



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOE 2014

Nuevos escenarios  
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias. 7 al 10 de octubre de 2014  
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

## GESTIÓN ÁGIL DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA

Ricardo Llamosa Villalba, Heidi Patricia Camacho Grass, Darío José Delgado Quintero, Ana Milena Páez Quintero, Raúl Francisco Valdivieso

Universidad Industrial de Santander  
Bucaramanga, Colombia

### Resumen

Este artículo presenta un entorno de Gestión Ágil de Proyectos de investigación, innovación, desarrollo y transferencia de productos y servicios evolutivos a través de iteraciones de perfeccionamiento, bajo el patrón de arquitecturas empresariales y detección y solución de carencias, faltas, defectos, fallas y errores de competencia, capacidad, competitividad y recursos, en los niveles estratégico, táctico y operacional, en ambientes multisectoriales, para conseguir que los investigadores y patrocinadores participantes en los programas de maestría y doctorado universitario, se conviertan realmente en fuente de desarrollo sostenible empresarial y de ecosistema. El patrón de gestión de proyectos, combina arquitecturas empresariales, metodologías ágiles de proyectos, líneas de trabajo, competencias, semilleros y grupos de investigación, procesos, prácticas y tareas organizadas integralmente, para conseguir primero, satisfacción, por la gestión del valor, y el compromiso de participantes e interesados, y segundo, trascendencia, por el liderazgo y la gestión del trabajo en equipo, la resolución de problemas y la mejora continua. El artículo hace un recuento experiencial del uso del modelo, visionado en fortalezas, oportunidades, amenazas y debilidades, de quienes han participado como investigadores novatos, jóvenes, señores y mayores en el Laboratorio de Sistemas Integrados Organizacionales.

**Palabras clave:** gestión ágil de proyectos; arquitecturas empresariales ágiles; investigación, innovación y transferencia

### Abstract

This paper presents an environment for Agile Project Management of research, innovation, development and transfer of products and services through evolutionary refinement iterations, under the pattern of the enterprise architectures and detection and solution to the lacks, faults, defects, failures and errors of competence, capability, competitiveness and resources at the strategic, tactical and operational levels, in multisectoral environments, to achieve so that researchers and sponsors participating in the programs of university master and doctoral, really become, a source of sustainable development for the community and environment. The pattern of project management combines enterprise architecture, agile project methodologies, working lines, competitions, incubators and research groups, processes, practices and tasks fully organized, to get first, satisfaction, for value management and commitment by participants and stakeholders, and second, transcendence, for leadership and management in teamwork, problem solving and continuous improvement. The article makes an experiential account of the use of the model, viewing on strengths, opportunities, weaknesses and threats, experienced by novice, junior, senior and major researchers of the Organizational Systems Laboratory.

**Keywords:** agile project management; agile enterprise architectures; research, innovation, development and transfer

## 1. Introducción

Considerando los antecedentes y el análisis sobre proyectos de investigación, innovación, desarrollo y transferencia (Llamosa-Villalba, *et al.*, 2010), se plantea que los sistemas deben poseer: i) Una arquitectura Empresarial (Bente, *et al.*, 2012) (Dickerson, *et al.*, 2009) (The Open Group, 2011) (Tiwana, 2014) (John Zachman's Concise Definition of the Zachman Framework, 2008) representada en estructura y comportamiento de principios referenciales que guíen su evolución. ii) Una arquitectura empresarial (Bente, *et al.*, 2012) (John Zachman's Concise Definition of the Zachman Framework, 2008) es un compuesto de bloques constitutivos de valor multidisciplinario para desarrollar y evolucionar coherente, sincrónica y holísticamente la estructura organizacional y funcional, generando productos y prestando servicios de valor, a través de estrategias, tácticas y prácticas de transformación, evolución, mejora, permanencia, viabilidad y sostenibilidad. iii) Un conjunto de principios (Ambler, *et al.*, 2012) (Bente, *et al.*, 2012) (Cardinal, 2013) (Griffiths, 2012) (Schiel, 2010) (Wagener, 2011) para establecer trabajo colaborativo para eliminar sobrecargas, burocracia, defectos, faltas y fallas y promover planeación adaptativa, liderazgo, gestión y transformación.

Este artículo sintetiza la investigación, innovación y desarrollo realizado en el Laboratorio de Sistemas Integrados Organizacionales (LASIO) integrando el modelo de "Arquitectura Empresarial con Métodos Ágiles (ARTEMA)" en prototipos y pilotos que han permitido extender los trabajos de (Llamosa-Villalba, *et al.*, 2010) en proyectos de generación de conocimiento en torno a las Tecnologías de Información y Comunicaciones.

Este documento está organizado primero en una sección que aborda los Procesos de liderazgo organizacional para establecer los componentes básicos de una arquitectura; luego una sección que trata el Modelo de Madurez Organizacional de Procesos (MEMORIA) en la que se establecen los lineamientos de evaluación, cumplimiento y calibración de procesos; en seguida una sección que describe el Laboratorio de Sistemas Organizacionales (LASIO) en el cual se establecen las referencias de desarrollo de arquitecturas orientadas a proyectos de investigación; la penúltima sección trata los Arquetipos Ágiles que definen marcos de referencia arquitectural; y finalmente están las conclusiones retrospectivas del artículo respecto a las lecciones aprendidas y el trabajo futuro.

## 2. Procesos de Liderazgo Organizacional

Los Procesos Liderazgo Organizacional -POLO- corresponden a un modelo de arquitectura empresarial (Fig. 1) cuya esencia es la Gestión Administrativa. Componente que se proyecta, a su vez, en tres sub-componentes (Fig. 2): Administración Estratégica, Táctica y Operativa. Cada componente despliega perspectivas holísticas para los distintos interesados en implementar, mantener, mejorar o crear procesos, en un marco de inteligencia y toma de decisiones de dirección y gestión administrativa, a través de la administración táctica orientada a la misma gestión administrativa, la propia administración táctica, la administración estratégica y la administrativa operativa. Situación, que hace que la administración táctica responda por la logística y la gestión de recursos, gobierno, valor, relaciones, cambio organizacional, desempeño, conocimiento, personal y tecnología. El enlace entre la Administración Operativa y Administración Estratégica se da a través del ejercicio entre la gestión administrativa y la administración táctica, quienes establecen los planes, programas y proyectos de investigación, innovación y desarrollo, a continuación se muestran cada uno de ellos con mayor detalle:

**a) Gestión Administrativa:** (Fig. 1) (Fig. 2) es una vista de control, que apoyada en la Administración Táctica, desarrolla inteligencia y despliega estrategias, tácticas y operaciones para consolidar y transformar la misión, la visión, el logro de objetivos y metas en el marco del valores y principios organizacionales.

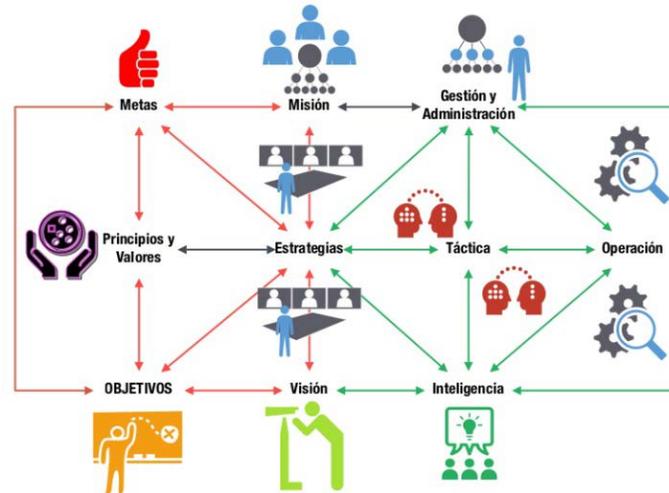


Fig. 1. Perspectiva de Liderazgo Organizacional

b) **Administración Táctica:** es la entidad que planea, suministra, supervisa y controla la logística, funcional y organizacional de conocimiento, comunicaciones, tecnología, economía, personas y desempeño de la Gestión Administrativa, la Administración Estratégica, la Administración Operativa, y la misma Administración Táctica (Fig. 2). La Administración Táctica está integrada en tres niveles de gestión: establecimiento, transferencia y control de recursos. Cabe señalar que cada nivel usa como patrón los procesos de gestión de proyectos ágiles (Fig. 3): Factibilidad, Preparación e Iniciación, Planificación, Seguimiento, Control y Cierre para orientar a la entrega oportuna, gradual e iterativa de valor, compromiso, trabajo en equipo, resolución de problemas, planificación y mejora continua.

c) **Administración Estratégica:** (Fig. 2) es la responsable por la mejora en su conjunto como ecosistema, funciones, especificaciones y desempeño a través de un proceso de inteligencia para proyectar planes, programas y proyectos de investigación, innovación, mejora y desarrollo. Se reitera, que el ciclo de vida de cada proceso se asocia con el patrón de gestión de proyectos ágiles (Fig. 3), señalando sí, que la Administración Estratégica prueba, suple y transfiere a la Administración Táctica, nuevos procesos, procesos mejorados, productos, prototipos y pilotos, como estudios documentados que propician el mantenimiento e interiorización de técnicas, herramientas, conocimientos, habilidades, especificaciones y otras normas, que luego, se transfieren, a dueños y usuarios en cada uno de los respectivos procesos.

d) **Administración Operativa:** (Fig. 2) visiona el cumplimiento de la misión institucional conforme a las especificaciones de infraestructura y medios logísticos, recursos de conocimiento y productos y servicios, con un enfoque de desarrollo sostenible. Su funcionalidad depende de la Administración táctica. El proceso sigue la misma mecánica de las otras administraciones, con adaptaciones jerárquicas de operaciones, actividades y tareas.

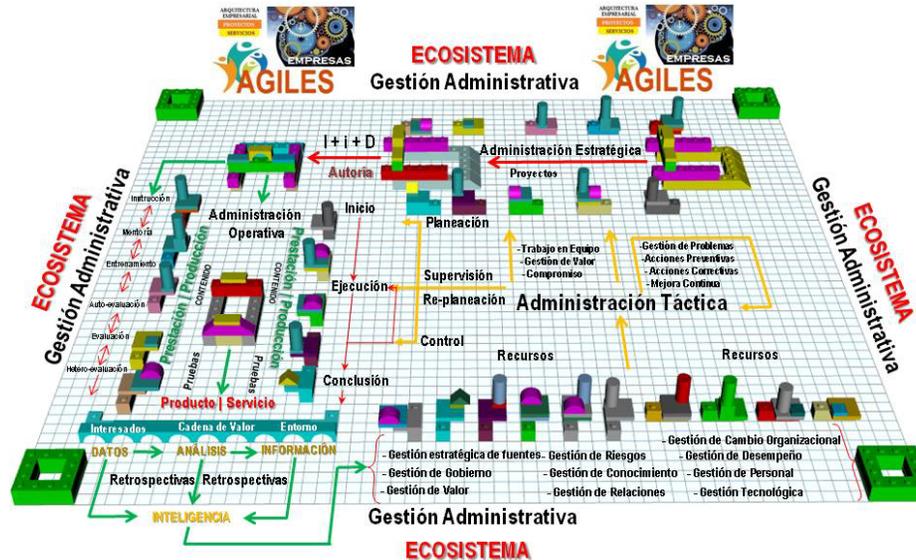


Fig. 2. Gestión Administrativa y Administración Táctica, Estratégica y Operativa

### 3. Modelo de Procesos Organizacionales Madurez -MEMORIA-

MEMORIA (Fig. 4) implica una arquitectura estructurada de negocios, información y tecnología, con los lineamientos de los Procesos de Liderazgo de Organizacional -POLO- (sección 2), punto sobre el cual se validarán, observarán y verificarán las especificaciones de medición cuantitativa y cualitativa de las ciclos de valor para analizar variaciones, antes y después de ejecuciones, con el fin de establecer verdades y constituir conocimiento, alteraciones o cambios estratégicos, tácticos y operacionales. Así, MEMORIA se constituye en un medio de diagnóstico arquitectural, organizacional, comunicacional de desempeño.

### 4. Laboratorio de Sistemas Integrados Organizacionales (LASIO)

El LASIO está estructurado el desarrollo experimental según los lineamientos del método científico según el circuito "LEAN - STARTUP: Crear - Medir - Aprender" para explicar y traducir hipótesis, principios, valores y hechos en conocimiento. En LASIO se establece el aprendizaje sustentado en tres paradigmas (Fig. 3): Aprendizaje sustentado en Problemas, Proyectos e Investigaciones (Barron, *et al.*, 2011) (Brew, 2003), utilizando técnicas de enseñanza-aprendizaje orientada a la educación (Pedagogía) y la formación de adultos (Andragogía).

En LASIO los fenómenos internos y externos se manifiestan en las actividades socio cognitivas y emocionales cuando se produce satisfacción y trascendencia por la entrega de valor en el que el alcance de proyectos es variable y la detección, resolución de problemas y mejora, es continua. LASIO está organizado en cuatro zonas, las dos primeras correlacionan al continente (zona vertical central, Fig. 5) y las segundas, asocian al contenido (zona horizontal central, Fig. 5). Las zonas continente enlazan y correlacionan ambientes de simulación y realidad. Las zonas contenido proporcionan recursos de experimentación controlada de prototipos y de validación de pilotos. LASIO cubre labores de aprendizaje y transferencia utilizando "LEAN - STARTUP: Crear - Medir - Aprender" como estrategia de innovación e invención a través de entornos virtuales experimentales y reales. El circuito de valor de LASIO se organiza en etapas aplicables a procesos de formación, investigación, innovación y desarrollo universitario. Cada etapa requiere insumos para producir productos, servicios y lograr entrenamiento iterativo gradual en saberes, habilidades, técnicas y herramientas.

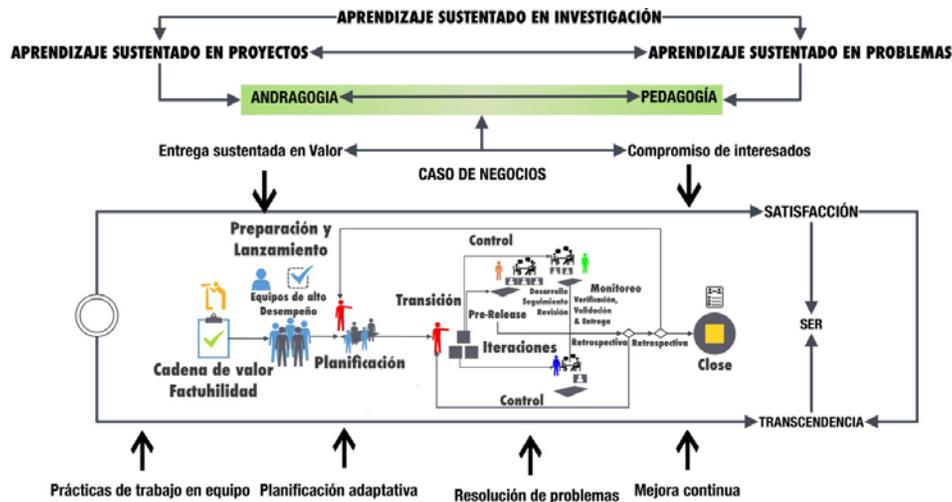


Fig. 3. Patrón de gestión de proyectos ágiles

En particular, las fases de emprendimiento se establecen a través de (Fig. 6):

- Instrucción / Formación para desplegar saberes, destrezas, técnicas y herramientas que procurarán en los participantes entendimiento y comprensión de principios, valores y conocimientos intelectuales en casos.
- Entrenamiento / Confrontación en el que el interesado adquiera madurez afectiva, cognitiva y expresiva con el apoyo de un entrenador-facilitador en el desarrollo de proyectos ágiles.
- Soporte / regulación en el que el interesado conseguirá niveles de destreza y suficiencia autónoma de trabajo en equipos de alto desempeño. Esta fase requiere asistencia de facilitadores de experiencia, habilidad y madurez profesional.
- Validación / Autonomía, en el que el interesado realiza una prueba de suficiencia para acreditarse como un líder funcional en gestión de proyectos ágiles.

## 5. Arquetipos Ágiles

Aunque los programas universitarios de maestría y doctorado desarrollan proyectos de Investigación e innovación, nuestra experiencia aduce que dichos proyectos tiene poco impacto nacional e internacional, y por tanto, es importante, el integrar arquitecturas empresariales con métodos ágiles para definir arquitecturas típicas (Llamasa-Villalba, *et al.*, 2010) (Gómez-Mendoza, *et al.*, 2013) (Camacho-Grass, *et al.*, 2013) (Valdivieso, *et al.*, 2013) organizadas en:

a) **Ontologías**, para crear, desarrollar y el mantener activos de conocimiento que:

- Orienten a los académicos en el entendimiento de bases de conocimiento según las directrices de Gestión Administrativa y Administración Táctica.
- Cubran la producción y transferencia de conocimiento a través de la Administración Táctica, al diseñar y fabricar productos y servicios como unidades de valor de competencia, desempeño, conocimiento y aplicación a través de arquitecturas típicas.
- Propicien Instrucción y Evaluación de cadenas de valor siguiendo secuencias de aprendizaje de actividades de trabajo en equipo a través de proyectos ágiles.
- Potencien la Gestión Administrativa y la Administración Táctica, Estratégica y Operativa a través de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas (Jurney, 2013) (Rahman El Sheikh, *et al.*, 2012).

b) **Epistemología y Metodología** para estructurar (Mansourov, *et al.*, 2011) (Martin, 2001) criterios de verdad para admitir, plantear y estudiar fenómenos cognitivos al generar, justificar e institucionalizar conocimiento a cadenas de valor de casos de negocio.



Fig. 4. Modelo de Madurez de Procesos Organizacionales (MEMORIA)

## 6. Conclusiones

Los resultados e impactos conseguidos se resumen en que:

- Los procesos de liderazgo organizacional establecidos propician aprendizaje dinámico, colaborativo e integral que motivan la creación de valor en todos los involucrados.
- La actualización de estrategias de investigación sustentadas en arquetipos a través de procesos disciplinados y interiorizados en principios, valores, planes, programas y proyectos que desencadenan actuaciones responsables de satisfacción y trascendencia.
- No todos los participantes tienen competencias de investigadores, y por lo tanto, podrían presentarse deserciones.
- Los sectores hasta ahora analizados requieren de formación para establecer verdaderas correlaciones entre la teoría y la empírea, y así, crear una real cultura empresarial.

El trabajo futuro plantea el transferir nuestro modelo, con la colaboración y compromiso de la comunidad, para crear ambientes de madurez organizacional que superan la actualización tecnológica y requieren inteligencia para crear entornos de sistemas de sistemas.

Expresamos agradecimiento a alumnos, auxiliares, facilitadores y demás personal de las Escuelas de: Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicación y de Ingeniería de Sistemas e Informática, y del Centro de Tecnología de la Información y las Comunicaciones (CENTIC) de la Universidad Industrial de Santander.



Fig. 5. Laboratorio de Sistemas Integrados Organizacionales



Fig. 6. Enfoque Metodológico del LASIO

## 7. Referencias

### Artículos de revistas

- Barron, B., Schwartz, D., Vye, N., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L. and Bransford, J. (2011). Doing with Understanding: Lessons From Research on Problem- and Project-Based Learning. *Journal of the Learning Sciences*. Vol. 7, Issue 3-4, pp. 271-311.
- Brew, A. (2003). Teaching and Research: New relationships and their implications for inquiry-based teaching and learning in higher education. *Higher Education Research & Development*. Vol. 22, Issue 1, pp. 3-18.
- Llamosa-Villalba, R. and Aceros, S. E. (2010). Process Management Model for Higher Education: Improvement of Educational Programs in Software Quality. *Education Engineering (EDUCON)*, 2010 IEEE. 2010. pp. 1955-1963.

### Libros

- Ambler, S. W and Lines, M. (2012). *Disciplined Agile Delivery: A Practitioner's Guide to Agile Software Delivery in the Enterprise*, IBM Press. pp. 544.
- Bente, S., Bombosch, U. and Langade, S. (2012). *Collaborative Enterprise Architecture: Enriching EA with Lean, Agile, and Enterprise 2.0 practices*. Morgan Kaufmann. pp. 328.
- Cardinal, M. (2013). *Executable Specifications with Scrum: A Practical Guide to Agile Requirements Discovery*. Addison Wesley Professional. pp. 192.
- Dickerson, C. E. and Mavis, D. N. (2009). *Architecture and Principles of Systems Engineering*. CRC Press. pp. 498.
- Griffiths, M. (2012). *PMI-ACP<sup>SM</sup> Exam Prep*. RMC Publications. pp. 320.
- Journey, R. (2013). *Agile Data Science*. Published by O'Reilly Media. pp. 178.

- Mansourov, N. and Campara, D. (2011). System Assurance: Beyond Detecting Vulnerabilities. Eds. Elsevier. pp. 368.
- Martin, C. (2001). The Life Coaching Handbook: Everything You Need To Be An Effective Life Coach. Crown House Publishing. pp. 218.
- Rahman El Sheikh, A. A. and Alnoukari, M. (2012). Business Intelligence and Agile Methodologies for Knowledge-Based Organizations: Cross-Disciplinary Application. IGI Global. pp. 370.
- Schiel, J. (2010). Enterprise-Scale Agile Software Development. CRC Press. pp. 382.
- Tiwana, A. (2014). Platform Ecosystems: Aligning Architecture, Governance, and Strategy. Morgan Kaufmann. pp. 300.

### Ponencias

- Camacho-Grass, H. P. and Llamasa-Villalba, R. (2013). Agile Implementation of A Process Maturity Model In Higher Education, Research Group. Industrial University of Santander. Bucaramanga, Colombia.
- Valdivieso, R. F., Llamasa-Villalba, R., Camacho, H., and Delgado-Quintero D. J. (2013). Modelo de Madurez de Procesos Educativos - MEMORIA/PE<sup>©</sup>, WEEF 2013, Cartagena, Colombia. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

### Tesis y proyectos

- Gómez-Mendoza, L. M. and Llamasa-Villalba, R. (2013). Arquitecturas Integrales de Sistemas Organizacionales - ARQUETIPOS<sup>©</sup>-, CIDLIS, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Wagener, J., Schmit, S., Mandal, A. and Rajendran, V. (2011). Project Managing using Kanban. University of Luxembourg. Master in Computer Science. Advanced Project Management. pp. 42.

### Fuentes electronicas

- John Zachman's Concise Definition of the Zachman Framework. (2008). Zachman International Inc. Consultado el 20 de abril 2014 en [www.zachman.com/about-the-zachman-framework](http://www.zachman.com/about-the-zachman-framework).
- The Open Group. Version 9.1 "Enterprise Edition". (2011, December). Consultado el 20 de enero de 2014 en <http://www.opengroup.org/togaf/>

### Sobre los Autores

- **Ricardo Llamasa V.:** Ingeniero de Sistemas, Doctor Ingeniero de Telecomunicación, Magister en Informática. Director CIDLIS-UIS. [nrllamos@gmail.com](mailto:nrllamos@gmail.com)
- **Heidi P. Camacho G.:** Ingeniera Industrial, Magister en Ingeniería Industrial UIS. Jefe de Aseguramiento de Calidad CIDLIS-UIS. [heidipcg@gmail.com](mailto:heidipcg@gmail.com)
- **Darío J. Delgado Q.:** Ingeniero de Sistemas, Magister en Informática, Doctor (c) en Gestión Tecnológica. Investigador CIDLIS-UIS. [dario.jos@gmail.com](mailto:dario.jos@gmail.com)
- **Ana M. Pérez Q.:** Ingeniera de Sistemas. Joven Investigadora CIDLIS-UIS. [anitapaez@gmail.com](mailto:anitapaez@gmail.com)
- **Raúl F. Valdivieso B.:** Ingeniero Electrónico, Magister (c) en Ingeniería Electrónica UIS. Instructor Investigador CIDLIS UIS. [raulvaldiviesob@gmail.com](mailto:raulvaldiviesob@gmail.com)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)