



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – INGENIERIA INDUSTRIAL

UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y DE GESTIÓN PARA EL APOYO EN LA
TOMA DE DECISIÓN EN LA IMPLANTACIÓN DE LA NORMA ISO 17025:2005 EN
LABORATORIOS UNIVERSITARIOS: EL CASO DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA
CIVIL L-4 DE LA FES ARAGÓN.

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN INGENIERÍA

PRESENTA:
FRIAS BAUTISTA LAURA ROSALIA

TUTOR PRINCIPAL
M.I. GILBERTO GARCIA SANTAMARIA GONZALEZ
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

MÉXICO, D. F. FEBRERO 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Velázquez Vázquez Daniel
Secretario: Dra. Monroy León Cozumel Allanec
Vocal: M.I. García Santamaría González Gilberto
1^{er}. Suplente: Dra. Huerta Barrientos Aida
2^{do}. Suplente: M.I. Macedo Chagolla Fernando

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería

TUTOR DE TESIS:

M.I. García Santamaría González Gilberto

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN | 11 |
| 1.1 La problemática y su contexto | 11 |
| 1.2 Problema por resolver | 19 |
| 1.3 Objeto de estudio | 19 |
| 1.4 Objetivo general y objetivos específicos | 19 |
| 1.5 Aportación de la tesis | 20 |
| 1.6 Estrategia de investigación | 20 |
| CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO | 22 |
| 2.1 Dinámica de Sistemas y Estudio de Factibilidad. | 22 |
| 2.2 Concepto de Factibilidad y Estudio de Factibilidad | 23 |
| 2.2.1 Estudio de Factibilidad técnica y de gestión | 26 |
| 2.3 Sistema de Gestión de Calidad SGC | 26 |
| 2.4 Ventaja competitiva | 29 |
| 2.5 Aplicaciones de Estudios de Factibilidad. | 29 |
| CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y DE GESTIÓN | 38 |
| 3.1 Generalidades | 39 |
| 3.2 Indicadores de Gestión | 43 |
| 3.2.1 Indicadores de Gestión: Generales | 44 |
| 3.2.2 Indicadores de Gestión: Competencia del personal | 45 |
| 3.2.3 Indicadores de Gestión: Actividades del Sistema de Gestión de | 46 |
| Calidad | |
| 3.2.4 Indicadores de Gestión: Procedimientos de Gestión | 47 |
| 3.3 Indicadores Técnicos | 48 |
| 3.3.1 Indicadores Técnicos: Actividades Técnicas | 49 |
| 3.3.2 Indicadores Técnicos: Procedimientos Técnicos | 50 |
| 3.3.3 Indicadores Técnicos: Equipo e Infraestructura | 51 |

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 4. CASO DE ESTUDIO: LABORATORIO L-4 INGENIERÍA CIVIL DE CONSTRUCCIÓN Y GEOTECNIA DE LA FES ARAGÓN | 53 |
| 4.1 Resultados: Indicadores de gestión | 53 |
| 4.1.1 Resultados: Indicadores de gestión - Generales | 55 |
| 4.1.2 Resultados: Indicadores de gestión – Competencia del personal. | 56 |
| 4.1.3 Resultados: Indicadores de gestión - Actividades del SGC | 58 |
| 4.1.4 Resultados: Indicadores de gestión - Procedimientos de Gestión | 60 |
| 4.2 Resultados: Indicadores Técnicos | 61 |
| 4.2.1 Resultados: Indicadores Técnicos - Actividades Técnicas | 63 |
| 4.2.2 Resultados: Indicadores Técnicos - Procedimientos Técnicos | 64 |
| 4.2.3 Resultados: Indicadores Técnicos - Equipo e Infraestructura | 66 |
| 4.3 Resultados Globales | 68 |
| 4.4 Recomendaciones | 69 |
| CONCLUSIONES | 71 |
| BIBLIOGRAFÍA | 73 |

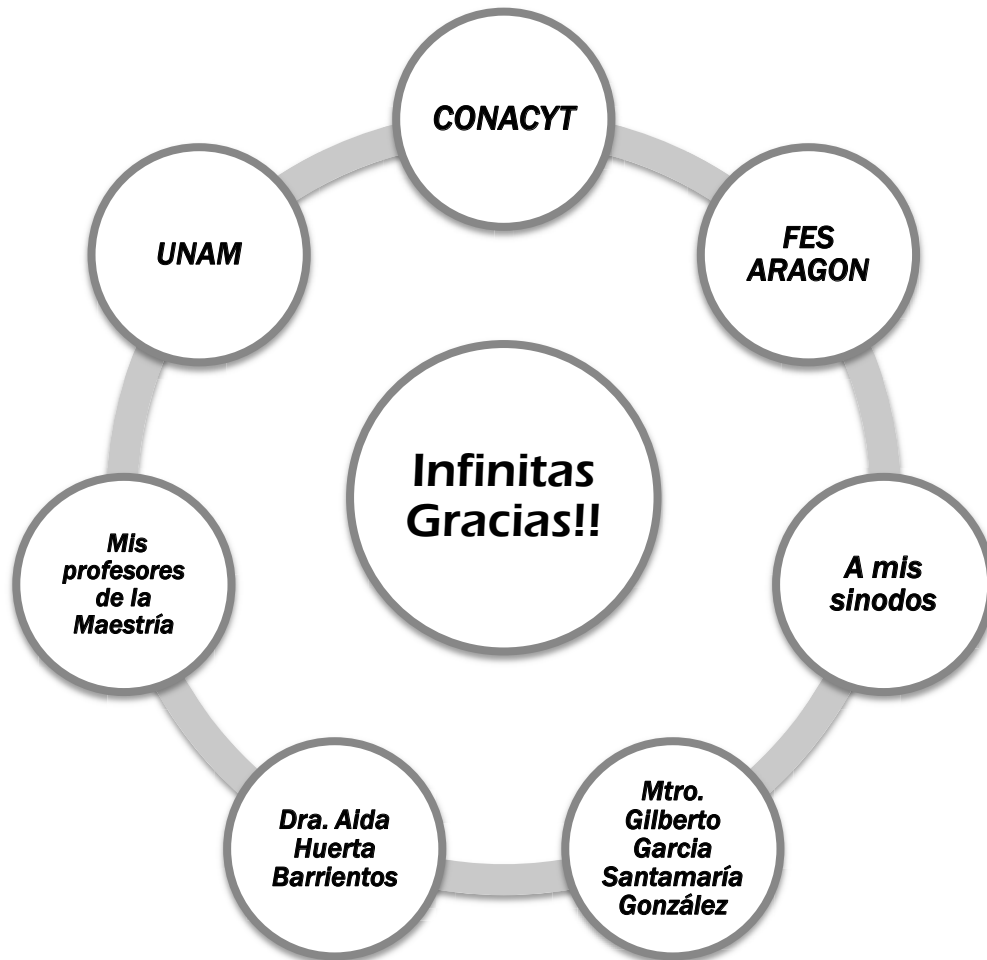
ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Temas abordados en el trabajo de tesis | 11 |
| Figura 2. Primer certificado ISO 9001:2000 | 14 |
| Figura 3. Segundo certificado ISO 9001:2008 | 14 |
| Figura 4. Ubicación del laboratorio de Ingeniería Civil L-4 en la FES Aragón | 17 |
| Figura 5. Fachada externa del laboratorio de Ingeniería Civil L-4 | 17 |
| Figura 6. Almacén de herramientas y materiales | 18 |
| Figura 7. Contenedores de materiales grava, arena, tepetate y tezontle | 18 |
| Figura 8. Área externa para preparación de mezclas | 18 |
| Figura 9. Alumnos preparando probetas para pruebas de ensayo durante la realización de una práctica | 19 |
| Figura 10. Máquina Universal de 200 toneladas | 19 |
| Figura 11. Tamizador de materiales pétreos y férreos | 19 |
| Figura 12. Máquina Universal de 60 toneladas | 19 |
| Figura 13. Prensa Hidráulica | 20 |
| Figura 14. Distribución de la estrategia del trabajo de tesis en el tiempo | 23 |
| Figura 15. Fases de la estrategia de investigación | 23 |
| Figura 16. Diferentes definiciones de factibilidad | 26 |
| Figura 17. Clasificación de los estudios de factibilidad | 26 |
| Figura 18. Diferentes definiciones de estudio de factibilidad | 27 |
| Figura 19. Gurús de la calidad y sus filosofías de calidad | 29 |
| Figura 20. Principales investigadores de estudios de factibilidad y sus publicaciones | 32 |
| Figura 21. Principales países en donde se realizan estudios de factibilidad y sus publicaciones | 33 |
| Figura 22. Publicaciones de estudios de factibilidad del 2009 al 2015 | 34 |
| Figura 23. Áreas con mayor número de estudios de factibilidad publicados | 35 |
| Figura 24. Principales investigadores de estudios de factibilidad y sus publicaciones | 36 |
| Figura 25. Principales países en donde se realizan estudios de factibilidad y sus publicaciones | 37 |
| Figura 26. Publicaciones de estudios de factibilidad del 2009 al 2015 | 38 |
| Figura 27. Áreas con mayor número de estudios de factibilidad publicados | 39 |
| Figura 28. Definiciones en la que se basa el trabajo de tesis | 40 |
| Figura 29. Tabla de indicadores de gestión y técnicos | 41 |
| Figura 30. Tiempo de Evaluación | 42 |
| Figura 31. Unidades de medida | 43 |
| Figura 32. Indicadores del estudio de factibilidad. Porcentajes | 44 |
| Figura 33. Indicadores de Gestión. Categorías | 45 |
| Figura 34. Indicadores de Gestión. Tabla de porcentajes | 45 |
| Figura 35. Indicadores de gestión. Categoría: Generales | 46 |
| Figura 36. Indicadores de gestión. Categoría: Competencia del personal | 47 |
| Figura 37. Indicadores de gestión. Categoría: Actividades del Sistema de Gestión de Calidad SGC | 48 |
| Figura 38. Indicadores de gestión. Categoría: Procedimientos de gestión | 49 |
| Figura 39. Indicadores Técnicos. Categorías | 50 |
| Figura 40. Indicadores Técnicos. Tabla de porcentajes | 50 |

| | |
|---|----|
| Figura 41. Indicadores técnicos. Categoría: Actividades técnicas | 51 |
| Figura 42. Indicadores técnicos. Categoría: Procedimientos técnicos | 52 |
| Figura 43. Indicadores técnicos. Categoría: Equipo e Infraestructura | 53 |
| Figura 44. Resultados globales: Indicadores de Gestión | 56 |
| Figura 45. Resultados globales: Indicadores de Gestión aplicados al laboratorio L4 de Ingeniería civil | 56 |
| Figura 46. Resultados: Indicadores de gestión- GENERALES | 57 |
| Figura 47. Resultados: Porcentajes de indicadores de gestión- GENERALES | 57 |
| Figura 48. Resultados: Indicadores de gestión- COMPETENCIA DEL PERSONAL | 58 |
| Figura 49. Resultados: Indicadores de gestión- COMPETENCIA DEL PERSONAL | 58 |
| Figura 50. Resultados: Indicadores de gestión aplicados al laboratorio L4 de Ingeniería civil. - COMPETENCIA DEL PERSONAL | 59 |
| Figura 51. Resultados: Indicadores de gestión- ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD SGC | 60 |
| Figura 52 Resultados: Indicadores de gestión- INDICADORES | 61 |
| Figura 53 Resultados: Indicadores de gestión que si aplican al laboratorio L4 - INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD | 61 |
| Figura 54. Resultados: Indicadores de gestión- PROCEDIMIENTOS DE GESTIÓN | 62 |
| Figura 55 Resultados: Indicadores de gestión aplicados al laboratorio L4 de Ingeniería civil. – PROCEDIMIENTOS DE GESTIÓN | 62 |
| Figura 56. Resultados globales: Indicadores técnicos | 63 |
| Figura 57. Resultados globales: Indicadores técnicos | 64 |
| Figura 58. Resultados: Indicadores técnicos – ACTIVIDADES TECNICAS | 64 |
| Figura 59. Resultados: Indicadores técnicos – ACTIVIDADES TECNICAS | 65 |
| Figura 60. Resultados: Indicadores técnicos aplicados al laboratorio L4 de Ingeniería civil. – ACTIVIDADES TECNICAS | 65 |
| Figura 61. Resultados: Indicadores técnicos – PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS | 66 |
| Figura 62. Resultados: Indicadores técnicos – ACTIVIDADES TECNICAS | 66 |
| Figura 63. Resultados: Indicadores técnicos aplicados al laboratorio L4 de Ingeniería civil. – ACTIVIDADES TECNICAS | 67 |
| Figura 64. Resultados: Indicadores técnicos – EQUIPO E INFRAESTRUCTURA | 68 |
| Figura 65. Resultados: Indicadores técnicos – EQUIPO E INFRAESTRUCTURA | 69 |
| Figura 66. Resultados: Indicadores técnicos aplicados al laboratorio L4 de Ingeniería civil.– EQUIPO E INFRAESTRUCTURA | 69 |
| Figura 67. Resultados Globales | 70 |
| Figura 68. Resultados Globales para el proyecto de implantación de la norma ISO 17025:2005 en el laboratorio L-4 de Ingeniería Civil | 70 |

“Basta un poco de espíritu aventurero para estar siempre satisfechos, pues en esta vida, nada sucede como deseábamos, como suponíamos, ni como teníamos previsto”.

Noel Clarasó



Existe un sentimiento que exige estimar la ayuda o beneficio que hemos recibido o que nos ha hecho otra persona, y a corresponder a él de alguna manera, ese sentimiento es la ¡Gratitud! Aunque no lo diga, mi corazón y mi mente recuerdan cada gesto amable, cada favor y cada sonrisa que ha alegrado mi vida. Muchas Gracias a todos los que hacen de mi vida la mejor, mi corazón queda eternamente agradecido. Con mención especial para mis papás Roge y Paty, y para mi compañero de vida Miguel.

Laura Frias

INTRODUCCIÓN

Cuando puedes medir aquello de lo que estás hablando y expresarlo en números puede decirse que sabes algo acerca de ello: pero, cuando no puedas medirlo, cuando no puedes expresarlo en números, tu conocimiento es muy deficiente y poco satisfactorio”

Lord Kelvin

A medida que avanza la tecnología y la investigación, existe un mayor grado de exigencia en el mercado por demandar productos y servicios que cumplan con requisitos y estándares internacionales, por lo que las organizaciones e instituciones se han visto en la necesidad de adoptar estos requerimientos en sus procesos para mejorar sustancialmente su capacidad de anticipar, identificar y gestionar todo lo relacionado con el control de calidad de sus procesos y servicios. Las organizaciones e instituciones se enmarcan en el cumplimiento de diversas normas nacionales e internacionales robusteciéndose con sistemas de gestión integrados, para lograr una mayor ventaja competitiva. Por ejemplo, en algunos casos optan por la certificación del sistema de gestión de la calidad (SGC) por la norma ISO 9001:2008 “Sistemas de gestión de la calidad-requisitos” y, en otros casos, por la acreditación como forma de demostrar competencia técnica y validez de resultados a través de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006/ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración”.

La norma ISO 9001:2008 comprende un sistema de gestión de calidad que establece los métodos o procesos para administrar eficientemente los procesos de operación, de manera que se tenga la capacidad para producir bienes o brindar servicios que satisfagan las necesidades de los clientes o usuarios, el objetivo de esta norma es desarrollar un sistema de aseguramiento de calidad que permita mejorar continuamente, al corregir y prevenir los defectos en los bienes o servicios brindados, asimismo los requisitos de la norma ISO 9001:2008 muestran una manera responsable, sensible y práctica de administrar una organización, evitando no conformidades en todas las etapas del realización del producto o servicio. Por otra parte la norma ISO 17025:2005 se enfoca a la exactitud de los resultados de las mediciones de las especificaciones del producto, por su parte, depende de la calidad de las mediciones, ensayos, calibraciones; también, de la exactitud de los instrumentos, de la idoneidad de los procedimientos de medición utilizados y el esmero con que se realicen estas actividades en los laboratorios de ensayo y de calibración. En la norma ISO 17025:2005 se menciona que el objetivo principal es establecer los criterios para los laboratorios que desean demostrar su competencia técnica, que poseen un sistema de calidad efectivo y que son capaces de producir resultados técnicamente válidos.

La implantación de Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) tales como las normas anteriormente explicadas, acompañándose con otros mecanismos, puede apoyar la ventaja competitiva de los laboratorios universitarios demostrando la calidad de sus servicios, ejemplo de ello se dio en la Unión Europea, en el marco de la declaración de Boloña, en donde se ha utilizado un SGC para impulsar calidad en la educación superior y enfocar el desarrollo de investigación a las necesidades de los países miembros de la unión (European Universities Association, 2012).

Los conceptos y prácticas de calidad se empezaron a adoptar en la educación superior en la década de los noventas, tradicionalmente los SGC en la educación superior se han aplicado a la docencia y servicios (biblioteca, cafetería, etc.). Hasta el año 2005 se empezaron a utilizar en la investigación.

Robins (2006), Houston (2007) y Hullihen (2009) mencionan que las normas ISO 9001:2008 e ISO 17025:2005 han sido dos de los modelos de calidad más implementados en los procesos de docencia e Investigación y Desarrollo, ya que son una herramienta que aseguran la eficacia, mejoran el desempeño organizacional y, la evaluación y acreditación como mecanismo para el fortalecimiento nacional e internacional.

Algunos beneficios que se han documentado de la implementación de SGC en laboratorios universitarios internacionales:

- Al documentar procedimientos, se ha mitigado el riesgo de perder conocimiento debido a la partida de algún miembro del laboratorio;
- Se tiene confianza cuando se comparan y combinan mediciones de experimentos múltiples;
- La calidad y el desarrollo de mediciones sistemáticas e idénticas se convierte en parte de la cultura del laboratorio;
- Los estudiantes que trabajan en el laboratorio aprenden rápidamente que la calidad no es un adjetivo sin sentido, sino algo que puede ser cuantificado y practicado. La calidad se convierte en parte del proceso de pensamiento de los estudiantes;
- El número de usuarios de los laboratorios se incrementa;
- Los SGC se constituyen en un factor que incrementa la calidad de la educación superior;

Dentro de este contexto, se encuentra el Laboratorio L-4 Ingeniería Civil de Construcción y Geotecnia, ubicado dentro de la Facultad de Estudios Superiores FES Aragón, el cual da servicio a los usuarios de la carrera de Ingeniería Civil. Este laboratorio cuenta con 5 áreas las cuales son Topografía, Geotecnia, Materiales, Construcción e Hidráulica. Dicho laboratorio fue creado en 1984 para satisfacer las necesidades de actividad académica práctica que demanda el Plan de Estudios de la carrera antes mencionada y la preparación profesional adicional que en la actualidad demanda el mercado laboral nacional en el cual se desempeñan profesionalmente los egresados de la FES Aragón.

En el laboratorio de Ingeniería Civil L-4 se imparten prácticas para adiestrar a los alumnos en el manejo de diferentes equipos y técnicas de la industria de la construcción, tales como: ensayos en los suelos y rocas, tecnología de la construcción (materiales), trabajos de planimetría, altimetría, etc.

El laboratorio de Ingeniería Civil L-4 desde el año 2001 inició con el proceso de implementación de la norma ISO 9001:2000 “Sistemas de gestión de la calidad-requisitos” para asegurar la mejora continua de sus procesos a nivel de docencia, comprometiéndose a entregar servicios de calidad.

Como resultado de estas acciones, en el año 2005 el laboratorio de Ingeniería Civil L-4 obtuvo la certificación de la norma internacional ISO 9001:2000 “Sistemas de gestión de la calidad-requisitos”. En fecha reciente obtuvieron la recertificación de la norma ISO 9001-2008 “Sistemas de gestión de la calidad-requisitos”, por segunda ocasión. Sin embargo, el cumplimiento de los requisitos de esta norma, no implica por sí solo un aval para demostrar la competencia técnica del laboratorio de Ingeniería Civil L-4, para producir resultados y datos técnicamente válidos para los usuarios.

Algunos de los problemas que se presentan en el laboratorio de Ingeniería Civil L-4 están relacionados a los trabajadores que integran la plantilla de personal del laboratorio, a la capacitación de los mismos, con los equipos y máquinas que hay en el laboratorio, trámites burocráticos muy largos, falta de certeza y seguridad de los resultados de las prácticas y ensayos que se realizan (densidad de cemento, granulometría, también pruebas de destrucción como resistencia), etc.

Una propuesta para resolver los problemas antes planteados se hace con base a la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración”. Esta norma permite demostrar que un laboratorio cuenta con un sistema de calidad, que es técnicamente competente y que cuenta con la capacidad de generar resultados técnicamente válidos, para lograr al mismo tiempo la ventaja competitiva del laboratorio.

De acuerdo a las notas aclaratorias que se hacen en la misma Norma Internacional ISO 17025:2005, el término “sistema de gestión” refiere a los sistemas de la calidad, administrativos y técnicos, que rigen las actividades de un laboratorio. Partiendo de esto, la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración” se encuentra estructurada en dos partes, la primera refiere a los aspectos relativos a la gestión y la segunda, a los aspectos técnicos, los cuales se mencionan a continuación:

- Requisitos de Gestión: organización, sistema de gestión, control de los documentos, revisión de los pedidos, ofertas y contratos, subcontratación de ensayos y de calibraciones, compras de servicios y suministros, servicio al cliente, quejas, control de trabajos de ensayos o de calibraciones no conformes, mejora, acciones preventivas y correctivas, control de los registros, auditorías internas y revisiones por la dirección.
- Requisitos Técnicos, relacionados con el personal, instalaciones y condiciones ambientales, métodos de ensayos y de calibración, validación de métodos, equipos, trazabilidad de las mediciones, muestreo, manipulación de los ítems de ensayo o de calibración, aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayos o de calibración y el informe de los resultados.

Dentro de la UNAM se encuentran certificados bajo la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración” el laboratorio Unidad de Servicios de Apoyo a la Investigación (USAI) de la Facultad de Química y la Unidad de Metrología también ubicada en la Facultad de Química.

Para el laboratorio de Ingeniería Civil L-4 de la FES Aragón es deseable la implantación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración” en el área de Construcción, ya que se espera contar con un sistema de gestión de calidad que le permita demostrar que el laboratorio es técnicamente competente a nivel internacional y que cuenta con la capacidad de generar resultados técnicamente válidos.

Como paso previo a la implantación de la norma ISO 17025:2005 se realizará un estudio de factibilidad, para determinar si es factible la implantación de la norma, dados los recursos y limitaciones del laboratorio. El estudio de factibilidad describe los beneficios, ventajas y desventajas de la implantación de la norma ISO 17025:2005, además de las características técnicas e impactos que harán efecto en el laboratorio, además sirve como información base a la toma de decisiones para asegurar el proceso de implantación y cumplir con una de las recomendaciones que realizó el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI).

La implantación de la norma ISO 17025:2005 el laboratorio de Ingeniería Civil L-4 busca que:

- Todos los miembros de la institución se integren a la capacitación necesaria para que adquieran los conocimientos y habilidades técnicas bajo las normas nacionales e internacionales para las pruebas de ensayo como densidad de cemento, granulometría, resistencia, etc.;
- Reducir lo más que se pueda los tiempos de ausencia de los trabajadores administrativos;
- Los profesores tendrán los conocimientos técnicos para la elaboración de las prácticas, además contarán con las normas específicas para llevar a cabo las diversas pruebas de ensayo al momento de realizar las prácticas con los alumnos;
- Se realizará una actualización al laboratorio;
- En un futuro se podrá empezar a ofrecer algunas pruebas de ensayo a empresas u organizaciones externas, para que el laboratorio pueda captar recursos extraordinarios;
- Se revisaran los procedimientos de los trámites burocráticos, para mejorarlos y obtener una respuesta más rápida;
- Al realizar pruebas de ensayo previas a las mezclas de cemento, como por ejemplo de densidad de cemento, granulometría, también pruebas de destrucción como resistencia, etc., se tendrá la certeza y la seguridad de que los resultados que arrojan las prácticas son los exactos y se podrá asegurar que el proceso de realización esta normalizado;
- Se contará con un programa de calibración para la maquinaria;
- El laboratorio contará con las normas técnicas para el procedimiento de pruebas de ensayo, es decir, se contará con el documento físico original y actualizado;

En este sentido el Objetivo General de este trabajo de tesis es:

Realizar un estudio de factibilidad técnica y de gestión para el apoyo en la toma de decisión acerca de la implantación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración” en el laboratorio de Ingeniería Civil L-4 de la FES Aragón,

para que dicho laboratorio pueda lograr por un lado la ventaja competitiva en calidad y por otro lado prestar servicios internos y externos a fin de captar recursos económicos extraordinarios.

Este trabajo de tesis está constituido por 4 capítulos los cuales se describen a continuación:

En el capítulo 1 llamado “Planteamiento del problema y la estrategia de investigación”, se aborda la problemática, la descripción del laboratorio, el problema por resolver, la descripción del laboratorio, la descripción del objeto de estudio, la aportación del trabajo de tesis y la estrategia de investigación.

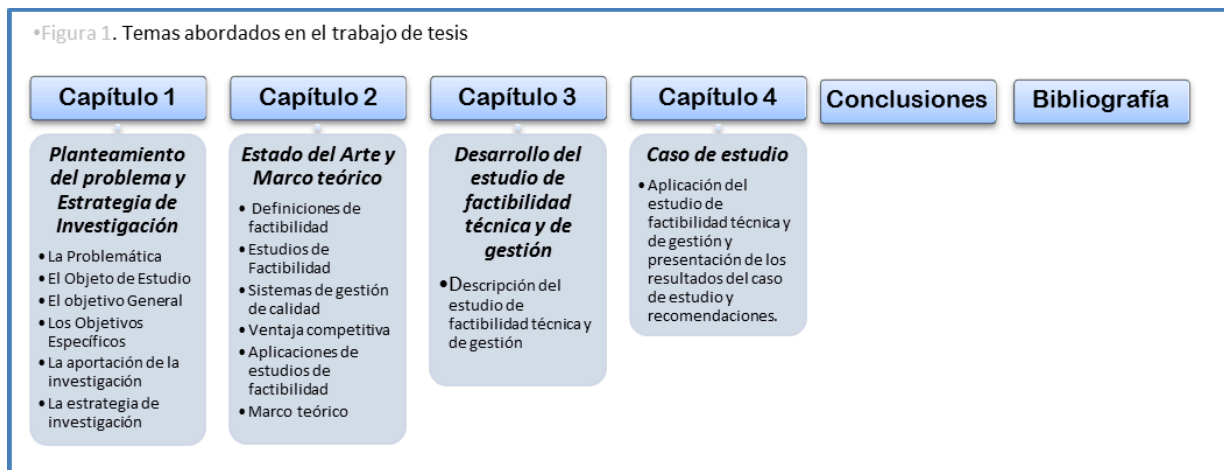
En el capítulo 2 llamado “Estado del arte y marco teórico”, se aborda la revisión de la literatura respecto a definiciones de factibilidad, estudios de factibilidad, sistemas de gestión de calidad ventaja competitiva, las aplicaciones de estudios de factibilidad a otros campos y se establece el marco teórico del trabajo de tesis.

En el capítulo 3 llamado “Desarrollo del estudio de factibilidad técnica y de gestión”, se aborda la descripción del estudio de factibilidad técnica y de gestión para la implantación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración”.

En el capítulo 4 llamado “Caso de estudio: Laboratorio L-4 Ingeniería Civil de Construcción y Geotecnia de la FES Aragón” se aborda la aplicación del estudio de factibilidad técnica y de gestión, los resultados del caso de estudio y recomendaciones.

El último apartado corresponde a las conclusiones y bibliografía utilizada para la realización de esta tesis.

En la figura 1 se resumen los temas abordados en cada capítulo de este trabajo de tesis.



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presenta la problemática en la que se encuentra el laboratorio, se da una descripción del laboratorio de Ingeniería Civil L-4, se detalla el problema por resolver con el presente trabajo de tesis. También se muestra el objetivo general y los objetivos específicos. Igualmente se puntualiza la contribución realizada al campo de conocimiento de la Ingeniería de Sistemas y de la disciplina de la Ingeniería Industrial. Como parte final de este primer capítulo, se expone la estrategia de investigación que se siguió para dar solución al problema plasmado.

1.1 La problemática y su contexto.

La calidad se ha convertido en un factor imprescindible para la comercialización de productos. En un mercado totalmente globalizado, las organizaciones e instituciones se relacionan con usuarios de orden nacional e internacional. Ya no basta con obtener y mantener la calidad, sino que es necesario brindar a los usuarios seguridad y confianza en los productos o servicios que adquieren de otras organizaciones e instituciones, por lo tanto se debe garantizar que los productos o servicios se han realizado según unas normas y criterios, nacionales e internacionales, que aseguren a los clientes la fiabilidad del producto o servicio adquirido.

Con el fin de conducir y operar una organización o institución de forma exitosa se requiere que se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se puede lograr el éxito diseñando, desarrollando y manteniendo un sistema de gestión que este creado para mejorar continuamente su desempeño mediante la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. De la Torre (2013) indica que la gestión de una organización comprende la gestión de la calidad entre otras disciplinas de gestión que la organización necesite de acuerdo a sus características propias.

Los usuarios de productos o servicios, necesitan que las organizaciones e instituciones satisfagan sus necesidades y expectativas. El enfoque a través de un sistema de gestión de la calidad anima a las organizaciones e instituciones a analizar los requisitos, definir procesos que contribuyen el logro de productos o servicios aceptables, a mantener bajo control dichos procesos, a demostrar su competencia técnica, a mantener controlados los resultados que entregan, etc.

Un sistema de gestión de la calidad puede propiciar la mejora continua, con el objeto de incrementar la satisfacción del usuario y de otras partes interesadas. Una organización que adopte el enfoque anterior genera confianza en la capacidad de sus procesos y en la calidad de sus productos o servicios, y proporciona una base para la mejora continua.

Una de las herramientas más usadas para garantizar la calidad de productos y servicios en una institución es la implantación de un sistema de gestión de la calidad apropiado. Pérez (2007) menciona que son varias las alternativas que se desarrollan para asegurar la calidad en los productos o servicios brindados, en algunos casos se opta por la certificación del sistema de la calidad (SGC) por la norma ISO 9001:2008 “Sistemas de gestión de la calidad-requisitos” y, en otros casos por la acreditación como forma de demostrar competencia técnica y validez de resultados a través de la norma ISO/IEC 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”.

La implantación de un sistema de gestión de la calidad para un laboratorio según ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración” promueve la competencia para obtener datos y resultados técnicamente válidos. Además, facilita su posible acreditación y brinda un marco de cooperación con otras entidades, ayudando al intercambio de información y experiencia, así como la armonización de normativas y procedimientos.

En una institución educativa la implantación de un sistema de gestión de calidad, contribuye a la estandarización de sus procesos, tanto administrativos como académicos, incluyendo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Algunos beneficios que menciona Hullihen (2009) y Zapata-García (2007) de la implementación de SGC en laboratorios universitarios son:

- Al documentar procedimientos, se ha mitigado el riesgo de perder conocimiento debido a la partida de algún miembro del laboratorio;
- Se tiene confianza cuando se comparan y combinan mediciones de experimentos múltiples;
- La calidad y el desarrollo de mediciones sistemáticas e idénticas se convierte en parte de la cultura del laboratorio;
- Los estudiantes que trabajan en el laboratorio aprenden rápidamente que la calidad no es un adjetivo sin sentido, sino algo que puede ser cuantificado y practicado. La calidad se convierte en parte del proceso de pensamiento de los estudiantes;
- El número de usuarios de los laboratorios se incrementa;
- Los SGC se constituyen en un factor que incrementa la calidad de la educación superior;

Para el caso específico de los laboratorios universitarios que han realizado la implantación de un sistema de gestión de calidad en la UNAM sucede lo siguiente:

En la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES Cuautitlán), ha incrementado la demanda de servicios de análisis y muestreo de suelos, ya que el renombre de instituciones como el Instituto Mexicano de Acreditación y Certificación (IMNC) y Entidad Mexicana de Acreditación (EMA),

aseguran en forma fehaciente que el sistema de gestión de calidad está debidamente auditado y evaluado por instancias externas que respaldan estos dictámenes.

Otro caso es el de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en donde se menciona que “En general, la opinión de los colaboradores de las áreas que tiene procesos certificados y la opinión de sus usuarios ha mejorado luego de haber obtenido la certificación. En algunos casos, los usuarios incluso han solicitado una copia del certificado obtenido”.

Otro ejemplo se encuentra en la Facultad de Química, en este campus la posibilidad de ofrecer servicios a entidades del gobierno y empresas que requieren que sus proveedores cuenten con sistemas de gestión de la calidad ha tenido un fuerte impacto en la participación de alumnos tesistas, servicio social, estancias cortas, intersemestrales.

En el Plan de Desarrollo Institucional 2013-2017 de la FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES Aragón, del Director el M. en I. Gilberto García Santamaría González, se menciona que: **“Con la finalidad de proporcionar mejores servicios académicos a estudiantes y profesores, a partir de 2001 la FES Aragón inició el proceso de certificación de sus laboratorios y talleres. Como resultado, a principios de 2005, los laboratorios de las ingenierías recibieron la certificación con la norma ISO 9001:2000. En fecha reciente obtuvieron la recertificación de la norma ISO 9001-2008, por segunda ocasión.”** Este punto está relacionado con el compromiso que ha adquirido la FES Aragón, respecto a los Sistemas de Gestión de Calidad.

En la figura 2 y 3 se muestran los certificados que tiene el laboratorio de Ingeniería Civil L-4 respecto a la norma ISO 9001:2008.

*Figura 2. Primer certificado ISO 9001:2000



Fuente: Visita técnica.

*Figura 3. Segundo certificado ISO 9001:2008



Fuente: Visita técnica.

También se tiene como antecedente que en el “Plan de Trabajo 2013-2017: Acciones para el fortalecimiento de la Facultad de Estudios Superiores Aragón” se menciona textualmente lo siguiente: **“Se fortaleció a las licenciaturas con la recuperación y adquisición de equipo de**

laboratorios, ... Se realizó una campaña para reparar los equipos existentes de laboratorio, con este fin se logró la operación de más del 90% del equipo asignado a los laboratorios L1, L2, L3, L4 y CAE-504. Respecto de los espacios de prácticas para las ingenierías, se cambiaron las techumbres de las naves industriales que alojan a los laboratorios L1, L2 y L4 por material de panel térmico". Demostrando la importancia que representan los laboratorios en general en la FES Aragón y el compromiso que se tiene con los laboratorios, ya que se siguen realizando mejoras a las instalaciones y a los equipos.

Otro documento que cabe resaltar es el PLAN DE DESARROLLO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FES ARAGÓN 2009 – 2013, en el cual se menciona que el Programa de Ingeniería Civil algunos de los retos que se han enfrentado, ya que ha sido evaluado por Instituciones internas y externas a la universidad.

En el año 2007 la carrera fue acreditada por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), dicho Consejo emitió una serie de recomendaciones, en las que se destaca el hecho de fortalecer la planta docente e impulsar las líneas de investigación y desarrollo tecnológico.

El Programa ha logrado identificar e incluir algunos elementos que hacían falta proyectar en nuestra carrera. La certificación del laboratorio de Ingeniería Civil L-4 en la norma ISO 9001:2008 "Sistemas de gestión de la calidad-requisitos" ha ayudado a completar los requerimientos mínimos para ser considerados laboratorios certificados con reconocimiento internacional. Sin embargo todavía falta mucho trabajo por hacer para lograr que los criterios de calidad permeen en todos los sectores de nuestra carrera.

La problemática del laboratorio de Ingeniería Civil L-4, es que las practicas del laboratorio no se realizan bajo un sistema de normalización, por lo que los resultados que arrojan las prácticas desarrolladas por los alumnos y profesores no son confiables y tampoco son exactos.

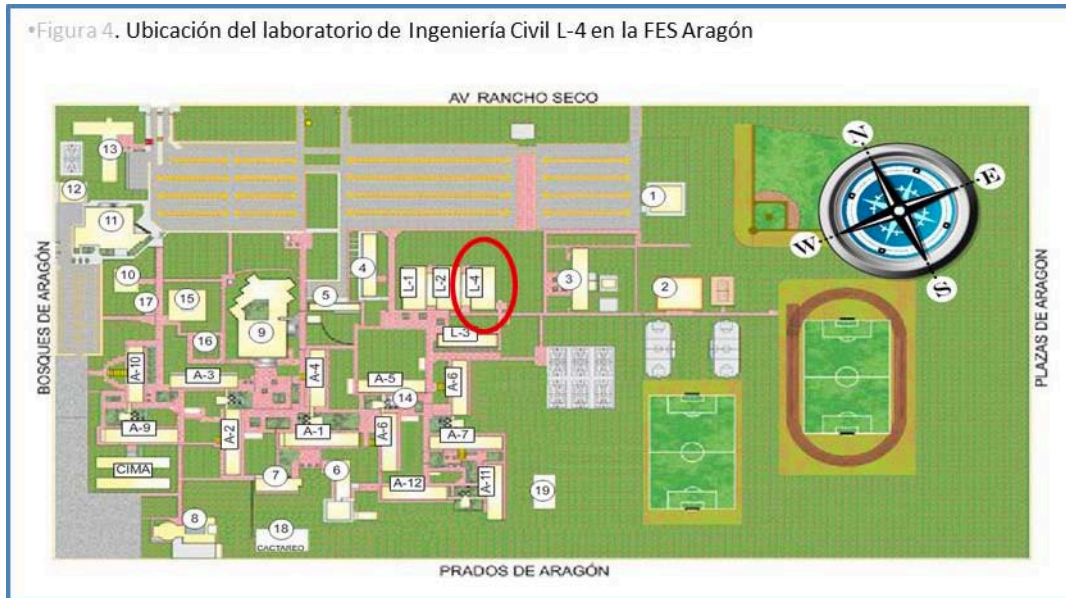
Con todo lo anterior, se destaca que para la FES Aragón es deseable e importante mantener el compromiso y lograr una ventaja competitiva de calidad en los servicios que se ofrecen a los usuarios del laboratorio de Ingeniería Civil L-4, actualmente se sigue trabajando por el cumplimiento de los requisitos exigidos para asegurar una competencia técnica que proporcione confianza en los resultados y prestigio dentro de los usuarios del laboratorio.

Algunos de los problemas que se presentan en el laboratorio de Ingeniería Civil L-4 son:

- Los trabajadores del laboratorio no se integran a la capacitación;
- Las practicas que se hacen en el laboratorio no tienen un esquema normativo;
- Los profesores no están capacitados en ISO 17025:2005;
- E laboratorio tiene equipos obsoletos;
- No se ha realizado una actualización del laboratorio;
- No se puede dar servicio a empresas de la industria;
- Los trámites burocráticos son muy largos;
- No se tiene la certeza y la seguridad de que los resultados que arrojan las prácticas son los exactos;

- No hay un programa de calibración de la maquinaria;
- No hay condiciones de temperatura controlada en el laboratorio que se necesitarían por ejemplo para el fraguado de cemento;
- El laboratorio no tiene normas técnicas para el procedimiento de pruebas de ensayo, es decir, no se cuenta con el documento físico original y actualizado;

A continuación de la figura 4 a la figura 12 se presenta una galería de fotografías del laboratorio de Ingeniería Civil L-4, en donde se muestra la ubicación del laboratorio en la FES Aragón, instalaciones físicas y equipo:



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Visita técnica.

•Figura 6. Almacén de herramientas y materiales



Fuente: Visita técnica.

•Figura 7. Contenedores de materiales grava, arena, tepetate y tezontle



Fuente: Visita técnica.

•Figura 8. Área externa para preparación de mezclas



Fuente: Visita técnica.

•Figura 9. Alumnos preparando probetas para pruebas de ensayo durante la realización de una practica



Fuente: Visita técnica.

•Figura 10. Máquina Universal de 200 toneladas



Fuente: Visita técnica.

•Figura 11. Tamizador de materiales pétreos y féreos



Fuente: Visita técnica

•Figura 12. Máquina Universal de 60 toneladas



Fuente: Visita técnica.



Fuente: Visita técnica.

La situación deseada del laboratorio sería que se tenga la acreditación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración”. Todos los trabajadores se integren a la capacitación necesaria para que adquieran los conocimientos y habilidades técnicas bajo las normas nacionales e internacionales para las pruebas de ensayo como densidad de cemento, granulometría, resistencia, etc, se reduzca lo más que se pueda los tiempos de ausencia de los trabajadores sindicalizados, que los profesoras tengan los conocimientos técnicos para la elaboración de las prácticas, además que cuenten con las normas específicas para llevar a cabo las diversas pruebas de ensayo al momento de realizar las prácticas con los alumnos, se tenga un laboratorio actualizado, que más adelante se pueda empezar a ofrecer algunas pruebas de ensayo a empresas u organizaciones externas, para que el laboratorio pueda captar recursos extraordinarios, que los procedimientos de los trámites burocráticos sean más rápidos, que cuando se realicen pruebas de ensayo previas a las mezclas de concreto, como por ejemplo de densidad de cemento, granulometría, también pruebas de destrucción como resistencia, etc., se tenga absoluta certeza y seguridad de que los resultados que arrojan las prácticas son los exactos y se pueda asegurar y comprobar que el proceso de realización esta normalizado, que el laboratorio tenga un programa de calibración para la maquinaria, y que se tenga en el laboratorio documento físico original y actualizado de las normas técnicas para el procedimiento de pruebas de ensayo, que el laboratorio logre obtener una ventaja competitiva en calidad.

1.2 Problema por resolver.

Como se ha mencionado anteriormente, el estado deseado del laboratorio de Ingeniería Civil L4 es que tenga la acreditación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración”, ya que actualmente no la tiene y ese es el problema por resolver. Pero para que obtenga la acreditación, hay que realizar como paso previo, un estudio de factibilidad para evaluar y conocer si es factible o no, que las condiciones actuales van a permitir la implantación de dicha norma.

1.3 Objeto de estudio.

En este trabajo de tesis el objeto de estudio es el Estudio de factibilidad técnica y de gestión que se realizará en el laboratorio de Ingeniería Civil L-4 en el área de Construcción de la FES Aragón, ya que se desea conocer si es factible o no la implantación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración”.

Como ya se mencionó el estudio de factibilidad será de dos tipos: técnico y de gestión. Se decidió que realizar el estudio de esta forma, debido a que la naturaleza de la norma la conforma de esa manera, la parte de gestión y la parte técnica.

1.4 Objetivo general y objetivos específicos.

El Objetivo General de este trabajo de tesis es:

Realizar un estudio de factibilidad técnica y de factibilidad de gestión para apoyar en la toma de decisión acerca de la implantación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración” en el laboratorio de Ingeniería Civil L-4 de la FES Aragón, para que este laboratorio pueda lograr la ventaja competitiva en calidad y prestar servicios internos y externos a fin de captar recursos extraordinarios.

Los objetivos específicos son:

- Revisar en la literatura los conceptos básicos de factibilidad y estudio de factibilidad, los estudios de factibilidad relacionados a la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”.
- Diseñar y desarrollar un estudio de factibilidad técnica y de gestión para la implantación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”.
- Realizar la evaluación de factibilidad técnica y de gestión para la implantación de la norma ISO 17025:2005 en el laboratorio L-4 de Ingeniería Civil de la FES Aragón.
- Emitir las recomendaciones pertinentes derivadas de los resultados del estudio de factibilidad técnica y de gestión.

1.5 Aportación de la tesis.

La contribución que se hace al campo de conocimiento de la Ingeniería de Sistemas y en específico en el área de Ingeniería Industrial, es el desarrollo de un Estudio de Factibilidad para la implantación de la norma ISO 17025:2005 en un laboratorio universitario y su aplicación a un caso específico en la FES Aragón.

1.6 Estrategia de investigación.

La estrategia de investigación, para este trabajo de tesis, está distribuida en cuatro meses, en el mes de Marzo del 2015 se alcanzará el objetivo específico 1 y se comenzara con el objetivo específico dos, en el mes de Abril del 2015 se alcanzará el objetivo específico 2 y se dará inicio al objetivo específico 3, en el mes de Mayo del 2015 se realizará el objetivo específico 3, y por último en el mes de Junio del 2015 se realizará el objetivo específico 4.

•Figura 14. Distribución de la estrategia del trabajo de tesis en el tiempo

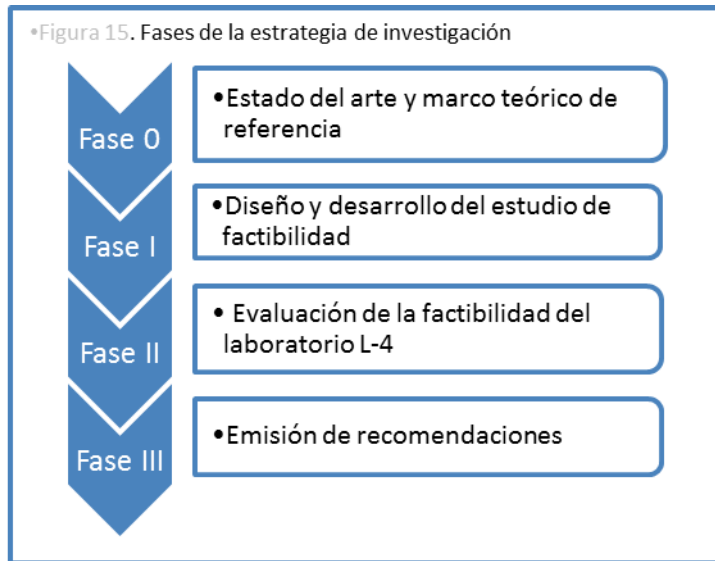
| Fases | Objetivo específico | Marzo 2015 | Abril 2015 | Mayo 2015 | Junio 2015 |
|------------|---------------------|------------|------------|-----------|------------|
| 0 | 1 | | | | |
| I | 2 | | | | |
| II | 3 | | | | |
| III | 4 | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Dicha estrategia de investigación consistirá en 4 fases:

- La Fase 0 de revisión del estado del arte y marco teórico de referencia;
- La Fase I de diseño y desarrollo de un estudio de factibilidad técnica y de gestión;
- La Fase II evaluación de factibilidad técnica y de gestión para la implantación de la norma ISO 17025:2005 en el laboratorio L-4 de Ingeniería Civil de la FES Aragón;
- La Fase III emisión de recomendaciones pertinentes derivadas de los resultados del estudio de factibilidad técnica y de gestión;

En la siguiente figura 15 se muestran las fases de la estrategia de investigación de este trabajo de tesis.



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 2

ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

De acuerdo al Capítulo 1 de este trabajo de tesis, se indicó que el objeto de estudio de la investigación de maestría es el estudio de factibilidad técnica y de gestión específicamente para la implantación de la norma ISO 17025:2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración" en laboratorios universitarios. En esta dirección el capítulo 2 inicia definiendo la relación que existe entre la dinámica de sistemas y el estudio de factibilidad, factibilidad, estudio de factibilidad, tipos de estudio de factibilidad, sistemas de gestión de calidad y ventaja competitiva. Por último se ofrece una retroalimentación en relación a la búsqueda de literatura, ya que la literatura a la mano se enfoca al tema de evaluación económica y financiera para proyectos de inversión.

2.1 Dinámica de Sistemas y Estudio de Factibilidad.

Las técnicas de elaboración de estudios de factibilidad están basadas en una disciplina científica conocida como Teoría General de Sistemas, término empleado por primera vez por el biólogo L.von Bertalanffy en 1954, para referirse a la descripción cuantitativa de sistemas naturales.

Este campo se ha visto ampliado (incluso antes de que Bertalanffy bautizara la disciplina) por las aportaciones de científicos como el matemático Norbert Wiener (años 40), el neurofisiólogo Warren McCulloch (años 50), el ingeniero J. Forrester (años 60), el químico Ilya Prigogine y el matemático Rhené Thom (años 70), entre otros.

El concepto central de la teoría mencionada anteriormente es el de Sistema. De acuerdo con Amoros (1991) un sistema es una parte de la realidad que puede ser aislada del resto y que posee reglas internas de funcionamiento. Un sistema tiene las siguientes características:

- Elementos. Un elemento es la representación simplificada de alguna característica de la realidad;
- Relaciones entre elementos. Expresan la forma en que el cambio de un elemento afecta a otro;
- Límites. Son las fronteras del sistema. Lo que se halla en el interior está bajo el control del autor del estudio. Lo que se encuentra fuera de los límites, es conocido pero no puede ser alterado por el autor del estudio;

Los sistemas se estudian construyendo modelos que expliquen su funcionamiento. Un mismo sistema puede ser representado por diferentes modelos según sea el aspecto de ese sistema que se desee estudiar, los fines que pretendamos obtener con ese estudio o la perspectiva desde la que deseamos enfocar el sistema.

Como parte del proceso de análisis del sistema que se esté estudiando, se realiza un estudio de factibilidad, el cual sirve para determinar si la solución sería factible, o alcanzable, desde diferentes puntos de vista, como lo podría ser el técnico, financiero, organizacional, etc. El estudio de factibilidad podría determinar si el sistema objeto de estudio es una buena inversión, si la tecnología necesaria para el sistema está disponible, si los especialistas operadores del sistema se encuentran en la organización, o si la organización podría manejar los cambios introducidos al sistema.

2.2 Concepto de Factibilidad y Estudio de Factibilidad.

Bause (2014) señala que los conceptos “Factibilidad” y "estudio de factibilidad" se utilizan a menudo en el contexto de proyectos industriales, de inversión, de evaluación, etc.

Según Varela (1997), “se entiende por Factibilidad las posibilidades que tiene de lograrse un determinado proyecto”. El estudio de factibilidad es el análisis que realiza una empresa para determinar si el negocio que se propone será bueno o malo, y cuáles serán las estrategias que se deben desarrollar para que sea exitoso.

En las organizaciones se cuenta con una serie de objetivos que determinan la factibilidad de un proyecto sin ser limitativos, estos objetivos generales son los siguientes:

- Reducción de errores y mayor precisión en los procesos y resultados emitidos por la organización;
- Reducción de costos mediante la optimización o eliminación de recursos y gastos no necesarios;
- Integración de todas las áreas y subsistemas de la organización;
- Actualización y mejoramiento de los servicios a clientes o usuarios;
- Aceleración en la recopilación de datos;
- Reducción en el tiempo de procesamiento y ejecución de tareas;
- Automatización óptima de procedimientos manuales;

Ramírez (2001) menciona en su libro “Introducción a la formulación y evaluación de proyectos”, el término Factibilidad como la posibilidad de llevar a cabo el negocio, analizando para tal efecto, los aspectos esenciales del proyecto, como los de naturaleza comercial, técnica, legal, ambiental, económica-financiera y de gestión. Por lo tanto el objetivo principal de la factibilidad del proyecto es determinar ideas concretas, utilizando como referencia los datos pertinentes del sector y de proyectos compatibles existentes, si se dispone de ellos.

Según el Diccionario de la Real Academia Española (2015), la Factibilidad es la “cualidad o condición de factible”. Factible: “que se puede hacer”.

Córdoba (2006) dice que la factibilidad está enfocada al análisis de la alternativa más atractiva estudiada en la pre factibilidad, abordando en general los mismos aspectos, pero con mayor profundidad y dirigidos a la opción más recomendable.

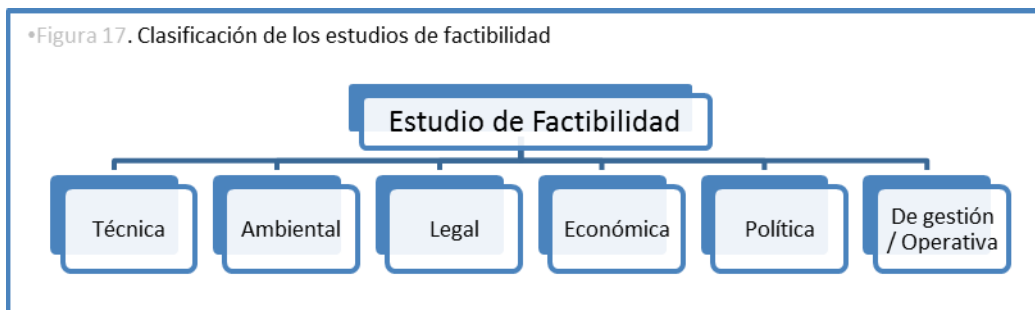
•Figura 16. Diferentes definiciones de factibilidad

| Autor | Factibilidad |
|-------------------------------|---|
| Córdoba (2006) | La factibilidad está enfocada al análisis de la alternativa más atractiva estudiada en la pre factibilidad |
| Ramírez (2001) | Posibilidad de llevar a cabo el negocio, analizando para tal efecto, los aspectos esenciales del proyecto, como los de naturaleza comercial, técnica, legal, ambiental, económica-financiera y de gestión |
| Real Academia Española (2015) | La Factibilidad es la cualidad o condición de factible. Factible: que se puede hacer. |
| Varela (1997) | Se entiende por Factibilidad las posibilidades que tiene de lograrse un determinado proyecto |

Fuente: Elaboración propia.

Córdoba (2006) sugiere una clasificación de los estudios de factibilidad, como se muestra en la siguiente figura 17:

•Figura 17. Clasificación de los estudios de factibilidad



Fuente: Elaboración propia.

Mientras que en la ciencia económica, el término "estudio de factibilidad" es claramente definido, en sentido técnico, el término se utiliza en muy diferentes maneras. Bause (2014) menciona que el sentido común puede ser descrito como "la evaluación si una idea es realizable en ciertas circunstancias".

Para Coss (2001), un estudio de factibilidad tiene una estructura definida y el orden de los contenidos está orientado a:

- Presentar un resumen de proyecto;
- Elaborar cada parte por separado;
- Fundamentar cada parte en las anteriores;
- Elaborar conclusiones y recomendaciones;
- Es importante que sea resumido, con un lenguaje sencillo y que las partes sean coherentes;

Si el proyecto es factible, se puede pensar en diseñar un plan de proyecto para su ejecución y poder convertir el proyecto en una unidad productiva de un bien o servicio planteado. Los proyectos en los cuales se busca la factibilidad, son aquellos que intenta producir un bien o servicio para satisfacer una necesidad; para ello se necesita definir su rentabilidad o no, éste es el objetivo de la evaluación financiera.

Kenneth (2011), menciona que un estudio de factibilidad es la manera de determinar si la solución a un problema es factible, dados los recursos y limitaciones de la organización. El estudio de factibilidad es un informe por escrito en donde se describen los beneficios, ventajas y desventajas de la alternativa seleccionada, además de las características técnicas e impactos que harán efecto en la organización.

Por otro lado Méndez (2008) señala que un estudio de factibilidad aporta información complementaria para tomar buenas decisiones respecto a los proyectos. Amorós (1991) menciona que un estudio de factibilidad consiste en analizar un proyecto para determinar la conveniencia o no de llevarlo a cabo.

•Figura 18. Diferentes definiciones de estudio de factibilidad

| Autor | Estudio de Factibilidad |
|----------------|---|
| Amorós (1991) | Un estudio de factibilidad consiste en analizar un proyecto para determinar la conveniencia o no de llevarlo a cabo. |
| Bause (2014) | La evaluación si una idea es realizable en ciertas circunstancias. |
| Kenneth (2011) | Es la manera de determinar si la solución a un problema es factible, dados los recursos y limitaciones de la organización. El estudio de factibilidad es un informe por escrito en donde se describen los beneficios, ventajas y desventajas de la alternativa seleccionada, además de las características técnicas e impactos que harán efecto en la organización. |
| Méndez (2008) | Un estudio de factibilidad aporta información complementaria para tomar buenas decisiones respecto a los proyectos |

Fuente: Elaboración propia.

Según Méndez (2008) un estudio de factibilidad de un proyecto consiste en:

- Determinar cuáles son los objetivos de la organización. La búsqueda de estos objetivos debe contemplar los recursos disponibles o aquellos que la organización puede proporcionar, nunca deben definirse con recursos que la organización no es capaz de dar;
- Recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto. Se deberá señalar las posibilidades y riesgos del mismo para tomar la mejor decisión y determinar si procede su estudio, desarrollo, implementación, etc.;
- Determinar si el proyecto es útil para que la organización logre sus objetivos. Una vez que se cuenta con información detallada y documentada, se deberá establecer de forma clara si el proyecto va auxiliar a la organización a lograr sus objetivos y a cubrir las metas planteadas con los recursos actuales en las áreas de interés.

2.2.1 Estudio de Factibilidad de gestión y Factibilidad Técnica.

Un estudio de factibilidad requiere ser presentado con todas la posibles ventajas para la organización, pero sin descuidar ninguno de los elementos necesarios para que el proyecto funcione, como ya se ha mencionado anteriormente las condiciones de factibilidad de todo proyecto es el contar con los recursos (financieros, técnicos, humanos, físicos, informáticos, etc.) que el proyecto requiera. De acuerdo al objetivo de este trabajo de tesis a continuación se definirá lo que es un estudio de factibilidad operativa y estudio de factibilidad técnica.

Córdoba (2006) menciona que el estudio de factibilidad de gestión se refiere al análisis de todos aquellos recursos donde interviene algún tipo de actividad (procesos), depende de los recursos humanos que participen durante la operación de dichas actividades del proyecto. Durante esta etapa se identifican todas aquellas actividades que son necesarias para lograr el objetivo y se evalúa y determina todo lo necesario para llevarla a cabo.

Mientras que el estudio de factibilidad técnica Córdoba (2006) lo define como el análisis de los recursos necesarios como herramientas, maquinaria, infraestructura, conocimientos, habilidades, experiencia, etc., que son necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiere el proyecto. Generalmente nos referimos a elementos tangibles. El proyecto debe considerar si los recursos técnicos actuales son suficientes o deben complementarse.

2.3 Sistema de Gestión de Calidad (SGC).

Velasco (2005) menciona que la calidad, es un concepto que ha ido variando con los años, su aplicación se ha realizado de acuerdo a como lo concibe o adopta una organización, tomando en cuenta sus necesidades. Hasta la fecha, algunos investigadores han realizado grandes contribuciones a la administración de la calidad, buscando que estas aportaciones sean aplicables, incluyendo

estudios en la medición, administración y mejora en los procesos de las organizaciones, sin embargo, la mayoría de los autores coinciden en señalar a tres filósofos como los "gurús" de la administración en la revolución de la calidad: el Doctor W. Edward Deming, Joseph M. Juran y Philip B. Crosby; sus filosofías, junto con la de Ishikawa, han traspasado fronteras dejando un gran impacto en organizaciones de muchos países del mundo.

A continuación en la figura 19 se detallan las definiciones de calidad de los 4 principales gurús de la calidad:

•Figura 19. Gurús de la calidad y sus filosofías de calidad

| Autor | Filosofía de Calidad |
|------------------|--|
| Edward Deming | Un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo coste, adecuado a las necesidades del mercado. |
| Joseph M. Juran | La calidad es la adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente. |
| Philip B. Crosby | La calidad consiste en satisfacer las exigencias de los clientes, prevenir es mejor que inspeccionar, el objetivo a alcanzar es un estándar de "cero defectos", la calidad se mide monetariamente. |
| Kaoru Ishikawa | Desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, útil y siempre satisfactorio para el consumidor. |

Fuente: Elaboración propia.

La calidad se considera como una garantía de progreso y como una herramienta estratégica para que la organización sea competitiva en donde se deben de atender y satisfacer las necesidades y expectativas del mercado o de los usuarios que lo demanden, además de que la calidad de un producto o servicio se debe monitorear, controlar y evaluar constantemente.

Vázquez (2004) menciona que para comprender de manera óptima lo que significa un SGC resulta conveniente definir cada uno de los tres términos por separado:

Cuando se habla de un sistema, el término se refiere a un conjunto ordenado de elementos interrelacionados, que interactúan entre sí. Es decir que en un sistema, se espera que a través del trabajo sincronizado de todos los elementos que lo conforman, y que intervienen en la tarea, se llegue a lograr un fin común.

La gestión es la suma de las actividades que se llevan a cabo con el fin de dirigir a una institución de la situación actual a una deseada. Incluye el desarrollo de planes de acción, su implementación, evaluación y la correlación. Una gestión adecuada ayuda a una organización, cualquiera que esta sea, a lograr sus objetivos.

Bajo este contexto, el término de calidad está enfocado al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades.

Al unir estos tres conceptos, se entiende al SGC como el conjunto de elementos interrelacionados, a través de los cuales se administra de forma planificada la calidad del trabajo en la búsqueda de satisfacer a los destinatarios de los productos o servicios, mejorando continuamente.

Un SGC es un sistema administrativo que le permite a las organizaciones comprobar la calidad de sus productos o servicios a través de una gestión enfocada a la calidad y las siguientes cinco actividades:

- Analizar los requisitos de los usuarios / clientes y definir las características del producto / servicio;
- Cerciorarse de que el personal es capaz de realizar su trabajo y cuenta con la motivación suficiente. En este tipo de gestión es indispensable la participación, compromiso y capacidad de todos los empleados;
- Establecer los procesos a través de los cuales se llevara a cabo la producción o prestación del servicio;
- Establecer de manera clara y preferentemente grafica como se deben de llevar a cabo todas las operaciones o procedimientos de la empresa para lograr la satisfacción del cliente;
- Mantener bajo control sus procedimientos. Lo que significa saber en todo momento como se desarrollan las actividades y que resultados se obtienen con el fin de reconocer las mejoras que se pueden realizar al sistema;

Harrington (1997) menciona que el proceso para implementar un SGC y el cómo cumplir con él depende de cada organización, por lo que la forma del sistema es distinta y adecuada a cada organización. Sin embargo, todos los SGC tienen un mismo objetivo “asegurar que una organización satisfaga consistentemente los requerimientos del cliente”.

La importancia de implementar un SGC se basa en que es indispensable revisar en cada organización cómo funciona cada uno de los procesos que permiten entregarle un producto al cliente buscando la satisfacción de sus necesidades y deseos, los cuales se convierten en requisitos para la organización Benítez (2007). La documentación de procesos muestra la manera específica como en la empresa se hacen las cosas; de igual forma, permite registrar resultados para dejar evidencia de las acciones realizadas, y mantener medición y control de cada una de las actividades del proceso.

En la literatura sobre la importancia de un SGC se exponen problemas típicos y complejos tales como, una cultura laboral con bajo nivel de enfoque hacia el mejoramiento, las estrategias de planeación estratégica gerencial, las decisiones de no inversión en tecnología de punta e informática, etc., en donde se observa la ausencia relevante de tomar la certificación o acreditación de un SGC como una ventaja competitiva para las organizaciones e instituciones, además de aplicar como paso previo a la implementación o implantación del SGC, la elaboración de un estudio de factibilidad, que ayude a tomar una mejor decisión.

2.4 Ventaja Competitiva

Como se ha mencionado anteriormente, la competitividad es otro concepto que adquiere relevancia en los últimos años; y que toma fuerza a partir de la apertura internacional de las economías nacionales con el objeto de consolidar e incrementar la presencia de las organizaciones en los mercados globales. El término competitividad según la Real Academia Española, se define como "la capacidad de competir y la rivalidad para la consecución de un fin". Otras definiciones que se pueden mencionar: La competitividad es la base del nivel de vida de un país (OCDE, 1992). Una definición de competitividad que ha logrado trascender a nivel nacional, está contenida en el reporte de la Comisión en Competitividad Industrial de 1984 en el que (DongSung Cho, 1998); la cual propone que: "La competitividad de una nación es su capacidad de producir bienes y servicios en los mercados internacionales, manteniendo o aumentando los ingresos reales de sus ciudadanos. La competitividad nacional está basada en un desempeño productivo superior". Otro concepto es el que menciona Escorsa (2001), ya que indica que la competitividad es la capacidad de las organizaciones para competir, ganar participación en el mercado, incrementar sus beneficios y crecer.

Según Porter (1997) la ventaja competitiva, "nace fundamentalmente del valor que una empresa es capaz de crear para sus compradores, que exceda el costo de esa empresa por crearlo. El valor es lo que los compradores están dispuestos a pagar, y el valor superior sale de ofrecer precios más bajos que los competidores por beneficios equivalentes o por proporcionar beneficios únicos que justifiquen un precio mayor".

2.5 Aplicaciones de Estudios de Factibilidad.

La búsqueda de la literatura para este trabajo de tesis se realizó bajo los siguientes parámetros:

- Se tomaron en cuenta libros de texto, publicaciones científicas, artículos de revistas científicas, trabajos de tesis a nivel maestría y doctorado, todo lo anterior a nivel nacional e internacional;
- Se tomaron en cuenta documentos publicados del año 2009 al 2015;
- La búsqueda de información se realizó con las siguientes palabras clave: factibilidad, estudio de factibilidad, análisis de factibilidad, ISO 17025, implantación ISO 17025;

Se realizó una primer búsqueda de "estudios de factibilidad" en el catálogo de tesis de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se encontraron 508 registros que contenían el término "estudios de factibilidad", estos registros abarcan de 1972 al 2015, en su mayoría corresponden a estudios de factibilidad económica, financiera y técnica, aplicados a instalación de plantas industriales (presas y biorefinerías), creación de nuevos negocios, comercialización de productos, sistemas de transporte y distribución, entre otros, pero no hay ningún registro de estudio de factibilidad relacionado a la implantación de la norma ISO 17025:2005 en laboratorios universitarios.

Otra búsqueda se realizó en Engineering Village, esta base de datos cuenta con mucha información y referencias bibliográficas sobre investigación científica y técnica del campo de la ingeniería, la

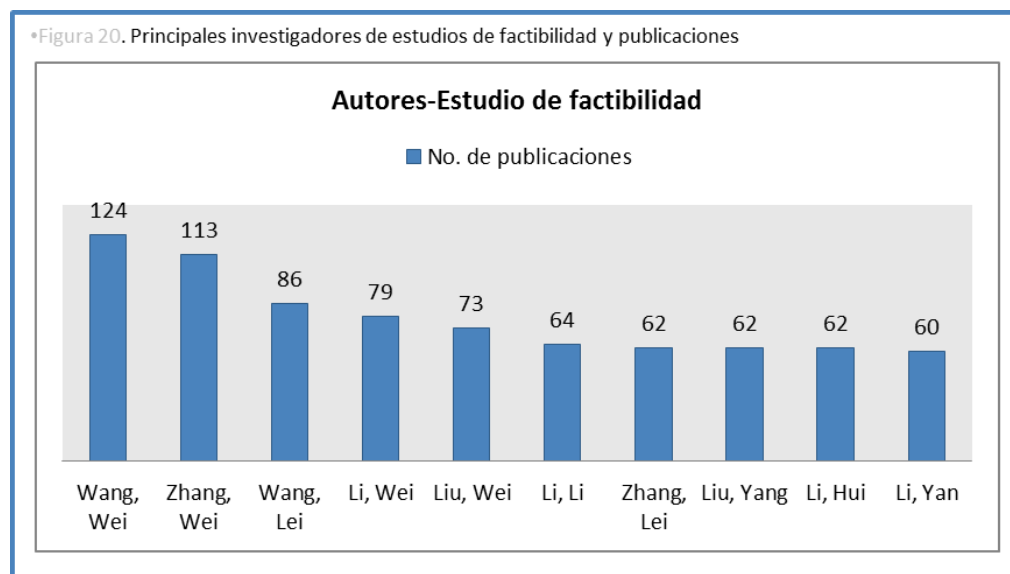
búsqueda se realizó bajo los parámetros anteriormente mencionados y los resultados de la se muestran a continuación:

Los 10 autores principales que se encuentran haciendo estudios de factibilidad de distintos temas son los siguientes:

1. Wang, Wei (2015);
2. Zhang, Wei (2015);
3. Wang, Lei (2015);
4. Li, Wei (2015);
5. Liu, Wei (2015);
6. Li, Li (2015);
7. Zhang, Lei (2015);
8. Liu, Yang (2015);
9. Li, Hui (2015);
10. Li, Yan (2015);

Las investigaciones de los autores anteriormente mencionados abordan la selección y valoración de proyectos de inversión desde una óptica económica-financiera solamente, restándole importancia a los demás estudios que forman parte de un análisis de factibilidad, como lo es la parte de gestión y la parte técnica, una de las razones por las que los estudios de factibilidad se desarrollen bajo la óptica económica-financiera es debido a que se requiere mitigar el riesgo de fracaso de un proyecto cuando se va a implantar en una organización ya que representa pérdidas económicas.

A pesar de las diferencias entre autores, los más utilizados son los estudios de factibilidad de mercado, técnico, medio ambiental y económico-financiero. En su conjunto estos estudios abarcan los componentes de evaluación más importantes para determinar la factibilidad de una inversión. En la figura 20 se puede observar el número de estudios de factibilidad publicados por cada autor.

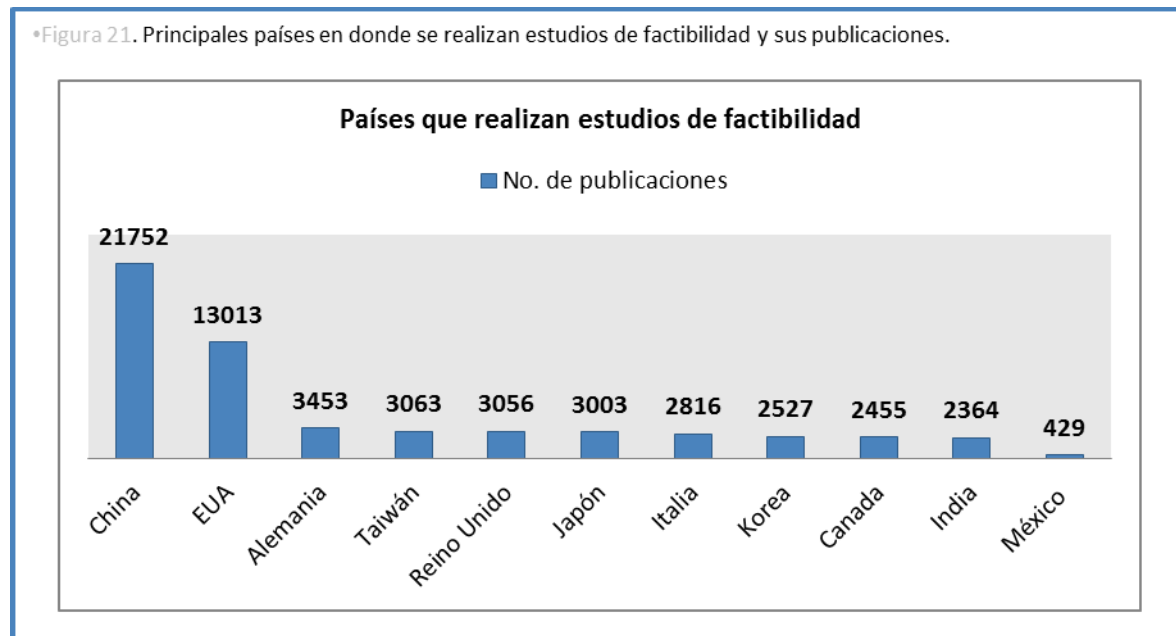


Fuente: Engineering Village (2015).

Al revisar los principales autores, se puede observar que en su mayoría son de nacionalidad china, ya que el país en donde se realizan más estudios de factibilidad es China, los 10 países con publicaciones de estudios de factibilidad son los siguientes:

1. China;
2. Estados Unidos;
3. Alemania;
4. Taiwán;
5. Reino Unido;
6. Japón;
7. Italia;
8. Corea;
9. Canadá;
10. India;

En la figura 21 se presentan los 10 principales países en los que se han publicado estudios de factibilidad, y se agrega como onceavo país a México, y se observa la baja tendencia que hay para realizar este tipo de estudios.



Fuente: Engineering Village (2015).

Como se mencionó anteriormente, la búsqueda de información abarca del año 2009 a abril del 2015 y en la figura 22 se muestra el número de estudios de factibilidad que se han publicado por año, y se observa que el año 2013 fue el que tuvo más publicaciones, llegando a 12875.



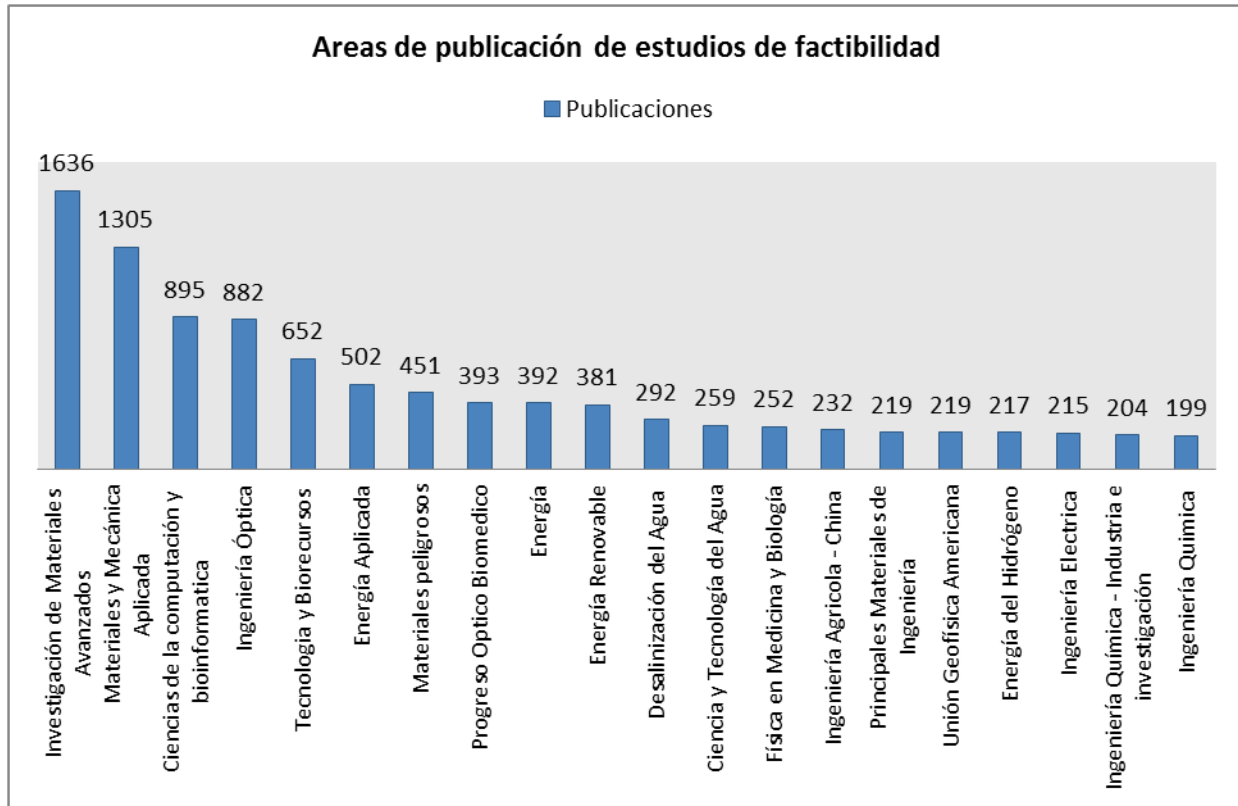
Fuente: Engineering Village (2015).

En esta búsqueda se puede observar que los estudios de factibilidad aplican a diferentes campos de estudio, los principales resultados que se obtuvieron son los siguientes:

1. Investigación de Materiales Avanzados;
2. Materiales y Mecánica Aplicada;
3. Ciencias de la computación y bioinformática;
4. Ingeniería Óptica;
5. Tecnología y Biorecursos;
6. Energía Aplicada;
7. Materiales peligrosos;
8. Progreso Óptico Biomédico;
9. Energía;
10. Energía Renovable;
11. Desalinización del Agua;
12. Ciencia y Tecnología del Agua;
13. Física en Medicina y Biología;
14. Ingeniería Agrícola – China;
15. Principales Materiales de Ingeniería;
16. Unión Geofísica Americana;
17. Energía del Hidrógeno;
18. Ingeniería Eléctrica;
19. Ingeniería Química - Industria e investigación;
20. Ingeniería Química;

En la figura 23, se presentan los diversos campos de aplicación y el número de publicaciones de cada área. Es importante mencionar que en esta segunda búsqueda y revisión de literatura, la mayoría de los estudios de factibilidad revisados, corresponden a estudios de factibilidad económica y estudios de factibilidad técnico-económicos, pero no se encontró ningún registro de estudio de factibilidad

•Figura 23. Áreas con mayor numero de estudios de factibilidad publicados



Fuente: Engineering Village (2015).

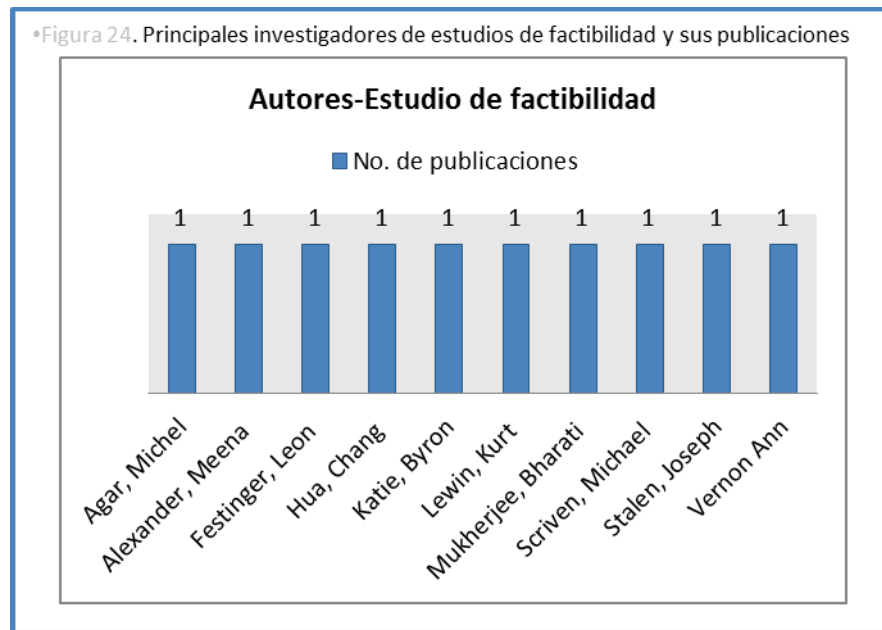
Relacionado a la implantación de la norma ISO 17025:2005 en laboratorios universitarios. También cabe resaltar que en este metabuscador Engineering Village no se tiene el acceso completo a algunos textos y solo se puede leer el resumen.

Una tercera búsqueda se hizo en la base de datos ProQuest, esta plataforma cuenta con textos de información científica en áreas como tecnología, ingeniería, economía, por mencionar algunas. La búsqueda se realizó bajo los parámetros anteriormente mencionados y los resultados de tesis doctorales y tesinas se muestran a continuación:

Los principales autores que tienen una publicación de estudio de factibilidad en esta plataforma son los siguientes:

1. Agar, Michel (2015);
2. Alexander, Meena (2015);
3. Festinger, Leon (2015);
4. Hua, Chang (2015);
5. Katie, Byron (2015);
6. Lewin, Kurt (2015);
7. Mukherjee, Bharati (2015);
8. Scriven, Michael (2015);
9. Stalen, Joseph (2015);
10. Vernon Ann (2015);

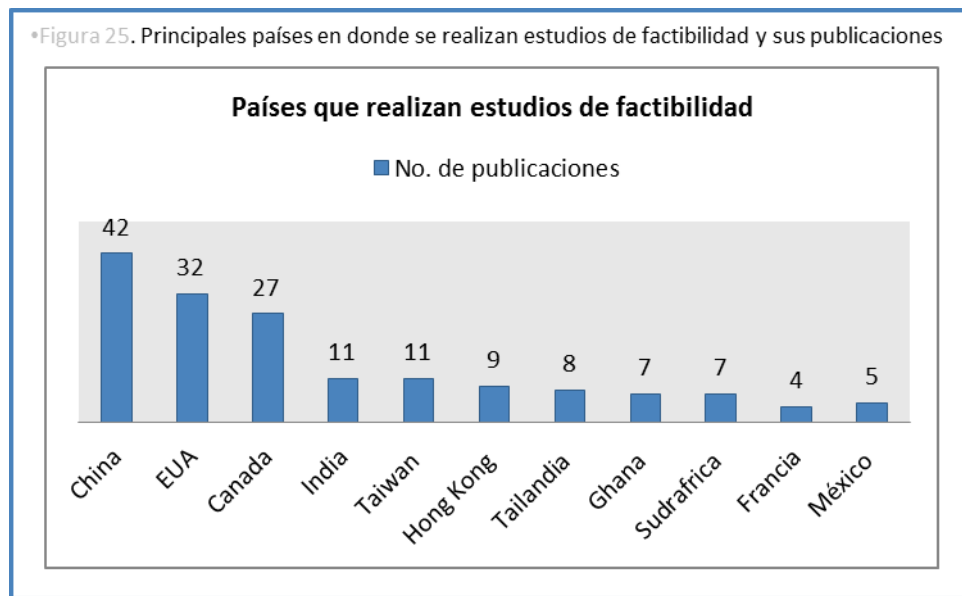
En la figura 24 se observa que cada autor solo tiene una publicación.



Fuente: ProQuest (2015).

En esta búsqueda también se observa que el mayor número de publicación de estudios de factibilidad se realizan en China, dato que coincide con la búsqueda anterior. Los países con mayor presencia de publicaciones de estudios de factibilidad son los siguientes:

1. China;
2. Estados Unidos;
3. Canadá;
4. India;
5. Taiwán;
6. Hong Kong;
7. Tailandia;
8. Ghana;
9. Sudáfrica;
10. Francia;
11. México;



Fuente: ProQuest (2015).

En la figura 25 se muestra a cada país con el número de publicaciones correspondientes, además se puede observar que se agregó como onceavo país a México, en donde solo se tienen 5 registros de publicaciones sobre estudios de factibilidad.

En esta base de datos, en el año 2012 fue cuando se publicaron más estudios de factibilidad, pero en la figura 26 se puede ver que para los dos últimos años la cantidad de publicaciones fue un poco más baja.

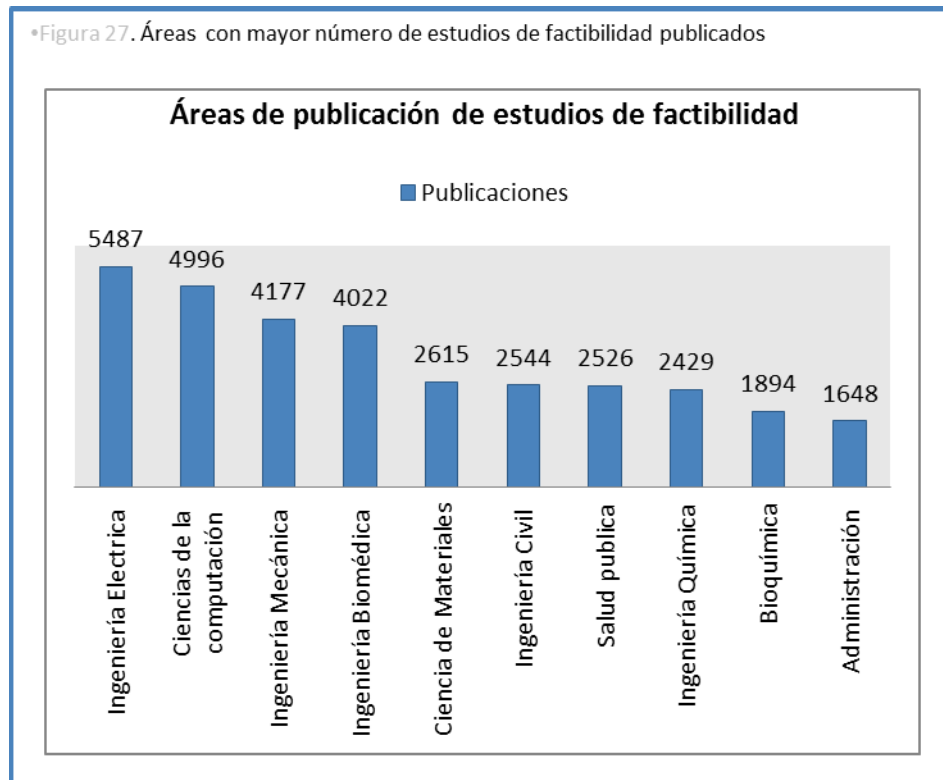


Fuente: ProQuest (2015).

En esta tercera búsqueda se puede observar que los estudios de factibilidad se aplican a diferentes campos de estudio, los principales resultados que se obtuvieron son los siguientes:

1. Ingeniería Eléctrica;
2. Ciencias de la computación;
3. Ingeniería Mecánica;
4. Ingeniería Biomédica;
5. Ciencia de Materiales;
6. Ingeniería Civil;
7. Salud pública;
8. Ingeniería Química;
9. Bioquímica;
10. Administración

Lo anterior se puede observar en la siguiente figura 27.



Fuente: ProQuest.

Es importante mencionar que en esta tercera búsqueda y revisión de literatura, la mayoría de los estudios de factibilidad revisados, corresponden a estudios de factibilidad económica y estudios de factibilidad financiera, pero no se encontró ningún registro de estudio de factibilidad relacionado a la implantación de la norma ISO 17025:2005 en laboratorios universitarios.

En conclusión para el caso específico de que una organización desee implantar la norma ISO 17025, se puede decir que no existe una estructura hecha para diseñar y llevar a cabo estudios de factibilidad para implantar la norma ISO 17025, además la misma norma no menciona como pre-requisito la elaboración de este, por lo que en el siguiente capítulo se presentará una propuesta de estructura para realizar un estudio de factibilidad para implantar la norma ISO 17025 en una organización. Por lo mismo que no existe se propone un estudio de factibilidad el cual estará basado en conceptos, técnicas, métodos y herramientas de las siguientes disciplinas:

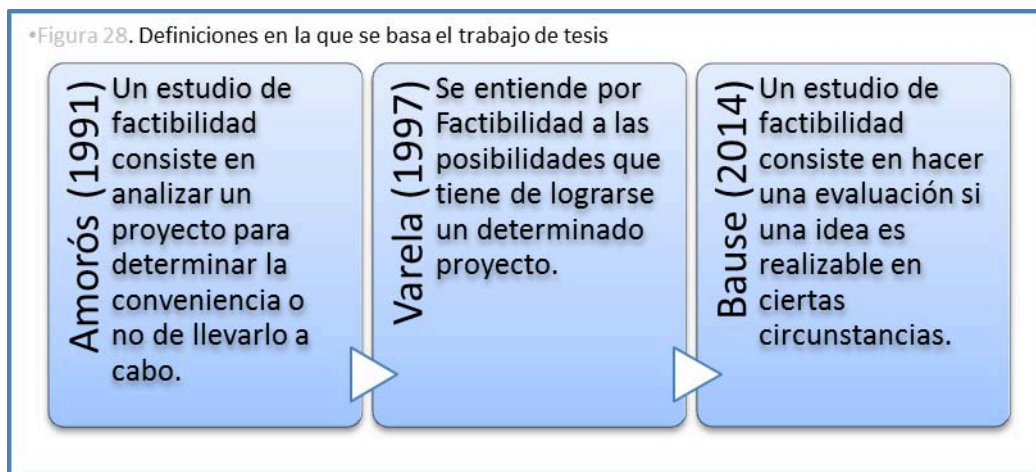
- Factibilidad;
- Factibilidad técnica y factibilidad operativa;
- Estudio de Factibilidad;
- Ventaja competitiva;
- Sistemas de Gestión de Calidad;
- Norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración”;

CAPITULO 3

DESARROLLO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y DE GESTIÓN

En este capítulo se desarrolla el estudio de factibilidad para la implantación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”, como ya se ha mencionado anteriormente en el objetivo general de este trabajo de tesis, esta herramienta servirá como apoyo para la toma de decisiones. Se da una explicación de la constitución de la tabla de indicadores.

Este trabajo de tesis está basado en las definiciones de factibilidad de Varela (1997) y de estudio de factibilidad de Amorós (1991) y Bause (2014), las cuales se citan en la siguiente figura 28:



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente propuesta está basada en una tabla de indicadores, con los cuales se evalúan los aspectos de gestión y técnicos del laboratorio, relacionados a la factibilidad de implantar la norma ISO 17025: 2005 en un laboratorio universitario que realice pruebas de ensayo y/o calibración. A través de esta evaluación, los indicadores darán a conocer el “estado real” que existe un momento antes de implantar la norma ISO 17025:2005 en el laboratorio para determinar si es factible o no dicha implantación, además permitirá ver qué cambios o mejoras se necesitan realizar en las áreas correspondientes a la gestión del laboratorio o a la parte técnica del laboratorio.

3.1 Generalidades

Como se ha mencionado antes, esta herramienta puede ser aplicada para laboratorios universitarios que realicen pruebas de calibración y/o ensayo, y que deseen conocer la factibilidad de implantar un sistema de gestión de calidad referido a la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración”, pueden ser por ejemplo laboratorios de Ingeniería Civil, Ingeniería Química, Ingeniería Farmacéutica, Biología, etc., en donde los usuarios del laboratorio sean los alumnos de diferentes niveles. Otra característica que deben tener estos laboratorios es que debe de contar con la certificación de la norma ISO 9001:2008 y trabajar bajo el enfoque del Sistema de Gestión de Calidad que establezca el laboratorio según sus características, también dichos laboratorios pueden o no prestar servicios a terceros, pueden o no realizar prácticas de calibración o de ensayo, por lo tanto habrá indicadores que pueden “No Aplicar” según sea el alcance de cada laboratorio, estos deberán estar marcados con color gris.

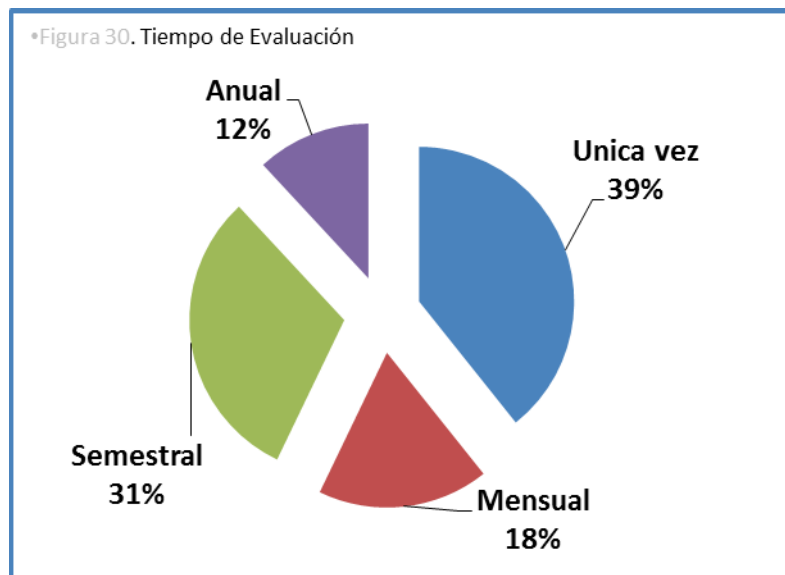
A continuación en la figura 29 se muestra la tabla de indicadores:

Como se muestra en la figura 29 la tabla de indicadores las filas de la tabla se dividen en dos secciones la primera corresponde a los “Indicadores de Gestión” y la segunda sección corresponde a los “Indicadores Técnicos”. Todos los indicadores están diseñados de acuerdo a los requisitos de la norma ISO 17025:2005, cabe señalar que la norma ISO 17025:2005 se divide en requisitos de gestión y requisitos técnicos.

Las columnas de la tabla de indicadores están divididas en 6 secciones, la primera corresponde a “Indicadores” ahí se escriben los indicadores propuestos de acuerdo a los requisitos de la norma ISO 17025:2005. Como ya se había mencionado anteriormente, para cada caso particular, habrá indicadores que no apliquen al laboratorio debido a que están fuera del alcance del laboratorio, cuando esto suceda se deberá de resaltar en indicador con color gris, para indicar que el indicador “No aplica”.

La segunda columna corresponde a la sección “Tiempo de Evaluación” y a su vez está dividida en: única vez, mensual, semestral y anual. En esta sección se señalará para cada indicador que tiempo es el que se está tomando en cuenta para evaluar el indicador si es única vez, si el indicador se está evaluando por mes, por semestre o anualmente, estos criterios de evaluación se proponen con base en la disponibilidad de la información al momento de realizar el estudio. Deberá de marcarse con una “X” según la elección del encargado de realizar el análisis de factibilidad o bien por la información que disponga el laboratorio.

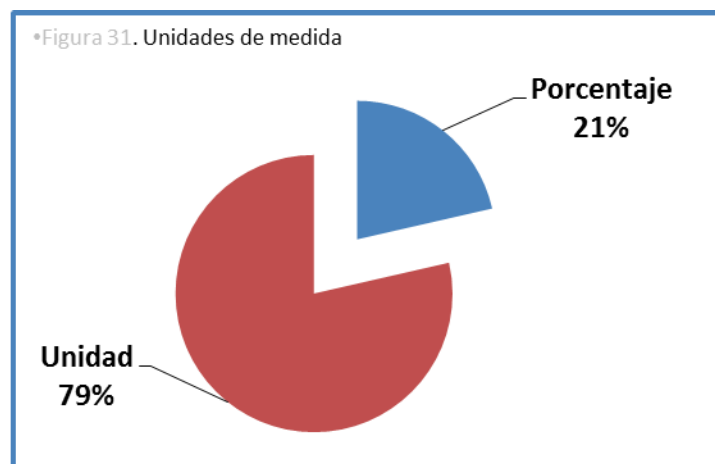
El 12% de los indicadores, es decir, 33 indicadores son medidos por única vez, el 31% (26 indicadores) son medidos semestralmente, el 18% (15 indicadores) son medidos mensualmente y el 12% (10 indicadores) son medidos anualmente. Esto se puede observar en la figura 30.



Fuente: Elaboración propia.

La tercera sección es “Unidades de medida” y a su vez se divide en: porcentaje y unidad. En esta sección se marcara con una “X” si el indicador se medirá en porcentaje o en unidad. Si la unidad de medida del indicador es “Porcentaje”, se estará indicando el porcentaje con el que actualmente el laboratorio cumple, si se selecciona “Unidad” se estará indicando el número de personas, procedimientos, equipos, practicas, etc., según sea el caso.

El 21% de los indicadores se mide en porcentaje y el 79% son medidos por unidad, esto se puede observar en la figura 31.



Fuente: Elaboración propia.

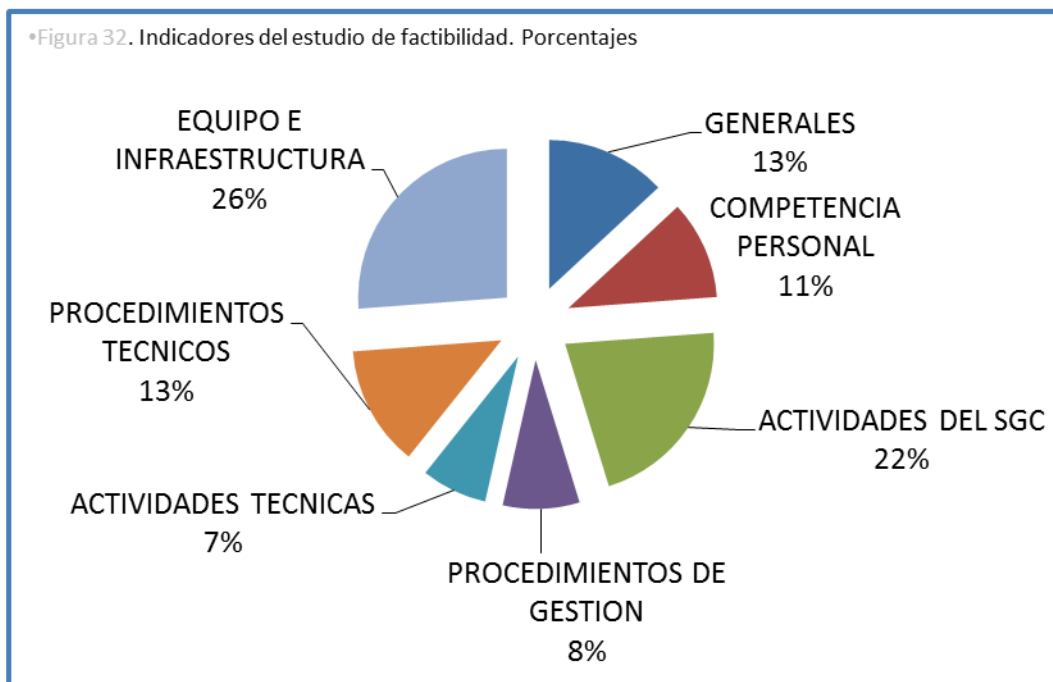
La cuarta sección es “Valor”. En esta columna se colocara el número o la cantidad porcentual con la que se evalúa cada indicador.

La quinta sección es “Rango de valores” y a su vez se divide en: mínimo y máximo. En esta propuesta y según los requisitos de la norma ISO 17025:2005, ya se han establecido valores de rango mínimo y máximo. Para los indicadores con unidad de medida porcentual, se ha considerado manejar un rango mínimo de 80% y máximo de 100% ya que en ocasiones en las auditorias que se realizan a los sistemas de gestión de calidad el rango 80% - 100% es lo que se utiliza.

Para los indicadores que se expresan por unidad, la norma ISO 17025:2005, no marca un rango mínimo o máximo en específico, debido a que las normas ISO en general son genéricas y son adaptables al tamaño de cualquier organización, pero para este trabajo se estableció para algunos casos el rango mínimo de 1, y como rango máximo se estableció “N/A” es decir que no aplica un rango máximo.

La sexta sección es “Resultados” y a su vez se divide en: factible, no factible y no aplica. Una vez que se tenga el valor de cada indicador, este se deberá de comparar con el rango mínimo y máximo establecido para cada uno. Si un valor no cumple con el rango mínimo, se deberá marcar con una “X” la columna de “No Factible”, si un valor queda dentro de los rangos máximo y mínimo establecidos se deberá marcar con una “X” la columna “Factible” y si el indicador desde un principio se estableció que no aplicaría para el laboratorio se deberá marcar con una “X” la columna “No Aplica”.

En la siguiente figura 32, se muestran todos los indicadores (técnicos y de gestión) que constituyen el estudio de factibilidad. Como se puede observar, los indicadores de ‘Actividades del sistema de gestión de calidad SGC’ y los indicadores de ‘Equipo e infraestructura’ son los que tiene mayor presencia en el estudio.



Fuente: Elaboración propia.

1.2 Indicadores de Gestión

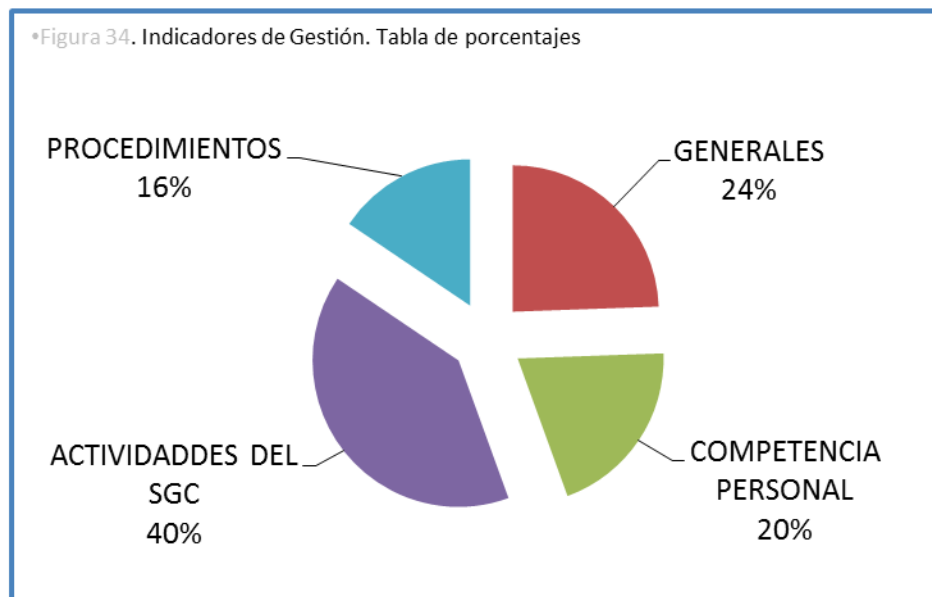
Los Indicadores de Gestión son aquellos que se encargan de evaluar las condiciones relacionadas a la gestión del sistema de calidad que el laboratorio debe tener para asegurar su competencia técnica. En este caso se tienen 45 indicadores de gestión los cuales se dividen en 4 categorías: Generales, Competencia de personal, Actividades del Gestión de Calidad Sistema de Gestión de Calidad SGC y Procedimientos de Gestión. La figura 33 muestra el número de indicadores que tiene cada categoría:

•Figura 33. Indicadores de Gestión. Categorías.

| INDICADORES DE GESTIÓN | |
|------------------------|-----------|
| GENERALES | 11 |
| COMPETENCIA PERSONAL | 9 |
| ACTIVIDADES DEL SGC | 18 |
| PROCEDIMIENTOS | 7 |
| TOTAL | 45 |

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura 34 muestra los porcentajes que representan categoría de los indicadores de gestión:



Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Indicadores de gestión: Generales

Los indicadores generales evalúan los aspectos bajo los que trabaja el laboratorio de forma habitual, por ejemplo el personal técnico y directivo con el que cuenta el laboratorio y que está dispuesto a participar en la implantación de la norma ISO 17025:2005, evaluar el grado de comunicación entre el laboratorio, los clientes o usuarios y el personal interno del laboratorio, evaluar las revisiones que se realizan al Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2008, etc. En la figura 35 se observan los indicadores generales.

*Figura 35. Indicadores de gestión. Categoría: Generales.

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|--|
| INDICADOR | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | | |
| | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA | |
| GENERALES | Interes de la direccion respecto a la implantacion de la norma ISO 17025:2005 en el laboratorio | X | | | | X | | 100% | 80% | 100% | | | |
| | Personal directivo del laboratorio | | | X | | | X | 3 | 1 | N/A | | | |
| | Personal tecnico que labora en el laboratorio | | | X | | | X | 4 | 1 | N/A | | | |
| | Personal responsable del sistema de gestion de calidad del laboratorio | | | X | | | X | 2 | 1 | N/A | | | |
| | Revisiones al sistema de gestion de calidad ISO 9001:2008 por la direccion | | | X | | | X | 1 | 1 | N/A | | | |
| | Personal que realiza supervisiones a las practicas realizadas en el laboratorio | | | X | | | X | 3 | 1 | N/A | | | |
| | Practicas realizadas por los alumnos | | X | | | | X | 40 | 20 | N/A | | | |
| | Grado de comunicacion interna del personal en el laboratorio | | | X | | | X | 90% | 80% | 100% | | | |
| | Grado de comunicacion usuario - laboratorio | | | X | | | X | 80% | 80% | 100% | | | |
| | Grado de comunicacion laboratorio - usuario | | | X | | | X | 90% | 80% | 100% | | | |
| | Conocimiento del personal de los objetivos del laboratorio | | | X | | | X | 80% | 80% | 100% | | | |

| INDICADOR | |
|-----------|---|
| GENERALES | Interes de la direccion respecto a la implantacion de la norma ISO 17025:2005 en el laboratorio |
| | Personal directivo del laboratorio |
| | Personal tecnico que labora en el laboratorio |
| | Personal responsable del sistema de gestion de calidad del laboratorio |
| | Revisiones al sistema de gestion de calidad ISO 9001:2008 por la direccion |
| | Personal que realiza supervisiones a las practicas realizadas en el laboratorio |
| | Practicas realizadas por los alumnos |
| | Grado de comunicacion interna del personal en el laboratorio |
| | Grado de comunicacion usuario - laboratorio |
| | Grado de comunicacion laboratorio - usuario |
| | Conocimiento del personal de los objetivos del laboratorio |

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Indicadores de gestión: Competencia del personal.

Los indicadores de competencia del personal evalúan las capacidades y aptitudes de los recursos humanos con los que cuenta el laboratorio, por ejemplo el grado de conocimiento que tiene el personal respecto a la norma ISO 17025:2005, el conocimiento que tiene el personal respecto a ensayos y calibraciones, evaluar al personal con certificaciones, etc. En la figura 36 se observan los indicadores de competencia de personal.

•Figura 36. Indicadores de gestión. Categoría: Competencia del personal.

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|--|
| INDICADOR | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | | |
| | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA | |
| COMPETENCIA DEL PERSONAL | Conocimiento del personal respecto a la politica de calidad del laboratorio | | | X | | X | | 85% | 80% | 100% | | | |
| | Conocimiento del personal respecto al sistema de gestion de calidad de la norma ISO 9001:2008 | | | X | | X | | 80% | 80% | 100% | | | |
| | Conocimiento del personal respecto a la norma iso 17025 | X | | | | X | | 50% | 80% | 100% | | | |
| | Competencia del personal que realiza practicas de ensayo | X | | | | X | | 90% | 80% | 100% | | | |
| | Personal certificado en practicas de ensayo | X | | | | | X | 0 | 1 | N/A | | | |
| | Capacitacion al personal en practicas de ensayo | | | | X | | X | 2 | 1 | N/A | | | |
| | Personal certificado en practicas de calibracion | | | X | | | X | N/A | 1 | N/A | | | |
| | Capacitacion al personal en practicas de calibracion | | | | X | | X | N/A | 1 | N/A | | | |
| | Personal que posee el conocimiento necesario del equipo de computo | | | X | | | X | 4 | 2 | N/A | | | |

| INDICADOR | |
|--------------------------|---|
| COMPETENCIA DEL PERSONAL | Conocimiento del personal respecto a la politica de calidad del laboratorio |
| | Conocimiento del personal respecto al sistema de gestion de calidad de la norma ISO 9001:2008 |
| | Conocimiento del personal respecto a la norma iso 17025 |
| | Competencia del personal que realiza practicas de ensayo |
| | Personal certificado en practicas de ensayo |
| | Capacitacion al personal en practicas de ensayo |
| | Personal certificado en practicas de calibracion |
| | Capacitacion al personal en practicas de calibracion |
| | Personal que posee el conocimiento necesario del equipo de computo |

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Indicadores de gestión: Actividades del Sistema de Gestión de Calidad SGC.

Los indicadores de Actividades del Sistema de Gestión de Calidad evalúan las condiciones y formas de trabajo del laboratorio en lo que respecta al sistema de calidad, por ejemplo, acciones correctivas, acciones preventivas, mejora continua, etc. En la figura 37 se observan los indicadores de actividades del sistema de gestión de calidad SGC.

•Figura 37. Indicadores de gestión. Categoría: Actividades del Sistema de Gestión de Calidad SGC

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|--|
| INDICADOR | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | | |
| | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA | |
| ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD SGC | Personal encargado de revisar documentos/registros emitidos por el | X | | | | | X | 3 | 1 | N/A | | | |
| | Personal encargado de revisar contratos emitidos por el laboratorio | X | | | | | X | N/A | 1 | N/A | | | |
| | Personal encargado de revisar contratos adquiridos por el laboratorio | X | | | | | X | 0 | 1 | N/A | | | |
| | Personal encargado de supervisar adquisiciones de materiales para las practicas de ensayo y calibracion del laboratorio | X | | | | | X | 1 | 1 | N/A | | | |
| | Personal encargado de atender quejas de los usuarios del laboratorio | X | | | | | X | 3 | 1 | N/A | | | |
| | Personal encargado de realizar acciones correctivas en el laboratorio | | | X | | | X | 1 | 1 | N/A | | | |
| | Personal encargado de realizar acciones preventivas en el laboratorio | | | X | | | X | 1 | 1 | N/A | | | |
| | Personal encargado del resguardo de informacion del laboratorio | | | X | | | X | 1 | 1 | N/A | | | |
| | Quejas/Aclaraciones de los clientes/usuarios del laboratorio | | X | | | | X | 5 | N/A | N/A | | | |
| | Quejas/Aclaraciones de los clientes/usuarios del laboratorio resueltas | | X | | | | X | 100% | 80% | 100% | | | |
| | Proyectos de mejora continua programados en el laboratorio | | | | X | | X | 10 | 1 | N/A | | | |
| | Proyectos de mejora continua realizados en el laboratorio | | | | X | | X | 6 | 80% | 100% | | | |
| | Acciones correctivas realizadas en el laboratorio | | | | X | | X | 10 | 1 | N/A | | | |
| | Seguimiento al proceso de implementacion de acciones correctivas | | | | X | | X | 75% | 80% | 100% | | | |
| | Acciones preventivas realizadas en el laboratorio | | | | X | | X | 8 | 1 | N/A | | | |
| Seguimiento al proceso de implementacion de acciones preventivas | | | | X | | X | 80% | 80% | 100% | | | | |
| Auditorias internas realizadas al sistema de gestion de calidad ISO 9001:2008 | | | | X | | X | 2 | 1 | N/A | | | | |
| Auditorias internas programadas al sistema de gestion de calidad ISO 9001:2008 | | | | X | | X | 100% | 80% | 100% | | | | |

| | | |
|---|---|--|
| ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD SGC | Personal encargado de revisar documentos/registros emitidos por el laboratorio | Quejas/Aclaraciones de los clientes/usuarios del laboratorio resueltas |
| | Personal encargado de revisar contratos emitidos por el laboratorio | Proyectos de mejora continua programados en el laboratorio |
| | Personal encargado de revisar contratos adquiridos por el laboratorio | Proyectos de mejora continua realizados en el laboratorio |
| | Personal encargado de supervisar adquisiciones de materiales para las practicas de ensayo y calibracion del laboratorio | Acciones correctivas realizadas en el laboratorio |
| | Personal encargado de atender quejas de los usuarios del laboratorio | Seguimiento al proceso de implementacion de acciones correctivas |
| | Personal encargado de realizar acciones correctivas en el laboratorio | Acciones preventivas realizadas en el laboratorio |
| | Personal encargado de realizar acciones preventivas en el laboratorio | Seguimiento al proceso de implementacion de acciones preventivas |
| | Personal encargado del resguardo de informacion del laboratorio | Auditorias internas realizadas al sistema de gestion de calidad ISO 9001:2008 |
| | Quejas/Aclaraciones de los clientes/usuarios del laboratorio | Auditorias internas programadas al sistema de gestion de calidad ISO 9001:2008 |

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4 Indicadores de gestión: Procedimientos de Gestión

Los indicadores de procedimientos de gestión evalúan los procedimientos básicos que el laboratorio debe tener establecidos para poder desarrollar sus actividades bajo el esquema del Sistema de Gestión de Calidad, por ejemplo, los procedimientos para realizar compras de material o equipo, procedimientos de quejas de clientes/usuarios del laboratorio, etc. En la figura 38 se observan los indicadores de procedimientos de gestión.

•Figura 38. Indicadores de gestión. Categoría: Procedimientos de gestión

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|----------------------|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|
| INDICADOR | | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | |
| | | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA |
| PROCEDIMIENTOS DE GESTION | Procedimientos internos de gestión del laboratorio | X | | | | | X | 9 | 1 | N/A | | | |
| | Procedimientos internos técnicos del laboratorio | X | | | | | X | 2 | 1 | N/A | | | |
| | Procedimiento(s) para la adquisición de materiales para las prácticas del laboratorio | X | | | | | X | 1 | 1 | N/A | | | |
| | Procedimiento para la atención de quejas y sugerencias hecha por clientes o usuarios del laboratorio | X | | | | | X | 1 | 1 | N/A | | | |
| | Productos adquiridos con alguna anomalía | | X | | | | X | 0 | 1 | 10 | | | |
| | Productos adquiridos en buenas condiciones | | X | | | | X | 100% | 1% | 100% | | | |
| | Proveedores de materiales del laboratorio | | X | | | | X | 4 | 1 | N/A | | | |

| INDICADOR | |
|---------------------------|--|
| PROCEDIMIENTOS DE GESTION | Procedimientos internos de gestión del laboratorio |
| | Procedimientos internos técnicos del laboratorio |
| | Procedimiento(s) para la adquisición de materiales para las prácticas del laboratorio |
| | Procedimiento para la atención de quejas y sugerencias hecha por clientes o usuarios del laboratorio |
| | Productos adquiridos con alguna anomalía |
| | Productos adquiridos en buenas condiciones |
| | Proveedores de materiales del laboratorio |

Fuente: Elaboración propia.

1.3 Indicadores Técnicos

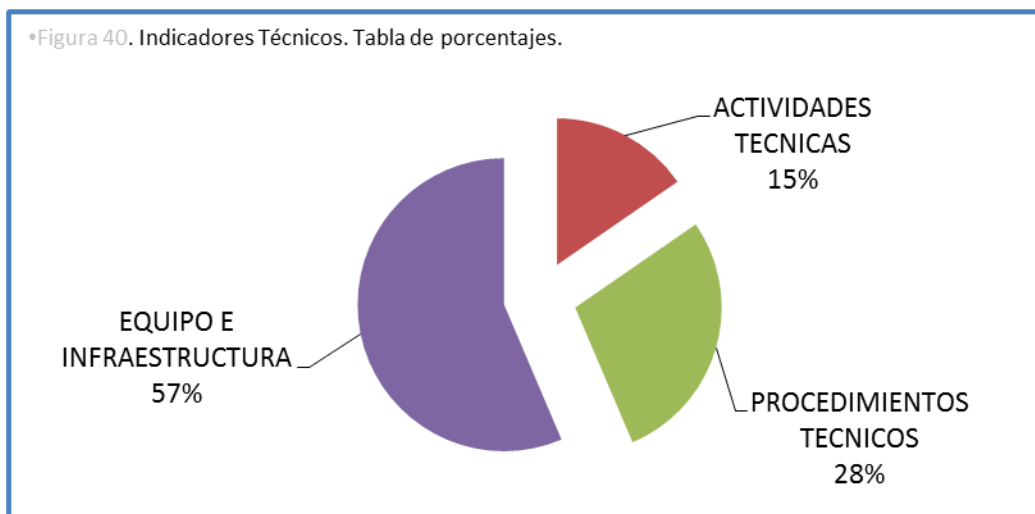
Los Indicadores Técnicos son aquellos que se encargan de evaluar los factores, que en el caso de un laboratorio, contribuyen a la exactitud, fiabilidad y validez de los ensayos y calibraciones que se realizan. En este caso se tienen 39 indicadores técnicos los cuales se dividen en 3 categorías: Actividades técnicas, Procedimientos técnicos y Equipo e infraestructura. La figura 39 muestra el número de indicadores que tiene cada categoría:

•Figura 39. Indicadores Técnicos. Categorías.

| INDICADORES TÉCNICOS | |
|--------------------------|-----------|
| ACTIVIDADES TECNICAS | 6 |
| PROCEDIMIENTOS TECNICOS | 11 |
| EQUIPO E INFRAESTRUCTURA | 22 |
| TOTAL | 39 |

Fuente: Elaboración propia.

La figura 40 muestra los porcentajes que representan categoría de los indicadores técnicos:



Fuente: Elaboración propia.

3.3.1 Indicadores técnicos: Actividades técnicas

Los indicadores de Actividades técnicas evalúan las formas de trabajo y al personal del laboratorio en lo que respecta a la realización de las pruebas de ensayo y de calibración del laboratorio, por ejemplo, el personal que realiza pruebas de calibración, personal encargado de supervisar las prácticas, etc. En la figura 41 se observan los indicadores de actividades técnicas.

*Figura 41. Indicadores técnicos. Categoría: Actividades técnicas.

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|--|
| INDICADOR | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | | |
| | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA | |
| ACTIVIDADES TÉCNICAS | Personal tecnico que realiza practicas de ensayo | X | | | | | X | 4 | 1 | N/A | | | |
| | Personal tecnico que realiza practicas de calibracion | X | | | | | X | N/A | 1 | N/A | | | |
| | Personal que realiza supervisiones a las practicas de ensayo realizadas en el laboratorio | X | | | | | X | 3 | 1 | N/A | | | |
| | Personal que realiza supervisiones a las practicas de calibracion realizadas en el laboratorio | X | | | | | X | N/A | 1 | N/A | | | |
| | Personal encargado de dar seguimiento a trabajos de ensayo con errores | X | | | | | X | 0 | 1 | N/A | | | |
| | Personal encargado de dar seguimiento a trabajos de calibración con errores | X | | | | | X | N/A | 1 | N/A | | | |

| INDICADOR | |
|----------------------|--|
| ACTIVIDADES TÉCNICAS | Personal tecnico que realiza practicas de ensayo |
| | Personal tecnico que realiza practicas de calibracion |
| | Personal que realiza supervisiones a las practicas de ensayo realizadas en el laboratorio |
| | Personal que realiza supervisiones a las practicas de calibracion realizadas en el laboratorio |
| | Personal encargado de dar seguimiento a trabajos de ensayo con errores |
| | Personal encargado de dar seguimiento a trabajos de calibración con errores |

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Indicadores técnicos: Procedimientos técnicos

Los indicadores de procedimientos técnicos evalúan los procedimientos básicos que el laboratorio debe tener establecidos para poder desarrollar sus actividades de calibración y/o ensayo, por ejemplo, los procedimientos que se llevan a cabo bajo normas internacionales o nacionales, métodos desarrollados por el mismo laboratorio, etc. En la figura 42 se observan los indicadores de procedimientos técnicos.

•Figura 42. Indicadores técnicos. Categoría: Procedimientos técnicos.

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|--|
| INDICADOR | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | | |
| | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA | |
| PROCEDIMIENTOS TECNICOS | Practicas de ensayo que se realicen bajo metodos de normas nacionales internacionales | | | X | | | X | 6 | 1 | N/A | | | |
| | Practicas de calibracion que se realicen bajo metodos de normas nacionales o internacionales | | | X | | | X | N/A | N/A | N/A | | | |
| | Calibraciones que hace el laboratorio a sus equipos propios de medicion | | X | | | | X | N/A | N/A | N/A | | | |
| | Practicas en las que se llevan a cabo ensayos | | X | | | | X | 40 | 1 | N/A | | | |
| | Practicas en las que se llevan a cabo calibraciones | | X | | | | X | N/A | N/A | N/A | | | |
| | Practicas de ensayo que se lleven a cabo con errores | | X | | | | X | — | N/A | N/A | | | |
| | Practicas de calibracion que se llevan a cabo con errores | | X | | | | X | N/A | N/A | N/A | | | |
| | Metodos de calibracion desarrollados por el propio laboratorio | X | | | | | X | N/A | N/A | N/A | | | |
| | Metodos de ensayo desarrollados por el propio laboratorio | X | | | | | X | 0 | N/A | N/A | | | |
| | Trabajos de ensayo subcontratados por el laboratorio | | X | | | | X | 0 | N/A | N/A | | | |
| Trabajos de calibracion subcontratados por el laboratorio | | X | | | | X | 2 | N/A | N/A | | | | |

| INDICADOR | |
|---|--|
| PROCEDIMIENTOS TECNICOS | Practicas de ensayo que se realicen bajo metodos de normas nacionales internacionales |
| | Practicas de calibracion que se realicen bajo metodos de normas nacionales o internacionales |
| | Calibraciones que hace el laboratorio a sus equipos propios de medicion |
| | Practicas en las que se llevan a cabo ensayos |
| | Practicas en las que se llevan a cabo calibraciones |
| | Practicas de ensayo que se lleven a cabo con errores |
| | Practicas de calibracion que se llevan a cabo con errores |
| | Metodos de calibracion desarrollados por el propio laboratorio |
| | Metodos de ensayo desarrollados por el propio laboratorio |
| | Trabajos de ensayo subcontratados por el laboratorio |
| Trabajos de calibracion subcontratados por el laboratorio | |

3.3.3 Indicadores técnicos: Equipo e infraestructura.

Los indicadores de Equipo e infraestructura evalúan las condiciones y características físicas del laboratorio y de los equipos que se encuentran en el laboratorio y que son utilizados para realizar pruebas de ensayo y calibración, por ejemplo, evaluar la iluminación del laboratorio, evaluar el equipo que se encuentra calibrado, evaluar las condiciones del equipo de cómputo, etc. En la figura 43 se observan los indicadores de equipo e infraestructura.

*Figura 43. Indicadores técnicos. Categoría: Equipo e Infraestructura.

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|--|
| INDICADOR | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | | |
| | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA | |
| EQUIPO E INFRAESTRUCTURA | Iluminación del laboratorio | | X | | | X | | 95% | 80% | 100% | | | |
| | Condiciones ambientales del laboratorio | | | X | | X | | 90% | 80% | 100% | | | |
| | Equipos para pruebas de ensayo que hay en el laboratorio | X | | | | | X | 4 | N/A | N/A | | | |
| | Equipos para pruebas de ensayo del laboratorio que necesitan reparaciones | X | | | | | X | 1 | N/A | 0 | | | |
| | Mantenimiento realizado al equipo para pruebas de ensayo del laboratorio | | | X | | | X | 100% | 1 | N/A | | | |
| | Mantenimiento programado al equipo de pruebas de ensayo del laboratorio | | | X | | | X | 1 | 1 | N/A | | | |
| | Equipos de calibración que hay en el laboratorio | X | | | | | X | 0 | N/A | N/A | | | |
| | Equipos de calibración del laboratorio que necesitan reparaciones | X | | | | | X | 0 | N/A | 0 | | | |
| | Mantenimiento realizado al equipo de calibración del laboratorio | | | X | | | X | 0 | 1 | N/A | | | |
| | Mantenimiento programado al equipo de calibración del laboratorio | | | X | | | X | 0 | 1 | N/A | | | |
| | Equipo de computo con el que cuenta el laboratorio, utilizado para practicas de ensayo | X | | | | | X | 2 | 1 | N/A | | | |
| | Equipo de computo que requiera reparaciones | X | | | | | X | 1 | N/A | 0 | | | |
| | Mantenimiento programado al equipo de computo | | | X | | | X | 0 | 1 | N/A | | | |
| | Mantenimiento realizado al equipo de computo | | | X | | | X | 0 | 1 | N/A | | | |
| | Equipo de computo dedicado al resguardo de información | X | | | | | X | 1 | 2 | N/A | | | |
| | Equipos a los que el propio laboratorio realiza calibración | X | | | | | X | 0 | N/A | N/A | | | |
| | Equipos del laboratorio que se encuentran calibrados | X | | | | | X | 100% | 100% | 100% | | | |
| | Fuentes de energía que tiene el laboratorio | X | | | | | X | 1 | 1 | N/A | | | |
| | Limpieza del laboratorio | | X | | | | X | 80 | 100% | 100% | | | |
| | Equipo del laboratorio que tiene manuales de uso y funcionamiento | X | | | | | X | 90% | 100% | 100% | | | |
| Patrones de referencia con los que cuenta el laboratorio | | | X | | | X | 1 | N/A | N/A | | | | |
| Verificaciones hechas a los patrones de | X | | | | | X | 0 | N/A | N/A | | | | |

| EQUIPO E INFRAESTRUCTURA | | |
|--|---|--|
| Iluminación del laboratorio | Equipo de computo que requiera reparaciones | |
| Condiciones ambientales del laboratorio | Mantenimiento programado al equipo de computo | |
| Equipos para pruebas de ensayo que hay en el laboratorio | Mantenimiento realizado al equipo de computo | |
| Equipos para pruebas de ensayo del laboratorio que necesitan reparaciones | Equipo de computo dedicado al resguardo de información | |
| Mantenimiento realizado al equipo para pruebas de ensayo del laboratorio | Equipos a los que el propio laboratorio realiza calibración | |
| Mantenimiento programado al equipo de pruebas de ensayo del laboratorio | Equipos del laboratorio que se encuentran calibrados | |
| Equipos de calibración que hay en el laboratorio | Fuentes de energía que tiene el laboratorio | |
| Equipos de calibración del laboratorio que necesitan reparaciones | Limpieza del laboratorio | |
| Mantenimiento realizado al equipo de calibración del laboratorio | Equipo del laboratorio que tiene manuales de uso y funcionamiento | |
| Mantenimiento programado al equipo de calibración del laboratorio | Patrones de referencia con los que cuenta el laboratorio | |
| Equipo de computo con el que cuenta el laboratorio, utilizado para practicas de ensayo o calibración | Verificaciones hechas a los patrones de referencia | |

La aplicación de estos indicadores en el laboratorio se realizó en colaboración con el jefe del laboratorio, en donde se le preguntaba su opinión y calificación de acuerdo a cada indicador, también se hizo un recorrido y una inspección al laboratorio y así poder asentar el valor a cada indicador de acuerdo al rango de valores. Durante la aplicación no se tuvieron inconvenientes.

Nota: Todos los indicadores anteriormente mostrados se implementaron en una hoja de cálculo, para facilitar la evaluación y aplicación de estos a un caso específico, y también facilitar el análisis de los resultados.

CAPITULO 4

CASO DE ESTUDIO: LABORATORIO L4 INGENIERÍA CIVIL DE CONSTRUCCION Y GEOTECNIA DE LA FES ARAGÓN

En este capítulo se presentan los resultados de la aplicación del estudio de factibilidad para la implantación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración” específicamente en el Laboratorio L-4 Ingeniería Civil de Construcción y Geotecnia. Además se presentan recomendaciones para este caso de aplicación.

Para realizar el estudio de factibilidad en el laboratorio se colaboró con el Jefe del laboratorio L-4 Ingeniería Civil de Construcción y Geotecnia, en donde a través de reuniones semanales y mensuales durante seis meses, desde Enero del 2015 hasta Junio del mismo año, se le hizo la presentación del proyecto de tesis y los objetivos que perseguía el mismo, y en todo momento el Jefe del laboratorio tuvo una actitud de apoyo y cooperación, ya que se mostró interesado en el proyecto. Como ya lo he mencionado la información me fue proporcionada durante las visitas que realice, tanto de forma electrónica, como de forma verbal. También tuve el permiso para sacar fotografías a las instalaciones y a los equipos del laboratorio en general y del área de Construcción.

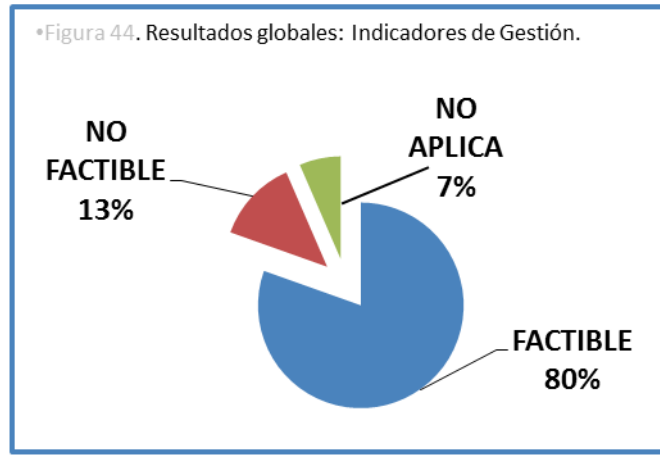
Con el apoyo del Jefe del laboratorio se aplicó el estudio de factibilidad técnica y de gestión descrito en el capítulo anterior. Los resultados obtenidos de la aplicación del estudio de factibilidad en el Laboratorio L-4 de Ingeniería Civil de Construcción y Geotecnia, se presentan por secciones, primero aparecen los Indicadores de Gestión con sus respectivas categorías, después aparecen los Indicadores técnicos y sus categorías desglosadas.

4.1 Resultados: Indicadores de gestión

Al aplicar la evaluación de los Indicadores de Gestión en el Laboratorio L-4 de Ingeniería Civil de Construcción y Geotecnia se obtuvieron los siguientes resultados:

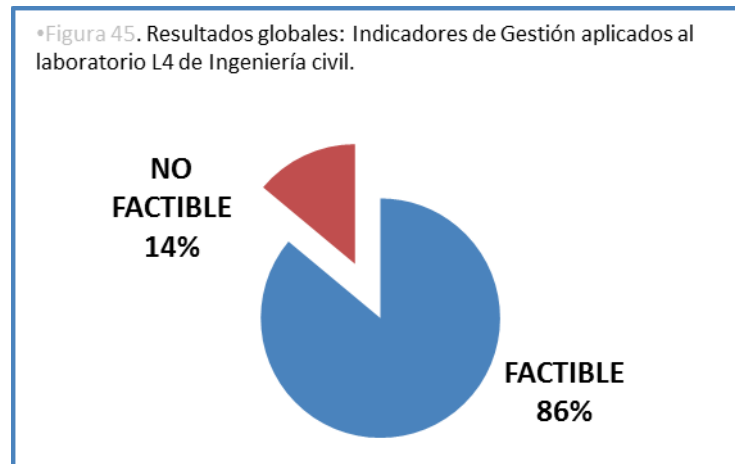
- Del total de 46 indicadores de gestión, 3 indicadores no aplicaron para este caso, debido a que en el Laboratorio L-4 de Ingeniería Civil no se llevan a cabo prácticas de calibración.
- Del total de 46 indicadores de gestión, 37 indicadores son factibles.
- Del total de 46 indicadores de gestión, 6 indicadores resultaron ser no factibles.

Estos resultados se pueden observar en la figura 44:



Fuente: Elaboración propia.

El resultado de los indicadores de gestión que si aplicaron al laboratorio L4 de Ingeniería Civil muestran que es **factible** en términos de gestión llevar a cabo la implantación de la norma ISO 17025:2005 ya que los indicadores arrojan un resultado de **86%** y quedando como no factible el **14%**. Este resultado se da ya que el personal del laboratorio trabaja actualmente bajo el Sistema de gestión de calidad dela norma ISO 9001:2008, lo cual facilitaría mucho la implantación de la norma ISO 17025.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran con más detalle los resultados de los indicadores de acuerdo a su categoría.

4.1.1 Resultados: Indicadores de gestión - Generales

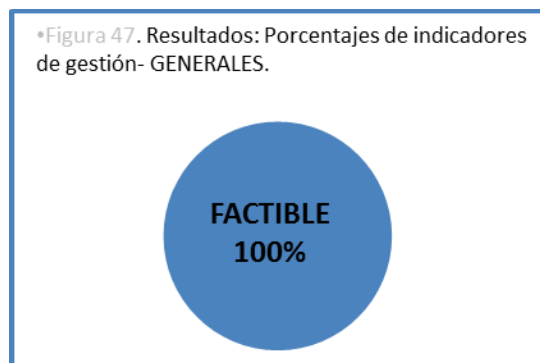
*Figura 46. Resultados: Indicadores de gestión- GENERALES.

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|--|
| INDICADOR | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | | |
| | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA | |
| GENERALES | Interes de la dirección respecto a la implantación de la norma ISO 17025:2005 en el laboratorio | X | | | | X | | 100% | 80% | 100% | 1 | | |
| | Personal directivo del laboratorio | | | X | | | X | 3 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Personal técnico que labora en el laboratorio | | | X | | | X | 4 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Personal responsable del sistema de gestión de calidad del laboratorio | | | X | | | X | 2 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Revisiones al sistema de gestión de calidad ISO 9001:2008 por la dirección | | | X | | | X | 1 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Personal que realiza supervisiones a las prácticas realizadas en el laboratorio | | | X | | | X | 3 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Prácticas realizadas por los alumnos | | X | | | | X | 40 | 20 | N/A | 1 | | |
| | Grado de comunicación interna del personal en el laboratorio | | | X | | X | | 90% | 80% | 100% | 1 | | |
| | Grado de comunicación usuario - laboratorio | | | X | | X | | 80% | 80% | 100% | 1 | | |
| | Grado de comunicación laboratorio - usuario | | | X | | X | | 90% | 80% | 100% | 1 | | |
| | Conocimiento del personal de los objetivos del laboratorio | | | X | | X | | 80% | 80% | 100% | 1 | | |

Fuente: Elaboración propia.

- Para la categoría de Generales, se emplearon todos los indicadores en este caso, ningún indicador fue marcado con “No aplica”.
- El 100% de los indicadores resultaron “Factibles”, es decir, 11 indicadores.
- El 0% de los indicadores resultaron “No Factibles”.

Estos resultados se pueden observar en la figura 47:



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de los indicadores de gestión generales muestran que los directivos del laboratorio tienen el interés por la implantación de esta norma en el laboratorio, cuentan con el personal directivo y técnico para que el laboratorio pueda laborar conforme a la norma, que existe una persona encargada del sistema de gestión de calidad, que el laboratorio cuenta con el personal adecuado para realizar supervisiones a las practicas que desarrollan los alumnos, que existe una buena comunicación usuario-laboratorio y viceversa y que se pone empeño en que los trabajadores del laboratorio conozcan y estén enterados de los objetivos establecidos en el sistema de gestión de calidad.

Este es el reflejo de que el laboratorio tiene un buen manejo del sistema de calidad de la norma ISO 9001:2008, ya que en el tiempo que llevan de trabajar se han obtenido buenos resultados, y esto hace que el laboratorio este encaminado a trabajar con un sistema de calidad.

4.1.2 Resultados: Indicadores de gestión – Competencia del personal.

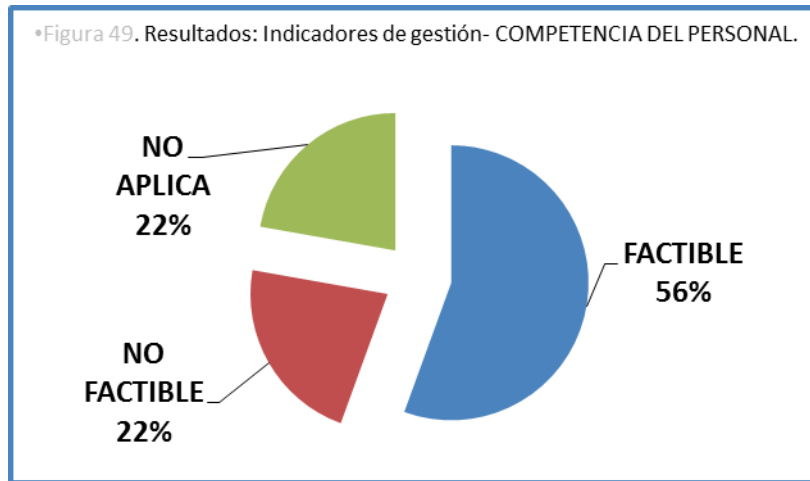
*Figura 48. Resultados: Indicadores de gestión- COMPETENCIA DEL PERSONAL.

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|----------------------|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|
| INDICADOR | | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | |
| | | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA |
| COMPETENCIA DEL PERSONAL | Conocimiento del personal respecto a la politica de calidad del laboratorio | | | X | | X | | 85% | 80% | 100% | 1 | | |
| | Conocimiento del personal respecto al sistema de gestion de calidad de la norma ISO 9001:2008 | | | X | | X | | 80% | 80% | 100% | 1 | | |
| | Conocimiento del personal respecto a la norma iso 17025 | X | | | | X | | 50% | 80% | 100% | | 1 | |
| | Competencia del personal que realiza practicas de ensayo | X | | | | X | | 90% | 80% | 100% | 1 | | |
| | Personal certificado en practicas de ensayo | X | | | | | X | 0 | 1 | N/A | | 1 | |
| | Capacitacion al personal en practicas de ensayo | | | | X | | X | 2 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Personal certificado en practicas de calibracion | | | X | | | X | N/A | 1 | N/A | | | 1 |
| | Capacitacion al personal en practicas de calibracion | | | | X | | X | N/A | 1 | N/A | | | 1 |
| | Personal que posee el conocimiento necesario del equipo de computo | | | X | | | X | 4 | 2 | N/A | 1 | | |

Fuente: Elaboración propia.

- Para la categoría de Competencia de personal, dos indicadores (el 22%) fueron marcados con “No aplica”, ya que el laboratorio no realiza pruebas de calibración.
- El 56% de los indicadores resultaron “Factibles”, es decir, 5 indicadores.
- El 22% de los indicadores resultaron “No Factibles”.

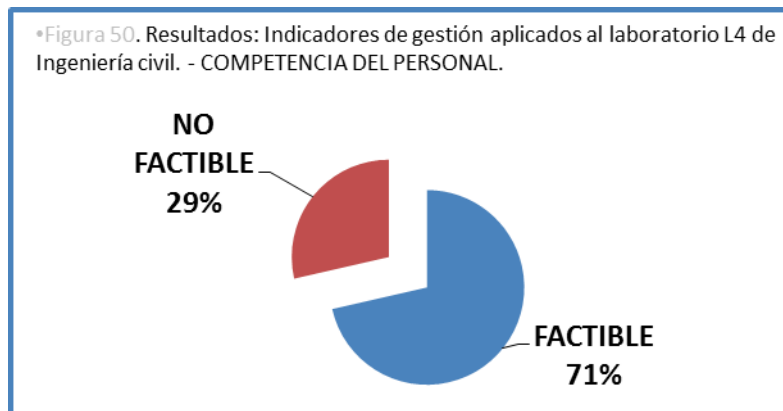
Estos resultados se pueden observar en la figura 49:



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de los indicadores de competencia de personal que solo se aplicaron al laboratorio L4 de Ingeniería Civil muestran que en la categoría de competencia del personal tiene una factibilidad del 71%, lo cual se muestra en la figura 50.

Los indicadores de gestión de competencia de personal tienen una factibilidad del 71%, esto se debe a que hace falta que al personal del laboratorio se le dé una capacitación de la norma ISO 17025 y una vez que conozca la norma se empiece a certificar al personal, el laboratorio tiene a favor que el personal conoce la política de calidad del laboratorio y la norma ISO 9001:2008, también el personal sabe cómo manejar la maquinaria y herramienta. Una vez que se hicieran mejoras en los puntos anteriormente mencionados, la factibilidad será mayor al 80%.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Resultados: Indicadores de gestión – Actividades del Sistema de Gestión de Calidad SGC.

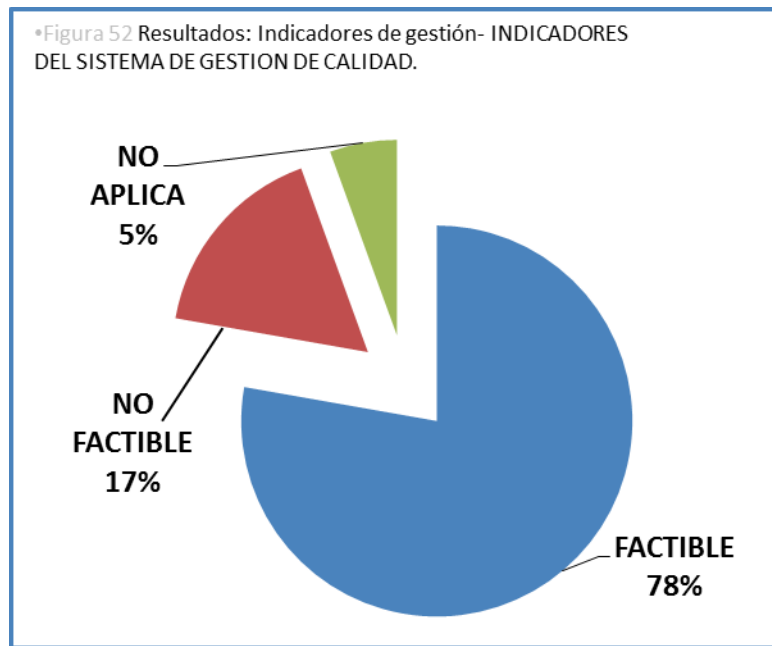
•Figura 51. Resultados: Indicadores de gestión- ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD SGC

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|---|
| INDICADOR | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | | |
| | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA | |
| ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD SGC | Personal encargado de revisar documentos/registros emitidos por el laboratorio | X | | | | | X | 3 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Personal encargado de revisar contratos emitidos por el laboratorio | X | | | | | X | N/A | 1 | N/A | | | 1 |
| | Personal encargado de revisar contratos adquiridos por el laboratorio | X | | | | | X | 0 | 1 | N/A | | 1 | |
| | Personal encargado de supervisar adquisiciones de materiales para las practicas de ensayo y calibracion del laboratorio | X | | | | | X | 1 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Personal encargado de atender quejas de los usuarios del laboratorio | X | | | | | X | 3 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Personal encargado de realizar acciones correctivas en el laboratorio | | | X | | | X | 1 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Personal encargado de realizar acciones preventivas en el laboratorio | | | X | | | X | 1 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Personal encargado del resguardo de informacion del laboratorio | | | X | | | X | 1 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Quejas/Aclaraciones de los clientes/usuarios del laboratorio | | X | | | | X | 5 | N/A | N/A | 1 | | |
| | Quejas/Aclaraciones de los clientes/usuarios del laboratorio resueltas | | X | | | | X | 100% | 80% | 100% | 1 | | |
| | Proyectos de mejora continua programados en el laboratorio | | | | X | | X | 10 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Proyectos de mejora continua realizados en el laboratorio | | | | X | | X | 6 | 80% | 100% | | 1 | |
| | Acciones correctivas realizadas en el laboratorio | | | | X | | X | 10 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Seguimiento al proceso de implementacion de acciones correctivas | | | | X | | X | 75% | 80% | 100% | | 1 | |
| | Acciones preventivas realizadas en el laboratorio | | | | X | | X | 8 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Seguimiento al proceso de implementacion de acciones preventivas | | | | X | | X | 80% | 80% | 100% | 1 | | |
| | Auditorias internas realizadas al sistema de gestion de calidad ISO 9001:2008 | | | | X | | X | 2 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Auditorias internas programadas al sistema de gestion de calidad ISO 9001:2008 | | | | X | | X | 100% | 80% | 100% | 1 | | |

Fuente: Elaboración propia.

- Para la categoría de Actividades del sistema de gestión de calidad SGC, un indicador, es decir el 5% fue marcado con “No aplica”, ya que el laboratorio no emite contratos con terceros, ya que aún no prestan servicios a clientes externos.
- El 78% de los indicadores resultaron “Factibles”, es decir, 14 indicadores de un total de 18.
- El 17% de los indicadores resultaron “No Factibles”, es decir 3 indicadores.

Los resultados anteriores se muestran en la figura 52:



Fuente: Elaboración propia.

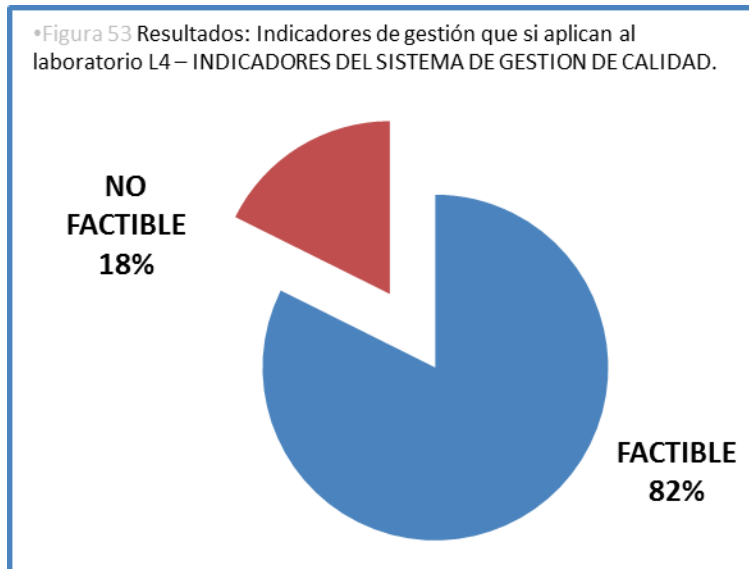
Lo que es importante señalar es que el laboratorio si le da importancia y su debido seguimiento a las quejas que hacen los usuarios del laboratorio, ya que en los últimos seis meses se tienen aclaradas el 100% de las dudas.

Otro punto relevante son las auditorias que se hacen al sistema de gestión de calidad del laboratorio, las cuales se realizan conforme al programa que se tiene en el laboratorio.

Los indicadores relacionados a las actividades del sistema de gestión de calidad, indican que en el último año el laboratorio se han programado 10 proyectos de mejora, de los cuales solo se han realizado 6 proyectos, lo cual quiere decir que no se le está dando un seguimiento a los proyectos de mejora del laboratorio.

En cuanto a la implementación de acciones correctivas en el último año se registraron 10, de las cuales se dio seguimiento solamente al 75%. Respecto a las acciones preventivas en el último año se registraron 8, de las cuales se dio seguimiento al 80%.

Los resultados de los indicadores que solo se aplicaron al laboratorio L4 de Ingeniería Civil muestran que en la categoría de actividades del sistema de gestión de calidad SGC tiene una **factibilidad del 82%**, figura 53.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Resultados: Indicadores de gestión – Procedimientos de Gestión.

•Figura 54. Resultados: Indicadores de gestión- PROCEDIMIENTOS DE GESTIÓN

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

| INDICADOR | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | |
|--|----------------------|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|
| | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA |
| Procedimientos internos de gestión del laboratorio | X | | | | | X | 9 | 1 | N/A | 1 | | |
| Procedimientos internos técnicos del laboratorio | X | | | | | X | 2 | 1 | N/A | 1 | | |
| Procedimiento(s) para la adquisición de materiales para las prácticas del laboratorio | X | | | | | X | 1 | 1 | N/A | 1 | | |
| Procedimiento para la atención de quejas y sugerencias hecha por clientes o usuarios del laboratorio | X | | | | | X | 1 | 1 | N/A | 1 | | |
| Productos adquiridos con alguna anomalía | | X | | | | X | 0 | 1 | 10 | 1 | | |
| Productos adquiridos en buenas condiciones | | X | | | | X | 100% | 1% | 100% | 1 | | |
| Proveedores de materiales del laboratorio | | X | | | | X | 4 | 1 | N/A | 1 | | |

Fuente: Elaboración propia.

- Para la categoría de Procedimientos de gestión, se emplearon todos los indicadores en este caso, ningún indicador fue marcado con “No aplica”.
- El 100% de los indicadores resultaron “Factibles”, es decir, 7 indicadores.
- El 0% de los indicadores resultaron “No Factibles”.

En cuanto a los indicadores de procedimientos de gestión, los resultados indican que el laboratorio cuenta con los procedimientos internos de gestión, técnicos, para la adquisición de materiales y para la atención a quejas y sugerencias. Todos estos procedimientos el laboratorio los estableció bajo la norma ISO 9001:2008.

En la figura 55 se puede observar que en esta categoría de indicadores, la implantación de la norma ISO 17025:2005 resulta ser factible al 100%.



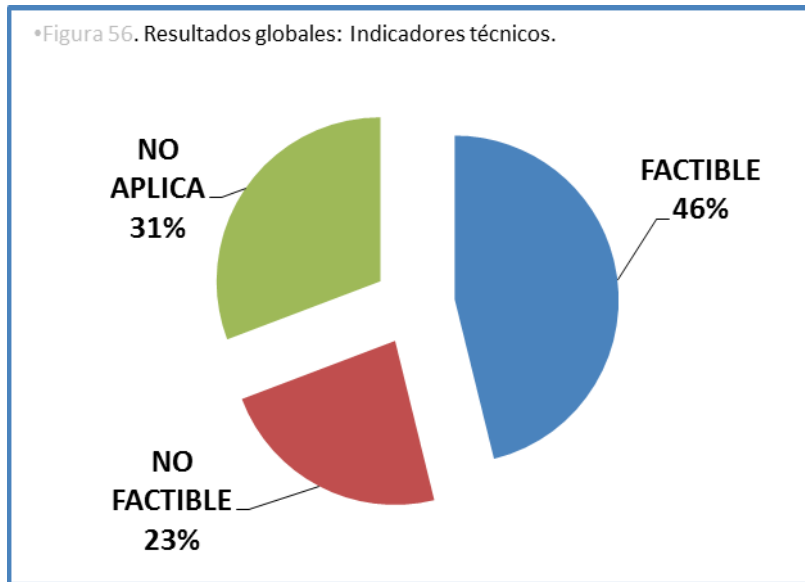
Fuente: Elaboración propia.

4.2 Resultados: Indicadores técnicos.

Al aplicar la evaluación de los Indicadores técnicos en el Laboratorio L-4 de Ingeniería Civil de Construcción y Geotecnia se obtuvieron los siguientes resultados:

- Del total de 39 indicadores de gestión, 12 indicadores no aplicaron para este caso, debido a que en el Laboratorio L-4 de Ingeniería Civil no se llevan a cabo prácticas de calibración.
- Del total de 39 indicadores de gestión, 18 indicadores son factibles.
- Del total de 39 indicadores de gestión, 9 indicadores resultaron ser no factibles.

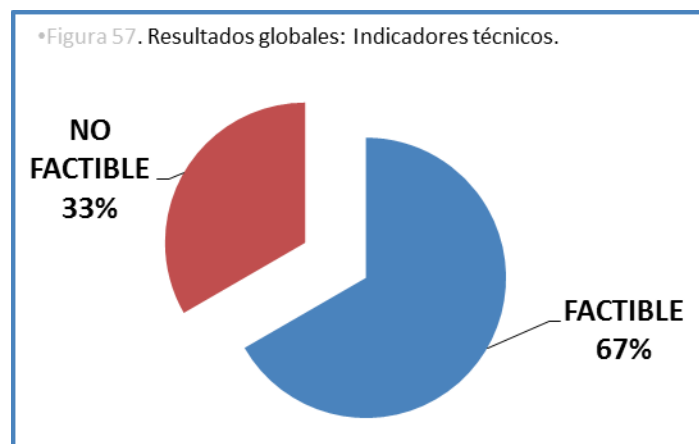
Estos resultados se pueden observar en la figura 56:



Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo los rangos de 80% como mínimo y máximo 100% para definir la factibilidad de los indicadores, en el caso del laboratorio L4 de Ingeniería civil, el resultado de los indicadores técnicos que si aplicaron, muestran que **no es factible** en términos técnicos llevar a cabo la implantación de la norma ISO 17025:2005 ya que los indicadores arrojan un resultado de **67%** de factibilidad y 33% de no factibilidad.

Los resultados anteriormente mencionados se muestran en la siguiente figura 57:



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran con más detalle los resultados de los indicadores técnicos de acuerdo a su categoría.

4.2.1 Resultados: Indicadores técnicos – Actividades técnicas

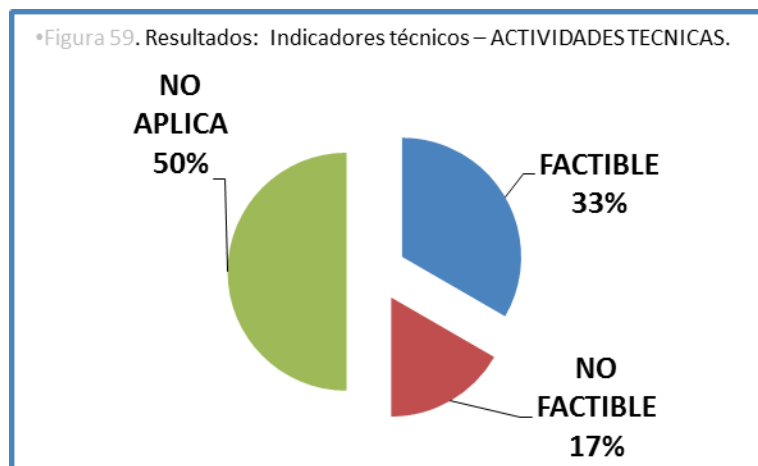
•Figura 58. Resultados: Indicadores técnicos – ACTIVIDADES TECNICAS

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|---|
| INDICADOR | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | | |
| | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA | |
| ACTIVIDADES TECNICAS | Personal tecnico que realiza practicas de ensayo | X | | | | | X | 4 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Personal tecnico que realiza practicas de calibracion | X | | | | | X | N/A | 1 | N/A | | | 1 |
| | Personal que realiza supervisiones a las practicas de ensayo realizadas en el laboratorio | X | | | | | X | 3 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Personal que realiza supervisiones a las practicas de calibracion realizadas en el laboratorio | X | | | | | X | N/A | 1 | N/A | | | 1 |
| | Personal encargado de dar seguimiento a trabajos de ensayo con errores | X | | | | | X | 0 | 1 | N/A | | 1 | |
| | Personal encargado de dar seguimiento a trabajos de calibración con errores | X | | | | | X | N/A | 1 | N/A | | | 1 |

Fuente: Elaboración propia.

- Del total de 6 indicadores de actividades técnicas, 3 indicadores no aplicaron para este caso, debido a que en el Laboratorio L-4 de Ingeniería Civil no se llevan a cabo prácticas de calibración.
- Del total de 6 indicadores de gestión, 2 indicadores son factibles.
- Del total de 6 indicadores de gestión, 1 indicador resulto ser no factible.

Los resultados se grafican en la figura 59:



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las actividades técnicas que se realizan en el laboratorio, el estudio de factibilidad muestra que se cuentan con 4 personas capacitadas para realizar y supervisar las prácticas de ensayo, pero hace falta que se designe personal para que se encargue de dar seguimiento a los trabajos de ensayo que se hacen con errores. Una vez que se mejoren estos puntos el laboratorio podrá elevar la factibilidad al 80%.

En la siguiente figura 60 se puede observar que en esta categoría de indicadores, la implantación de la norma ISO 17025:2005 resulta no ser factible con 67%, ya que no cumple con el mínimo del 80% para ser factible.

4.2.2 Resultados: Indicadores técnicos – Procedimientos técnicos

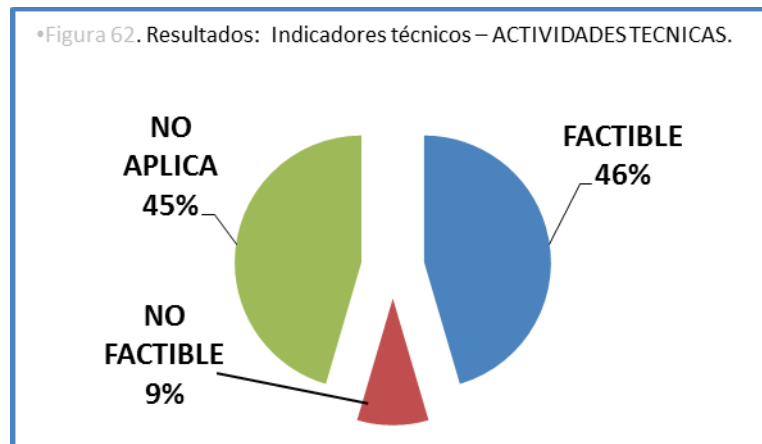
•Figura 61. Resultados: Indicadores técnicos – PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|----------------------|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|
| INDICADOR | | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | |
| | | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA |
| PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS | Practicas de ensayo que se realicen bajo metodos de normas nacionales internacionales | | | X | | | X | 6 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Practicas de calibracion que se realicen bajo metodos de normas nacionales o internacionales | | | X | | | X | N/A | N/A | N/A | | | 1 |
| | Calibraciones que hace el laboratorio a sus equipos propios de medicion | | X | | | | X | N/A | N/A | N/A | | | 1 |
| | Practicas en las que se llevan a cabo ensayos | | X | | | | X | 40 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Practicas en las que se llevan a cabo calibraciones | | X | | | | X | N/A | N/A | N/A | | | 1 |
| | Practicas de ensayo que se lleven a cabo con errores | | X | | | | X | — | N/A | N/A | | 1 | |
| | Practicas de calibracion que se lleven a cabo con errores | | X | | | | X | N/A | N/A | N/A | | | 1 |
| | Metodos de calibracion desarrollados por el propio laboratorio | X | | | | | X | N/A | N/A | N/A | | | 1 |
| | Metodos de ensayo desarrollados por el propio laboratorio | X | | | | | X | 0 | N/A | N/A | 1 | | |
| | Trabajos de ensayo subcontratados por el laboratorio | | X | | | | X | 0 | N/A | N/A | 1 | | |
| | Trabajos de calibracion subcontratados por el laboratorio | | X | | | | X | 2 | N/A | N/A | 1 | | |

Fuente: Elaboración propia.

- Del total de 11 indicadores de procedimientos técnicos, 5 indicadores no aplicaron para este caso, debido a que en el Laboratorio L-4 de Ingeniería Civil no se llevan a cabo procedimientos de calibración.
- Del total de 11 indicadores, 5 indicadores son factibles.
- Del total de 11 indicadores de procedimientos técnicos, 1 indicador resulto ser no factible.

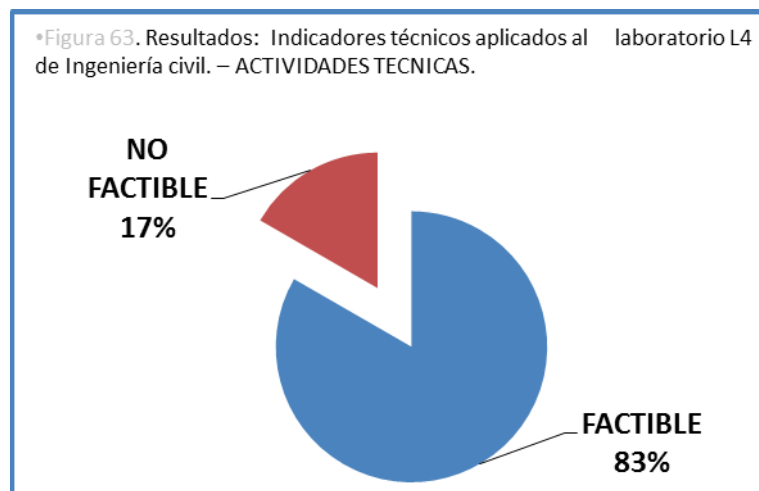
Estos resultados se grafican en la figura 62:



Fuente: Elaboración propia.

En el resultado de los indicadores de procedimientos técnicos en el laboratorio en promedio se hacen mensualmente 40 prácticas en las que se llevan a cabo ensayos realizados bajo métodos normalizados, pero de estas prácticas no se lleva el conteo y seguimiento de cuáles son las prácticas que se llevan a cabo con errores.

En la siguiente figura 63 se puede observar que en esta categoría de indicadores, la implantación de la norma ISO 17025:2005 resulta factible con 83%, ya que cumple con el mínimo del 80% para ser factible.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Resultados: Indicadores técnicos – Equipo e infraestructura

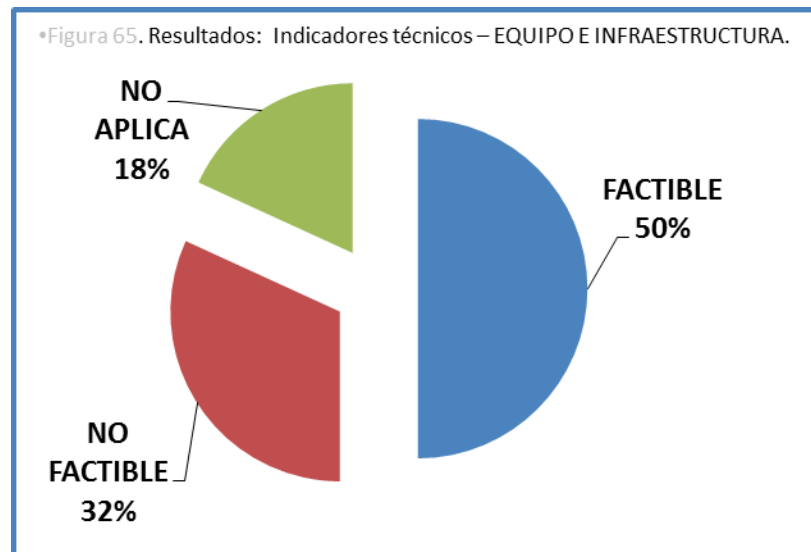
*Figura 64. Resultados: Indicadores técnicos – EQUIPO E INFRAESTRUCTURA

| ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|---------|-----------|-------|--------------------|--------|-------|------------------|--------|------------|-------------|-----------|---|
| INDICADOR | TIEMPO DE EVALUACION | | | | UNIDADES DE MEDIDA | | VALOR | RANGO DE VALORES | | RESULTADOS | | | |
| | UNICA VEZ | MENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL | PORCENTAJE | UNIDAD | | MINIMO | MAXIMO | FACTIBLE | NO FACTIBLE | NO APLICA | |
| EQUIPO E INFRAESTRUCTURA | Iluminación del laboratorio | | X | | | X | | 95% | 80% | 100% | 1 | | |
| | Condiciones ambientales del laboratorio | | | X | | X | | 90% | 80% | 100% | 1 | | |
| | Equipos para pruebas de ensayo que hay en el laboratorio | X | | | | | X | 4 | N/A | N/A | 1 | | |
| | Equipos para pruebas de ensayo del laboratorio que necesitan reparaciones | X | | | | | X | 1 | N/A | 0 | | 1 | |
| | Mantenimiento realizado al equipo para pruebas de ensayo del laboratorio | | | X | | X | | 100% | 1 | N/A | 1 | | |
| | Mantenimiento programado al equipo de pruebas de ensayo del laboratorio | | | X | | X | | 1 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Equipos de calibración que hay en el laboratorio | X | | | | | X | 0 | N/A | N/A | | | 1 |
| | Equipos de calibración del laboratorio que necesitan reparaciones | X | | | | | X | 0 | N/A | 0 | | | 1 |
| | Mantenimiento realizado al equipo de calibración del laboratorio | | | X | | X | | 0 | 1 | N/A | | | 1 |
| | Mantenimiento programado al equipo de calibración del laboratorio | | | X | | X | | 0 | 1 | N/A | | | 1 |
| | Equipo de computo con el que cuenta el laboratorio, utilizado para practicas de ensayo o | X | | | | | X | 2 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Equipo de computo que requiera reparaciones | X | | | | | X | 1 | N/A | 0 | | 1 | |
| | Mantenimiento programado al equipo de computo | | | X | | | X | 0 | 1 | N/A | | 1 | |
| | Mantenimiento realizado al equipo de computo | | | X | | | X | 0 | 1 | N/A | | 1 | |
| | Equipo de computo dedicado al resguardo de información | X | | | | | X | 1 | 2 | N/A | | 1 | |
| | Equipos a los que el propio laboratorio realiza calibración | X | | | | | X | 0 | N/A | N/A | 1 | | |
| | Equipos del laboratorio que se encuentran calibrados | X | | | | X | | 100% | 100% | 100% | 1 | | |
| | Fuentes de energía que tiene el laboratorio | X | | | | | X | 1 | 1 | N/A | 1 | | |
| | Limpieza del laboratorio | | X | | | | X | 80 | 100% | 100% | | 1 | |
| | Equipo del laboratorio que tiene manuales de uso y funcionamiento | X | | | | | X | 90% | 100% | 100% | 1 | | |
| | Patrones de referencia con los que cuenta el laboratorio | | | X | | | X | 1 | N/A | N/A | 1 | | |
| | Verificaciones hechas a los patrones de referencia | X | | | | | X | 0 | N/A | N/A | | 1 | |

Fuente: Elaboración propia.

- Del total de 22 indicadores de equipo e infraestructura, 4 indicadores no aplicaron para este caso, debido a que en el Laboratorio L-4 de Ingeniería Civil no se llevan a cabo procedimientos de calibración.
- Del total de 22 indicadores, 11 indicadores son factibles.
- Del total de 22 indicadores, 7 indicadores resultaron ser no factible.

Los resultados se muestran en la siguiente figura 65:



Fuente: Elaboración propia.

En los indicadores de equipo e infraestructura indican que el laboratorio cuenta con buena iluminación para realizar prácticas de ensayo, que las condiciones ambientales del laboratorio son buenas, que se tienen 4 equipos para realizar ensayos pero que 1 equipo que necesita reparaciones urgentemente. Los 3 equipos que se encuentran en buenas condiciones están calibrados y tienen su certificado de calibración.

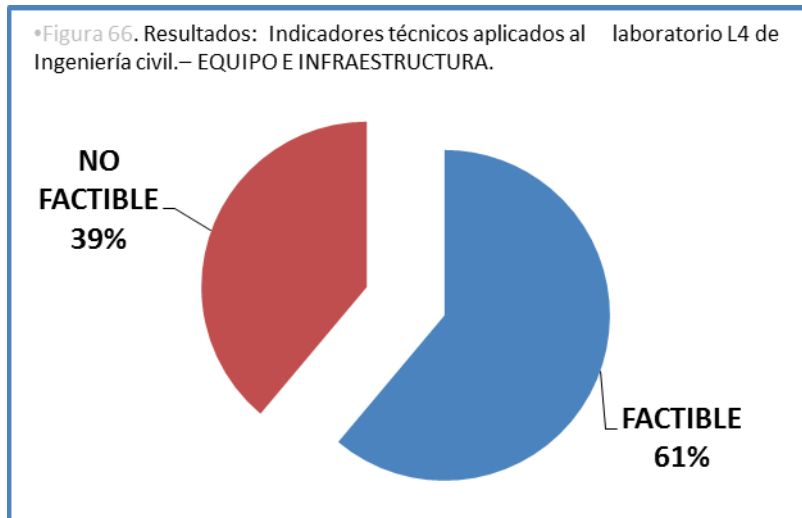
Respecto al mantenimiento a las maquinas se observa que se tiene un programa de mantenimiento preventivo el cual se realiza y se cumple al 100%.

El laboratorio cuenta con 2 equipos de cómputo de los cuales uno necesita reparación. Además el laboratorio no cuenta con un programa de mantenimiento para estos equipos.

Hace falta un poco de énfasis en el tema de la limpieza del laboratorio, ya que es muy fácil que el polvo se deposite en las maquinas.

El laboratorio cuenta con patrones de referencia pero a estos no se les hacen verificaciones hechas por un tercero para corroborar que se encuentran en óptimas condiciones.

En la siguiente figura 66 se puede observar que en esta categoría de indicadores, la implantación de la norma ISO 17025:2005 resulta no factible con 61%, ya que no cumple con el mínimo del 80% para ser factible.



Fuente: Elaboración propia.

4.3 Resultados Globales

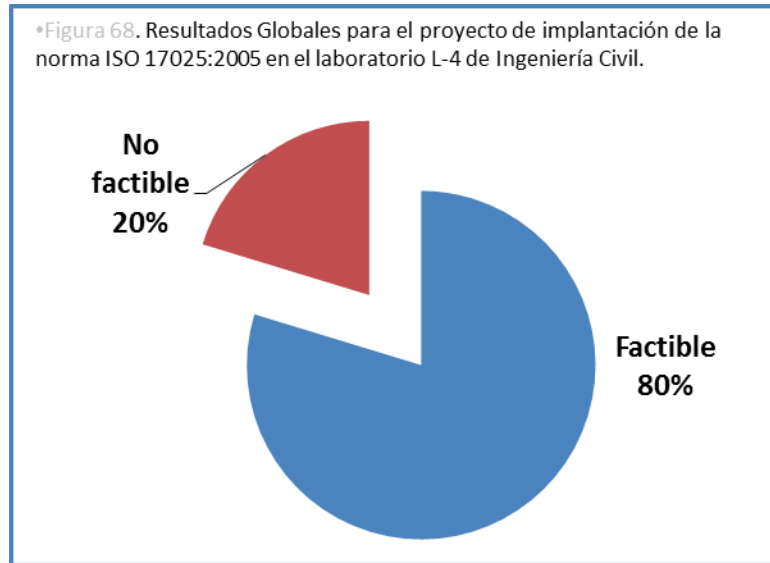
Para el caso del laboratorio L-4 Ingeniería Civil de Construcción y Geotecnia, durante el estudio de factibilidad se aplicaron un total de 69 indicadores, del total de indicadores 15 ‘no aplicaron’ ya que dentro de las actividades y prácticas del laboratorio, quedan fuera las de calibración. De los 69 indicadores 55 indicadores dieron como resultaron ser factibles, mientras que 14 indicadores fueron no factibles. Lo anterior se puede ver en la figura 67:

•Figura 67. Resultados Globales

| INDICADORES TÉCNICOS Y DE GESTIÓN | |
|--|-----------|
| FACTIBLE | 55 |
| NO FACTIBLE | 14 |
| TOTAL DE INDICADORES QUE APLICARON AL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | 69 |

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al sacar los porcentajes correspondientes a los resultados de los indicadores resulta lo siguiente:



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 68 se observa que se tiene una factibilidad del 80% para la implantación de la norma ISO 17025:2005 en el laboratorio de Ingeniería Civil L-4.

4.4 Recomendaciones

En este caso de aplicación, y en función de los resultados y de las características del laboratorio, se recomienda que el laboratorio de Ingeniería Civil L-4 realice acciones enfocadas al área técnica, ya que el resultado de los indicadores es de 67%, dicho resultado no cumple con el rango mínimo para considerarse factible, ya que debe de ser del 80%. Pero el hecho de que resulte no factible, no quiere decir que no se puede realizar la implantación de la norma ISO 17025:2005 en el laboratorio, más bien el resultado demuestra que en el área técnica es en donde se deben de realizar énfasis a acciones o tareas de corrección o mejora, para que este proyecto sea exitoso, las recomendaciones que se hacen al laboratorio son:

- Establecer un programa de mantenimiento para el equipo de cómputo del laboratorio;
- Realizar mantenimiento correctivo a equipos de cómputo que se encuentran descompuestos;
- Que el laboratorio cuente con otro equipo de cómputo destinado al almacenamiento y resguardo de información;
- Establecer un programa de calibración para el equipo utilizado en prácticas de ensayo;
- Establecer un programa de mantenimiento y verificación para los patrones de referencia;
- Realizar mantenimiento correctivo a equipos de ensayo que se encuentran descompuestos;
- Mejorar el nivel de limpieza del laboratorio, que se haga diario;
- Realizar un programa de difusión de la norma ISO 17025:2005 para que el personal del laboratorio se familiarice;

- Certificar, al menos a una persona, en ejecución de prácticas de ensayo, para que cuente con los conocimientos normativos necesarios y adecuados, y los pueda compartir con el resto del personal del laboratorio;
- Que el laboratorio designe a una persona para que se encargue de revisar, controlar y supervisar los contratos con proveedores;
- Reforzar el seguimiento de la realización de los proyectos de mejora continua y de acciones correctivas en el laboratorio;
- Establecer un seguimiento de las prácticas de ensayo en las que se llevan a cabo errores, para poder corregir las actividades que se estén realizando de forma incorrecta;

CONCLUSIONES

En el capítulo 1 de esta tesis se planteó que el problema por resolver es que el estado deseado del laboratorio de Ingeniería Civil L4 es que tenga la acreditación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración”, ya que actualmente no la tiene. Por lo tanto, es deseable que el laboratorio realice la implantación de la norma ISO 17025:2006 para que obtenga la acreditación bajo dicha norma porque ayudaría al laboratorio a resolver algunos de sus problemas.

En el capítulo 2 en la revisión de la literatura se observó que no existe un estudio de factibilidad para la implantación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración” en laboratorios universitarios y por lo tanto en esta tesis se propuso uno.

En el capítulo 3 se propuso un estudio de factibilidad técnica y de gestión el cual fue presentado en forma tabular constituido por 84 indicadores, de los cuales el 54% son indicadores de gestión y el 46% son indicadores técnicos, todos los indicadores se realizaron conforme a los requisitos de la norma ISO 17025:2005, el 12% de los indicadores se evaluarán anualmente, el 18% se evaluarán mensualmente, el 31% se evaluará semestralmente y el 39% de los indicadores se evaluarán por única vez. El 21% de los indicadores se miden en porcentaje y el 79% se miden por unidad. Los indicadores que tienen mayor peso dentro de la tabla de indicadores son los de Equipo e infraestructura abarcando un 26%, después los indicadores de Actividades del SGC con un 22%, le siguen con 13% los indicadores Generales y los de Procedimientos técnicos, los indicadores de Competencia de personal con 11%, los indicadores de procedimientos de gestión 8% y por último en menor proporción los indicadores de Actividades técnicas con un 7%.

En el capítulo 4 se aplicó el estudio de factibilidad propuesto, al laboratorio de Ingeniería Civil L4, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Del total de los indicadores, para el caso de este laboratorio 15 indicadores no aplicaron, ya que salían del alcance de las actividades del laboratorio.

54 indicadores tuvieron como resultado que eran factibles, mientras que 15 indicadores arrojaron que no eran factibles, es decir, el 64% de los indicadores son factibles, el 15% no son factibles y el 18% no aplican.

De los indicadores de gestión, los resultados arrojan que el 80% de los indicadores son factibles, el 13% de los indicadores no son factibles y el 7% de los indicadores no aplican.

De los indicadores técnicos el 46% son factibles, el 23% no son factibles y el 31% de los indicadores no aplican, debido a que el laboratorio no realiza pruebas de calibración.

Por lo que los resultados del estudio de factibilidad determinaron que **si es factible** implantar la norma ISO 17025:2005 siempre y cuando se elabore y establezca un programa de mantenimiento para el equipo que esta calibrado, que se elabore y establezca un programa de mantenimiento para el equipo de cómputo, que se elabore y establezca un programa de mantenimiento para los patrones de verificación, se hagan las reparaciones pertinentes al equipo que las necesita, se den cursos al personal en general para que se dé un mayor conocimiento de la norma ISO 17025:2005, porque en caso contrario no se garantiza que la implantación de la norma sea exitosa.

Por todo lo anterior se concluye que el objetivo general de esta tesis que fue: Realizar un estudio de factibilidad técnica y de gestión para el apoyo en la toma de decisión acerca de la implantación de la norma ISO 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración” en el laboratorio de Ingeniería Civil L4 de la FES Aragón, para que este laboratorio pueda lograr la ventaja competitiva en calidad y prestar servicios internos y externos a fin de captar recursos económicos extraordinarios, si se cumplió.

BIBLIOGRAFIA

Amoros, V. (1991). Manual para la confección de estudios de factibilidad/viabilidad. España: Gestión 2000.

Bause K., Radimersky A., Iwanicki M. & Albers A. (2014). Feasibility Studies in the Product Development Process. *Procedia CIRP*, Volume 21, 473-478. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827114006684>.

Benítez, M. (2007). Guía administrativa para implementar el sistema de gestión de calidad en las Pymes en Boyacá. *Semestre Económico*, 10(19), 101-112. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012063462007000100007&lng=en&tlng=es

Córdoba, M. (2006). *Formulación y evaluación de proyectos*. Colombia: Ecoe Ediciones.

Coss, R. (2001). *Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión*. México: Limusa.

De la Torre, M.R. (2013). Sistemas de gestión de calidad en instituciones educativas: *Aplicación de las normas ISO 9001:2008 en el Centro Universitario de la Costa Sur CUCSUR*, México: Editorial Universitaria, Universidad de Guadalajara.

Escorsa P., Maspons R. (2001) *De la Vigilancia Tecnológica a la Inteligencia Competitiva*. España: Prentice Hall.

Harrington, J. (1997). *Administración Total del Mejoramiento Continuo*. Colombia: Mc Graw Hill.

Houston, D. (2008). Rethinking quality and improvement in higher education. *Quality Assurance in Education*, 16(1), 61-79.

Hullihen, K., Fitzsimmons, V. y Fish, M. (2009). Establishing an ISO 17025 Compliant Laboratory at a University. *International Journal of Modern Engineering*, 10(1), 55-64.

Instituto mexicano de normalización y certificación A.C. (IMNC). Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración NMX-EC-17025-IMNC-2006 / ISO 17025:2005. México 2005.

Kenneth, E. (2011). *Análisis y diseño de sistemas*. México: Prentice Hall.

Méndez, R. (2014). *Formulación y evaluación de proyectos: enfoque para emprendedores*. Bogotá: Icontec Internacional.

Pérez, J. & Parra, C. (2007). Evaluación y análisis de la calidad de un servicio de apoyo desde la perspectiva del usuario: *primer paso hacia la confiabilidad*. *Industrial Data*, 10(1) 70-79. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81610111>

Porter, M. (2002). *Ventaja competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior*. México: Compañía Editorial Continental.

Ramírez, J. (2001). *Introducción a la formulación y evaluación de proyectos*. Colombia: Fondo Educativo Panamericano.

Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (22.aed.). Consultado en <http://www.rae.es/rae.html>

Robins, M. M., Scarll, S. J., & Key, P. E. (2006). Quality assurance in research laboratories. *Accreditation and quality assurance*, 11(5), 214-223.

Varela, R. (1997). *Evaluación Económica de Proyectos de Inversión*. Colombia: Iberoamérica.

Vázquez, G. (2004). *Calidad en educación e ISO 9001:2000 : una herramienta para mejorar la calidad de la escuela*. México: UNAM, Facultad de Psicología.

Velasco, J. (2005). *Gestión de la calidad: Mejora continua y sistemas de gestión. Teoría y práctica*. España: Pirámides.

Zapata-García, D., Llauradó, M. & Raurent, G. (2007). Experience of implementing ISO 17025 for the accreditation of a university testing laboratory. *Accredited Quality Assurance*, 12(1), 317-322.