

**Modelo de sistema de información basado en Open Innovation para la gestión de la calidad  
en laboratorios de análisis de muestras**

**Herman Ramírez Gómez**

**Trabajo de grado para optar el título de Magíster en ingeniería de sistemas**

**Director**

**Luis Carlos Gómez Flórez**

**Ingeniero de Sistemas**

**Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática**



**Universidad Industrial de Santander**  
**Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas**  
**Escuela de Ingeniería de Sistemas**  
**Bucaramanga**

**2017**

### **Agradecimientos**

Al creador de la vida quien me ha permitido seguir conquistando sueños.

A mi familia por el apoyo incondicional en los momentos más difíciles.

A mis compañeros y amigos que con sus palabras me motivaron a no desmayar.

A mi director de proyecto, mil gracias por su dedicación y tiempo de formación.

Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
Objetivos .....	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	14
1. Problema de investigación .....	16
2. Marco metodológico .....	18
3. Presentación y discusión de los resultados obtenidos.....	22
3.1 Revisión de la literatura .....	22
3.1.1 Gestión de la Calidad Total (TQM).....	24
3.1.2 Open Innovation (OI): Orígenes y generalidades .....	26
3.1.3 El paradigma de la innovación cerrada (Closed Innovation).....	27
3.1.4 El paradigma de la innovación abierta ( <i>Open Innovation</i> ) .....	30
3.1.5 TQM e innovación .....	33
3.1.6 Modelos de Sistemas de Información (SI).....	34
3.2 Descripción del proceso de Gestión de Calidad en los laboratorios de análisis de muestras. 37	
3.2.1 Recolección de datos.....	37
3.2.2 Reporte del diagnóstico.....	39
3.3 Modelo de sistema de información basado en OI.....	41

---

3.3.1 Identificación de actores en el sistema de información .....	42
3.3.2 Definición Raíz (DR) del modelo .....	44
3.3.3 Propuesta de modelo de sistema de información.....	45
3.4 Prototipo del modelo de sistema de información basado en OI.....	55
4. Conclusiones .....	60
5. Recomendaciones .....	61
Referencias bibliográficas.....	63
Apéndices.....	67

Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1.</i> Forma general de la metodología propuesta. ....	19
<i>Figura 2.</i> Ciclo de la innovación cerrada.....	28
<i>Figura 3.</i> Modelo de Innovación Cerrada.....	29
<i>Figura 4.</i> Modelo de Innovación Abierta.. ....	30
<i>Figura 5.</i> SAH incorporando principios de OI. ....	48
<i>Figura 6.</i> Modelo conceptual de sistema de información basado en OI para incorporación de TQM en laboratorios de ensayo y análisis de muestras. ....	49
<i>Figura 7.</i> Subsistema Kernel de Innovación.....	51
<i>Figura 8.</i> Subsistema Kernel de Colaboración. ....	52
<i>Figura 9.</i> Subsistema Kernel de Negocio. ....	53
<i>Figura 10.</i> Interfaz 1 del prototipo software.....	57
<i>Figura 11.</i> Interfaz 2 del prototipo software.....	57
<i>Figura 12.</i> Interfaz 3 del prototipo software.....	58
<i>Figura 13.</i> Interfaz 4 del prototipo software.....	58
<i>Figura 14.</i> Interfaz 5 del prototipo software.....	59
<i>Figura 15.</i> Interfaz 6 del prototipo software.....	59
<i>Figura 16.</i> Interfaz 7 del prototipo software.....	60

**Lista de tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Artículos científicos publicados relacionados con el presente proyecto de investigación.</i> .....	23
Tabla 2. <i>Contraste de principios entre Innovación cerrada y abierta</i> .....	31
Tabla 3. <i>Nemotécnico CATWOE</i> .....	35
Tabla 4. <i>Fuentes primarias utilizadas en la recolección de datos.</i> .....	38
Tabla 5. <i>Puntos claves del diagnóstico.</i> .....	40
Tabla 6. <i>Actores en el modelo del sistema de información</i> .....	43
Tabla 7. <i>CATWOE del modelo</i> .....	44

Lista de apéndices

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Diagramas .....	67

## Resumen

**Título:** Modelo de sistema de información basado en Open Innovation para la gestión de la calidad en laboratorios de análisis de muestras\*

**Autor:** Herman Ramírez Gómez\*\*

**Palabras claves:** Laboratorios de análisis de muestras, Institución de Educación Superior, Innovación Abierta, Sistema de Información, Investigación – Acción.

Ante la importancia que actualmente representa la gestión de calidad en todo tipo de organización, debido a su enfoque de mejora continua y la efectividad de los procesos, se encuentra la necesidad de generar iniciativas que aporten a su apropiación. En este sentido, el presente trabajo de investigación ha tomado como caso de estudio a las instituciones de educación superior, más específicamente a los laboratorios de ensayo y análisis de muestras (que son parte esencial en la acreditación de las mismas, y que utilizan como norma de calidad la ISO/IEC 17025), para proponer un modelo de sistema de información basado en los principios de innovación abierta que apoye la gestión de la calidad en los mismos.

Por consiguiente, al tener en cuenta el tema de innovación abierta, las dificultades al gestionar la calidad en los laboratorios y la visión de la UIS, se encontró importante abordar este tema de investigación, mediante la incorporación de los principios del paradigma de innovación abierta al modelo propuesto, donde se resaltan: (i) el aprovechamiento de los conocimientos y la experiencia de los individuos de cada laboratorio; (ii) la identificación de las actividades externas a cada laboratorio en relación a prácticas de gestión de la calidad para compartirlas y apropiarlas; (iii) el uso y transferencia de las ideas externas e internas a los laboratorios.

En este trabajo se siguió la metodología de investigación – acción, la cual asume que los sistemas sociales complejos no pueden ser reducidos para el estudio cuantitativo, y aborda la investigación de sistemas de información como investigación social (Baskerville 1999). Consecuentemente, se inició con una revisión de literatura, para continuar con un acercamiento a la situación problemática del caso de estudio, y de esta forma proponer el modelo mencionado y un diseño de prototipo software que logre apoyar su implementación futura.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Director: Luis Carlos Gómez Flórez, Ingeniero de Sistemas. Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática

### Summary

**Title:** Information system model based on Open Innovation for quality management in sample analysis laboratories\*

**Author:** Herman Ramírez Gómez\*\*

**Key words:** Laboratories of analysis of samples, Institution of Higher Education, Open Innovation, Information System, Research - Action.

Given the importance of quality management in all types of organizations, due to its focus on continuous improvement and the effectiveness of processes, there is a need to generate initiatives that contribute to its appropriation. In this sense, this research work has taken as a case study higher education institutions, more specifically the laboratories of test and analysis of samples (which are an essential part in the accreditation of the same, and which use as standard ISO / IEC 17025), to propose a model of information system based on the principles of open innovation that supports the management of quality in them.

Therefore, considering the issue of open innovation, the difficulties in managing quality in laboratories and the UIS vision, it was found important to address this research topic by incorporating the principles of the open innovation paradigm Model proposed, which highlights: (i) the use of the knowledge and experience of individuals in each laboratory; (Ii) the identification of external activities to each laboratory in relation to quality management practices to share and appropriate them; (Iii) the use and transfer of external and internal ideas to laboratories.

In this work, the research - action methodology was adopted, which assumes that complex social systems can't be reduced for quantitative study, and addresses the investigation of information systems as social research (Baskerville 1999). Consequently, it started with a literature review, to continue with an approach to the problematic situation of the case study, and in this way to propose the mentioned model and a software prototype design that succeeds in supporting its future implementation.

---

\* Degree work

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Systems Engineering. Director: Luis Carlos Gómez Flórez, Systems Engineer. Master in Systems Engineering and Computer Science

## Introducción

El presente documento da a conocer los resultados obtenidos del proyecto de investigación “Modelo de sistema de información basado en Open Innovation para la gestión de la calidad en laboratorios de análisis de muestras” que tomó como caso de estudio a la Universidad Industrial de Santander (UIS), institución que cuenta con un programa de acreditación de pruebas de laboratorio, bajo los lineamientos de la norma ISO 17025:2005 (ICONTEC, 2005, pág. 49), adscrito y liderado actualmente por la Vicerrectoría de Investigación y extensión (VIE).

Con respecto a los temas que enmarcan el modelo propuesto se tienen: (1) la *innovación abierta* (del inglés *open innovation*) es un paradigma usualmente contrastado con el modelo de integración tradicional donde las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) dentro de las organizaciones dan lugar a productos que son distribuidos por la empresa (Chandler, 1990). A diferencia de innovadores bajo el modelo tradicional como *Bell Labs, IBM, Xerox, AT&T*, la innovación abierta celebra historias de éxito como *Cisco, Intel y Microsoft*, quienes haciendo uso del *open innovation* han logrado permanecer crecientes en el mercado actual (Chesbrough, 2003a). Bajo el paradigma de *innovación abierta*, las organizaciones pueden y deben extender las estrategias de innovación más allá de los límites de la empresa, con el fin de reducir los costos y aumentar la eficiencia de las actividades de I+D, por mencionar algunos. Y, (2) la implantación de prácticas de *gestión de la calidad total* (TQM) en las organizaciones, debido a las ventajas competitivas que genera en las empresas (Powell, 1995). Sin embargo, la incorporación de prácticas de TQM en la organización implica sortear una serie de factores que

dificultan el proceso (Schaffer & Thomson, 1992), los cuales no han sido ajenos dentro de los laboratorios de la UIS.

Por consiguiente, se planteó como propósito de esta investigación incorporar los principios del paradigma de innovación abierta en la propuesta de un modelo de sistema de información para el apoyo de la gestión de la calidad, tomando como caso de estudio los laboratorios de análisis de muestras que hacen parte del proceso de acreditación de la VIE.

Para lograr el propósito mencionado se siguió la metodología de investigación – acción (Baskerville, 1999). Esta metodología asume que los sistemas sociales complejos no pueden ser reducidos para el estudio cuantitativo. Cree que las organizaciones humanas, como un contexto que interactúa con las tecnologías de la información, sólo pueden ser entendidas como entidades enteras. Así, el método de investigación-acción aborda la investigación de sistemas de información como investigación social (Baskerville 1999).

A continuación, se encontrará descrito el desarrollo de la investigación de la siguiente forma: los tres primeros capítulos están orientados a presentar los aspectos generales del proyecto de investigación, tales como; el planteamiento del problema, los objetivos perseguidos y la metodología de investigación empleada. Posteriormente, se ilustra la metodología empleada a través de la apropiación de la literatura, intervención en los laboratorios de pruebas y toma de acción ilustrada en el modelo propuesto y el prototipo software. Y finalmente, se presentan las conclusiones sobre los resultados obtenidos.

## Objetivos

### Objetivo General

Proponer un modelo de sistema de información basado en *Open Innovation* para la gestión de la calidad, tomando como caso de estudio los laboratorios de análisis de muestras que hacen parte del proceso de acreditación de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander.

### Objetivos Específicos

1. Analizar, mediante una revisión de la literatura, los temas relacionados con innovación, *Open Innovation* y prácticas de referencia de la gestión de la calidad en laboratorios de análisis de muestras, a través de consultas de artículos científicos, libros, videos, material en internet entre otros, con el propósito de establecer una guía para la ejecución del proyecto.

2. Describir el proceso de gestión calidad, desde la acción desarrollada por los laboratorios y el programa de acreditación de la VIE, con el fin de obtener datos relevantes con respecto a las prácticas de gestión de la calidad, para el modelo de sistema de información.

3. Definir el modelo de sistema de información basado en *Open Innovation*, mediante herramientas a determinar, el cual contribuya a la gestión de la calidad en los laboratorios de análisis de muestras.

4. Desarrollar un prototipo software con el fin de mostrar la funcionalidad del modelo propuesto.

## 1. Problema de investigación

Algunos autores han afirmado que la gestión de la calidad proporciona un enfoque único en la historia para mejorar la eficacia de la organización, que tiene una base conceptual sólida y, al mismo tiempo, ofrece una estrategia de mejora continua teniendo en cuenta cómo las personas y organizaciones realmente operan (Wruck & Jensen, 1994).

Sin embargo, implementar un sistema de gestión de la calidad requiere más que el uso de normas, es necesario realizar un proceso de sensibilización que involucre a todos los actores de la organización, debe ser un proceso de facilitación y sensibilización al cambio, en el que se proporcionen elementos que conduzcan a crear un ambiente propicio para el nuevo sistema de calidad en la empresa (Brislan, 2008).

(Hackman, 1995) menciona que el uso de TQM, para lograr sus resultados normativos, se basa en cuatro supuestos entrelazados encontrados en la literatura. El primer supuesto es la calidad; la producción de productos y servicios de calidad no es sólo más barato que los costos de la baja calidad (por ejemplo, inspección, repetición de trabajo, pérdida de clientes, entre otros), sino que además es absolutamente esencial a largo plazo para la organización. El segundo supuesto es acerca de las personas; los empleados naturalmente se preocupan por la calidad del trabajo que hacen y tomarán iniciativas para mejorarlo, siempre y cuando cuenten con las herramientas y la capacitación que se necesitan y, la administración de la organización preste atención a sus ideas. El tercer supuesto es la organización; las organizaciones son sistemas de componentes altamente interdependientes y los problemas centrales que enfrentan deben cruzar líneas funcionales tradicionales. El cuarto supuesto es la alta dirección. (Hackman, 1995)

finalmente termina resumiendo que las personas, las organizaciones y los cambios en el proceso, son fundamentales en la gestión de la calidad. Es por eso que la implementación de sistemas de gestión de calidad supone una serie de retos y barreras a superar por parte de las organizaciones.

Además factores como: la orientación a procesos, el tamaño de la gestión de la calidad, el no saber trabajar en equipo, el bajo rendimiento de empleados, las falsas expectativas, la falta de homogeneidad en la cultura empresarial (Powell, 1995; Schaffer & Thomson, 1992; Young, 1992), por mencionar algunos, dejan ver las dificultades a las que se enfrenta una organización en el momento de trabajar en la gestión de calidad.

Adicional a las dificultades que se encuentran en la literatura acerca de la implementación de sistemas de TQM, las cuales no son ajenas a los laboratorios de la UIS, se suman las presentadas al interior de los laboratorios de la universidad. Trabajos previos realizados como el de los autores (Ramirez, 2012; Ramírez & De la Hoz, 2010) han mostrado la dificultad que tienen los laboratorios para incorporar la norma de acreditación ISO 17025, ejemplo de ellos son: pérdida y dificultad en el intercambio de información entre profesionales de un mismo o diferentes laboratorios; mal uso, deterioro y fallas de equipos especializados; retrasos en la entrega de resultados de análisis a los clientes y en la acreditación oportuna; duplicidad de esfuerzos; entre otros.

En este aspecto, la UIS que tiene como parte de su visión fortalecer en toda su organización una cultura de gestión de alta calidad de los procesos, la consolidación de una sociedad del conocimiento a nivel regional, nacional e internacional (UIS, 2012), además de la perspectiva en convertirse en el principal polo de innovación, transferencia tecnológica y competitividad del país con el Parque Tecnológico de Guatiguará (UIS, 2012), debe identificar iniciativas que le permitan conseguir y mantener la acreditación de sus laboratorios.

Por consiguiente, al tener en cuenta el tema de *Open Innovation*, las dificultades al gestionar la calidad y la visión de la UIS, se encontró importante abordar este tema de investigación, en donde se incorporaron los principios del paradigma de innovación abierta, tales como: el aprovechar los conocimientos y la experiencia de los individuos de cada laboratorio; que las actividades externas a cada laboratorio en relación a prácticas de gestión de la calidad pudieran ser compartidas y así sacar el mejor provecho de ellas; el poder hacer uso de las ideas externas e internas por parte de los laboratorios en relación a la calidad, permitiendo que otros pudiesen ser beneficiados de esas ideas, a través de un modelo de sistema de información para el apoyo de la gestión de la calidad, ampliando así el conocimiento científico con respecto al uso del OI en un sistema de información para la gestión de la calidad.

## 2. Marco metodológico

Teniendo en cuenta que parte de este proyecto de investigación consistió en la construcción de un modelo de sistema de información, la Asociación de Sistemas de Información (AIS)<sup>1</sup>, sugiere que las metodologías a seguir en investigaciones de esta área sean de tipo cualitativa, puesto que se busca comprender la perspectiva de los participantes (investigadores y profesionales de los laboratorios) acerca de los fenómenos que los rodea en los procesos del TQM, profundizar en sus experiencias, perspectivas, opiniones y significados, en otras palabras la forma en que los participantes perciben subjetivamente la realidad (AIS, 2016).

---

<sup>1</sup> Por sus siglas en inglés Association for Information Systems. La AIS es la principal asociación profesional para individuos y organizaciones que lideran la investigación, la enseñanza, la práctica y el estudio de sistemas de información en todo el mundo. <http://www.qual.auckland.ac.nz/>

Para la realización de este proyecto se optó por dividirlo en cinco (5) fases (ver figura 1), donde se aplicaron diferentes métodos cualitativos como observación de la organización objeto de estudio y entrevistas (Myers, 1997).

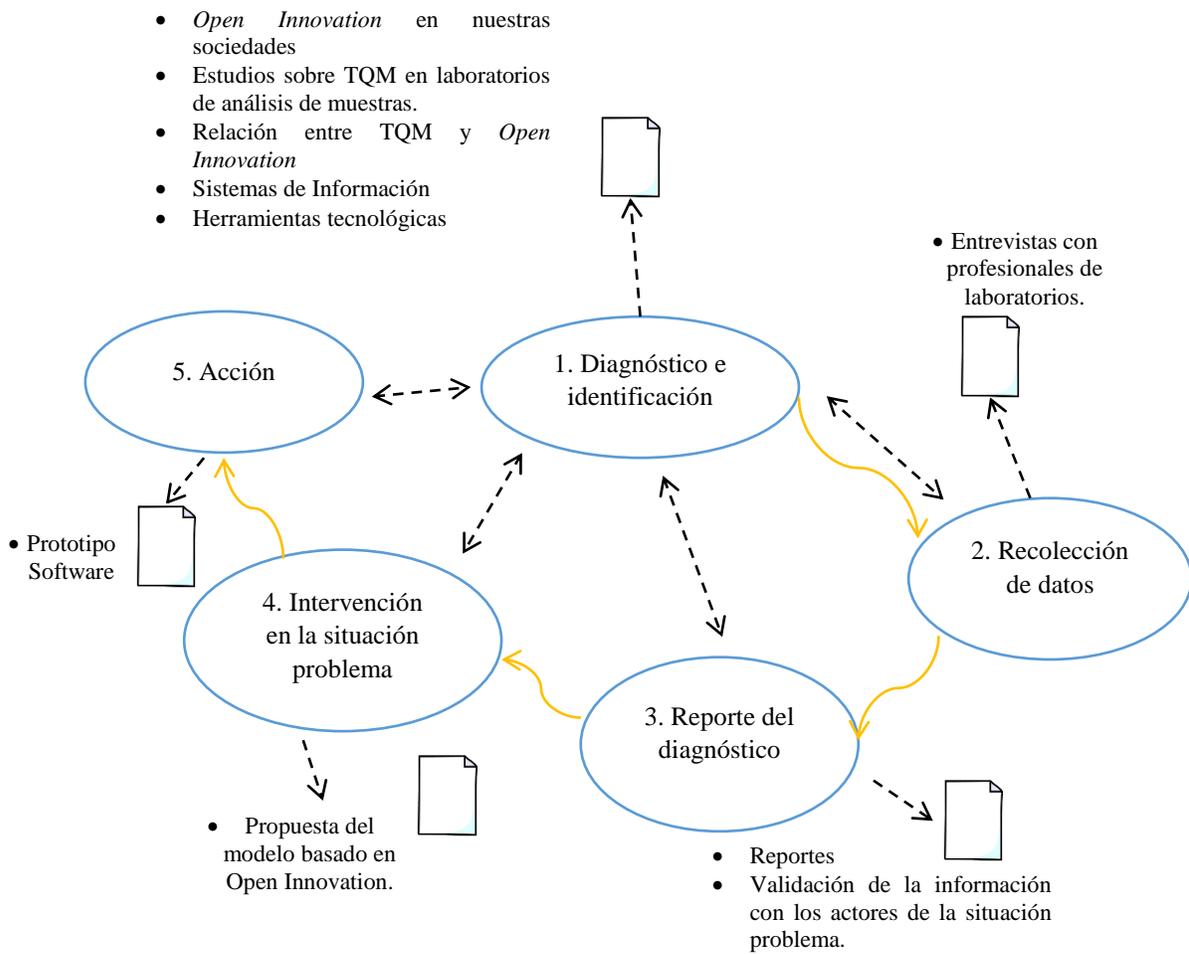


Figura 1. Forma general de la metodología propuesta.

A continuación, se describe cada una de las actividades realizadas en las fases ilustradas en la figura 1.

### **Fase 1: Diagnóstico e identificación del problema**

Peter Checkland, en su metodología de sistemas blandos (SSM), propone que la investigación se inicia al estudiar la historia de los temas concernientes a la situación considerada problemática del mundo real, lo que en otros métodos de investigación se considera como el estudio de la literatura, o la revisión del estado del arte (Checkland and Scholes 1999).

En esta fase se hizo necesario conocer a fondo la naturaleza del problema mediante una inmersión en el contexto o ambiente, a través de una revisión bibliográfica, cuyo propósito estuvo enfocado a:

- Entender qué eventos ocurrían y cómo sucedían en la situación problema.
- Lograr claridad sobre el problema y las personas que se vinculan a éste.

Como resultado del análisis de la información encontrada en la literatura se generó una ponencia (Ninth International Conference on Technology, Knowledge & Society, 2013) y un artículo de revisión con el nombre de *Cloud Computing in Information Management in Analysis Laboratories*, así como otro artículo con el denominado *Web mobile en el soporte a actividades de muestreo en laboratorios de análisis de muestras*, publicado en la revista Scientia Et Technica – Universidad Tecnológica de Pereira de categoría C. Estas dos publicaciones de resultados permitieron obtener claridad sobre los lineamientos a seguir durante el desarrollo de la investigación en los laboratorios de análisis de muestras.

### **Fase 2: Recolección de datos**

Se continuó con la recolección de datos sobre problema, esto por medio de:

- Entrevistas a actores claves vinculados con el problema.

- Observación de los procedimientos en la situación problema, así como de los sitios, eventos y actividades relacionadas con el contexto de los laboratorios de pruebas.
- La revisión de documentos, registros y materiales pertinentes.

### **Fase 3: Reporte del diagnóstico del problema.**

Finalizada la recolección de datos, se realizó el diagnóstico del problema, el cual se presentó a los participantes para agregar datos, validar la información y confirmar hallazgos.

### **Fase 4: Intervención en la situación problema**

Con los datos obtenidos y validados en las fases anteriores, se definió el modelo de sistema de información, orientado a contribuir con la solución del problema planteado. En esta fase se realizaron las siguientes actividades:

- Determinación de las herramientas para la definición el modelo basado en los principios de Open Innovation y orientado a apoyar la gestión de la calidad en los laboratorios de pruebas.
- Representación del modelo a partir de los conceptos de modelos de sistemas de actividad humana, y UML.

### **Fase 5: Acción**

Se realizó el desarrollo de un prototipo software que incorporó el modelo de sistema de información, con el fin de mostrar la funcionalidad de éste último.

### 3. Presentación y discusión de los resultados obtenidos

#### 3.1 Revisión de la literatura

Para realizar la revisión de la literatura, se procedió a hacer una búsqueda en la base de datos Web Of Science, con el fin de identificar los artículos más representativos de la Gestión de la Calidad, Innovación Abierta y la relación entre ambos temas.

Adicionalmente, se realizó una la selección y lectura de aquellos trabajos de investigación que se identificaron como relevantes al tema que enmarca el presente proyecto de investigación, teniendo en cuenta los siguientes criterios: autores, nombre, año, palabras claves, conclusiones y observaciones. Este ejercicio permitió consolidar la información de literatura necesaria para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta temas tales como: gestión de la calidad total (TQM), Open Innovation (OI): Orígenes y generalidades, El paradigma de la innovación cerrada (Closed Innovation), El paradigma de la innovación abierta (Open Innovation) y TQM e innovación.

Vale la pena mencionar que, durante la realización de este trabajo de investigación, se consiguió la publicación de diferentes artículos en revistas científicas, los cuales se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 1.

*Artículos científicos publicados relacionados con el presente proyecto de investigación.*

No.	Título	Autores	Revista	Año
1	Web mobile en el soporte a actividades de muestreo en laboratorios de análisis de muestras.	Javier Enrique De La Hoz Freyle, Herman Ramírez Gómez, Luis Carlos Gómez Flórez,	Colombia, Scientia Et Technica ISSN: 0122-1701 ed: Editorial Universidad Tecnológica de Pereira	2013
2	Cloud Computing in Information Management in Analysis Laboratories	Javier Enrique De La Hoz Freyle, Herman Ramírez Gómez, Luis Carlos Gómez Flórez,	Estados Unidos, International Journal Of Technology Knowledge And Society ISSN: 1832-3669 ed: v.9 fasc.1 p.99 - 99	2013
3	Cloud Storage aplicado en la gestión de la calidad y manejo de documentos en laboratorios científicos	Javier Enrique De La Hoz Freyle, Herman Ramírez Gómez, Luis Carlos Gómez Flórez,	Colombia, Revista De La Escuela Colombiana De Ingeniería ISSN: 0121-5132 ed: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería v.oct-dic fasc.N/A p.999 - 999	2012

Tabla 1. (Continuación)

No.	Título	Autores	Revista	Año
4	HSLAB: Sistema de Gestión de Información de los servicios de ensayo de laboratorios de análisis de muestras según la norma ISO 17025	Herman Ramírez Gómez, Javier Enrique De La Hoz Freyle, Luis Carlos Gómez Flórez,	Colombia, Inge Cuc ISSN: 0122-6517 ed: Editorial Mejoras v.7 fasc.1 p.189 – 197.	2011

**3.1.1 Gestión de la Calidad Total (TQM).** La gestión de la calidad ha venido siendo factor de estudio en los últimos años debido a las ventajas competitivas adquiridas por una organización cuando la implementa (Au & Choi, 1999). Una de las definiciones más aceptadas acerca de calidad dice que es un recurso estratégico que debe ser administrado (Powell, 1995). También podría decirse que la gestión de la calidad es una filosofía de gestión que fomenta una cultura organizacional comprometida con la satisfacción del cliente a través de la mejora continua (Abrunhosa & Moura E Sá, 2008).

Existen dos conceptos clave identificados en la literatura en lo referente a la gestión de la calidad (Au & Choi, 1999):

- Control estático: usa métodos estáticos para el control tanto de la gestión como del proceso de producción.
- Mejoramiento continuo: involucra todos los procesos en la gestión, productos y cadena de servicios.

Teniendo en cuenta que la gestión de la calidad ayuda en el mejoramiento continuo de la organización, en la literatura se mencionan algunos de sus beneficios, tales como mejoramiento de productos y servicios, reducción de costos, clientes y proveedores más satisfechos y mejor rendimiento financiero (Walton, 1986). También otros estudios han encontrado que la gestión de la calidad produce valor a las organizaciones a través de un mejor entendimiento de los requerimientos de los clientes, mayor satisfacción de los clientes, mejor comunicación interna, mejoramiento en la solución de problemas, un mayor compromiso por parte de los empleados, el mejoramiento de las relaciones con los proveedores, disminución de errores y reducción de desperdicios (Juran, 1974).

Todos estos beneficios han influenciado la incorporación de prácticas de gestión de la calidad en las organizaciones. Inclusive la Universidad Industrial de Santander no ha sido ajena al tema de calidad. Por tal motivo la VIE cuenta con un programa de acreditación de laboratorios de servicios de ensayo de análisis de muestras, cuyo objeto es apoyar a los laboratorios de la Universidad en la consecución de la acreditación bajo la norma ISO 17025.

La norma ISO 17025 de 2005 da a los laboratorios científicos de servicios de ensayo de análisis de muestras una guía sobre los requisitos de gestión de la calidad para la realización de ensayos, calibración de equipos y muestreos, sin diferenciar el tipo de laboratorio (ya sea químico, geológico, biológico, etc.), ni el tipo de análisis que estos ejecutan. La norma mencionada está organizada de la siguiente manera:

- Referencias normativas. Se rige bajo la norma ISO 17000 y vocabulario internacional de términos fundamentales y generales de metrología (VIM).
- Términos y definiciones. Se aplican los términos y definiciones encontrados en ISO 17000 y VIM.

- Requisitos relativos a la gestión. Estos se dividen en: Organización; Sistema de gestión; Control de documentos; Revisión de los pedidos, ofertas y contratos; Subcontratación de ensayos y de calibraciones; Compras de servicios y de suministros; Servicios al cliente; Quejas; Control de trabajos de ensayos o de calibraciones no conformes; Mejora; Acciones correctivas; Acciones preventivas; Control de los registros; Auditorías internas; Revisiones por la dirección.

- Requisitos Técnicos. Se divide en: Generalidades; Personal; Instalaciones y condiciones ambientales; Métodos de ensayo y de calibración y validación de los métodos; Equipos; Trazabilidad de las mediciones; Muestreo; Manipulación de los ítems de ensayo o de calibración; Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración; Informe de resultados.

**3.1.2 Open Innovation (OI): Orígenes y generalidades.** En términos generales, la innovación abierta está relacionada con: el aprovechamiento por parte de las organizaciones, de las ideas y tecnologías externas para hacerlas parte de los procesos de innovación e investigación internos, y también con el hecho de que las organizaciones permitan que las ideas y tecnologías internas puedan ser usadas al exterior de la empresa (Chesbrough, 2003a).

Henry Chesbrough considerado el padre del “*Open Innovation*” da una definición formal (siendo la más aceptada en la literatura) de lo que es la innovación abierta: “La innovación abierta es un paradigma que asume que las organizaciones pueden y deben usar las ideas externas así como las internas, y los caminos internos y externos al mercado, mientras las empresas buscan avanzar en su tecnología” (H. W. Chesbrough, 2003).

La innovación abierta podría también entenderse como la antítesis del paradigma vertical tradicional donde las organizaciones realizan actividades internas de I+D y dan lugar a productos desarrollados que luego son distribuidos por la propia empresa.

En el proceso de *OI* se combinan las ideas internas y externas dentro de las arquitecturas y sistemas de la organización. La innovación abierta asume que las ideas internas pueden ser también llevadas al mercado a través de canales externos, fuera de los bordes de la organización. *OI* sugiere que las ideas valiosas pueden llegar tanto dentro como fuera de la compañía y pueden ser comercializadas desde la misma empresa o por caminos externos a ésta (H. Chesbrough, 2006).

Con el fin de ampliar el concepto de innovación abierta es necesario partir del paradigma anterior a éste, el cual tiene por nombre “*Closed Innovation*” y determinar así, por qué se ha dicho que la mentalidad de “hazlo tu solo” en innovación ha quedado obsoleta (Gassmann, 2006).

**3.1.3 El paradigma de la innovación cerrada (Closed Innovation).** En la innovación cerrada, las empresas deben generar sus propias ideas y desarrollarlas, construirlas, comercializarlas, distribuirlas, prestarles servicio, financiarlas y darles soporte. Este paradigma aconseja a las organizaciones a ser autosuficientes debido a que nadie puede garantizar la calidad, la disponibilidad y la capacidad de otros (H. Chesbrough, 2006; H. W. Chesbrough, 2003).

La innovación cerrada crea un ciclo (figura 2) donde las empresas invierten en I+D con el fin de hacer descubrimientos importantes. Esto permite que la compañía lleve nuevos productos y servicios al mercado, incrementando sus ventas y ganancias para luego continuar invirtiendo en investigación y desarrollo interno con el fin de hacer nuevos descubrimientos. La propiedad intelectual (PI) surge a causa de las investigaciones internas, las cuales son cerradas y vigiladas

para que nadie más pueda hacer uso de ellas y obtener algún beneficio propio (H. W. Chesbrough, 2003).

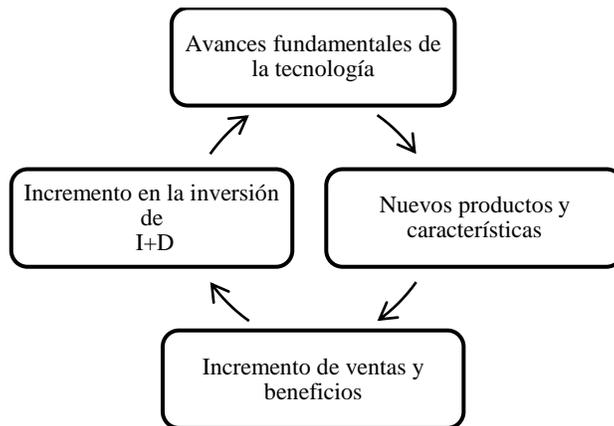


Figura 2. Ciclo de la innovación cerrada. Adaptada de H. W. Chesbrough 2003a. Traducción libre

Este modelo funcionó bien durante casi todo el Siglo XX. Gracias a él se lograron desarrollar varios inventos importantes como la bombilla eléctrica y otros dispositivos de señal, las fibras sintéticas como el nylon en la industria química, los transistores y el láser en los Laboratorios Bell, por mencionar algunos casos (H. W. Chesbrough, 2011).

En la figura 3, se describe el modelo de innovación cerrada el cual tiene forma de embudo, donde las líneas sólidas representan los límites de la empresa y las ideas fluyen dentro de la organización hasta salir al mercado de izquierda a derecha. Durante ese proceso de investigación las ideas son seleccionadas y filtradas. Las ideas sobrevivientes son desarrolladas y llevadas al mercado.

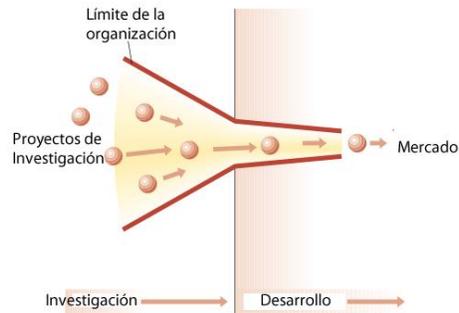


Figura 3. Modelo de Innovación Cerrada. Adaptada de H. W. Chesbrough, 2011. Traducción Libre).

Sin embargo, hacia el final del Siglo XX, varios factores hicieron que el modelo de innovación cerrada dejara de ser efectivo. Entre los muchos factores se puede mencionar, por ejemplo, el aumento en cuanto a número y movilidad de investigadores, ocasionando dificultades a las empresas para tener control de las ideas patentadas y los conocimientos técnicos emergentes. También el crecimiento de capital de riesgo privado ayudó a financiar nuevas empresas, en sus esfuerzos para comercializar ideas que se extendían por fuera de los bordes de los laboratorios de investigación (H. W. Chesbrough, 2011) .

Debido a los factores mencionados, al hacer un descubrimiento importante, los científicos e ingenieros que habían trabajado en esa investigación, tenían la opción de aprovecharla por fuera de la organización, financiados por capital de riesgo en caso de que la compañía inicial no se interesara en la idea. Como resultado, la empresa inicial no se beneficiaría de la inversión hecha en la investigación, y la compañía que se benefició de la idea no reinvertiría las ganancias para financiar la próxima generación de descubrimientos (H. W. Chesbrough, 2003). Y es en ese contexto donde aparece el *Open Innovation*.

**3.1.4 El paradigma de la innovación abierta (*Open Innovation*).** Como se mencionó anteriormente es un paradigma donde se asume que las empresas deberían usar intencionales entradas y salidas de conocimiento para acelerar la innovación interna y expandir el mercado para el uso de la innovación respectivamente. Dicho en otras palabras abrir el conocimiento (Huizingh, 2011).

En la figura 4 se ilustra el modelo de innovación abierta, donde las ideas pueden originarse dentro de la organización y pueden filtrarse del exterior tanto en el estado de investigación como en el estado de desarrollo. Así mismo, ideas generadas internamente pueden salir al exterior para ser usadas por otros. El límite entre la compañía y su entorno es poroso, permitiendo el libre movimiento de las innovaciones entre el interior y el exterior de la empresa.

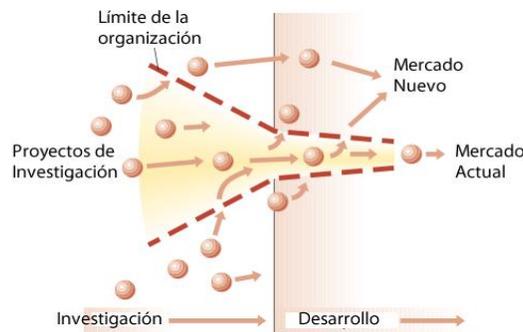


Figura 4. Modelo de Innovación Abierta. Adaptada de H. W. Chesbrough, 2011. Traducción Libre).

En la tabla 1 se muestran los principios de la innovación cerrada frente a los principios de la innovación abierta:

Tabla 2.

*Contraste de principios entre Innovación cerrada y abierta*

No.	Principios de la Innovación Cerrada	Principios de la Innovación Abierta
1	La gente más inteligente en nuestro campo trabaja para nosotros.	No todas las personas inteligentes trabajan para nosotros así que debemos encontrar y aprovechar los conocimientos y la experiencia de los individuos brillantes fuera de nuestra empresa.
2	Para sacar provecho de las actividades de I+D, tenemos que descubrir y desarrollar nosotros mismos.	Actividades externas en I + D pueden crear un valor significativo; actividades internas de I+D son necesarias para reclamar una parte de ese valor
3	Si lo descubrimos primero nosotros, vamos a llevarlo al mercado primero.	Nosotros no tenemos que originar la investigación con el fin de sacar provecho de ella
4	Si somos los primeros en comercializar la innovación, vamos a ganar.	La construcción de un mejor modelo de negocios es mejor que llegar primero al mercado.
5	Si creamos las más grandes y mejores ideas en la industria, vamos a ganar.	Si nosotros hacemos el mejor uso de las ideas internas y externas, vamos a ganar.
6	Nosotros deberíamos tener un control de nuestra propiedad intelectual, de esa forma nuestros competidores no se beneficiarían de ellas.	Deberíamos permitir que otros pudiesen ser beneficiados de nuestra propiedad intelectual y deberíamos comprar la propiedad intelectual de otros cada vez que represente un avance para nuestro modelo de negocios

*Nota.* H.W. Chesbrough, 2011. Traducción libre

Con base en la tabla 1, se puede decir que el *Open Innovation* podría hacer que las actividades de I+D dentro de las organizaciones fuesen más económicas, al permitir el flujo de las ideas tanto externas como internas de la organización a través de los límites de la empresa. Adicional, el aprovechamiento de conocimiento y experiencia de personas externas a la organización

enriquecen los procesos al interior de las mismas y una organización frente a determinado tema de investigación no tendría que empezar desde cero, sino al contrario podría hacer uso del conocimiento compartido por parte de otras organizaciones para avanzar en su investigación.

La apertura del proceso de innovación se ha venido incrementando en la última década (Gassmann, Enkel, & Chesbrough, 2010). Los principios de la innovación abierta ya han venido penetrando la industria del software, la electrónica, las telecomunicaciones, la industria farmacéutica y la biotecnología, por mencionar algunos ejemplos. Organizaciones como SAP y Microsoft han empezado a construir laboratorios descentralizados en campos universitarios para incrementar sus correspondientes capacidades de absorción del exterior al interior de sus organizaciones. Apple siendo una marca fuertemente posicionada ha abierto su propia tecnología a sus usuarios (Gassmann et al., 2010).

Aunque en su comienzo la innovación abierta fue aplicada en multinacionales, trabajos recientes han mostrado que las pequeñas y medianas empresas (PYMES) también han abierto sus procesos de innovación (Gassmann & Keupp, 2007; Huizingh, 2011; van de Vrande, Vanhaverbeke, & Gassmann, 2010). El *Open Innovation* se encuentra todavía en una fase inicial y ofrece un amplio campo en el que académicos, profesionales y los gobiernos pueden estar activos. “La innovación abierta está en el camino de convertirse en innovación” (Huizingh, 2011).

**3.1.5 TQM e innovación.** Teniendo en cuenta que la adopción de la gestión de la calidad y la innovación por parte de las organizaciones se ha venido incrementando en los últimos años, debido a que están asociadas con la obtención de ventajas competitivas (Prajogo & Sohal, 2001), el mundo académico ha estado investigando la relación entre estas dos actividades (López-Mielgo, Montes-Peón, & Vázquez-Ordás, 2009).

Una revisión de la literatura sobre la relación entre la gestión de la calidad total y la innovación muestra que esta relación es compleja y depende de los elementos específicos tomados en cuenta en cada caso (Abrunhosa & Moura E Sá, 2008). Además ambas actividades son de carácter multidimensional (López-Mielgo et al., 2009).

La gestión de la calidad se compone de diferentes elementos o acciones que diversos autores han clasificado en dos grupos aunque con diferentes nombres (Abrunhosa & Moura E Sá, 2008; López-Mielgo et al., 2009):

1. Componentes duros (HC)<sup>2</sup>, elementos mecánicos o de aseguramiento de la calidad. Prácticas relacionadas con el control de procesos y productos para cumplir con los estándares de calidad y satisfacer las especificaciones de fabricación.

2. Componentes blandos (SC)<sup>3</sup>, elementos orgánicos o de gestión total de la calidad. Medidas que tratan de ganarse la participación de los directivos y empleados en la gestión de la calidad: la formación, el aprendizaje y la cooperación interna o trabajo en equipo. Estas medidas tienen por objeto promover los aspectos humanos del sistema de calidad por lo que la empresa puede adaptarse a su entorno cambiante y promover la mejora continua.

---

<sup>2</sup> Por sus siglas en inglés Hard Components

<sup>3</sup> Por sus siglas en inglés Soft Components

A su vez, las innovaciones también se pueden clasificar en dos grandes grupos: incremental y radical. Innovaciones incrementales son las mejoras en los productos actuales de la empresa y/o procesos, mientras que las innovaciones radicales se basan en cambios más profundos, a menudo para lograr avances en los conocimientos derivados de la investigación y el desarrollo (López-Mielgo et al., 2009).

Teniendo en cuenta estas clasificaciones tanto de innovación como de calidad, algunos estudios han demostrado que las empresas que implementan SC tienden a ser más innovadoras (Abrunhosa & Moura E Sá, 2008; López-Mielgo et al., 2009; Petrinjak, Petropoljac, & Maračić, 2011; Prajogo & Sohal, 2001), debido a la orientación de la empresa hacia la mejora continua. Por lo observado, las teorías mostradas en los estudios de la bibliografía, argumentan que la Innovación y la gestión de la calidad no son conceptos contrapuestos, sino al contrario, ambos se complementan. Además, se puede apreciar que las empresas al aplicar tanto TQM e Innovación obtienen mejores resultados (Jimeno & Tejedor, 2011).

**3.1.6 Modelos de Sistemas de Información (SI).** Partiendo del término sistema se toma como referencia el concepto dado por (Wilson, 1993) un sistema es un conjunto estructurado de objetos y (o) atributos junto con las relaciones entre ellos que asociándola a la sinergia de actividades que se ejecutan en medio de la cultura de una organización, en donde la información es un activo (Martínez Musiño, 2010) que representa valor (Cendrero, 2013), podría entonces plantearse que un sistema de información puede ser visto como el conjunto de diferentes tipos de componentes donde se generan flujos de información y conocimiento.

A través de la interacción de sus actores y recursos. Por consiguiente, para ilustrar este planteamiento asociado a los laboratorios de análisis de muestras, se hará uso de los planteamientos de (Wilson, 1993) con respecto al modelado de sistemas de información.

(Wilson, 1993) manifiesta que un modelo es sólo un medio que permite identificar cual es la situación que se pretende analizar, y puede ser representado por medio de diferentes alternativas, tales como las matemáticas, los símbolos o incluso a través de palabras, no perdiendo su concepción de; medio y no resultado, de un proceso de interpretación.

Este mismo autor genera unos parámetros de diseño de modelos orientados a identificar desde el punto de vista de un observador de la organización (vista como un sistema de información en donde se genera una sinergia de actividades relacionadas con un sistema social), tales como: definiciones raíces (DR) y la posibilidad de crear subsistemas que ilustren la interacción entre procesos. En la tabla 2 se muestran los elementos que apoyan la propuesta de una definición raíz:

Tabla 3.

*Nemotécnico CATWOE*

No.	Elemento	Descripción
1	“Cliente” (C)	Cliente (de la actividad), beneficiario o víctima el subsistema, afectado por la(s) actividad(es) principal(es); el objeto indirecto del (de los) verbo(s) de la actividad principal.
2	“Actor(es)” (A)	Los agentes que realizaron u ocasionaron que se realizara, el(los) proceso(s) de transformación o las actividades del sistema.
3	“Transformación” (T)	El núcleo de la DR; un proceso de transformación realizado por el sistema; asumido para incluir el objeto directo del (de los) verbo(s) de la actividad principal.

Tabla 3. (Continuación)

No.	Elemento	Descripción
4	“Weltanschauung” (W)	El marco de trabajo no percibido o dado por sentado, el cual hace significativa esta DR particular.
5	“Propietario” (O)	Propietario del sistema, control, interés o patrocinio; un sistema más amplio que puede explicar el sistema.
6	“Restricciones del ambiente y del sistema más amplio” (E)	Imposiciones ambientales; tal vez interacciones con sistemas más amplios que el mencionado en el concepto anterior, tomándolos como datos.

*Nota.* WILSON, B. (1993). *Sistemas: Conceptos, Metodología y Aplicaciones*. Mexico D.F., Mexico. Editorial Limusa S.A.

Adicionalmente (Wilson, 1993) menciona que los modelos de sistemas de actividad humana, hacen referencia a un modelo cualitativo y conceptual que sirve de apoyo para ilustrar diferentes situaciones de interés en las organizaciones.

Por consiguiente, y tomando en cuenta que los laboratorios de muestras, objeto de estudio, pueden ser vistos como estructuras organizacionales en donde son las personas, sus grupos de interés y sus respectivas interacciones, su principal elemento (Mintzberg, 1984), el presente trabajo de investigación ha tomado a los sistemas de actividad humana como herramientas de representación que contribuyeron a la propuesta del modelo resultante.

Para la elaboración del modelo de SI basado en OI en el presente trabajo de investigación, se tuvo en cuenta lo expuesto en la presente revisión de literatura.

## **3.2 Descripción del proceso de Gestión de Calidad en los laboratorios de análisis de muestras.**

**3.2.1 Recolección de datos.** Con el fin de obtener información relevante para el proyecto de investigación, se tuvo en cuenta lo mencionado por (Torres, 2006), donde expone la importancia de definir fuentes de información y sus respectivos métodos de recolección.

Las fuentes de información pueden ser entendidos como aquellos medios de donde se extraen los datos necesarios para suplir las necesidades de conocimiento frente al problema planteado, clasificándolas en primarias, que hacen referencia a la obtención de datos que el investigador toma directamente de la población o muestra de la población; y secundarias, que son los datos obtenidos de otras fuentes de información tales como artículos científicos, libros, anuarios estadísticos, internet, medios de comunicación entre otros (Torres, 2006). Para efectos del presente trabajo de investigación se usaron fuentes primarias y secundarias.

Relacionado con fuentes primarias, estas se pueden subdividir en observación directa e indirecta, que de acuerdo con (Torres, 2006), la directa le permite al investigador proponer conceptos subjetivos de la realidad observada, mientras que la indirecta usa instrumentos como cuestionarios y encuestas para la interacción del investigador con los actores de la situación problemática identificada. Para efectos del presente trabajo de investigación, se tuvo en cuenta tanto la observación directa como indirecta, en esta última se hizo uso del método de entrevista para la recolección de información (ver tabla 3).

En cuanto a la elección de fuentes secundarias, se llevó a cabo la revisión de la norma ISO 17025:2005 así como los artículos científicos publicados asociados al presente trabajo de investigación (Ramirez, 2012; Ramírez & De la Hoz, 2010).

A continuación, en la tabla 3 se exponen las diferentes fuentes de información usadas en el desarrollo del presente trabajo de investigación:

Tabla 4.

*Fuentes primarias utilizadas en la recolección de datos.*

Fuente de Información	Instrumento	Procedimiento efectuado
Primaria Directa	Observación	A través del acercamiento a los laboratorios de ensayos de análisis de muestras, donde el investigador observó el desarrollo de las actividades ejecutadas por los profesionales en cada uno de los procedimientos al interior de los laboratorios.
Primaria Indirecta	Entrevista	Se aplicaron entrevistas estructuradas y no estructuradas, de forma que se hicieron preguntas iniciales, de las cuales, dependiendo de la respuesta por parte del entrevistado, se generaban otras para ampliar la información que se necesitaba. En este sentido se partía de la aplicación de entrevistas estructuradas para posteriormente aplicar otras de tipo no estructurado.  Algunas de las entrevistas se hicieron presenciales en las instalaciones de los laboratorios y otras a través de video llamadas usando Skype o Hangouts.

Tabla 4. (Continuación)

Fuente de Información	Instrumento	Procedimiento efectuado
		Se tuvo en cuenta la información relacionada con:
Secundaria	Normas, trabajos de investigación, sitios web.	-ISO 17025:2005 -Los procedimientos de los laboratorios publicados en el sitio institucional: <a href="http://www.uis.edu.co">www.uis.edu.co</a> -Artículos y trabajos de investigación (referencia)

En la siguiente sección se encuentra el reporte de la recolección de datos realizada.

**3.2.2 Reporte del diagnóstico.** En el desarrollo de la recolección de datos, se encontró que algunos de los laboratorios no cuentan con una persona dedicada para actividades de incorporación de la calidad a sus procedimientos, pues la mayoría de veces es la persona líder del laboratorio quien se encarga de la gestión de calidad. Además, se observó que aquellos laboratorios que tienen una persona experta y dedicada a la gestión de la calidad, han logrado un mejor avance en la incorporación de la norma ISO 17025 lo cual se evidencia por un mayor número de los parámetros de los ensayos que aplican. Estos puntos clave identificados se presentan en la tabla 4.

Tabla 5.

*Puntos claves del diagnóstico.*

No.	Conclusión / Punto Clave
1	Es necesario continuar el fortalecimiento de los sistemas de gestión de la calidad según la norma ISO 17025. Si bien, los diferentes laboratorios han conseguido acreditar un buen número de parámetros de los ensayos que aplican, aún hay dificultad para conseguir tal fin.
2	A pesar de que todos los laboratorios de análisis de muestras acreditan sus ensayos bajo la norma ISO 17025, no hay uniformidad en el manejo de los procedimientos y tareas para la consecución de tal fin.
3	Existen dificultades por parte de los laboratorios en lo relacionado con la gestión documental. Esto se evidencia en la dificultad para el manejo de versiones de documentos, conflictos para la revisión posterior de las recomendaciones por parte de auditorías internas y externas, entre otros.
4	Es necesario tener un repositorio de experiencias relacionadas con la forma de incorporación de calidad y aplicación de la norma en cada laboratorio.
5	Algunos de los laboratorios han avanzado en mejores prácticas de incorporación de la calidad, y estas experiencias pueden ser usadas por aquellos que han presentado dificultades para tal fin.
6	Muy pocos laboratorios hacen un seguimiento, dan una puntuación, realizan actualizaciones y gestionan la información de los proveedores, siendo estos aspectos claves para el sistema de gestión de calidad. Sin embargo, la mayoría de los laboratorios no realizan este tipo de actividades, situación que afecta el sistema de gestión de la calidad, y que podría evitarse teniendo en cuenta que en un gran porcentaje los laboratorios tienen proveedores en común.
7	Son pocos los laboratorios que hacen realimentación basados en las experiencias de los servicios prestados a los clientes. Situación que en ocasiones produce pérdida de tiempo e inclusive afectaciones de tipo financiero para el laboratorio.
8	El conocimiento adquirido después de cada auditoría realizada a los laboratorios para la acreditación de los parámetros de ensayo, no son aprovechados debido a que no existe una forma innovadora de incorporarlos en sus procesos, aspecto que conllevaría a evitar caer nuevamente en faltas innecesarias.

Adicionalmente, se pudo evidenciar el proceso que se genera en la implementación de la norma ISO/IEC 17025<sup>4</sup> en los laboratorios de ensayo y análisis de muestras de la UIS, lo cual permitió que mediante modelado BPMN (OMG) se ilustraran no sólo las actividades sino los roles de los actores que intervienen en su apropiación. (Los diagramas podrán ser consultados en el anexo A de este documento).

### **3.3 Modelo de sistema de información basado en OI**

Para proponer el modelo de sistema de información, se tomó como base conceptual el modelado de sistemas de (Wilson, 1993), en donde se seleccionó como punto de partida a los Sistemas de Actividad Humana (SAH), debido al conocimiento obtenido a través de la interacción de los actores de los laboratorios, asociado a los temas de procedimientos de ensayo y muestras, gestión de la calidad y OI.

Para el modelo que se ha propuesto, se identificaron los actores que hacen parte de la sinergia organizacional de los laboratorios, se planteó una definición raíz que respalda el modelo, se propuso el modelo del sistema de información haciendo uso de sistemas de actividad humana, de tal forma que se diera paso al desarrollo del prototipo software, con el fin de mostrar la funcionalidad del modelo propuesto. En las siguientes secciones se muestran con mayor detalle el desarrollo de cada uno de estos aspectos.

---

<sup>4</sup> Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.

**3.3.1 Identificación de actores en el sistema de información.** La norma ISO 17025:2005<sup>5</sup> se constituye en la guía para la evaluación de la conformidad de los requisitos para calidad y competencia aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la naturaleza del ensayo y/o la calibración que se realice. Esta norma proporciona las herramientas y la estructura de la gestión de procedimientos en los laboratorios, permitiendo así generar confianza a sus clientes, y mejorar la competitividad y productividad. Algunos de los laboratorios de la UIS que brindan servicios de extensión han resuelto adoptar e implementar esta norma, y la institución viene desarrollando el programa de acreditación de pruebas de laboratorios, bajo los lineamientos de la norma ISO 17025:2005, adscrito y liderado actualmente por la VIE (UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER). Entre los laboratorios vinculados al programa se encuentran:

- Laboratorio Centro de Investigación y Ciencia en Tecnología de Alimentos – CICTA
- Laboratorio de Cromatografía
- Laboratorio Químico de Consultas Industriales
- Laboratorio de Difracción de Rayos X
- Laboratorio Químico de Suelos
- Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales CEIAM
- Laboratorio de Caracterización de Materiales de Construcción
- Laboratorio de Genética
- Laboratorio de Inmunología y Biología Molecular
- Laboratorio Clínico

---

<sup>5</sup> Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración.

En estos laboratorios, de acuerdo con el trabajo previo de (De la Hoz F, Ramírez G, & Gómez F, 2013) y mediante el acercamiento al área de estudio, se lograron identificar los actores del sistema de información presentados en la tabla 5.

Tabla 6.

*Actores en el modelo del sistema de información.*

No.	Actor	Perfil	Actividad
1	Investigador	Estudiante de Maestría en Ingeniería de sistemas e informática.	Acercamiento e intervención en el área de estudio, con el ánimo de brindar soluciones a problemas del manejo de la información que apoya la toma de decisiones.
2	Personal Administrativo	Ingenieros químicos, químicos, ingenieros industriales, o afines.	Realizan actividades de gestión y toma de decisiones tomando en cuenta las normas ISO 9001 y 17025.
3	Personal Técnico	Ingenieros químicos, químicos, o afines.	Encargados de la realización de los ensayos con las muestras en el laboratorio.
4	Auditores	Ingenieros químicos, ingenieros industriales, o afines.	Aquellos expertos en los temas de calidad quienes verifican que los procesos se desarrollen de la forma adecuada.
5	Clientes	Profesionales o empresarios.	Empresas que contratan a los laboratorios para el servicio de ensayo de análisis de muestras.
6	Proveedores y contratistas	Empresarios, distribuidores, prestadores de servicios.	Encargados de prestar servicios y dar los suministros a los laboratorios.
7	Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE).	Institucional	Líder del programa de acreditación de laboratorios.

*Nota.* DE LA HOZ F, J. E., RAMÍREZ G, H., & GÓMEZ F, L. C. (2013). Web mobile en el soporte a actividades de muestreo en laboratorios de análisis de muestras. *Scientia et Technica*, 18(2), 350–355.

**3.3.2 Definición Raíz (DR) del modelo.** Siguiendo la propuesta de (Wilson, 1993) con respecto a los elementos que conforman una DR, en la tabla 6 se describen aquellos que respaldan la DR del modelo propuesto como producto de este trabajo de investigación.

Tabla 7.

*CATWOE del modelo.*

No.	Elemento	Descripción
1	“Cliente” (C)	Teniendo en cuenta que este cliente se refiere al beneficiario de la implementación del presente trabajo de investigación, se identifican como clientes a los laboratorios de ensayo y análisis de muestras
2	“Actor(es)” (A)	Investigador, personal administrativo, personal técnico, auditores, clientes, proveedores, VIE.
3	“Transformación” (T)	La transformación del sistema se refleja en la incorporación de los principios del OI en el modelo de Sistema de Información para el TQM.  El <i>Open Innovation</i> dentro del Modelo de Sistema de Información podría contribuir a hacer que las actividades de TQM dentro de los laboratorios fuesen más económicas y efectivas, así como a el aprovechamiento de conocimiento y experiencia de personas externas a cada laboratorio que
4	“Weltanschauung” (W)	pueden enriquecer los procesos al interior de los mismos y en determinado momento. De esta forma, un laboratorio no tendría que empezar desde cero actividades de calidad, sino al contrario podría hacer uso del conocimiento compartido por otros laboratorios o actores que hacen parte de su sinergia organizacional.
5	“Propietario” (O)	La VIE como líder del programa de acreditación y los encargados de la gestión de la calidad en los laboratorios de ensayo y análisis de muestras.

Tabla 7. (Continuación)

No.	Elemento	Descripción
6	“Restricciones del ambiente y del sistema más amplio” (E)	La aplicación de la norma ISO 17025. La resistencia al cambio por parte de los actores de los laboratorios de ensayo y análisis de muestras.

Una vez se tienen claros los aspectos que permiten formular una DR que incluya todos los factores que hacen viable a un SAH, y siguiendo el planteamiento de (Wilson, 1993), a continuación se propone la DR que orienta la propuesta del modelo basado en *Open Innovation*.

**DR resultante:**

Un sistema de información basado en principios de OI, que apoye la gestión de la calidad en los laboratorios de ensayos y análisis de muestras, tomando en cuenta la norma ISO 17025, que permita a los laboratorios mencionados alcanzar: la efectividad en la incorporación de actividades de TQM y la transferencia de conocimiento en temas de calidad entre los diferentes actores que hacen parte de los laboratorios.

**3.3.3 Propuesta de modelo de sistema de información.** Se propone el modelo de sistema de información basado en los principios de OI para la gestión de la calidad, teniendo en cuenta las actividades que se enmarcan dentro de la ilustración de un sistema de actividad humana (SAH) (Wilson, 1993), (ver figura 5), el cual se agrupa en tres subsistemas denominados así:

- a. Subsistema 1: Kernel de Innovación.
- b. Subsistema 2: Kernel de Colaboración.

c. Subsistema 3: Kernel de Negocio.

A continuación, se describe cada uno de los subsistemas anteriormente mencionados.

a. Subsistema 1: Kernel de Innovación

Dentro de éste primer subsistema, se identifican los siguientes actores involucrados en el proceso de servicio de ensayo al interior de los laboratorios de análisis de muestras: investigadores, personal técnico y personal administrativo. Estos actores, con base en su conocimiento y experiencia profesional, así como en los informes generados por HSLab y encuestas de satisfacción de clientes, realizan un *think tank*, cuyas ideas generadas se registran en una bodega de datos, para posteriormente a través de técnicas de data mining, se identifiquen procesos de mejora y que faciliten la incorporación de la calidad al interior de cada laboratorio.

b. Subsistema 2: Kernel de Colaboración

En el segundo subsistema, teniendo en cuenta las propuestas relacionadas con TQM que han sido generadas en el primer subsistema, tanto por los actores al interior de cada laboratorio como actores externos (clientes y proveedores), se establece la oportunidad de hacer uso de las TIC como herramientas facilitadoras que permiten lograr el aprovechamiento de conocimientos y experiencias por fuera de los laboratorios.

c. Subsistema 3: Kernel de Negocios

Teniendo en cuenta, que dentro de los principios del OI se establece que la construcción de un mejor modelo de negocios es clave en el crecimiento de la organización (laboratorios), el tercer

subsistema toma como insumo las propuestas generadas por parte de los actores de los laboratorios, para crear ofertas de servicios integrales las cuales son divulgadas a través de medios TIC, para abrir espacios donde se generen nuevos mercados.

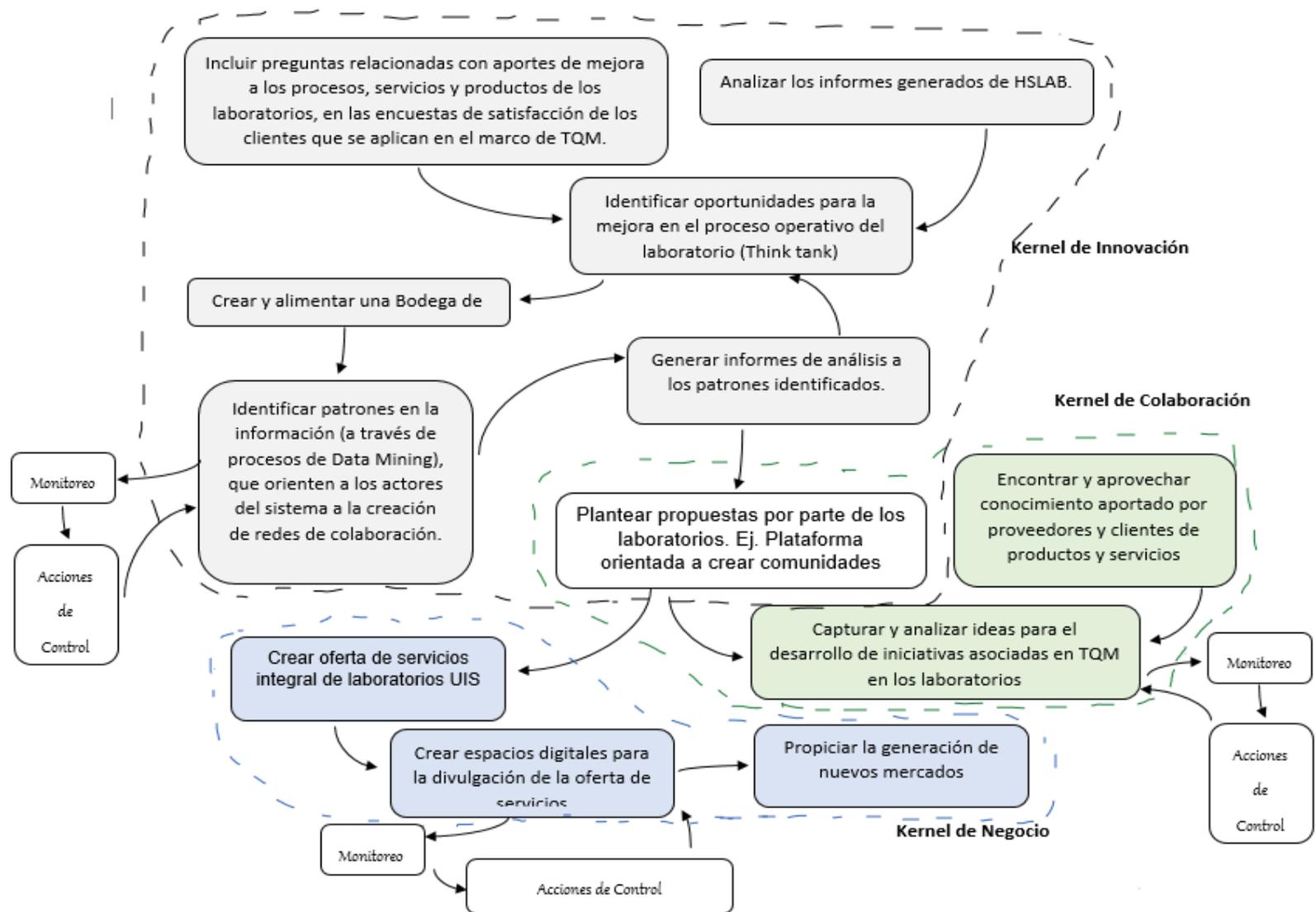


Figura 5. SAH incorporando principios de OI.

Con base en el SAH mostrado en la figura 5, se propone el siguiente modelo conceptual de Sistema de Información (ver figura 6), conformado por los sistemas estratégico y, operativo y de control.

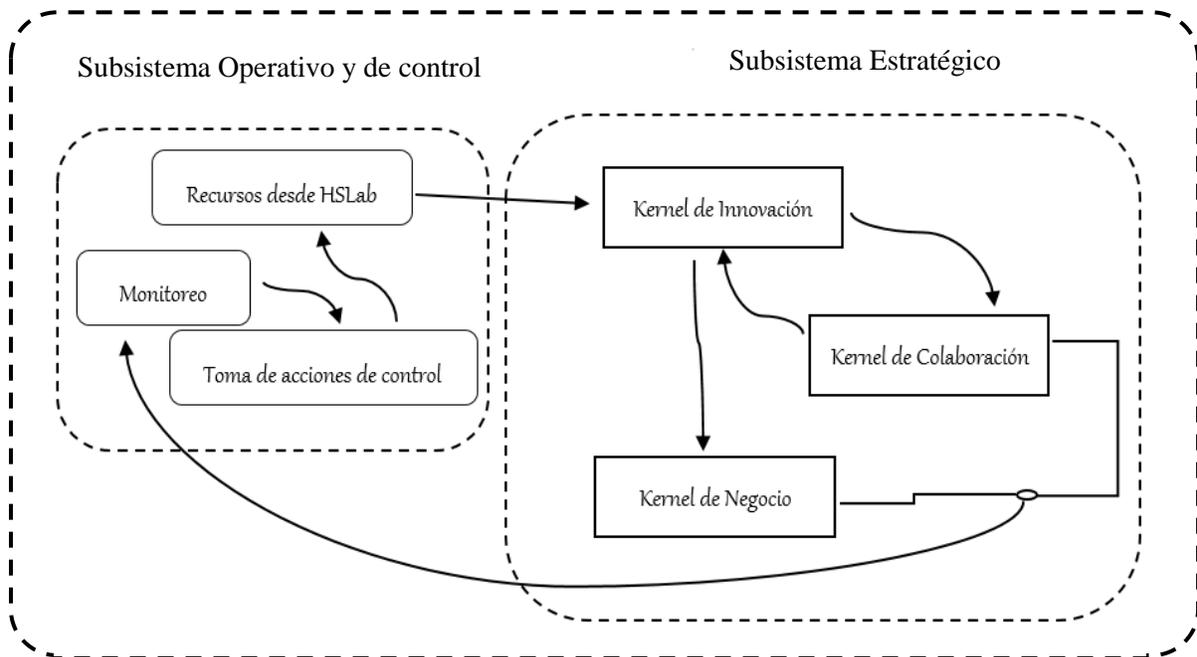


Figura 6. Modelo conceptual de sistema de información basado en OI para incorporación de TQM en laboratorios de ensayo y análisis de muestras.

Seguidamente, se detalla cada uno de los subsistemas presentes en el modelo de sistema de información basado en OI para la incorporación de TQM en laboratorios de análisis de muestras.

**3.3.3.1 Sistema Estratégico:** Este sistema agrupa los subsistemas que han sido planteados en el SAH que incorpora OI a los procesos TQM en laboratorios de ensayo y análisis de muestras, y que dan origen a la propuesta del modelo conceptual, conservando de esta forma la

denominación dada en el SAH mencionado, y que es: subsistema kernel de innovación, subsistema kernel de colaboración y subsistema kernel de negocio.

### **Subsistema Kernel de Innovación**

Dentro de lo referido por (Nagles G, 2007) las organizaciones deben adelantar procesos de innovación al interior de la organización, los cuales en su gran mayoría son generados teniendo en cuenta las ideas aportadas por los actores que hacen parte de la sinergia del laboratorio.

Es por esta razón que en el subsistema Kernel de Innovación, se propone un sistema de tanque de pensamiento “*Think Tank*” (Pautz, 2011), que, en el marco de este proyecto, está orientado a generar mediante el uso de las TIC, una herramienta de almacenamiento de ideas que al ser tratadas mediante la aplicación de los principios de minería de datos (data mining) (Valdiviezo, Santos, & Boticario, 2010), permitirán a los interesados, identificar nuevas propuestas de valor que contribuyan a la toma de decisiones en los laboratorios (ver figura 7), esto teniendo en cuenta que dichas ideas pueden ser generadas como lecciones aprendidas de la experiencia de cada actor tanto interno como externo. Con respecto a los actores externos (Stable Rodríguez, 2012) menciona la importancia de involucrarlos al proceso de ideación ya que son facilitadores “los flujos de intercambio y transferencia de conocimiento”.

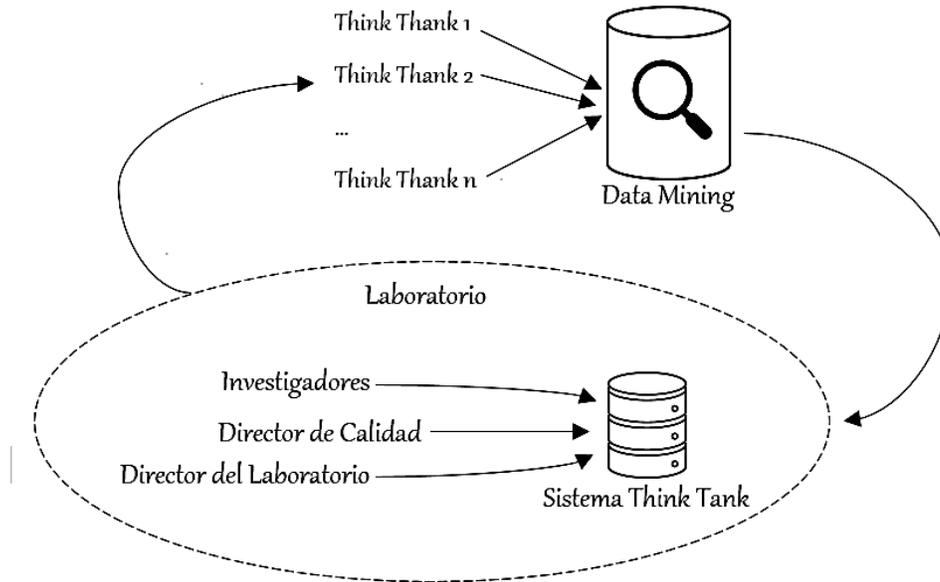


Figura 7. Subsistema Kernel de Innovación.

Para la apropiación de este subsistema, cada uno de los “think tank” de los laboratorios deberán converger a una bodega de datos, para que a partir de ahí se apliquen técnicas de “*data mining*” orientadas a la extracción de información relevante que conduzca a la formulación de actividades que generen una mejora en la incorporación del TQM.

Para este subsistema, los actores internos deberán programar reuniones periódicas de ideación o “Brainstorming”, registrar las ideas de mayor impacto en la organización con respecto a prácticas de calidad en el módulo de think tank. Además, el personal del laboratorio debe programar reuniones que permitan la apropiación de los resultados obtenidos después de realizarse el proceso de data mining a la bodega de datos.

### Subsistema Kernel de Colaboración

(H. W. Chesbrough, 2011) hablando de los principios del OI, menciona que las entidades deben encontrar y aprovechar los conocimientos y la experiencia de los individuos brillantes fuera de la ella, así como hacer un mejor uso de las ideas que se producen al interior y exterior de la organización. Por eso, en el presente subsistema se propone la integración de la información producida en el subsistema Kernel de Innovación, junto con las ideas aportadas por los actores externos de la organización, como los proveedores y clientes, para que a través del uso de TIC se logren aprovechar los conocimientos externos relacionados con la incorporación de la calidad en los laboratorios de servicio de ensayo de análisis de muestras (ver figura 8).

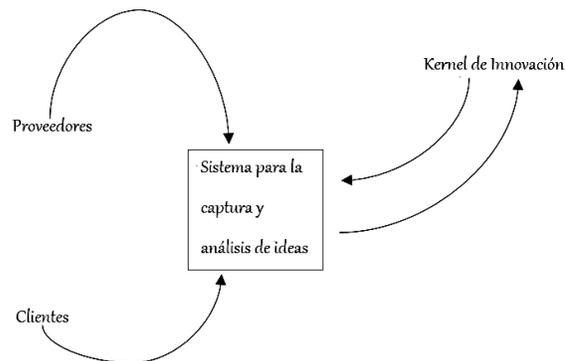


Figura 8. Subsistema Kernel de Colaboración.

Este subsistema deberá estar soportado en una plataforma web, en la que se abrirá espacio para que los clientes del laboratorio aporten ideas de mejora en los procesos de calidad, partiendo de la experiencia que han obtenido en las relaciones que han sido generadas mediante la prestación de servicios de análisis y ensayo de muestras. Del mismo modo, es importante permitir que proveedores registren en la plataforma sugerencias con respecto a suministros,

calibración y mantenimiento de equipos. Estas ideas de actores externos registradas en el módulo de kernel de colaboración, realimentarán el subsistema de kernel de innovación y contribuirán a que los actores de los laboratorios mejoren los procesos de calidad en sus actividades.

### Subsistema Kernel de Negocio

Otro de los principios aportados por el OI, consiste en la construcción de un mejor modelo de negocios por parte de la organización (López & García, 2010), que se vea efectivamente reflejado en la satisfacción del cliente final. Adicional, el TQM permite ventajas competitivas (Camisón & Puig, 2014) y tiene en común con el principio de OI mencionado, que está orientado a la satisfacción del cliente, inclusive en los aspectos económicos. Por eso en este subsistema, se toman como insumo las propuestas generadas por parte de los actores de los laboratorios (tanto internos como externos), para crear ofertas de servicios integrales que sean divulgadas a través de medios TIC, y abrir espacios donde se generen nuevos mercados (figura 9).

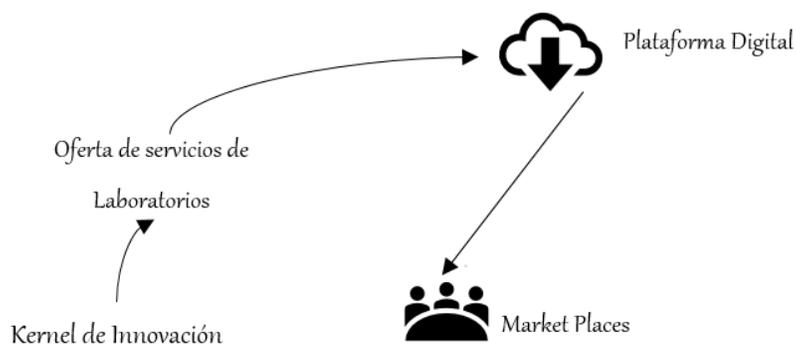


Figura 9. Subsistema Kernel de Negocio.

Con base en lo anterior, y siendo consecuentes con la implementación de los subsistemas anteriores, para la consecución del fin descrito, en este subsistema se propone que a partir de la información que se genere del Kernel de Innovación, se realicen ofertas de servicios integrales a los clientes de los laboratorios. Esta iniciativa debe ser liderada por uno de los actores institucionales clave en este proceso, tal y como lo es la Vicerrectoría de Investigación y Extensión en la UIS.

Además, y basados en la propuesta de valor TIC que este subsistema contempla al complementarse con los dos anteriores, se propone que, a través de una plataforma digital, como una app o un portal web, se facilite a los clientes actuales y clientes potenciales la opción de tener un servicio integral para los análisis solicitados de acuerdo a las exigencias del mercado actual.

**3.3.3.2 Sistema Operativo y de Control:** Este sistema está orientado a brindar herramientas tanto a nivel de gestión administrativa como tecnológico, que soporten la toma de decisiones asociadas tanto a las actividades de OI como a los resultados obtenidos de implementar TQM en los laboratorios de ensayo y análisis de muestras. Por consiguiente, toma como elemento de insumo al sistema estratégico, los recursos ofrecidos por HSLab, de tal forma que desde su apropiación en los procesos que se ejecutan en los laboratorios, se generen datos e información a través de reportes y estadísticas, que permitan a los actores que lideran el desarrollo de tareas, tomar acciones preventivas, correctivas o de mejora, con respecto al alcance de metas que se proponen en la implementación de la norma 17025.

Desde esta perspectiva, este sistema no sólo se encarga de servir de soporte para la apropiación del modelo conceptual propuesto, a través de la generación de iniciativas que

impulsen el uso de HSLab para gestionar cada una de las acciones que contemplan los subsistemas: kernel de innovación, kernel de colaboración y kernel de negocio, sino que, a su vez permite a quienes toman decisiones en los laboratorios, identificar en cualquier instante a través de indicadores de monitoreo, el tipo de decisiones que debe tomarse con respecto a las acciones que deban ser implementadas con el fin de lograr sus objetivos misionales.

### **3.4 Prototipo del modelo de sistema de información basado en OI**

(Arias, 2006), menciona que un prototipo de un sistema de información es una versión anticipada del sistema que muestra las particularidades esenciales del futuro sistema en operación, y su funcionalidad es entregar al usuario medios tangibles para comprender el modelo propuesto y recibir realimentación acerca de los requerimientos.

Por tal motivo, el objetivo del prototipo software en este proyecto, es el de ilustrar a los usuarios de las ventajas de un sistema de información de este tipo, así como recibir realimentación para versiones futuros. Por otro lado, no consiste en el desarrollo total de las funcionalidades del sistema de información basado en los principios del OI para la incorporación del TQM.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, el prototipo para el presente proyecto de investigación, tiene como foco el soporte de los procesos de ideación, realimentación por parte de los actores internos de cada laboratorio. También, la captura de ideas de agentes externos que aporten conocimiento a la incorporación de prácticas de calidad en los laboratorios. El prototipo se desarrolló como un módulo de la herramienta software para la gestión de la información de procesos de servicio de ensayo de laboratorios de análisis de muestras HSLAB, lo cual facilitará

la incorporación de prácticas de calidad de acuerdo a los principios del OI en los procesos de servicio de ensayo de análisis de muestras.

En el diseño de interfaces de usuario se tuvo en cuenta los principios de diseño que facilitarían su uso. Por este motivo, se realizaron diferentes prototipos a lo largo del diseño de la interfaz para comprobar de primera mano qué problemas habituales podría tener el usuario cuando usara el sistema, de tal forma que se pudiera mejorar la interacción de este con la aplicación (Durango Banco, 2014).

El prototipo fue creado con la herramienta Justinmind (JUSTINMIND, 2014-2017). Esta herramienta permite diseñar la interfaz final de la web con todo tipo de detalles, por lo que es posible realizar las pruebas de usabilidad oportunas antes de diseñar la interfaz real de la aplicación.

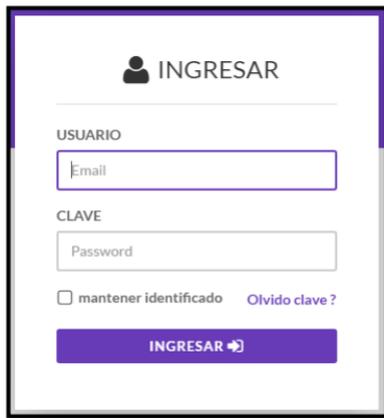
A la hora de diseñar el prototipo, se buscó que fuera atractivo, es decir, que llamara la atención del usuario e incentivara a utilizarlo. En este aspecto se tuvo en cuenta que para cumplir este requisito visual no era necesario inundar la web con objetos, menús o imágenes que no fueran realmente necesarios o aportaran algo al buen funcionamiento de la web, evitando por todos los medios la creación de iconos y menús ambiguos que pudieran generar un despiste en el usuario.

De forma general, se buscó que el sistema de información tuviera consistencia (Schneiderman) entre todas las páginas de las que dispone, es decir, la agrupación de los menús, iconos, cuadros con información, etc. se ordenaron de la misma forma en todas las secciones de esta. Con esto se buscó que el usuario tuviera un mayor grado de asimilación de la web, aportando reconocimiento antes que recuerdo (Nielsen, 1995), de este modo si el usuario era

capaz de controlar la página de inicio también sería capaz de navegar sin problemas por el resto de la aplicación.

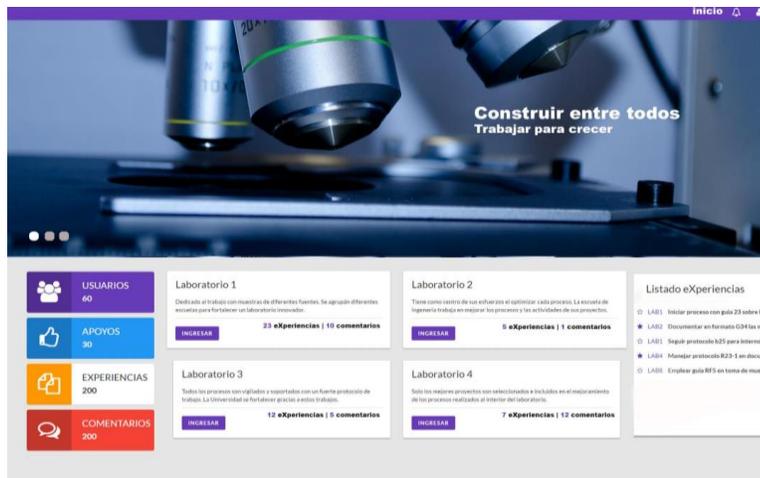
En las figuras 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, se exponen algunas de sus interfaces.

## Ingreso usuario



Todo usuario se identifica para ingresar al sistema y conocer las “eXperiencias” o proponer las propias.

Figura 10. Interfaz 1 del prototipo software.



*“Esta es la vista cuando un usuario ingresa”*

Figura 11. Interfaz 2 del prototipo software.

## En la plataforma [ estadística ]

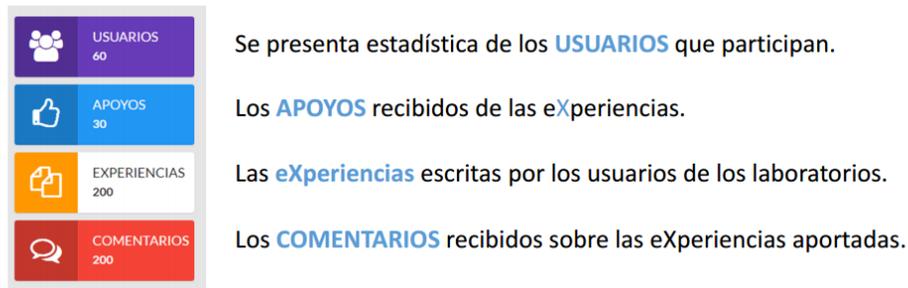
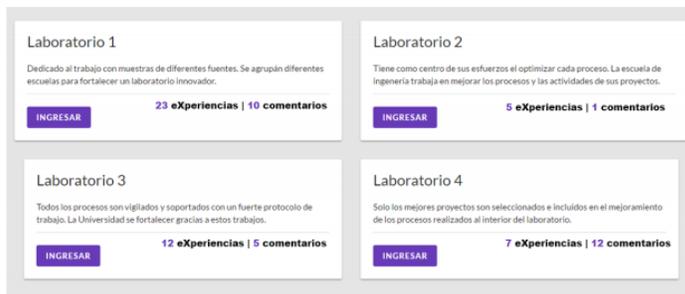


Figura 12. Interfaz 3 del prototipo software.

## En la plataforma [ laboratorios ]



“Se encuentran los laboratorios registrados con indicadores del número de **eXperiencias** recibidas y los comentarios aportados”.

Figura 13. Interfaz 4 del prototipo software.

## En la plataforma [ eXperiencias ]



“En la parte derecha se podrá encontrar las últimas **eXperiencias** que los usuarios han ingresado en la plataforma.”.

Figura 14. Interfaz 5 del prototipo software.

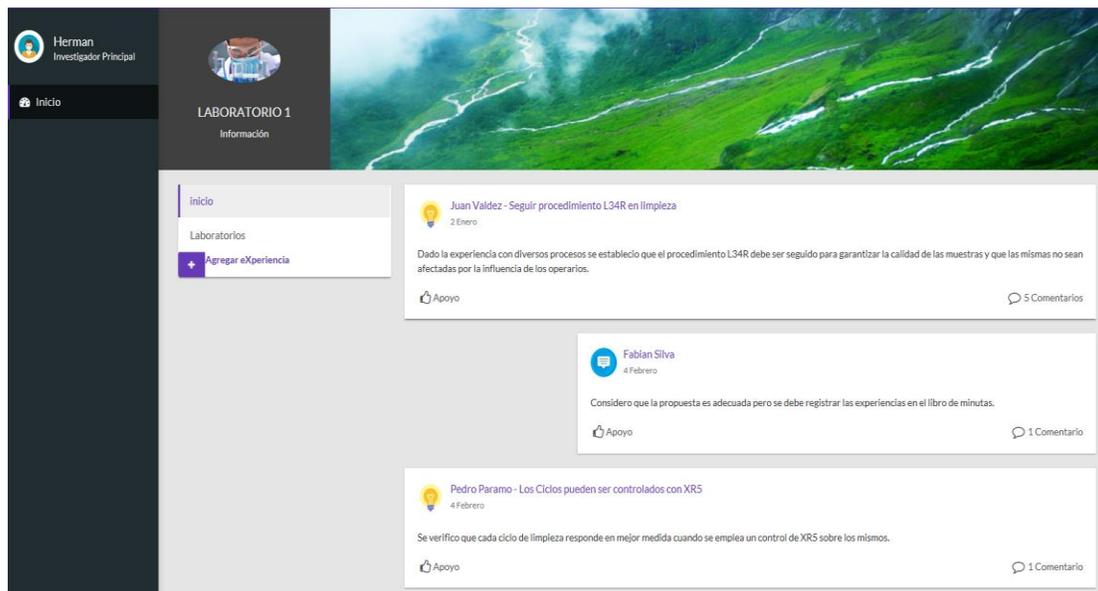


Figura 15. Interfaz 6 del prototipo software.

## Agregar eXperiencia

Ingresar eXperiencia  
Formulario de ingreso

Datos

Titulo

Descripción   
Describa en detalle la eXperiencia que desea compartir.

Area

Soportes  Ningún archivo seleccionado

Se ingresan los datos que el usuario considere pertinente sobre su eXperiencia.

“El nombre del usuario que publica y la fecha son tomados del sistema”.

Figura 16. Interfaz 7 del prototipo software.

## 4. Conclusiones

Como resultado de la investigación presentada, se concluye que existe una relación entre los principios del OI y el TQM en un caso particular como el de los laboratorios de análisis de muestras del programa de acreditación la UIS, esto debido a: la pluralidad de profesionales e investigadores que conforman los diferentes equipos de trabajo al interior de los laboratorios, las diferentes formas en que éstos equipos de trabajo abordan el TQM al interior del laboratorio permitiendo crear un valor significativo para la incorporación de prácticas de calidad en

laboratorios de análisis de muestras, el uso de las ideas externas generadas entre los diferentes laboratorios para la incorporación de la calidad y la construcción en conjunto de procesos para la incorporación de la misma con base a las experiencias exitosas de cada laboratorio.

Se logró Incorporar los principios del paradigma de innovación abierta en un sistema de información para el apoyo de la gestión de la calidad, aportando así al crecimiento del programa de acreditación de laboratorios de la VIE en la UIS. Además, se contribuyó con la comunidad académica y científica en cuanto al uso del paradigma mencionado en un caso particular como el TQM.

En cuanto a la metodología empleada para el desarrollo de este trabajo de investigación, se puede decir que por medio de las 5 fases propuestas se definieron los aspectos fundamentales para crear las bases sólidas que sustentaran el modelo de SI basado en OI. Con respecto al SAH y la MDA usados para el modelado del SI, cabe destacar que son dos buenas herramientas que facilitaron la construcción del Modelo de Sistema de Información ya que promueven un proceso de desarrollo de sistemas mejorados y ayudan a separar la lógica de la aplicación y la tecnología de la plataforma.

## **5. Recomendaciones**

Es importante que para la aplicación del modelo de sistema de información basado en OI resultado de esta investigación, se genere una política al interior de la universidad que permita la adopción del modelo en los laboratorios de análisis de muestras.

Se recomienda la implementación a futuro de un Sistema de Información con base en el modelo y el prototipo propuesto en el presente trabajo de investigación, ya esta actividad estaba por fuera del alcance del presente proyecto.

**Referencias bibliográficas**

- ABRUNHOSA, A., & MOURA E Sá, P. (2008). Are TQM principles supporting innovation in the Portuguese footwear industry? *Technovation*, 28(4), 208–221. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.08.001>
- ARIAS, M. (2006). La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software. *Revista InterSedes © Universidad de Costa Rica*, 6(10). Disponible en: <http://www.intersedes.ucr.ac.cr/ojs/index.php/intersedes/article/viewFile/119/118>
- AU, G., & CHOI, I. (1999). Facilitating implementation of total quality management through information technology. *Information & Management*, 36(6), 287–299. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(99\)00030-0](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(99)00030-0)
- CAMISÓN, C., & PUIG, A. (2014). Innovaciones y prácticas organizativas como determinantes de la competitividad. *EI*, 59–70.
- CHESBROUGH, H. (2006). *Open Innovation : A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation*. Oxford, England: Oxford University Press.
- CHESBROUGH, H. W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business School Press.
- DE LA HOZ F, J. E., RAMÍREZ G, H., & GÓMEZ F, L. C. (2013). Web mobile en el soporte a actividades de muestreo en laboratorios de análisis de muestras. *Scientia et Technica*, 18(2), 350–355.
- GASSMANN, O. (2006). Editorial Opening up the innovation process : towards an agenda, 223–228.

- GASSMANN, O., ENKEL, E., & CHESBROUGH, H. (2010). The future of open innovation. *R&D Management*, 40(3), 213–221. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00605.x>
- GASSMANN, O., & KEUPP, M. M. (2007). The competitive advantage of early and rapidly internationalising SMEs in the biotechnology industry: A knowledge-based view. *Journal of World Business*, 42(3), 350–366. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2007.04.006>
- HACKMAN, J. R. (1995). Total Quality Management : Empirical , Conceptual , and Practical Issues Ruth Wageman, 40(2), 309–342.
- HUIZINGH, E. K. R. E. (2011). Open innovation: State of the art and future perspectives. *Technovation*, 31(1), 2–9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2010.10.002>
- ICONTEC. (2005). Norma Técnica Colombiana NTC-ISO / IEC 17025, 49.
- JIMENO, J., & TEJEDOR, J. (2011). Estudio de la influencia de la innovación, gestión de la calidad y estrategia en los resultados empresariales. Proyecto fin de carrera. Universidad de Zaragoza. Universidad de Zaragoza España.
- LÓPEZ-MIELGO, N., MONTES-PEÓN, J. M., & VÁZQUEZ-ORDÁS, C. J. (2009). Are quality and innovation management conflicting activities? *Technovation*, 29(8), 537–545. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2009.02.005>
- LÓPEZ, J., & GARCÍA, A. (2010). Innovación abierta: Desafíos organizacionales de este modelo de gestión de la innovación para las empresas. *Revista Galega de Economía*, 19, 1–13.
- MAYLE, D. (2006). *Managing Innovation and Change*. London, England. Sage Publications.
- MINTZBERG, H. (1984). Power and Organization Life Cycles. *Academy of Management Review*, 9(2), 207–224.

- MYERS, M. (1997). Qualitative Research in Information Systems. *MIS Quarterly*, 27(1), 241-242
- NAGLES G, N. (2007). La gestión del conocimiento como fuente de innovación. *Escuela de Administración de Negocios*, 61, 77–87.
- PAUTZ, H. (2011). Revisiting the think-tank phenomenon. *Public Policy and Administration*, 26(4), 419–435.
- PETRINJAK, I., PETROPOLJAC, D., & MARAČIĆ, V. (2011). Innovation and total Quality Management, 1614–1680.
- POWELL, T. C. (1995). Total Quality Management as Competitive Advantage: A Review and Empirical Study. *Strategic Management Journal*, 16(1), 15–37.
- PRAJOGO, D. I., & SOHAL, A. S. (2001). TQM and innovation: a literature review and research framework, 21(July 2000), 539–558.
- RAMÍREZ, H., DE LA HOZ, J.E., & GÓMEZ, L.C. (2013). Cloud Computing in Information Management in Analysis Laboratories. *International Journal Of Technology Knowledge And Society* ISSN: 1832-3669 ed: v.9 fasc.1 p.99 - 99 .
- RAMÍREZ, H., & DE LA HOZ, J. E. (2010). Herramienta software basada en la arquitectura soa para el control de procesos del servicio de ensayo y mantenimiento de equipos del laboratorio de cromatografía de la universidad industrial de santander (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Colombia.
- RAMÍREZ, H., DE LA HOZ, J.E., & GOMEZ, L.C. (2011). HSLAB: Sistema de Gestión de Información de los servicios de ensayo de laboratorios de análisis de muestras según la norma ISO 17025. *Colombia Inge Cuc* ISSN: 0122-6517 ed: Editorial Mejoras v.7 fasc.1 p.189 - 197.

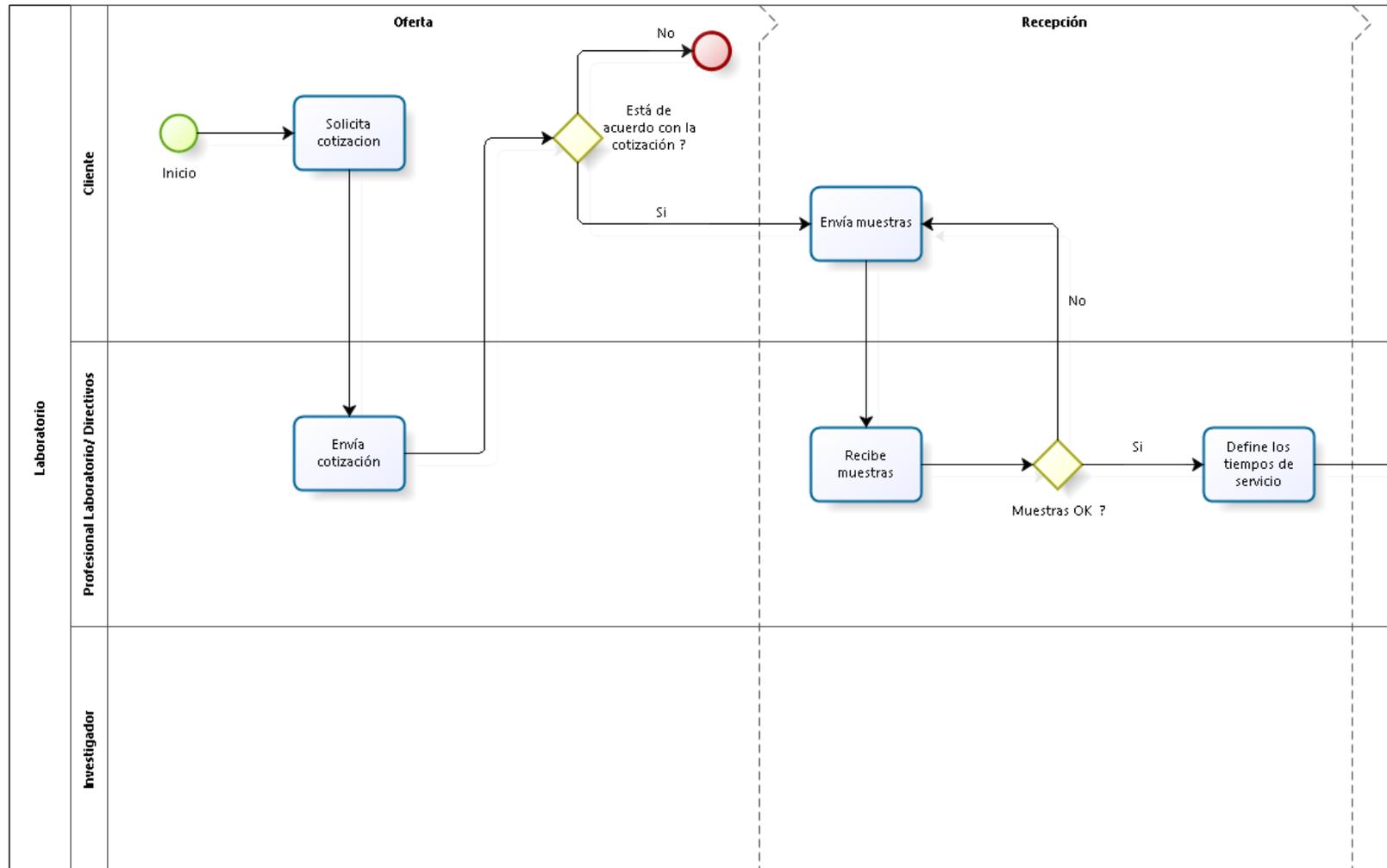
- RAMÍREZ, H., DE LA HOZ, J.E., & GOMEZ, L.C. (2012). Cloud Storage aplicado en la gestión de la calidad y manejo de documentos en laboratorios científicos. *Revista De La Escuela Colombiana De Ingeniería*. ISSN: 0121-5132 ed: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería v.oct-dic fasc.N/A p.999 - 999.
- SCHAFFER, R. H., & THOMSON, H. A. (1992). Successful Change Programs Begin with Results. *Harvard Business Review*, 80–89.
- STABLE RODRÍGUEZ, Y. (2012). Auditoría de información y conocimiento en la organización. *Ingeniería Industrial*, XXXIII(3), 260–271.
- VALDIVIEZO, P., SANTOS, O., & BOTICARIO, J. (2010). Aplicación de métodos de diseño centrado en el usuario y minería de datos para definir recomendaciones que promuevan el uso del foro en una experiencia virtual de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 13(2), 237–264. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5944/ried.2.13.824>
- VAN DE VRANDE, V., VANHAVERBEKE, W., & GASSMANN, O. (2010). Broadening the scope of open innovation : past research , current state and future directions, 52, 221–235.
- WILSON, B. (1993). *Sistemas: Conceptos, Metodología y Aplicaciones*. Mexico D.F., Mexico. Editorial Limusa S.A.
- WRUCK, K. H., & JENSEN, M. C. (1994). science , specific knowledge , and total quality management total quality management, 18, 247–287.
- YOUNG, S. M. (1992). A Framework for Successful Adoption and Performance of Japanese Manufacturing Practices in the United States a framework for successful adoption and performance of japanese manufacturing practices in the united states, 17(4), 677–700

## Apéndices

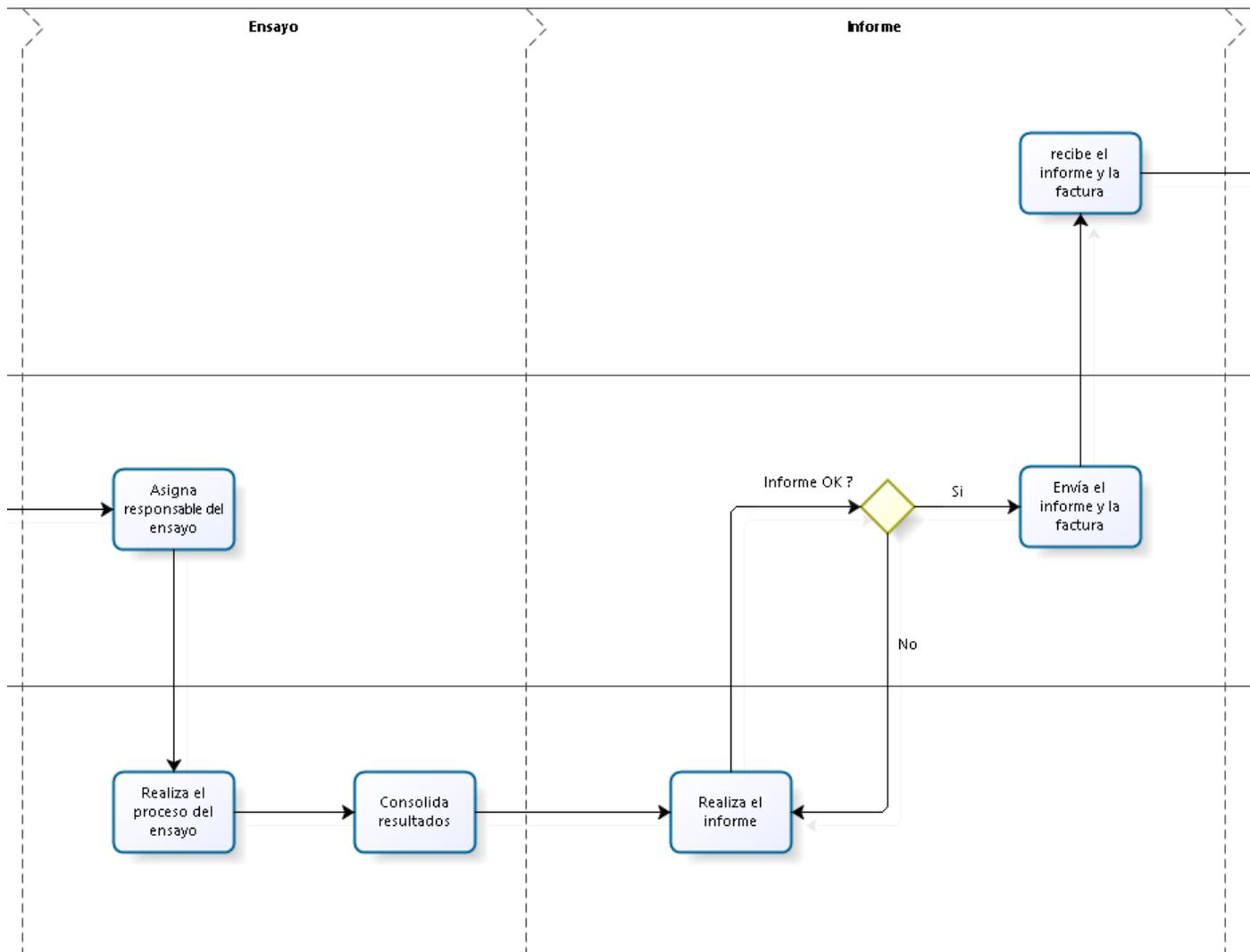
### Apéndice A. Diagramas

Los diagramas que a continuación se presentan, han sido elaborados con el software bizagi, y son el modelado de procesos que se identificaron en el acercamiento realizado a los laboratorios de ensayo y análisis de muestras de la UIS, en los que se involucra la apropiación de la norma ISO/IEC 17025. (Los procesos son ilustrados de forma holística con respecto al laboratorio, y de manera particular con relación a la metrología allí desarrollada).

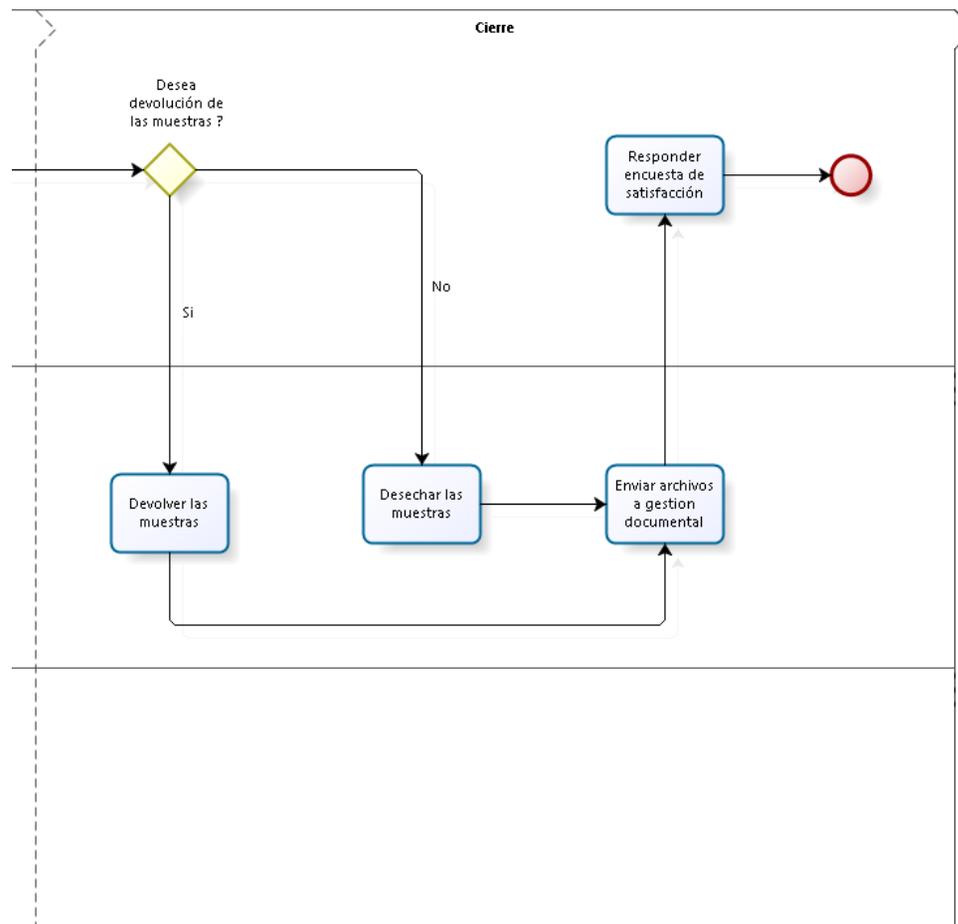
LABORATORIO (PARTE 1)



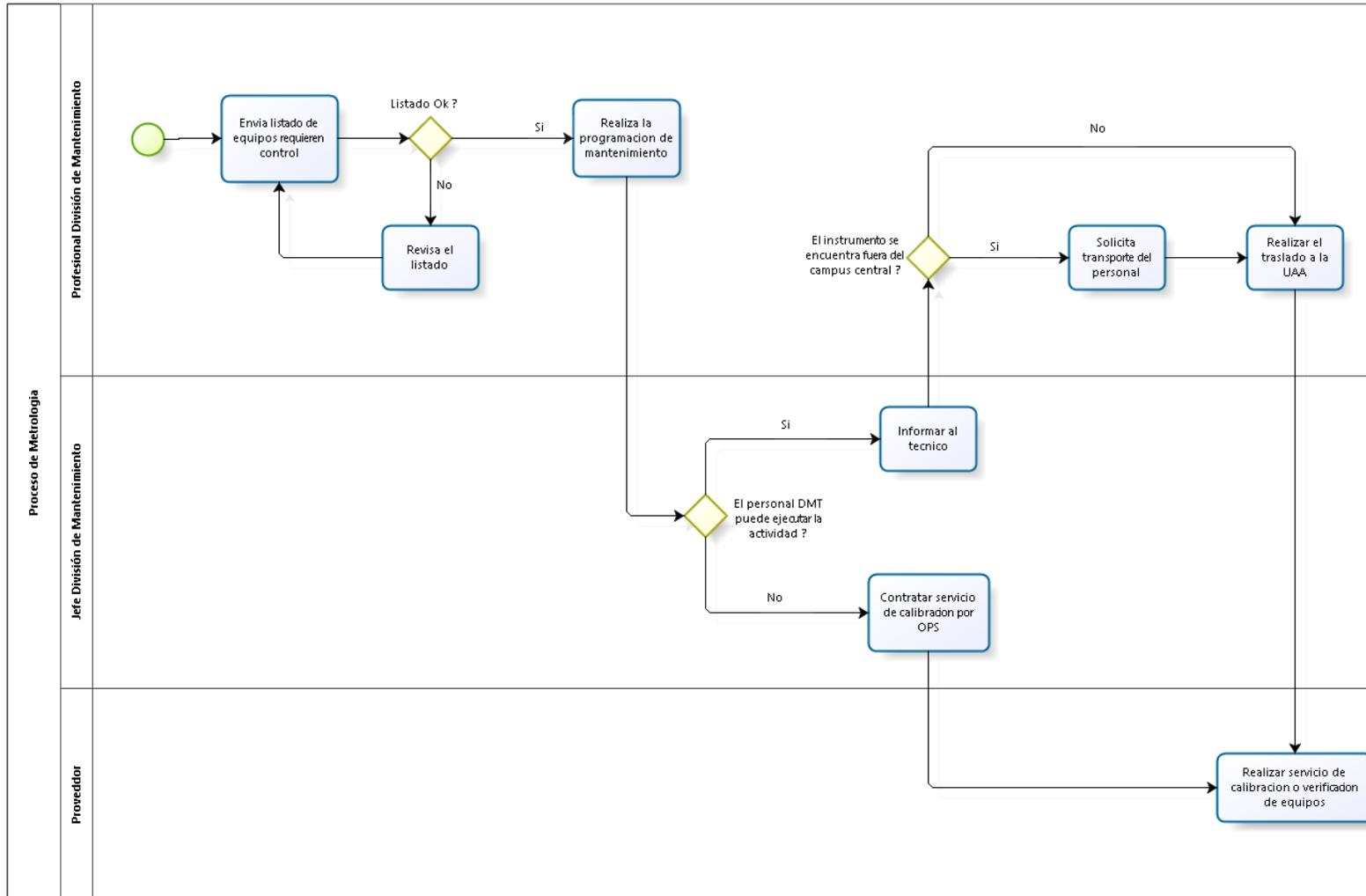
LABORATORIO (PARTE 2)



LABORATORIO (PARTE 3)



METROLOGÍA (PARTE 1)



METROLOGÍA (PARTE 2)

