos lenguajes de programación, entre los cuales podemos incluir Python, Perl, Tiny Basic, Ruby, etc.

La selección de uno u otro dependerá las particularidades propias del proyecto, siendo utilizado Rasperry Pi para proyectos que requieran del desarrollo de una solución mucho más versátil y adaptable.

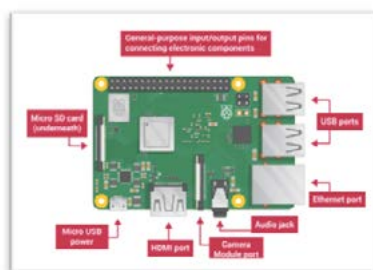


Figura 8: Componentes Fundamentales de un Rasperry Pi.

Fuente: (Raspberry Pi Foundation, 2018).

Tanto los Arduinos como los Rasperry Pi, pueden hacer uso de comunicaciones TCP/IP y conectarse a servicios orientados a Internet, lo que permitirá la transmisión de las imágenes capturadas por el sistema sin la necesidad de implementar servicios fuera de los servicios estándar, como el servicio web, ftp, etc.

2.9. OPENCV

OpenCV (Open Source Computer Vision) comprende una librería de funciones que ejecutan algoritmos para visión por computadora y machine learning, iniciado por Intel en el año de 1999. Esta librería ha sido desarrollada para una gran diversidad de lenguajes de programación como son C++, Python, Java, etc., disponible para diferentes sistemas operativos, ya sea Windows, Linux, Mac OS X, Android, iOS, entre otros.

La librería para Python se llama OpenCV-Python y hace uso de la librería Numpy, la cual permite la ejecución de múltiples operaciones numéricas, con una sintaxis muy similar a Matlab. Al hacer uso de esta librería se pueden llevar a cabo múltiples operaciones para el procesamiento avanzado de imágenes, como las mencionadas en este documento.

2.10. Sensores para robots móviles

Estos sensores se basan en los principios de conversión de diferentes tipos de energía. Por lo general este tipo de sensores hacen uso de transductores, que se encargan de convertir un tipo de energía en otro. Los diferentes tipos de transductores pueden captar energía de tipo mecánica, térmica, magnética, eléctrica, óptica o química y convertirla en una señal de tipo electromagnética. Los sensores le permiten a robot móvil trasladarse a través del entorno, para de esta forma poder llevar a cabo el transporte de la cámara que detectará las fisuras dentro del box culvert.

3. Propuesta Prototipo

Se propone un sistema automatizado de detección de grietas en concreto. Mediante una computadora, las grietas serán mostradas en una aplicación gráfica diseñada específicamente para este trabajo. Una vez detectadas las grietas, se permite un posterior análisis donde se mostrará la posición y tamaño de la grieta, con la implementación de algoritmos para convertir la imagen a escala de grises y el algoritmo de detección de Canny. Tras su ejecución se obtienen resultados indicando los datos buscados.

En el área de procesamiento de imágenes, la detección de los bordes de una imagen es de suma importancia y utilidad, pues facilita muchas tareas, entre ellas, el reconocimiento de objetos, la segmentación de regiones, entre otras. Se han desarrollado variedad de algoritmos que ayudan a solucionar este

inconveniente. El algoritmo de Canny es usado para detectar todos los bordes existentes en una imagen. Este algoritmo está considerado como uno de los mejores métodos de detección de contornos mediante el empleo de máscaras de convolución y basado en la primera derivada. Los puntos de contorno son zonas de píxel en las que existe un cambio brusco de nivel de gris. En el tratamiento de imágenes, se trabaja con píxels, y en un ambiente discreto, es así que en el algoritmo de Canny. Se utiliza máscaras, las cuales representan aproximaciones en diferencias finitas.

3.1. IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE

Paso 1: se lee la imagen desde el disco duro en RGB, en la escala de colores normal a como fue capturada la imagen.



Figura 9: Imagen de grieta sin procesar
Fuente: Elaboración propia.

Paso 2: Convertimos la imagen a escala de grises y le aplicamos un suavizado a la imagen para resaltar las partes donde la imagen está más oscura que es donde se marcará el borde.

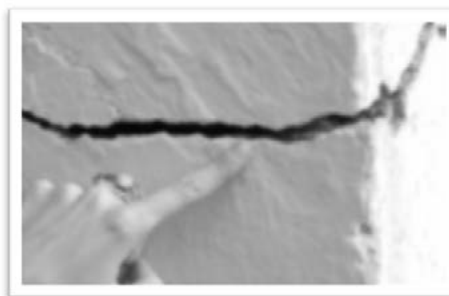


Figura 10: Imagen en escala de grises
Fuente: Elaboración propia.

Paso 3: Luego se le aplica el algoritmo de detección Canny que es donde nos devuelve el borde marcado en blanco y fondo negro

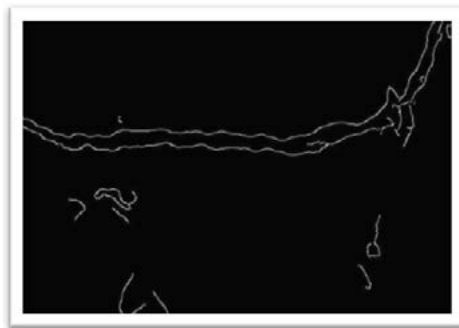


Figura 11: Imagen en blanco y negro.

Fuente: Elaboración propia.

Paso 4: Se detectan los contornos en la imagen a blanco y negro para tomar la posición de los pixeles donde hay borde y así marcar los pixeles en esa posición de color verde sobre la imagen original, la que finalmente es mostrada al usuario final.



Figura 12: Imagen marcada.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones y Trabajos Futuros

Con el sistema automatizado presentado en este capítulo se consiguen múltiples ventajas como la eficiencia, precisión y calidad en la inspección, ya que reducen el tiempo de inspección, así como los errores de detección a la hora de determinar si la estructura está en buen estado. El futuro del proyecto se enfocará en la detección de las grietas a box culverts donde implementaremos un carro robot el cual sea nuestro método de envío de información, mejorando así la durabilidad de la estructura, aligerando los tiempos de mantenimiento preventivo y salvaguardando la salud de las personas encargadas de las inspecciones al box culverts.

Referencias

- Borenstein, J., & Hasem, M. (2008). Omnitread OT-4 Serpentine Robot. 2008 IEEE International Conference on Robotics and Automation.
- Cook, J. D. (24 de agosto de 2009). <https://www.johndcook.com>. Recuperado de: <https://www.johndcook.com/blog/2009/08/24/algorithms-convert-color-grayscale/>
- Chung, W. K., Li, J., Chen, Y., & Xu, Y. (2011). A novel design of Movable Gripper for non-enclosable truss climbing. IEEE International Conference on Robotics and Automation. Shanghai.
- Green, M. (2007). Science and Engineering Degrees. Arlington: National Science Foundation.
- Jun, C., Den, Q. & Jiang, S. (2004). Study of Locomotion Control Characteristics for Six Wheels Driven In-Pipe Robot. IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics. Shenyang.
- Kitai, S., Tsuru, K. & Hirose, S. (2005). The proposal of swarm type wall climbing robot system "Anchor Climber". IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, (pp. 475-480).
- Park, J. W., Jeon, W., Kang, Y. K., Yang, H. S., & Park's, H. (2011). Instantaneous kinematic analysis for a crawler type in-pipe robot. 2011 IEEE International Conference on Mechatronics. Istanbul.
- Se-gon, R., & Hyouk, C. (2004). Differential-drive in-pipe robot for moving inside urban gas pipelines. *IEEE Transaction on Robotics*, 21(1), 1-17.
- Shapiro, A., Gernfield, A., & Choset, H. (2007). Frictional Compliance Model Development and Experiments for Snake. Proceedings 2007 IEEE International Conference on Robotics and Automation.
- Raspberry Pi Foundation. (2018). <https://projects.raspberrypi.org>. From <https://projects.raspberrypi.org/en/projects/raspberry-pi-getting-started/3>
- Ruiz Pacheco, J. C. (26 de mayo de 2017). <https://msdn.microsoft.com>. From <https://msdn.microsoft.com/es-es/communitydocs/net-dev/csharp/convertir-una-imagen-a-escala-de-grises>

- Urdaneta Lima, M. A. (2012). *Diseño y Desarrollo de un Robot de Inspeccion de Tuberías*. Madrid, España.
- Xu, F. Y., Wang, X. S., & Cao, P. P. (2011). Design and application of a new wheel-based cable inspection robot. *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, (pp. 4909-4914). Shanghai.
- Zheng, & Ernest. (2005). Dynamic characteristics of a novel self-drive pipeline pig. *IEEE Transactions on Robotics*.

MODELO DE RÚBRICAS PARA LA METODOLOGÍA DE AUTOEVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE EN EL NIVEL 2 DE CMMI: MACALS

Nelson Tarazona Méndez*

Diana Suárez López **

Bertha Hernández Contreras***

* ntarazona@coruniamericana.edu.co

** dsuarez@coruniamericana.edu.co

*** bhernandez@coruniamericana.edu.co

Resumen

Introducción. El proceso de software dada su complejidad requiere de herramientas de apoyo para su evaluación y su optimización; para ello es necesario contar con metodologías probadas de autoevaluación bajo un enfoque de buenas prácticas que garanticen, mediante proceso de aseguramiento de la calidad, que los procesos cumplen con las normas y los lineamientos necesarios para la consecución de la calidad esperada. **Objetivo.** Permitir a los ingenieros de software realizar los procedimientos de autoevaluación de manera objetiva y alcanzar los objetivos propuestos al interior de una empresa piloto, en la cual se implementó obteniendo resultados esperados. **Materiales y métodos.** En este artículo se presentan las características y elementos del diseño de un modelo de rúbricas denominado MACALS enfocados en los modelos de calidad en el desarrollo de software SPYCE, CMMI e ISO9000; **Resultados.** La metodología de Autoevaluación en la calidad del proceso de software, permitió a la organización, la revisión de sus procesos en las áreas seleccionadas. **Conclusión.** De acuerdo a la retroalimentación recibida, se establecieron planes de mejoramiento en el corto, mediano y largo plazo.

Palabras clave: CMMI, calidad, autoevaluación, software, metodologías

Abstract

Introduction. The software process given its complexity requires support tools for its evaluation and optimization; For this, it is necessary to have proven self-assessment methodologies under a good practice approach to guarantee quality assurance process, that the processes comply with the standards and guidelines necessary to achieve the expected quality. **objective.** Allow software engineers to perform the self-assessment procedures objectively and achieve the objectives proposed within a pilot company, in which it was implemented obtaining expected results. **Materials and methods.** In this article we present the characteristics and design elements of a rubric model called MACALS focused on quality models in software development SPYCE, CMMI and ISO9000; **Results** The methodology of Self-evaluation in the quality of the software process allowed the organization to review its processes in the selected areas. **Conclusion.** According to the feedback received, improvement plans were established in the short medium and long term.

Keywords: CMMI, quality, self-evaluation, software, methodologies

Introducción

En el sector del desarrollo de Software pese a los grandes avances en las herramientas de desarrollo y las nuevas tecnologías, la calidad sigue siendo un factor débil en los fabricantes; en los cuales influyen los métodos, los estilos, las competencias de los programadores, los marcos de trabajos implementados, los modelos adoptados, y las metodologías usadas; de tal manera que la calidad, de acuerdo con Pressman citado por (Suárez & Estrada, 2017) debe incluir estándares de desarrollo explícitamente documentados y características implícitas para obtener un software desarrollado profesionalmente. MACALS es un modelo de autoevaluación directa sobre las áreas de proceso según el nivel 2 de CMMI (Tarazona & Suárez, 2018), sus prácticas y evidencias objetivas definidas, organizadas en matrices o rúbricas de evaluación para cada área donde se obtiene un puntaje que al final representará un porcentaje de avance o logro del desarrollo de cada una de dichas áreas

El modelo de capacidad y madurez integrado – CMMI

CMMI Capability Maturity Model Integration es un modelo creado por el Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon (SEI, 2010), de Estados Unidos, que guía a las empresas de software y servicios relacionados en la mejora de sus procesos. Se ha posicionado, como el principal referente internacional de calidad exigido por las compañías que contratan software en el mundo (Anaya, 2008).

El modelo CMMI es el modelo frente al cual se diseñó la metodología de Autoevaluación, constituye un marco de referencia de la capacidad de las organizaciones de desarrollo de software en el desempeño de sus diferentes procesos, proporcionando una base para la evaluación de la madurez de las mismas y una guía para implementar una estrategia para la obtención de la calidad, (De la Villa, Ruiz, & Ramos, 2004). Desde el área de desarrollo contiene prácticas que cubren la gestión de proyectos, la gestión de procesos, la ingeniería de sistemas, la ingeniería de hardware, la ingeniería de software y otros procesos de soporte utilizados en el desarrollo y mantenimiento (Puello, 2015).

Las prácticas específicas describen las actividades que se espera que produzcan el logro de las metas específicas de un área de proceso, una práctica específica se define como un componente esperado del modelo, (Beth, Konrad, & Shrum, 2009). Las prácticas genéricas asociadas con una meta genérica describen las actividades que se consideran importantes para lograr la meta

genérica y contribuir a la institucionalización de los procesos asociados con un área de proceso.

Por otro lado, CMMI da soporte a dos caminos de mejora usando niveles (Iglesias, Messino, Pedroza & Llanos, 2015). El primero permite a las organizaciones mejorar de forma incremental los procesos que corresponden a un área de proceso individual o grupal las de áreas de proceso seleccionada por la organización. El otro camino concede a las organizaciones mejorar un conjunto de procesos relacionados tratando, de forma incremental, conjuntos sucesivos de áreas de proceso; estos dos caminos de mejora están asociados con los dos tipos de niveles: niveles de capacidad y niveles de madurez, cuyos niveles corresponden a las dos aproximaciones de mejora de procesos denominadas representaciones. (Álvarez, Muñoz, & Cardona, 2008).

Las dos representaciones de CMMI se denominan continuas y por etapas; el uso de la representación continua permite alcanzar niveles de capacidad; por otro lado, el uso de la representación por etapas permite alcanzar niveles de madurez, (Morales, Brito, & Villaseñor, 2014). Los niveles se utilizan en CMMI-DEV para describir un camino evolutivo recomendado para una organización que quiera mejorar los procesos que utiliza para desarrollar productos o servicios. Los niveles (Incompleto, Realizado, Gestionado y Definido) pueden también ser el resultado de la actividad de calificación en las evaluaciones. Las evaluaciones se pueden aplicar a organizaciones enteras o a grupos más pequeños, tales como un grupo de proyectos o una división.

Un nivel de madurez (Inicial, Gestionado, Gestionado cuantitativamente, optimizado) se considera una plataforma evolutiva definida para la mejora de procesos de la organización. Los niveles de madurez se miden mediante el logro de las metas específicas y genéricas asociadas con cada conjunto predefinido de áreas de procesos. La experiencia ha mostrado que las organizaciones toman una decisión acertada cuando centran sus esfuerzos de mejora de procesos en un número manejable de áreas de proceso a la vez y que dichas áreas requieren refinarse a medida que la organización mejora (Saldaña, Gaitero, García & Sanz, 2008).

Materiales y métodos

MACALS fue diseñado utilizando el modelo de calidad del software CMMI, representación por etapas nivel 2, en la cual se reconocen. Se revisaron para cada una de las áreas de proceso de este nivel, sus prácticas genéricas y prácticas

específicas, sus evidencias objetivas y con ellas se diseñó el modelo operativo de evaluación basado en un enfoque de rúbricas. Este modelo incluye para cada una de las áreas propias del nivel 2 de CMMI, los criterios de evaluación que corresponden a los mismos propuestos por el modelo SCAMPI de CMMI. Con este modelo, cada práctica genérica o específica, es valorada o calificada según sus evidencias objetivas definidas en el modelo y con éstas calificaciones finalmente será posible encontrar un porcentaje de desarrollo de cada práctica y a su vez de cada área de proceso.

El modelo para la autoevaluación se basa las prácticas genéricas y específicas propias de las áreas de proceso CMMI nivel de madurez 2 o gestionado (Iglesias, Messino & Pedroza, 2013), que son:

- PA 1. Gestión de requerimientos (REQM)
- PA 2. Planificación de proyecto: (PP)
- PA 3. Monitorización y control de proyecto: (PMC)
- PA 4. Gestión de acuerdos con proveedores: (SAM)
- PA 5. Medición y análisis. (MA)
- PA 6. Aseguramiento de la calidad de procesos y del producto: (PPQA)
- PA 7. Gestión de configuración: (CM)

De acuerdo a lo anterior, la evaluación según el modelo de MACALS, se basa en el desarrollo que se tenga de cada una de las áreas del nivel 2 de CMMI, para lo cual se evaluarán todas las prácticas tanto genéricas como específicas de cada una de las áreas.

Este modelo incluye los aspectos a evaluar que corresponden con las distintas prácticas dentro de las siete áreas del Nivel 2, y para cada variable de éstas se relacionan las evidencias, artefactos o producto típico de trabajo que deben ser exigibles o cumplidos para establecer el nivel de desarrollo de la práctica.

Definido el modelo base para la autoevaluación se describe el sistema de evaluación y la herramienta para la valoración que determinarán el grado de desarrollo de cada práctica en las distintas áreas de proceso CMMI Nivel 2; como herramienta se utilizan las rúbricas de evaluación por su facilidad de uso y combinación de los métodos cualitativo y cuantitativo lo que permite obtener resultados sólidos y orientadores para el diseño de un Plan de mejora (Tarazona, 2016). Una rúbrica, también denominada matriz de valoración, es un recurso para la evaluación y calificación del aprendizaje, de los

conocimientos o del desempeño de los estudiantes en una actividad concreta y que establece criterios o indicadores y una escala de valoración para cada uno de ellos (Cano, 2015).

Tabla 1.

Factores de calidad o Áreas de proceso, y número de prácticas asociadas

Nº rúbrica	Área de proceso	Nº prácticas por áreas	Factor
1	PA1- REQM	5	$(80/5)/5=3,2$
2	PA2 - PP	11	$(80/14)/5=1,14$
3	PA3 - PMC	10	$(80/10)/5=1,6$
4	PA4 - SAM	8	$(80/8)/5=2,0$
5	PA5 - MA	8	$(80/8)/5=2,0$
6	PA6 - PPQA	4	$(80/4)/5=4,0$
7	PA7 - CM	7	$(80/7)/5=2,29$

Fuente: *Elaboración propia.*

Para calcular el factor se divide el peso total de las prácticas específicas equivalentes a un 80% entre el número de prácticas y a su vez se divide por la calificación máxima posible que es = 5.



Figura 1. Sistema de evaluación MACALS.

Fuente: *Elaboración propia.*

El sistema de evaluación utilizado por MACALS, descrito en la figura 1, utiliza el modelo operativo de evaluación con puntajes ponderados debido a que en cada área el número de prácticas específicas es variable; cada práctica (tanto genérica como específica), se evaluará con una rúbrica teniendo en cuenta cuatro criterios que corresponden a los rangos de las Prácticas, metas y Áreas de Proceso PAs, (Palacio & Porcell, 2012), y se otorgará una calificación dependiendo del análisis de estado de la, o las evidencias de la práctica, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2.
Criterios de evaluación, análisis de estado y calificaciones SCAMPI CMMI.

Criterio De Evaluación	Análisis De Estado	Calificación Máxima
CI: Completamente implementada (100%)	Se obtienen en su totalidad los documentos o evidencias objetivas para esta práctica, con excelente calidad.	5,0
AI: Ampliamente implementada (70%)	Se obtienen en su mayoría los documentos o evidencias objetivas para esta práctica, con buena calidad.	3,5
PI: Parcialmente implementada (40%)	Se obtienen sólo parcialmente documentos o evidencias objetivas para esta práctica, con buena calidad.	2,0
NI: no Implementada (0%)	NO se obtiene ninguno de los documentos o evidencias objetivas para esta práctica.	0

Fuente: *Elaboración Propia.*

Los parámetros corresponden a los valores que se otorgan a las calificaciones o criterios; ellos podrían ser modificados en el modelo de acuerdo a estimaciones y criterio de los evaluadores. Las rúbricas de evaluación. En total 7 rúbricas serán utilizadas en el proceso de autoevaluación. Cada rúbrica contiene el total de prácticas genéricas como específica tenga cada área de proceso (tabla 1)

Resultados

Una vez aplicado el modelo de autoevaluación en una empresa piloto de desarrollo de software, se obtuvieron los resultados a los cuales se le realizó el análisis correspondiente para las distintas áreas. A continuación, se muestran los resultados y el análisis del área PAI.

Tabla 3.
Resultados de la evaluación de las prácticas específicas para el PAI

Aspectos A Evaluados (Prácticas Específicas CMMI)	PUNTAJE /16	Diagnóstico	Observación para el Plan de Mejora
SP 1.1 Obtener una comprensión de los requerimientos.	11.2	AI: (70%)	Incluir plan de mejora
SP 1.2 Obtener el compromiso sobre los requerimientos.	11.2	AI: (70%)	Incluir plan de mejora
SP 1.3 Gestionar los cambios de los requerimientos.	6.4	PI: (30%)	Incluir plan de mejora
SP 1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos.	6.4	PI: (30%)	Incluir plan de mejora
SP 1.5 Identificar las inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos.	6.4	PI: (30%)	Incluir plan de mejora
TOTAL	41,6/80		

Fuente: *Elaboración Propia.*

Resultados del área: PAI. Gestión de requerimientos (REQM).

Para esta área la suma de los puntajes de sus prácticas específicas llegó a 41,6 lo que corresponde sólo al 52% de los 80 puntos equivalentes a éstas prácticas. Esto significa que en el área estas prácticas sólo están medianamente o parcialmente implementadas. Como se observa el modelo entrega la calificación o diagnóstico de cada práctica y sólo en aquellas que se obtuvo la calificación máxima se muestra CI: completamente implementada (100%). Para esta área todas las prácticas específicas deben ser incluidas en el plan de mejora, como lo indica la columna de observaciones.

Tabla 4.

Resultados de la Evaluación de las Prácticas genéricas aplicadas al PAI.

Aspectos a Evaluados (Prácticas Genéricas CMMI)	Puntaje/ 2	Diagnóstico	Observación para el plan de mejora
GP 2.1 Establecer una política de la organización	1,4	AI: (70%)	Incluir plan de mejora
GP 2.2 Planificar el proceso	1,4	AI: (70%)	Incluir plan de mejora
GP 2.3 Proporcionar recursos	1,4	AI: (70%)	Incluir plan de mejora
GP 2.4 Asignar responsabilidad	2	CI: (100%)	N/A
GP 2.5 Formar al personal	1,4	AI: (70%)	Incluir plan de mejora
GP 2.6 Gestionar configuraciones	0,8	PI (30%)	Incluir plan de mejora
GP 2.7 Identificar e involucrar a las partes interesadas relevantes	2	CI: (100%)	N/A
GP 2.8 Monitorizar y controlar el proceso	1,4	AI: (70%)	Incluir plan de mejora
GP 2.9 Evaluar objetivamente la adherencia	1,4	AI: (70%)	Incluir plan de mejora
GP 2.10 Revisar el estado con el nivel directivo	2	CI: (100%)	N/A
Subtotal	15,2/20		
Total global	56,8/100		

Fuente: *Elaboración Propia.*

Para esta área la suma de los puntajes de sus prácticas genéricas llegó a 15,2 lo que corresponde sólo al 76% de los 20 puntos equivalentes a éstas prácticas. Esto significa que en el área estas prácticas sólo están medianamente o parcialmente implementadas.

Para esta área 3 de las 10 prácticas genéricas están completamente implementados es decir el 30%, y 7 deben ser incluidas en el plan de mejora, como lo indica la columna de observaciones es decir el 70%.

Conclusiones

La implementación de mejores prácticas operativas y organizacionales orientadas a la calidad de los procesos y del producto software, son de difícil adopción por parte de la organización por dos factores, los paradigmas existentes, y los costos de los recursos necesarios. En el primer caso los paradigmas existentes corresponden a las formas y metodologías utilizadas hasta el momento por parte del desarrollador que considera que como hace las cosas las hace en forma correcta y es renuente al cambio por considerar que se romperá el equilibrio reinante.

En el segundo factor todo cambio traerá consigo un aumento desmesurado de los costos en la organización ya sea por la formación de alto nivel de los actores, o porque se requiere ampliación del recurso humano existente y mejor preparado. Adoptar un marco de trabajo bajo el modelo CMMI, enruta a las empresas en el camino adecuado para alcanzar las metas y los objetivos de una organización que ha establecido una visión a mediano plazo de competitividad e internacionalización de sus mercados.

La implementación de la metodología MACALS, desnuda una realidad como la encontrada en la empresa piloto y que ponen de presente que muy a pesar que la gerencia considere que sus procesos se realizan bajo metodologías exitosas el resultado demuestra que ellos no se acercan a los requerimientos mínimos de estándares de calidad como el modelo CMMI. Con respecto al valor agregado a la empresa de desarrollo, se hace referencia tanto a los bajos costos en el proceso de implementación de MACALS, así como a los beneficios que se logran con la definición y ejecución del plan de mejora derivado de este ejercicio que traerá entre otras: estandarización, mejoramiento, profesionalismo, calidad, reconocimiento, mejor imagen corporativa, mejores y más clientes.

Referencias

- Álvarez, R. J., Muñoz, A. J. & Cardona, S. J. P. (2008). Interpretación del Modelo de Madurez de Capacidades (CMM): para pequeñas industrias de software. Aguascalientes, MX: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Anaya, R. (2008). Colombia da un paso decisivo para apoyar la competitividad de la industria del software. Agenda de noticias EAFIT.
- Beth, M. K., Konrad, M. & Shrum, S. (2009). CMMI: Guía para la integración de procesos y mejora de productos. Madrid, España: Pearson.
- De La Villa, M., Ruiz, M. & Ramos, I. (2004). Modelos de evaluación y mejora de procesos: Análisis comparativo., In 5th ADIS Workshop (Apoyo a la Decisión en Ingeniería del Software), Málaga, España.
- Iglesias, A., Messino, A., Pedroza, P. (2013). Gestión de procesos de desarrollo de software cmmi-dev 1.3 vs Scrum. Revista Investigación e Innovación en Ingeniería, Vol 1, No 2.
- Iglesias, A., Messino, A., Pedroza, P., & Llanos, R. (2015). Modelo Aplicable A La Gestión De Procesos Ágiles De Desarrollo De Software Basado En Cmmi – Dev 1.3 Y Scrum. Investigación E Innovación En Ingenierías, 3(1). <https://doi.org/10.17081/invinno.3.1.2037>
- Morales-Fernández, R., Brito-Rojas, J. & Villaseñor-Marcial, J. (2014). Capability Maturity Model Integration (CMMI). Revista de Investigación en Tecnologías de la Información 2(3). 15-20.
- Puello, O. (2015). Modelo de verificación y Validación basado en Cmmi. Revista Investigacion E Innovacion En Ingenierias, 1(1).
- Saldaña, J., Gaitero, D., García, J. & Sanz, A. (2008). TestPAI: Un área de proceso de pruebas integrada con CMMI. REICIS. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, 4. 6-20.
- SEI. (2010). CMMI for Development, Version 1.3. Pittsburgh: Carnegie Mellon University., disponible en <http://www.sei.cmu.edu/reports/10tr033.pdf>.
- Suárez, D. & Estrada, J. (2017). “Investigación Formativa en Ingeniería”. Algo-

ritmo para medir la complejidad del software en lenguajes de programación interpretados. Medellín, Colombia. Editorial Instituto Antioqueño de Investigaciones, pp. 33-46