



**ESTUDIO DE INVERSIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD:
PROPUESTA DE INNOVACIÓN A UN LABORATORIO DE
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRA EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS DE
INGENIERÍA**

PRESENTA

ING. JENNIFER DESIREÉ ARAUJO GONZÁLEZ

QUERÉTARO, QUERÉTARO, AGOSTO 2017



**ESTUDIO DE INVERSIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD:
PROPUESTA DE INNOVACIÓN A UN LABORATORIO DE
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

PRESENTA

ING. JENNIFER DESIREÉ ARAUJO GONZÁLEZ

ASESORÍA ACADÉMICA

DRA. MARÍA GUADALUPE NAVARRO ROJERO

QUERÉTARO, QUERÉTARO, AGOSTO 2017

I. AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios por darme esta oportunidad, y por poner personas en mi camino, que de muchas maneras fueron mi apoyo y ayuda en la culminación de este trabajo:

- **A DRA. MARÍA GUADALUPE NAVARRO:** Por impulsar la realización de este proyecto y ser partícipe en sus avances.
- **A CONACYT:** Por los recursos aportados durante estos dos años de formación profesional (beca en modalidad de estudiante a tiempo completo).
- **A CIATEQ A.C.:** Por abrirme las puertas en este nuevo país para mí, y darme todas las facilidades para ser parte del cuerpo estudiantil de posgrado CIATEQ.A.C. Agradezco de manera muy especial al Mtro. Geovany González, Dr. Gerardo Barrera, Mtro. Ignacio Levi, Lic. Teresa Novales, Mtra. Maricarmen Mendoza, Dr. David Lozano, Ing. Roberto Mondragón, Ing. Luis Chavarría, Ing. Clarisa Sánchez, Mtro. Julio Matos, y Dr. Leoncio Baltazar fueron grandes apoyos y amigos en este proceso.
- **A MI FAMILIA** porque siempre han sido mi mayor motivación.

.. *“Y todo lo que hagas, hazlo de corazón, como para Dios y no para los hombres.”*
COLOSENSES 3:23

II. RESUMEN

El presente trabajo de investigación propone por medio de la aplicación de una metodología de proyectos de inversión, una innovación al laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C., para desarrollar su capacidad operativa y con ello fortalecer su competitividad en el mercado e incrementar su productividad.

La metodología se enmarca en un estudio de mercado, a partir del cual, se realiza un estudio técnico, un estudio económico y finalmente, una evaluación económica que dictamina la rentabilidad del proyecto. La delimitación geográfica de la investigación comprende dos regiones estratégicas del país: la Región Bajío y Sureste de México, encontrando en ellas áreas de oportunidad. El estudio de mercado se realizó con la recolección de datos de fuentes primarias y secundarias para caracterizar la demanda y la oferta de los ensayos no destructivos, en el sector empresarial de la mediana y gran industria. Los hallazgos principales obtenidos en esta investigación quedan representados por: a) Los servicios de ensayos no destructivos en la industria mediana y grande comprenden un mercado potencial con una demanda atendida de manera no satisfactoria b) Los aspectos regulatorios en México convierten a estos ensayos en una práctica obligatoria c) La certificación y el tiempo de inspección constituyen las dos principales ventajas competitivas para una unidad de negocio en este campo.

A partir de estos hallazgos, la propuesta de innovación al laboratorio de CIATEQ A.C. comprende una inversión en recursos humanos y materiales, representados por: incremento de la plantilla del personal técnico, certificación del personal técnico, acreditación del laboratorio, y compra de equipo clave; con esto en la evaluación económica queda expuesta la rentabilidad del proyecto y la recuperación de la inversión, obteniéndose indicadores económicos positivos que demuestran la factibilidad del proyecto.

Palabras claves — Certificaciones, Competitividad, Demanda, Ensayos No Destructivos, Oferta.

III. ÍNDICE DE CONTENIDO

I. AGRADECIMIENTOS	ii
II. RESUMEN.....	iii
II. ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
IV. ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
V. ÍNDICE DE TABLAS	vii
VI. GLOSARIO.....	x
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4. OBJETIVO GENERAL	12
1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.6. HIPÓTESIS	12
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	13
2.1. EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.....	13
2.1.1. Estructura general de la metodología de evaluación de proyectos	13
2.1.1.1. Estudio de Mercado	14
2.1.1.2. Estudio Técnico.....	14
2.1.1.3. Estudio Económico.....	15
2.1.1.4. Evaluación económica.....	15
2.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.....	16
2.2.1 Definición de los ensayos no destructivos	16
2.2.2. Técnicas de inspección superficial.....	18
2.2.2.1. Inspección Visual.....	18
2.2.2.2. Líquidos Penetrantes.....	19
2.2.2.3. Partículas Magnéticas.....	20
2.2.2.4. Corrientes Eddy, Corrientes Inducidas o Electromagnetismo	21
2.2.2.5. Termografía.....	22
2.2.3. Técnicas de inspección volumétrica.....	23
2.2.3.1. Ultrasonido Industrial	23
2.2.3.2. Emisión Acústica.....	27
2.2.3.3. Radiografía Industrial.....	27
2.3. CERTIFICACIÓN, CALIFICACIÓN Y CAPACITACIÓN EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.....	29
2.3.1. Normatividad y Certificación	30

2.3.2. Calificación y Capacitación	32
2.3.3. Organismos de Certificación	34
2.3.3.1. Certificación Central	34
2.3.3.2. Certificación por Empleador	37
2.3.4. Recertificación.....	38
CAPÍTULO 3. PROCEDIMIENTO.....	39
3.1. ESTUDIO DE MERCADO	39
3.1.1. El usuario o consumidor	40
3.2. DELIMITACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MERCADO	40
3.2.1. Delimitación del área geográfica	40
3.2.2. Delimitación y descripción de la población	43
3.3. RECOLECCIÓN DE DATOS DE FUENTES SECUNDARIAS.....	45
3.4. LA DEMANDA Y LA OFERTA.....	47
3.4.1. Recolección de datos de fuentes primarias	47
3.4.2. Procedimiento de muestreo y determinación del tamaño de la muestra	47
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	51
4.1. RESULTADOS DEL PROCESO DE ENCUESTAS DEL ESTUDIO DE MERCADO	51
4.1.1. Presentación de resultados.....	51
4.2. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MERCADO.....	65
4.2.1. Análisis de la Demanda.....	65
4.2.1.1. Comportamiento histórico de la Demanda	65
4.2.1.2. Demanda Actual	66
4.2.1.3. La Demanda por efectos regulatorios.....	67
4.2.1.4. Análisis de la Demanda Futura	68
4.2.2. Análisis de la Oferta.....	69
4.2.2.1. Comportamiento histórico de la Oferta	69
4.2.2.2. Análisis de la Oferta actual.....	70
4.2.3. Análisis de Precios.....	74
4.2.4. Estudio de Comercialización del Producto	75
4.3. ESTUDIO TÉCNICO	75
4.3.1. Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto.....	75
4.3.2. Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto	76
4.3.3. El tamaño del proyecto y la demanda insatisfecha	77
4.3.4. El tamaño del proyecto y los suministros e insumos.....	77
4.3.5. El tamaño del proyecto, la tecnología y los equipos	78
4.3.6. El tamaño del proyecto y el financiamiento.....	86

4.3.7.	Recurso Humano para la operación del proyecto	87
4.3.7.1.	Organigrama y matriz de comunicaciones del recurso humano	88
4.3.7.2.	Perfiles y Descripción de puestos de trabajo	89
4.4.	ESTUDIO ECONÓMICO	92
4.4.1.	Determinación de los costos.....	93
4.4.1.1.	Costos de Operación	93
4.4.1.2.	Inversión total inicial: fija y diferida	100
4.4.1.3.	Amortizaciones y Depreciaciones	106
4.4.2.	Análisis de la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) y la inflación considerada	108
4.4.3.	Determinación de los ingresos por ventas sin inflación	110
4.4.4.	Determinación de los ingresos por ventas con inflación.....	113
4.4.5.	Punto de equilibrio o producción mínima económica	115
4.4.6.	Estado de Resultados.....	117
4.4.6.1.	Estado de resultados sin inflación	118
4.4.6.2.	Estado de resultados con inflación	119
4.5.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	119
4.5.1.	Valor Presente Neto (VPN)	120
4.5.2.	Tasa Interna de Rendimiento (TIR).....	122
4.5.3.	Costo – Beneficio (C/B).....	123
4.5.4.	Análisis de Sensibilidad (AS)	125
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		129
5.1.	CONCLUSIONES.....	129
5.2.	RECOMENDACIONES.....	130

IV. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura general de la evaluación de proyectos.....	14
Figura 2. Estructura del análisis de mercado.	39
Figura 3. Región Bajío Mexicano, zona estratégica 1 del estudio.....	41
Figura 4. Región Sureste, zona estratégica 2 del estudio.	42
Figura 5. Producción bruta total por estratos en porcentaje.....	43
Figura 6. Promedio de activos fijos por unidad económica según tamaño.	44
Figura 7. Equipo de Ultrasonido - OmniScan SX de OLYMPUS.....	80
Figura 8. OmniScan SX en inspección de soldadura por arreglo de fases.	81
Figura 9. OmniScan SX en inspección de soldadura por arreglo de fases.	81
Figura 10. OmniScan SX en el mapeo de corrosión e inspección de materiales compuestos.	82
Figura 11. OmniScan SX en la inspección de soldaduras con la técnica TOFD.....	82
Figura 12. Inspección de una soldadura mediante la técnica TOFD.	83
Figura 13. Inspección de una soldadura mediante técnica conjunta UT puso-eco con TOFD.....	83
Figura 14. Yugo magnético en kit modelo Y7 AC/DC de Spectroline.....	86
Figura 15. Lámpara LED de luz ultravioleta modelo OPTIMAX 365 de Spectroline.	86
Figura 16. Organigrama propuesto para el Laboratorio.	88
Figura 17. Matriz de comunicaciones.	89
Figura 18. Estructura del análisis económico.	92
Figura 19. Punto de equilibrio.....	118

V. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Horas de entrenamiento requeridas para certificación.....	33
Tabla 2. Horas de experiencia requeridas para certificación.	34
Tabla 3. Empresas del sector Industrial, Comercial y Servicio.	45
Tabla 4. Empresas del sector Industrial, Comercial y Servicio de la Región Bajío Mexicano.	46
Tabla 5. Empresas del sector industrial, Comercial y Servicio de la región Sureste.	46
Tabla 6. Distribución de encuestas por estados de sectores en estudio.....	50
Tabla 7. Proyección demanda futura escenario conservador.	69
Tabla 8. Distribución de Certificaciones ASNT Nivel III ACCP, México.	71

Tabla 9. Distribución de Acreditaciones IMENDE Nivel II, México.....	71
Tabla 10. Distribución de Certificaciones ASNT Nivel III por empleador, México.	72
Tabla 11. Distribución de laboratorios de ensayos no destructivos acreditaciones bajo EMA, México.	73
Tabla 12. Recursos tecnológicos para ensayos no destructivos disponibles en CIATEQ A.C.	78
Tabla 13. Materia Prima por tipo de Ensayo No Destructivo.	94
Tabla 14. Insumos adicionales requeridos en el Laboratorio.....	95
Tabla 15. Mano de obra directa.	97
Tabla 16. Mano de obra indirecta.	98
Tabla 17. Costo total anual de calidad.....	98
Tabla 18. Costo total anual de producción.....	99
Tabla 19. Costos de administración.	99
Tabla 20. Costo total de operación sin depreciación y amortización.	100
Tabla 21. Costo de activo fijo.....	101
Tabla 22. Inversión inicial en activo diferido - Certificación ASNT y Acreditación EMA.	104
Tabla 23. Inversión en activo diferido - Recertificación ASNT y evaluación de vigilancia EMA.	106
Tabla 24. Depreciaciones y Amortizaciones del activo fijo y diferido.	107
Tabla 25. Costos total anual de operación con depreciación y amortización.	107
Tabla 26. Porcentaje de inflación 2005 – 2021.....	109
Tabla 27. Ingreso por ventas sin inflación.	112
Tabla 28. Ingreso por ventas con inflación.	114
Tabla 29. Clasificación de los costos variables.....	116
Tabla 30. Clasificación de los costos fijos.	116
Tabla 31. Clasificación de los ingresos y costos generales.....	116
Tabla 32. Estado de resultados sin inflación.....	118
Tabla 33. Estado de resultados con inflación.	119
Tabla 34. Valor Presente Neto sin inflación.	121
Tabla 35. Valor Presente Neto con inflación.....	121
Tabla 36. Tasa Interna de Retorno con y sin inflación.	122
Tabla 37. Análisis de Beneficio – Costo sin inflación.	123
Tabla 38. Análisis de Beneficio – Costo con inflación.....	124

Tabla 39. Estado de resultados sin inflación en AS bajo escenario pesimista.	126
Tabla 40. Valor Presente Neto sin inflación en AS bajo escenario pesimista.	127
Tabla 41. Tasa Interna de Retorno sin inflación en AS bajo escenario pesimista.	127
Tabla 42. Análisis de Beneficio – Costo sin inflación en AS bajo escenario pesimista. ...	128

VI. GLOSARIO

Acreditación: Es un proceso voluntario mediante el cual una organización es capaz de medir la calidad de servicios o productos, y el rendimiento de los mismos frente a estándares de referencia reconocidos a nivel nacional o internacional. El proceso de acreditación implica la autoevaluación de la organización, así como una evaluación en detalle por un equipo de expertos externos.

ASNT: Por sus siglas en inglés comprende la Sociedad Americana de Ensayos No Destructivos (American Society for Nondestructive Testing).

Certificación: La certificación es la garantía que se entrega o extiende sobre algo y que tiene la misión de afirmar su autenticidad o su certeza, para que no queden dudas respecto a su verdad o autenticidad. Comprende generalmente un documento que emite una autoridad competente o entidad de alta credibilidad y que afirma la autenticidad o la certeza de ese algo. Este documento puede ser necesario y obligatorio a la hora de emprender negocios, de garantizar la calidad de un producto o para reconocer la identidad de alguien.

Competitividad: Capacidad para mantener o reforzar una participación lucrativa en un mercado determinado.

EMA: Entidad Mexicana de Acreditación.

END: Ensayos no destructivos.

Estado de resultados: Calcula la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto.

Estratificación: Características que el investigador considera importantes, de acuerdo con el producto o servicio, que hacen a la muestra similar a la población general.

Evaluación de proyectos: Actividades encaminadas a la toma de decisión acerca de invertir en un proyecto.

IMENDE: Instituto Mexicano de Ensayos No Destructivos.

Innovación: Introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.

Mercado: Área en que confluyen las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar las transacciones de bienes y servicios a precios determinados.

Mercadotecnia: Investigación y el desarrollo de nuevos mercados o de nuevos productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores; estratificación del

mercado; cuotas y el porcentaje de participación de la competencia en el mercado; publicidad y tendencia de las ventas.

Muestreo: Selección de una pequeña parte estadísticamente determinada, para inferir el valor de una o varias características del conjunto.

Proyecto de inversión: Plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, producirá un bien o un servicio, útil al ser humano o a la sociedad.

Rentabilidad: Capacidad de producir o generar un beneficio adicional sobre la inversión o esfuerzo realizado.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

El fenómeno de la globalización, caracterizado por la intensificación de la competencia internacional derivada de la visión del mundo como un gran mercado, trae consigo profundas transformaciones productivas y socioeconómicas, lo cual impone la necesidad de contar con nuevos enfoques metodológicos para entender e impulsar la competitividad. En efecto, si bien el concepto de competitividad no es nuevo, sí lo son el contexto en el que ésta ocurre y las fuentes que la alimentan. La competitividad en las empresas viene a ser una característica que les permite diferenciarse de sus competidores, mediante el desempeño superior de uno o más atributos de sus procesos, productos o servicios, y cuyo resultado se expresa en: el incremento de ventas y participación de mercado, entrada en nuevos mercados, incremento del margen de utilidad y de la productividad, reducción de costos, entre otros [1]. Teniendo entonces que, las empresas logran conseguir una Ventaja Competitiva al concebir nuevas formas de llevar a cabo sus actividades, emplear nuevos procedimientos, optimizar las estrategias mercadológicas, nuevas tecnologías o diferentes insumos [2].

La tecnología es vista como el conjunto de conocimientos, formas, métodos, instrumentos y procedimientos, que permiten combinar los diferentes recursos y capacidades en los procesos productivos y organizativos, para lograr que éstos sean los más eficientes y con mayor valor. Cuando se quiere realizar una innovación tecnológica en primera instancia se debe resaltar que, en la actualidad, las empresas prósperas siguen una estrategia de negocios conocida como mercadotecnia de relaciones, la cual comprende forjar relaciones de largo plazo con los clientes ofreciéndoles valor real por el precio. El éxito de todo programa de mercadotecnia de relaciones, depende inicialmente de conocer el mercado [3]. Dentro de este contexto se puede ver entonces la importancia de la investigación de mercados, definida como la función que enlaza a una organización con su mercado mediante la recopilación de información, que facilita la identificación y definición de oportunidades y problemas de mercado,

así como el desarrollo y evaluación de acciones que permiten vigilar el desempeño del mercado y mejorar la comprensión de la mercadotecnia como un proceso de negocios.

Surge así el presente trabajo de investigación el cual busca proponer una innovación tecnológica al laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C., a partir de una metodología de evaluación de proyecto, que permita conocer el mercado actual y partir de allí, elaborar un estudio de inversión y evaluar su rentabilidad.

El estímulo fundamental de la investigación es posicionar el laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C. en nuevos niveles competitivos, que permitan incrementar su productividad.

Se considera un tema de gran oportunidad, ya que, hoy en día existe una filosofía que se está convirtiendo en un requisito imprescindible para competir en las organizaciones industriales y comerciales de todo el mundo; los clientes exigen que se les ofrezcan productos o servicios de calidad y que satisfagan adecuadamente sus necesidades, esto lleva a las empresas a implementar medidas que las ayuden a desarrollar niveles de eficiencia. Una de estas estrategias es desarrollar un sistema de calidad que les permita coordinar, mejorar los procesos y procedimientos que se desarrollan dentro de la organización y optimizar así los recursos, productos y/o servicios. Por ende, las actividades que controlan y aseguran la calidad se convierten en ruta crítica, que con el nuevo escenario de globalización se ven sometidas a normas que regulan estos procesos y actividades, las cuales deben ser cumplidas y ejecutadas por personal con competencias específicas exigidas por la normatividad, en medio de este panorama los ensayos no destructivos se proyectan como una de las principales opciones en técnicas ligadas al control de la calidad.

La práctica de ensayos no destructivos en el sector industrial y tecnológico actual es crucial, ya que estos procedimientos determinan muchos de los protocolos de seguridad y fiabilidad de los productos en variedad de sectores industriales, tales como la construcción, petroquímica, industria automotriz, aeronáutica, plantas generadoras o de manufacturas, las cuales terminan por

tener una repercusión directa en la actividad cotidiana de todos los ciudadanos.

Con la aplicación del conjunto de inspecciones hechas en un laboratorio de este tipo se busca fundamentalmente garantizar la integridad de productos y servicios por medio de pruebas que demuestren la ausencia de defectos internos. Los ensayos no destructivos surgen a partir de la necesidad impetuosa de verificación de la calidad de hasta un 100% de los componentes críticos de los productos de ciertos sectores industriales; esto en un principio planteó una severa dificultad a los departamentos de calidad y a los de seguridad industrial hasta que se inició con el empleo de estas técnicas de inspección, con las que se medía la integridad de los componentes sin dañarlos o alterarlos, siendo esto posible a través de la medición de alguna otra propiedad física del material que estuviera relacionada con la característica crítica del componente sujeto a inspección.

Los métodos de ensayos no destructivos aportan información sobre la integridad de las piezas o partes en materiales y/o estructuras metálicas o no metálicas, como se mencionó sin alterar sus condiciones de utilización o aptitud de servicio; es decir no provocan daños en el material, ni perjudican o interfieren con el uso futuro de las piezas o partes inspeccionadas. Estos se aplican en diferentes etapas del proceso productivo, tales como el control de materia prima, durante el proceso de fabricación (después de algún tratamiento térmico o maquinado), en el ensayo final del producto antes de ser entregado al cliente o como control en servicio e inspección de la vida útil, es decir, siempre están ligados al proceso productivo del quehacer industrial. Son un campo de la ingeniería que se desarrolla rápidamente, técnicas como la digitalización de imágenes, la radiografía por neutrones, el electromagnetismo, la termografía y la emisión acústica, que eran relativamente desconocidas hasta hace algunos años, se han convertido en prácticas comunes para identificar discontinuidades o defectos en los materiales.

CIATEQ A.C., ofrece servicios de laboratorios y específicamente en la Gerencia de Plásticos y Materiales Avanzados se cuenta con una división de servicios de ensayos destructivos y no destructivos, la cual tiene como propósito contribuir

al incremento de la productividad y competitividad de las industrias, dentro del ámbito de mantenimiento y control de calidad, con el fin de brindar soluciones tecnológicas para el diagnóstico de maquinaria, sus elementos y equipos. En sus inicios el laboratorio de ensayos no destructivos contaba con una plantilla de recurso humano, formada por personal calificado y certificado de acuerdo a la práctica recomendada "SNT-TC-1A" de la ASNT para las diferentes técnicas. En la actualidad la situación es diferente y se logra identificar requerimientos en varios aspectos, tales como la actualización en certificación, la generación de una nueva plantilla de personal, e innovación de la tecnología en las técnicas ofrecidas.

Se conoce que desde el año 2006, se ha presentado sobre el laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C. una reducción en los ingresos económicos debido a la disminución en el número de proyectos realizados por el área.

Dentro del laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C. se ofrecen al sector industrial pruebas convencionales de inspección visual, líquidos penetrantes (fluorescentes y visibles), partículas magnéticas (fluorescentes, secas, húmedas) por yugo magnético, ultrasonido con haz recto y angular (medición de espesores y detección de fallas), inspección de soldadura, metalografía, dureza, análisis composicional (fluorescencia o chispa). Sin embargo, aún con la variedad en servicios ofrecidos, para ser altamente competitivos, la reestructuración del personal y equipo, la actualización, la capacitación y certificación son aspectos fundamentales que actualmente no se han completado de manera certera para alcanzar y mantener una productividad adecuada y el renombre dentro del mercado.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Como fue mencionado actualmente el laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C. presenta una baja en la cantidad de proyectos concretados, a pesar de ser considerada un área bastante necesaria para la industria, hoy en día no es tan productiva como se espera. Existen varios factores importantes que pueden explicar la situación que ha acaecido sobre la funcionalidad de

este laboratorio; la primera de ellas ha sido la pérdida del recurso humano, ya que consecutivamente la reducción de personal del centro de investigación ha venido afectando la plantilla del personal técnico de sector, incluyendo el personal certificado por la practica internacional de la ASNT, la cual le aportaba de manera directa confiabilidad a los servicios ofrecidos al cliente. El laboratorio en la actualidad presenta una plantilla de personal técnico prácticamente nula, la cual es insuficiente para poder cubrir una demanda de ensayos creciente, viéndose en la necesidad en algunas oportunidades de optar por subcontratar el servicio, siendo en años anteriores un área fuerte pero que actualmente se desintegró. Esta misma situación ha ocasionado la ausencia de certificaciones sobre las prácticas ofrecidas, ya que las mismas son otorgadas a la técnica del ensayo, pero sobre un personal fijo que labore en la institución, esto ha venido restando competitividad al laboratorio, ya que la certificación interna no es suficiente para ofrecer la confiabilidad que los clientes solicitan, más aún de este tipo de ensayos en los cuales la experiencia y el factor humano son determinantes para definir la calidad del servicio.

Con el pasar de los años no se ha atendido el proceso de actualización tecnológica y capacitación permanente dentro del laboratorio, lo cual es una necesidad imperante en el mundo profesional, y el laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C. no queda exento de esta necesidad, ya que la dinámica competitiva que están incorporando las empresas y la acelerada actualización que las moviliza, hacen que el resto de los sectores también se vean en la misma posición. Por tanto, permanecer estáticos en el proceso de innovación tecnológica dificulta la capacidad de competencia, de mantenimiento de una cartera de clientes sólida y por supuesto de captación de nuevos clientes potenciales.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Los ensayos no destructivos son una práctica que día a día va tomando más fuerza; ya que su utilidad en áreas de calidad, consultoría y mantenimiento se hace cada vez más importante y redundando siempre en el mejoramiento de la productividad y de la economía de las empresas que hacen uso de los

ensayos no destructivos como parte de su filosofía. Los laboratorios que ofrecen servicios de este tipo se sitúan en el mercado de la construcción industrial, en su más amplio espectro, desde el desarrollo de los materiales, su fabricación, instalación – construcción, y su posterior monitoreo de condiciones, que otorgan información valiosa para la continuidad operacional de los activos principales relacionados con los procesos productivos de cada industria.

Los beneficios que aporta el empleo de este tipo de servicio son muy variados, se puede observar que aplicar correctamente los ensayos no destructivos y combinarlos con un buen análisis estadístico contribuye a mejorar el control del proceso de fabricación de una parte, componente o servicio. Estos también ayudan a mejorar la productividad de una planta, al prevenir paros imprevistos por falla de un componente crítico; además de ayudar a programar los planes de mantenimiento, lo que reduce el tiempo y el costo de reparación. Debido a que no se alteran las propiedades del material y por lo tanto no existen desperdicios, con el empleo de los END, sólo hay pérdidas cuando se detectan piezas defectuosas. También resulta importante mencionar que estos métodos, cuando se aplican como parte de la inspección preventiva reducen notablemente los costos de reparación o reproceso, pero sobre todo ayudan a ahorrar tiempo y recursos que de otra forma se desperdiciarán en una pieza que finalmente puede tener un costo de producción muy superior al presupuestado. Actualmente en los países desarrollados, la combinación de la inspección no destructiva con otras actividades del programa de aseguramiento de la calidad, ayuda a mantener un nivel de calidad uniforme del producto final, lo que mejora la competitividad de los productos en el mercado nacional e internacional.

Otro beneficio que normalmente no se contempla, es que al emplear a los END como herramienta auxiliar del mantenimiento industrial, se tiene una mejor evaluación de las partes y componentes en servicio; lo que permite optimizar la planeación del mantenimiento correctivo. La aplicación de los END en la industria evita pérdidas del orden de 2% del PIB [4].

Actualmente en la fabricación de bienes de capital de servicio especializado, la aplicación de los ensayos no destructivos puede ser requerida por contrato

o por los códigos y regulaciones nacionales o internacionales aplicables al producto, por lo que la empresa que cuente con un sistema de inspección no destructiva podría cumplir de una manera más fácil con los requisitos de calidad más estrictos.

Aunado a estos beneficios que aportan los ensayos no destructivos para la industria en general y como fue mencionado anteriormente, existe una acelerada tendencia en el crecimiento industrial a nivel regional y nacional, viéndose todo ello como una fuerte oportunidad de negocio, y sabiendo que estos ensayos son prácticas realmente importantes y necesarias en el mantenimiento de la calidad, el estudio se justifica como una excelente oportunidad para incrementar los beneficios que provee un laboratorio de este tipo, viendo la impetuosa necesidad que la aplicación de sus prácticas representan para una diversidad de clientes.

A nivel regulatorio la práctica de estos ensayos pasa a ser obligatoria en las industrias bajo cierta normatividad, mencionando algunas de las normas oficiales y de referencia que rigen y exigen la práctica de ensayos no destructivos, se tiene: *NORMA Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011, Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad:*

Esta Norma Oficial Mexicana regulada por la Secretaría de Trabajo y Prevención Social, establece los requisitos de seguridad para el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas en los centros de trabajo, a fin de prevenir riesgos a los trabajadores y daños en las instalaciones, rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo en donde funcionen recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas.

En el numeral 13 de esta norma de pruebas de presión y exámenes no destructivos, establece que, para el caso de los ensayos no destructivos y pruebas hidrostáticas, deben ser ejecutados por personal certificado. Las pruebas realizadas, sirven de base para determinar después de su ejecución, si los equipos evaluados pueden o no continuar en funcionamiento; por ende, la norma exige que los resultados deben estar avalados por personal certificado, con su nombre y firma. Para la aplicación de pruebas no destructivas, se deberán seleccionar, al menos una

combinación de un examen volumétrico y otro superficial o de pérdida de flujo. La primera prueba de presión o pruebas no destructivas se deberán practicar antes de su puesta en funcionamiento, posteriormente la periodicidad de los ensayos, será la que determine el personal calificado en la materia designado por el patrón, la cual no deberá ser en ningún caso mayor de cinco años, debiéndose ejecutar dentro de los 90 días naturales previos a la conclusión de cada quinquenio.

Norma Oficial Mexicana NOM-EM-003-ASEA-2016, Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre-Arranque, Operación y Mantenimiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos, excepto para Gas Licuado de Petróleo:

Esta Norma Oficial Mexicana regulada por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, establece las especificaciones, criterios técnicos y requisitos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente, que se deben cumplir en el Diseño, Construcción, Pre-Arranque, Operación y Mantenimiento de instalaciones terrestres de Almacenamiento Recepción y Entrega de Petrolíferos Aditivos y Biocombustibles, excepto para Gas Licuado de Petróleo; aplica en todo el territorio nacional y es de observancia obligatoria para todo Regulado responsable del Diseño, Construcción, Pre-Arranque, Operación y Mantenimiento de instalaciones terrestres destinadas al Almacenamiento, Recepción y Entrega de Petrolíferos, Aditivos y Biocombustibles, excepto para Gas Licuado de Petróleo.

En el numeral 13 de esta norma correspondiente al mantenimiento de las instalaciones, para el caso de los tanques de almacenamiento, se establece que la verificación, pruebas y mantenimiento deben cumplir con las Normas, Códigos, Estándares nacionales y/o internacionales para realizar la inspección y así poder identificar, en su caso, corrosión externa e interna, deterioro y daños que puedan aumentar el riesgo de fuga o falla. Estos requerimientos son enunciativos más no limitativos, sin embargo, por el nivel de riesgo y exigencia de estas instalaciones y la certeza del dictamen para estas inspecciones la industria petroquímica exige en todos sus casos personal acreditado. Si derivado de los reportes de verificación históricos, realizados a los tanques de almacenamiento se requiere de un dictamen

adicional, solo en este caso en particular debe venir avalado por un inspector API 653.

Para las pruebas de hermeticidad de los tanques de almacenamiento la norma establece que todos los tanques verticales durante su vida útil en operación, deben retirarse de operación periódicamente para realizarles el mantenimiento, verificación y pruebas de hermeticidad que requieren los estándares API 650. Para los tanques verticales que sean construidos en taller o en campo, deben realizarse todas las pruebas no destructivas necesarias en las uniones de soldadura de sus placas, antes de su puesta en servicio. En lo que refiere a los tanques horizontales, durante su vida útil en operación, deben sacarse de operación periódicamente para realizarles el mantenimiento, verificación y las pruebas de hermeticidad que requieren.

En el caso de tuberías y ductos, para el control de la corrosión de las instalaciones y componentes, y conservación de la integridad mecánica, se debe implementar un mecanismo y programa de inspección periódica, para medir, registrar el histórico y monitorear la corrosión interna de todas las tuberías y equipos que manejan petrolíferos, aditivos y biocombustibles: así como programar y realizar el reemplazo y/o reparaciones necesarias.

Norma Oficial Mexicana NOM-027-SESH-2010, Administración de la integridad de ductos de recolección y transporte de hidrocarburos:

Esta Norma Oficial Mexicana regulada actualmente por la Secretaría de Energía, establece los requisitos que se deben cumplir para la administración de la integridad de ductos en operación para la recolección y transporte de hidrocarburos y sus derivados, excluyendo a los sistemas de transporte de gas natural y gas licuado de petróleo, es de aplicación general y observancia obligatoria para las personas que realicen actividades de operación de ductos que recolectan y transportan hidrocarburos líquidos, gaseosos y sus derivados, tanto terrestres como marinos dentro del territorio nacional. Cabe resaltar que próximamente esta Norma pasará a ser regulada por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, se estima su publicación para agosto 2017.

La primera etapa del proceso es la evaluación previa, en la cual se debe recopilar información para caracterizar el ducto y determinar si el proceso de evaluación

directa es aplicable. Una vez determinado que el proceso es aplicable, se debe iniciar el trabajo de campo por medio de inspecciones indirectas, las cuales deben incluir actividades a lo largo del ducto para identificar posibles peligros relacionados con la corrosión en puntos específicos. Posteriormente, se debe realizar una inspección directa, la cual consiste en excavar y verificar la condición del ducto en forma visual y por pruebas no destructivas. Finalmente se debe realizar una evaluación posterior, en la cual se valida y evalúa el proceso y se elabora el informe de evaluación de la integridad del ducto. Las tecnologías de inspección establecidas en esta norma comprenden en flujo magnético, el ultrasonido y las pruebas hidrostáticas.

Esta norma también exige la caracterización de las indicaciones más severas reportadas, igualmente el efectuar la evaluación para determinar si se requiere de acciones de mitigación, preponderar dichas acciones, establecer intervalos de re-evaluación de la integridad, evaluar la efectividad del método y confirmar las suposiciones originales. Los documentos entregables, deben venir con toda la información de la compañía o personal que ejecutó la prueba para validar la certeza del dictamen entregado.

Los códigos API 5L, API 6A, API 6D, API 16A, y API 1104, que son aplicables a este sector, establecen igualmente la requisición de estos ensayos y refiere a la preparación y certificación del personal inspector.

El código ANSI/ASME para tuberías a presión, y la AWS en sus documentos AWS 01.1 y D1.1 establecen igualmente requerimientos sobre la ejecución de estos ensayos para todo tipo de soldadura estructural.

Por todo lo antes expuesto, hay clara evidencia de que, por cumplir con estándares y exigencias regulatorias, las empresas están sujetas a ejecutar pruebas no destructivas con personal certificado, que acredite la veracidad del dictamen, es aquí en donde los laboratorios especializados en este ámbito encuentran su área de oportunidad.

Por otra parte debido a la gran variedad de sectores que este tipo de laboratorio puede atender, el estudio busca identificar una innovación tecnológica, destinada a un mercado estratégico, potencial y variado; el cual se sienta satisfecho y con la confiabilidad deseada, basado en el respaldo de certificaciones y acreditaciones que demuestren la calidad del servicio

prestado. Este escenario permitirá a CIATEQ A.C. ir posicionando el laboratorio a niveles competitivos adecuados, para poder aportar los ingresos económicos al centro de investigación que un buen laboratorio de este tipo puede generar, tal y como lo hizo en años anteriores.

La investigación está orientada a verificar que existe un mercado potencial y estratégico, y que es viable desde el punto de vista operativo, en introducir en ese mercado el producto de estudio (servicios de END), y en demostrar que es tecnológicamente posible aplicar las prácticas con equipos innovadores y con certificación adecuada y confiable en CIATEQ A.C., para finalmente evaluar si es económicamente rentable llevar a cabo esta inversión.

El proyecto planteado contribuirá a generar un modelo que servirá como guía para la propuesta de implantación de innovaciones, restauraciones y cambios en toda la organización del laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C., quedando aquí enfocado su valor teórico. Los resultados del estudio ayudarán a crear una mayor conciencia en cuanto a la necesidad impetuosa de apostar por innovaciones en ésta área para impulsar nuevamente su productividad, siendo éste el valor práctico de la investigación, mientras que el valor metodológico se refleja en el desarrollo de un procedimiento detallado de estudio de mercado, técnico y de evaluación económica que espera demostrar la rentabilidad de la inversión en un horizonte de planeación de cinco años.

La investigación se sustenta desde un enfoque cuantitativo basado en la recolección de datos para probar la hipótesis de alcance correlacional, esta correlación entre las variables en estudio (independiente y dependiente) permitirá derivar un grado de incidencia (asociación) que permite aspirar a la predicción y explicación, es decir, se pretende estudiar y proyectar la relación que guarda la implantación de innovación tecnológica sobre el incremento en la competitividad.

1.4. OBJETIVO GENERAL

- *Diseñar una propuesta de innovación al laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C., a partir de la evaluación de un proyecto de inversión, para incrementar su competitividad y con ello hacerlo más productivo.*

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- *Realizar un estudio de mercado a la población y sector objetivo, caracterizando la demanda y la oferta de ensayos no destructivos, dando la información base para el planteamiento de estrategias competitivas.*
- *Elaborar un estudio técnico y proponer una innovación al laboratorio, a partir de los resultados del estudio de mercado, que permitan penetrar en el sector objetivo identificado, ofrecer confiabilidad al cliente y ser exclusivos y competitivos dentro del sector.*
- *Realizar un estudio económico a partir de los resultados del estudio técnico, para cuantificar los elementos y la inversión necesaria de la propuesta de innovación del laboratorio.*
- *Establecer una evaluación económica sustentada en bases sólidas, con indicadores de ingeniería económica que demuestren la rentabilidad de la inversión.*

1.6. HIPÓTESIS

La propuesta y ejecución de un proyecto de inversión para una innovación al laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C., incidirá de manera significativa en el incremento de la competitividad y productividad de la Gerencia de Plásticos y Materiales Avanzados del Centro.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

El presente trabajo de investigación se circunscribe en primer lugar en el marco metodológico de la evaluación de proyectos de inversión para conocer su rentabilidad económica y social, y en segundo lugar en el marco de los ensayos no destructivos los cuales se han convertido en una necesidad para la industria actual.

2.1. EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

Un proyecto de inversión se puede describir como un plan que, sí se le asigna un determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, podrá producir un bien o un servicio, útil al ser humano o a la sociedad en general.

La evaluación de un proyecto de inversión, cualquiera que éste sea, debe demostrar la viabilidad económica del mismo, asegurando resolver una necesidad en forma eficiente, segura y rentable, para que solo así se le asignen los recursos económicos a la mejor alternativa. En la actualidad, una inversión inteligente requiere una base que la justifique, dicha base es una correcta evaluación de proyecto que indique la pauta que debe seguirse, por tanto, toda actividad encaminada a tomar una decisión de inversión sobre un proyecto se le llama "evaluación de proyectos" [5].

2.1.1. Estructura general de la metodología de evaluación de proyectos

Aunque cada estudio de inversión es único y distinto a todos los demás, la metodología que se aplica en cada uno de ellos tiene la particularidad de poder adaptarse a cualquier proyecto. Las áreas generales en las que se pueden aplicar la metodología de la evaluación de proyectos son:

- Instalación de una planta o negocio totalmente nuevo,
- Elaboración de un nuevo producto/servicio de una organización ya existente,
- Ampliación de la capacidad instalada o creación de sucursales,
- Sustitución de maquinaria por obsolescencia o capacidad insuficiente.

De todos estos puntos mencionados, el caso particular de innovación que se desea realizar al laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C., abarca perfectamente éstas áreas de aplicación de la metodología de evaluación de proyectos, ya que se busca obtener un proyecto de inversión económica que

incremente la productividad y competitividad del laboratorio, mediante la ampliación de sus capacidades.

La estructura general de la metodología de la evaluación de proyectos puede ser representada como se muestra en la figura 1.

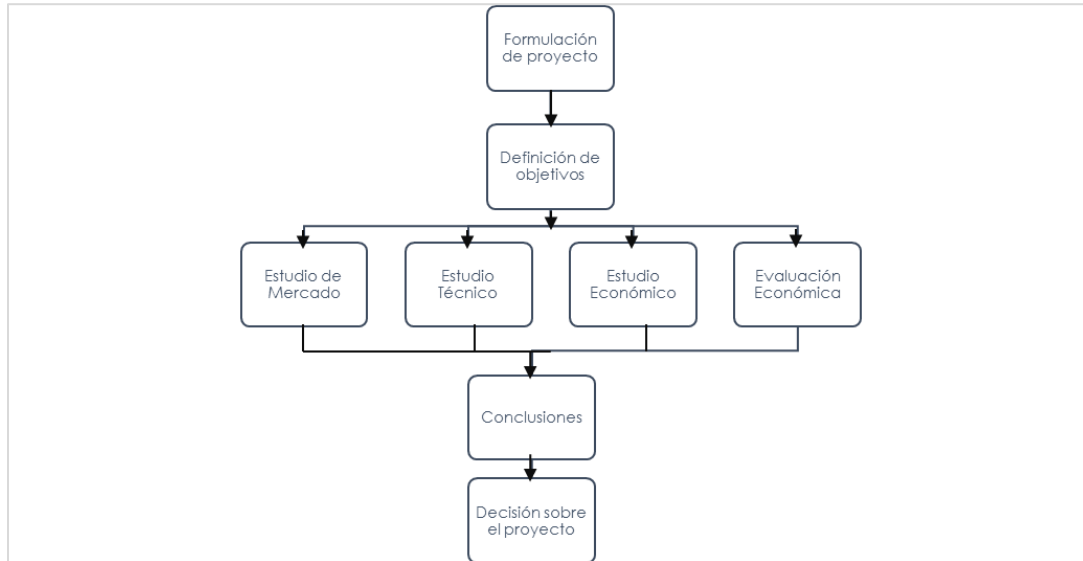


Figura 1. Estructura general de la evaluación de proyectos
Fuente: Elaboración propia a partir de Baca Urbina

2.1.1.1. Estudio de Mercado

Se denomina así a la primera parte de la investigación formal del estudio. Consta básicamente de la determinación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización [5].

El objetivo general de esta parte de la investigación es verificar la posibilidad real de penetración del producto en un mercado determinado, es decir, la introducción de CIATEQ A.C. en el mercado industrial con prácticas de ensayos no destructivos de tecnología innovadora. El estudio de mercado, es útil también para prever una política adecuada de precios, estudiar la mejor forma de comercializar el producto y responder a la interrogante de la existencia de un mercado viable a los servicios que se desean ofrecer.

2.1.1.2. Estudio Técnico

Esta parte del estudio puede subdividirse a su vez en cuatro partes, que son: determinación del tamaño óptimo, determinación de localización óptima, ingeniería del proyecto y análisis administrativo (estructura del recurso humano) [5].

No existen métodos precisos y directos para llevar a cabo la estimación de cada una de estas partes. Ajustado al proyecto de innovación tecnológica, es en este nivel en donde se realiza el análisis y selección de los equipos en función de las técnicas de ensayos no destructivos seleccionadas, la plantilla de personal técnico requerido y las certificaciones recomendadas.

2.1.1.3. Estudio Económico

Corresponde a la antepenúltima fase de la investigación y tiene por objetivo ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que han proporcionado las etapas anteriores con el fin de elaborar datos analíticos que sirven de base para la evaluación económica [5].

El proceso de estudio económico inicia con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial, cuya base son los estudios de ingeniería, ya que tanto los costos como la inversión inicial dependen de la tecnología seleccionada. Continúa con la determinación de la depreciación y amortización de toda la inversión inicial. Los aspectos del estudio económico que sirven de base para la siguiente etapa corresponden a la determinación de la tasa interna mínima de rendimiento aceptable y el cálculo de los flujos netos de efectivo. Los flujos provienen del estado de resultados proyectados para el horizonte de tiempo seleccionado, éste caso en caso particular es una gestión a cinco años.

Es de gran importancia incluir en el estudio económico algunos indicadores de la cantidad mínima económica que se puede producir antes de caer en pérdidas llamado punto de equilibrio, el cual si bien no es una técnica de evaluación económica, debido a las desventajas metodológicas que presenta, sí es un punto de referencia importante para la determinación del nivel de producción en el que los costos totales igualan los ingresos totales.

2.1.1.4. Evaluación económica

Corresponde a la etapa en donde se propone describir los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como la tasa interna de retorno y valor presente neto.

En esta etapa recae un gran peso del proyecto, pues es la que al final permitirá decidir la implementación del mismo. Normalmente no se encuentran problemas

en relación con el mercado o la tecnología disponible que se empleará; por tanto, la decisión de la inversión casi siempre recae en la evaluación económica, y es por ello que los métodos y conceptos aplicados deben ser claros y convincentes para el inversionista [5].

2.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

A continuación, serán desarrolladas las bases teóricas fundamentales de los ensayos no destructivos, serán explicados y clasificados en sus dos grandes grupos: ensayos no destructivos superficiales y ensayos no destructivos volumétricos; señalando su principal alcance, así como también las ventajas y limitaciones de cada técnica. Finalmente, será desarrollado el esquema que enmarca la certificación, calificación y capacitación en estos ensayos bajo la normatividad oficial e internacional que los rige.

2.2.1 Definición de los ensayos no destructivos

Los ensayos no destructivos son técnicas que emplean métodos físicos indirectos para la inspección de productos, partes, piezas o componentes de servicios, para detectar discontinuidades o defectos que afecten su calidad o utilidad [6]. Permiten la inspección del 100% de la producción, si ello es requerido y la obtención de datos de todo el volumen de un producto o pieza, con lo que contribuyen a mantener un nivel de calidad uniforme, con la consiguiente conservación y aumento del prestigio del producto, asegurando la calidad funcional de los sistemas y elementos.

Generalizando este concepto, se puede decir entonces que, los métodos de ensayo no destructivos son una modalidad de inspección y análisis de una de las mencionadas piezas, que permite la aplicación o utilización de la misma sin la introducción a través del ensayo, de modificaciones en sus características físicas, químicas o mecánicas que puedan perjudicar su uso posterior, sola o como parte de un equipo o estructura en particular. Usualmente aunque con cierta limitación, un ensayo no destructivo realiza la medición de alguna otra propiedad física del material que estuviera relacionada con la característica crítica a evaluar, es decir, se basa en la interacción de diversas formas de energía con los posibles defectos en el material; esto se consigue aplicando por ejemplo pulsos de energía en forma

de rayos X, ondas electromagnéticas, ultrasonido dentro del material a ensayar, entre otros. El procesamiento de la energía que esos defectos permiten pasar, reflejar o dispersar hace factible detectarlos [7]. Puede aplicarse "n" veces el mismo método de ensayo o varios de ellos a la misma pieza sin que ella sufra deterioro o modificación, teniendo hoy en día el uso común de ser empleados para prevenir accidentes y evitar riesgos de vidas humanas y/o paralización de servicios básicos, siendo así una herramienta para mejorar el desempeño en las empresas [8].

Los objetivos de estas pruebas se concretan en:

- Detectar discontinuidades en materiales y estructuras sin destrucción de los mismos (DETECCIÓN).
- Determinar la ubicación, orientación, forma, tamaño y tipo de discontinuidades (EVALUACIÓN).
- Establecer la calidad del material, basándose en el estudio de los resultados y en la severidad de las discontinuidades y/o defectos de acuerdo a las normas de calidad y los objetivos del diseño (CALIFICACIÓN).

A partir de esto, se puede asegurar entonces que son utilizados en diferentes etapas del proceso productivo, tales como el control de materia prima, durante el proceso de fabricación (después de algún tratamiento térmico o maquinado), en el ensayo final del producto antes de ser entregado al cliente o como control en servicio e inspección de la vida útil, es decir, siempre están ligados al proceso productivo del quehacer industrial.

Aunque los ensayos no destructivos no pueden garantizar que la falla en los materiales o piezas ocurra, estos toman un papel muy importante en el proceso para reducir su probabilidad de ocurrencia. Existen diferentes defectos que pueden surgir en los materiales y las piezas originados por una mal proceso de fabricación, excesos de cargas, por cargas cíclicas a los cuales son sometidos, cuando no se detectan en una etapa inicial, dichos defectos pueden originar peligrosas fallas en los mecanismos; por otra parte, la detección y cuantificación de estos defectos requieren de herramientas específicas y cierta experiencia, siendo necesario en algunas oportunidades la aplicación de más de una clase de ensayo no destructivo, por el tipo de información de la falla que cada método

aporta [9]. La tecnología usada en las diferentes técnicas, ha tenido un crecimiento significativo y una alta innovación en los últimos 25 años [10].

En función de su aplicación, las pruebas no destructivas se dividen en:

- Técnicas de inspección superficial,
- Técnicas de inspección volumétricas,
- Técnicas de inspección de la integridad o hermeticidad.

A continuación, se presenta en función de la división propuesta, la descripción de las técnicas más comunes de ensayos no destructivos aplicadas en el campo industrial actual de México. Cada técnica reporta ventajas y limitaciones, por lo que es conveniente referirlas e identificar los campos de aplicación específicos a los cuales comúnmente son destinadas.

2.2.2. Técnicas de inspección superficial

Mediante éste tipo de técnicas solo se comprueba la integridad superficial de un material. Por tal razón, su aplicación es conveniente cuando es necesario detectar discontinuidades que están en la superficie, abiertas a éstas o a profundidades menores de 3mm. Este tipo de inspección se realiza por medio de cualquiera de los siguientes ensayos no destructivos:

- Inspección Visual,
- Líquidos Penetrantes,
- Partículas Magnéticas,
- Corrientes Eddy (Electromagnetismo),
- Termografía.

2.2.2.1. Inspección Visual

El método de Inspección Visual corresponde al primer ensayo no destructivo utilizado en la industria, es el método más simple y es ampliamente utilizado; sin embargo, tiene su metodología y sigue un procedimiento ordenado, conlleva a resultados rápidos y normalmente tiene costos bajos. El principio básico del ensayo visual es iluminar bien la pieza en la región a inspeccionar [8]. La iluminación puede ser natural o puede ser conseguida por medios artificiales, utilizando lámparas.

Las técnicas de este tipo se dividen en:

- Inspección Visual Directa: Es realizada a una distancia de 24'' o menos y un ángulo no menor de 30° con respecto a la superficie examinada.

- Inspección Visual Remota: En esta se utilizan instrumentos ópticos tales como endoscopios, binoculares, circuitos de televisión, etc., para realizar la inspección a distancia del objeto [11].

En la Inspección Visual Directa se utilizan diferentes instrumentos para ayudar al examen como lentes de aumento o lupas, con aumentos de 5X y de 10X como máximo para los estudios macroscópicos. Se utilizan también sistemas de interferencia cromática o con luz polarizada, o endoscopios sencillos. Para la Inspección Visual Remota se ha buscado automatizar el proceso con el desarrollo tecnológico de la inspección por endoscopía avanzada, con digitalización de imágenes de alta resolución, video cromático y almacenamiento de datos.

Sus ventajas son; comprende una técnica empleada en cualquier etapa del proceso productivo o en operaciones de mantenimiento preventivo o correctivo; muestra las discontinuidades más grandes y generalmente da idea de la presencia de alguna otra, a identificarse con otro método más preciso; puede detectar y con ello ayudar a eliminar discontinuidades que podrían convertirse en defectos y finalmente, comprende la técnica de ensayo no destructivo de costo más bajo.

Sus limitaciones son; depender en gran parte de la experiencia y conocimiento del inspector, sirviendo solo para la detección de discontinuidades superficiales en donde la agudeza visual del inspector en la mayoría de los casos, dictamina la calidad de la inspección.

2.2.2.2. Líquidos Penetrantes

El método por Líquidos Penetrantes es un medio efectivo para detectar discontinuidades abiertas a la superficie, en materiales sólidos y no porosos. Siendo ejecutado en cinco etapas esenciales:

1. Limpieza y preparación previa de la superficie.
2. Aplicación de la tinta.
3. Penetración.
4. Eliminación del exceso de la tinta.
5. Revelado.
6. Interpretación/Evaluación [11].

En términos generales, esta prueba consiste en aplicar un líquido coloreado o fluorescente a la superficie a examinar, el cual penetra en las discontinuidades debido al fenómeno de la capilaridad. Después de cierto tiempo, se remueve el

exceso de la tinta y se aplica un revelador, el cual absorbe el líquido que ha penetrado en la discontinuidad y sobre la capa del revelador se dibuja literalmente el contorno de la fisura. Esta técnica revela la discontinuidad en una extensión tal que la inspección depende menos del elemento humano para su visualización.

Para este método de ensayo se utilizan penetrantes generalmente de color rojo oscuro o fluorescente para aprovechar el contraste adecuado con el revelador, que comúnmente es de color blanco. Para el tipo de penetrante rojo necesario el auxilio de la luz natural o luz artificial, mientras que para los líquidos fluorescentes, se requiere de una lámpara de luz ultravioleta, mejor conocida como luz negra [8]. Sus ventajas son; puede ser utilizado en cualquier tipo de material no poroso incluyendo los ferromagnéticos; son altamente sensibles a las discontinuidades abiertas a la superficie; comprende un ensayo rápido, fácil de aplicar y relativamente barato; el equipo requerido es extremadamente simple y de bajo costo; se requiere de pocas horas de capacitación de los inspectores.

Sus limitaciones son; identifica discontinuidades únicamente en la superficie de la pieza, de geometría poco compleja y con una superficie que no sea rugosa; las discontinuidades reveladas pueden tener una indicación de profundidad y tamaño aproximados, dependiendo de varios factores tales como el grado de dureza del material, combinado con el ancho de la indicación; requiere de una buena limpieza previa a la inspección y finalmente, no se proporciona el registro permanente de la prueba no destructiva.

2.2.2.3. Partículas Magnéticas

Es utilizado en materiales ferromagnéticos donde la propiedad fundamental que la diferencia de otros materiales es que al magnetizarlos producen un gran flujo magnético. Si en la dirección en que viaja el flujo éste choca con cualquier discontinuidad o defecto produce un escape de flujo llamado campo de fuga. Para visualizar estos campos se utiliza partículas magnetizables, cintas magnéticas, o en su defecto sensores especializados para detección de campos magnéticos. El ensayo por partículas magnetizables es un método útil y común para hallar defectos superficiales en un material [12].

Sus ventajas son; ser una práctica económica y relativamente rápida; requiere de un mínimo de equipo de trabajo; no existe o existe una mínima limitación en cuanto

al tamaño y forma de la parte a inspeccionar; no requiere una limpieza exhaustiva de la superficie de trabajo para ejecutarlo; y adicional es un ensayo de alta sensibilidad para la detección de grietas en la superficie de materiales ferromagnéticos, sin embargo, existen discontinuidades que a pesar de no haber alcanzado la superficie pueden ser indicadas en ciertos casos, presentando por supuesto ciertas limitaciones para reconocerlas y entenderlas.

Sus limitaciones son; aplicarse solo en materiales ferromagnéticos; la detección de discontinuidades queda limitado únicamente a aquellas que son perpendiculares al campo; para obtener los mejores resultados, el campo magnético debe ir en dirección que intercepte el plano principal de las discontinuidades, requiriendo ello dos o más inspecciones secuenciales, con diferentes direcciones de magnetización, lo que se traduce en tiempo.

2.2.2.4. Corrientes Eddy, Corrientes Inducidas o Electromagnetismo

Corresponde a una técnica no destructiva basada en el principio de la inducción electromagnética, empleada para identificar y diferenciar condiciones físicas, estructurales y metalúrgicas en materiales que sean conductores eléctricos [13]. Es especialmente aplicable a aquellos materiales que no son ferromagnéticos, y su principio de aplicación implica emplear un generador de corriente alterna, que conectado a una bobina produce un campo magnético. La bobina se coloca cerca de un material que es eléctricamente conductor (material a ensayar), el campo magnético de la bobina (llamado primario), inducirá una corriente eléctrica (Corrientes Eddy) en el material a inspeccionar. A su vez, esta corriente generará un nuevo campo magnético (campo secundario), siendo proporcional al primario, pero de signo opuesto. [14]. Las variaciones en la conductividad eléctrica, permeabilidad magnética, geometría de la pieza o de su estructura metalúrgica, causan modificaciones en la corriente inducida del material sujeto a inspección, lo que se ocasionará que varíe su campo magnético inducido, hecho que será detectado por la variación del voltaje total que fluye en la bobina. Las discontinuidades detectadas por electromagnetismo, son aquellas que son perpendiculares a las Corrientes Eddy, la indicación de estas se muestra en la pantalla del instrumento de inspección, dependiendo de su profundidad y su forma.

Sus ventajas son; detectar y generalmente evaluar discontinuidades sub superficiales en casi cualquier conductor eléctrico; el proceso puede en muchos casos ser completamente automatizada; puede emplearse a altas velocidades para la inspección continua a bajo costos.

Sus limitaciones son; el material a ensayar debe ser eléctricamente conductor; debe eliminarse de la superficie cualquier tipo de contaminación o suciedad que sea magnética o eléctricamente conductora; la profundidad de la inspección está limitada a aproximadamente 6mm de penetración; se requiere de un gran entrenamiento y conocimiento para calibrar, operar y entender adecuadamente el equipo de prueba por lo cual está más orientado al campo de la investigación y finalmente, la señal es sensible a las diferencias en composición y estructura del material, lo que enmascara pequeños defectos o proporciona indicaciones falsas.

2.2.2.5. Termografía

La termografía es un tipo de ensayo no destructivo en el cual la superficie de una muestra de material es estimulada térmicamente para producir una diferencia de temperatura entre las áreas no defectuosas y las áreas defectuosas. Convirtiéndose en una técnica poderosa para la detección de defectos en varios tipos de materiales, desde compuestos hasta metales [15]. La detección de las áreas calientes o frías del objeto, se hace mediante una cámara termográfica, la cual captando la emisión natural de emisión infrarroja procedente del objeto genera una imagen térmica, comúnmente llamada termografía, en donde se detectan las discontinuidades existentes en dicho objeto, en función de las variaciones de temperatura. Todos los objetos eléctricos, electrónicos o mecánicos sufren alteraciones en su temperatura debido principalmente a malos funcionamientos, falsos contactos, altas fricciones, rozamientos, etc. Por no ser apreciable a simple vista por el ojo humano, se usan los equipos termográficos [16].

Sus ventajas son; realizarse durante la operación normal de elementos e instalaciones; permite la detección exacta del punto defectuoso; ofrece resultados inmediatos mediante la obtención de una imagen térmica.

Sus limitaciones son; no tiene alcance en la detección de defectos internos; requiere de operarios con formación especializada y una amplia experiencia y

finalmente, requiere el empleo de programas informáticos, que implican una inversión significativa.

2.2.3. Técnicas de inspección volumétrica

Comprende técnicas cuya aplicación permite conocer la integridad de un material en su espesor y detectar discontinuidades internas que no son visibles en la superficie de la pieza. Este tipo de inspección se realiza comúnmente por medio de cualquiera de los siguientes ensayos no destructivos:

- Ultrasonido Industrial:
 - Ultrasonido no convencional: arreglo de fases.
 - Ultrasonido por difracción del tiempo de vuelo (TOFD).
 - Ultrasonido por Ondas Guiadas.
- Emisión Acústica.
- Radiografía Industrial.

2.2.3.1. Ultrasonido Industrial

Los ultrasonidos son ondas del mismo tipo que los sonidos audibles, diferenciándose únicamente en su frecuencia y forma de propagación, operando por encima de la zona audible del espectro acústico [17]. Las ondas son sónicas cuando comprenden un intervalo de frecuencias inferior a 20 kHz y ultrasónicas cuando tienen frecuencias superiores a 20 kHz. La inspección ultrasónica como método de ensayo no destructivo utiliza éstas últimas (ondas de alta frecuencia), para introducirlas en el material inspeccionado y a partir de ello detectar defectos superficiales e internos.

Las ondas atraviesan el material con cierta atenuación y son reflejadas en las interfaces. Este haz reflejado es detectado y analizado definiendo entonces la presencia y la localización de las discontinuidades [18].

Su principio se basa en cómo la onda acústica es afectada por el medio a través del cual viaja, distinguiéndose los siguientes tipos: onda longitudinal, transversal y superficial; ocurren entonces cambios asociados con su paso a través del material en uno o más de los cuatro parámetros siguientes: tiempo de tránsito, atenuación, reflexión y frecuencia. Estos parámetros a menudo pueden estar correlacionados con los cambios de las propiedades físicas, dureza, módulo de elasticidad, densidad, homogeneidad, estructura y grano del material [19]. Por ejemplo, para

identificar la ubicación de las discontinuidades en la pieza se calcula la relación entre la velocidad del sonido en el material y el tiempo transcurrido desde la emisión de la onda y su recepción.

Los equipos de ultrasonido que se emplean actualmente permiten identificar discontinuidades sub superficiales e internas, dependiendo del tipo de palpador utilizado y de las frecuencias que se seleccionen, existiendo entonces una gran cantidad de variantes de la inspección ultrasónica; cada una de ellas desarrollada específicamente en función del material a inspeccionar o dependiendo de la discontinuidad a evaluar.

Siendo tantas las aplicaciones del ultrasonido, que la mejor clasificación que se puede hacer, atendiendo a su aplicación es en función de la gama de frecuencias:

- Frecuencias entre 20 y 100 KHz son utilizadas en procesos industriales como la comunicación, navegación y pesca, química, biología, soldadura, mecanizado, colado – moldeo.
- Frecuencias entre 100 KHz y 100MHz utilizadas en control de calidad para ensayos de: defectología, metrología y caracterización [17].

Su aplicación es muy frecuente para la medición de espesores, detección de zonas de corrosión, detección de defectos en piezas que han sido fundidas o forjadas, laminadas y soldadas, en las aplicaciones de nuevos materiales como son los metales cerámicos y los materiales compuestos, y en la toma de medición de espesores, nivel de líquidos, polvos, granos, etc.

Sus ventajas son; se puede aplicar esta técnica en una gran gama de materiales y un gran número de productos confirmados tales como: chapas, ejes, vías, tubos, varillas, etc., y a procesos de fabricación tales como: soldadura, fundición, laminación, forja, mecanizado, etc.; tiene alto poder de penetración, permitiendo la detección de discontinuidades en grandes espesores; los equipos pueden ser portátiles adaptándose a una diversidad de condiciones; tiene una mayor capacidad que otros métodos de ensayos no destructivos en la determinación de la posición de discontinuidades internas, estimando su forma, orientación, dimensión y naturaleza; con alta sensibilidad permitiendo la detección de discontinuidades sumamente pequeñas.

Sus limitaciones son; su operación requiere conocimiento y alta experiencia por parte del operador; los equipos y accesorios son costosos y usualmente deben emplearse varios tipos de palpadores a fin de determinar todas las discontinuidades presentes en la pieza; y, finalmente requiere siempre la calibración del equipo, la cual no es simple.

A continuación, son descritos tres tipos de ultrasonidos avanzados, es decir ultrasonido no convencional, comúnmente usados en las prácticas industriales:

a. Ultrasonido no convencional - por arreglo de fases

La técnica de arreglo de fases es una técnica de inspección por Ultrasonido avanzado, la cual es utilizada para la detección, dimensionamiento y registro de defectos por medio de imágenes.

Esta tecnología genera haces ultrasónicos cuyos parámetros (ángulo, distancia focal y tamaño de la zona de focalización) pueden ajustarse con un software. Esta capacidad abre la puerta a toda una serie de nuevas posibilidades. Para generar un haz, los diferentes elementos reciben un impulso a momentos ligeramente diferentes. El ajuste preciso de los retardos entre los elementos permite la emisión de haces de diferentes ángulos, distancias focales diversas y tamaños variables de la zona de focalización. El eco proveniente de la zona de focalización incide en los diversos elementos de acuerdo a los retardos programados. Las señales recibidas por cada uno de los elementos y así son desplazadas en el tiempo antes de ser sumadas entre sí.

Sus ventajas son; modificar rápidamente el ángulo del haz para efectuar un escaneo sin necesidad de desplazar el palpador, lo cual se traduce en ahorro de tiempo; permite reemplazar el uso de varios palpadores e, incluso, ciertos componentes mecánicos. Asimismo, la inspección con haces cuyo ángulo es variable maximiza la detección de los defectos, cualquiera fuese su orientación, y optimiza la relación señal-ruido.

Sus limitaciones son; requiere de conocimiento y experiencia para su ejecución por parte del inspector y comprende un equipo relativamente costoso por el tipo de transductor que utiliza.

b. Ultrasonido por difracción del tiempo de vuelo (TOFD)

La técnica de la difracción del tiempo de vuelo (TOFD) se sirve de dos palpadores, el primero, en modo emisión y el segundo, en modo recepción. Esta técnica capta y registra las señales de difracción provenientes de los extremos de los defectos para detectarlos y medirlos. Luego, los datos TOFD recopilados son representados en una imagen B-scan de matices de colores. Conforme al caso 2235 de la norma ASME, la técnica TOFD permite una vasta cobertura y una medición independiente de la amplitud. Este tipo de prueba permite el escaneo de todo el volumen en una sola pasada, comprende un ajuste que es independiente de la configuración de la soldadura y es altamente sensible a todo tipo de defecto, sin importar su orientación. Con ventajas y limitaciones iguales al arreglo de fases.

c. Ultrasonido por Ondas Guiadas

La técnica de Ondas Guiadas o también conocido como Ultrasonido de largo alcance es un tipo de ensayo no destructivo no convencional utilizado para la detección de pérdidas de material en ductos. A diferencia del ultrasonido convencional, donde la inspección es localizada, en el sistema de ondas guiadas la inspección se realiza empleando un anillo de transductores para emitir ondas ultrasónicas de baja frecuencia que viajan hacia ambos lados del ducto, logrando de esta manera la inspección de grandes distancias de tubería desde un único punto de aplicación. De tal manera que se desarrolló con el fin de detectar defectos en tuberías con o sin recubrimientos y a largas distancias [20] [21]. Un anillo de transductores, que puede ser rígido o flexible según el diámetro de la tubería, genera pulsos de ondas que recorren la pared de la misma en ambas direcciones; el equipo capta y analiza cualquier eco de las ondas para detectar defectos que afecten la continuidad de la línea.

Su ventaja principal radica en realizar inspecciones a grandes distancias en un solo disparo, pero su gran limitación comprende que la inversión en equipos para la realización de estas inspecciones implica un alto costo y comprende un tipo de servicio muy especializado, destinado a un mercado en específico y con ciertos condicionamientos como lo es el sector de hidrocarburos.

2.2.3.2. Emisión Acústica

Las emisiones acústicas son ondas elásticas generadas por una rápida transferencia de energía desde una fuente localizada dentro del material y que viajan por este, apareciendo cuando se someten a esfuerzos por deformación, agrietamiento o erosión [22]. Con esta práctica no destructiva se detectan mediante traductores piezoeléctricos, aquellas ondas elásticas espontáneamente generadas en los puntos del material que se deforma elástica o plásticamente, por esfuerzos de carga estática o dinámica.

Sus ventajas son; permitir detectar un defecto o fractura durante su desarrollo, aun antes de que sea posible detectarla por algún otro tipo de ensayo no destructivo; permite tener un patrón de comportamiento de la estructura sujeta a prueba, la cual puede ser tomada como referencia para evaluar su comportamiento después de haber estado en servicio, y así conocer si ha sufrido algún daño o debilitamiento. Sus limitaciones son; el trabajo de inspección implica un costo elevado, ya que para la evaluación completa en campo se requieren de procesadores de alta velocidad y gran capacidad de memoria y almacenamiento con personal altamente capacitado y vasta experiencia en la interpretación de señales y en la disposición de los transductores de inspección.

2.2.3.3. Radiografía Industrial

Este procedimiento diseñado para detectar discontinuidades macroscópicas, y variaciones en la estructura interna o configuración física de la materia, comprende una técnica de gran aplicación en la evaluación no destructiva de materiales.

Utiliza radiaciones penetrantes, rayos x o rayos gamma, para atravesar los cuerpos permitiendo evaluar su interior. La radiación que pasa a través del cuerpo parcialmente es absorbida (dependiendo del espesor, naturaleza atómica y densidad del material ensayado) y la radiación emergente se puede registrar en imágenes visuales, como radiografías [23]. De modo que, esta inspección proporciona registros permanentes para el estudio y evaluación de las discontinuidades, bien sea con la impresión en una placa o papel fotosensible o en una pantalla de video; siendo así un proceso similar a la fotografía, con la

diferencia principal de que la radiografía utiliza rayos x o rayos gamma y no energía luminosa.

En general la radiografía puede detectar solamente aquellas características que tienen espesor apreciable en una dirección paralela al haz de radiación. Esto significa que el alcance de la técnica para la detección de discontinuidades planares, como las grietas, o despegues depende de una orientación adecuada de la pieza durante la inspección. Discontinuidades de tipo volumétrico como poros y huecos, se pueden detectar más fácilmente, pues tienen espesores posibles de medir en todas las direcciones; sin embargo, su tamaño no deber ser tan pequeño en comparación con el espesor de la pieza. En la actualidad existen dos técnicas comúnmente empleadas para inspección radiográfica: radiografía con rayos x y radiografía con rayos gamma. Siendo la principal diferencia entre ambas el origen de la radiación electromagnética; ya que los rayos x son generados por un alto potencial eléctrico, y los rayos gamma se producen por desintegración atómica espontánea de un radioisótopo.

Sus ventajas son; un excelente medio de registro de inspección; su uso se extiende a diversos materiales; se obtiene una imagen visual del interior del material y pueden ser aplicada la técnica sin problema sobre tuberías con recubrimiento sin necesidad de retirarlo.

Sus limitaciones son; alto costo del equipo; no es apropiado su uso en piezas de geometría compleja; no debe emplearse cuando la orientación de la radiación sobre el objeto sea inoperante, ya que no es posible obtener una definición correcta; la pieza de inspección debe tener acceso al menos por dos lados; su empleo requiere el cumplimiento de estrictas medidas de seguridad; requiere de personal altamente capacitado, calificado y con vasta experiencia; y, es peligroso para la salud del personal involucrado en el ensayo cuando no se toman las medidas de seguridad adecuadas.

Adicional a los métodos ya mencionadas, en la actualidad existen técnicas emergentes en ensayos no destructivos como la Termoelectricidad y la Radiofrecuencia, el uso de las mismas es destinado principalmente hacia el campo de la investigación.

Todos los ensayos no destructivos que fueron mencionados son realizados bajo procedimientos, que atienden a los requisitos de normas internacionales y códigos de fabricación, siendo los más utilizados los publicados por:

- ASTM (American Society of Testing Materials) - Sociedad Americana de Pruebas de Materiales.
- ASME (American Society of Mechanical Engineers) - Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.
- AWS (American Welding Society) - Sociedad Americana de Soldadura.

Sin embargo, los inspectores que ejecutan los servicios bajo estos procedimientos, es apropiado que se encuentren certificados bajo alguno de los esquemas que se explican a continuación.

2.3. CERTIFICACIÓN, CALIFICACIÓN Y CAPACITACIÓN EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Uno de los aspectos más importantes en el ámbito de la aplicación de las pruebas no destructivas se refiere a la actuación del personal técnico que ejecuta y analiza los ensayos. La capacitación del personal es de tal importancia que, aun contando con un equipo altamente sofisticado para el desarrollo del procedimiento, el resultado puede resultar potencialmente insatisfactorio cuando éste ha sido aplicado por personal no capacitado [10]. De hecho, se conoce que la parte más crítica en la aplicación, desarrollo, supervisión, ejecución, atestiguamiento o auditoria en el área de los ensayos no destructivos es el personal que realiza alguna de estas actividades, y de ahí la importancia de que esté debidamente certificado. El requisito de certificación para el personal que realiza ensayos no destructivos es la garantía de que las pruebas tienen confiabilidad, la certificación de personal en ésta y en cualquier actividad técnica, implica el cumplimiento de requisitos de entrenamiento, calificación y experiencia, de acuerdo a una serie de parámetros establecidos en documentos que emiten entes acreditadas mundialmente como ISO, ASNT, ANSI, etc.

La primera razón por la cual es importante la certificación dentro del laboratorio es cumplir un requisito de calidad, pero el alcance de una certificación es más amplio ya que implica la aceptación por parte del mercado, la puerta para participar en

la actividad productiva industrial, y para ser reconocido por la industria con un parámetro de confiabilidad.

2.3.1. Normatividad y Certificación

Existen una serie de documentos aplicables para evaluar y documentar la capacidad técnica del personal que realiza ensayos no destructivos, dentro de estos se tienen:

- Norma Internacional ISO 9712.
- Norma Europea EN – 473.
- Norma Mexicana NMX-B-482.
- Práctica Recomendada SNT-TC-1A.
- Norma ANSI ASNT CP-189.

Todos ellos concluyen que la certificación es el procedimiento utilizado por un ente emisor para dar testimonio escrito sobre la capacidad técnica de un individuo para un método, nivel y sector de estos ensayos. Resaltan dos términos importantes y comunes en las definiciones planteadas por los diferentes documentos de esquemas de certificación, lo primero es la mención de un cuerpo certificador como responsable de la emisión del documento, y lo segundo comprende los requisitos de calificación de la persona, estos dos términos constituyen la base de las diferencias entre los esquemas de certificación planteados en dichos documentos.

El esquema de certificación centralizado es el comprendido en ISO 9712, EN-473 y NMX B-482, muestra un proceso en donde un ente "avalado" cumple la función de realizar el proceso de calificación para emitir la constancia de certificación, este esquema es conocido como certificación de tercera parte y es ampliamente reconocida por las ventajas que cumple al desarrollar entrenamiento con estándares internacionales. Los entes certificadores deben ser avalados, labor que realiza el gobierno a través de los diferentes organismos que evalúan la conformidad, siguiendo la norma ISO 17024.

Por otra parte, el esquema de certificación por empleador es planteado por la ASNT en su práctica recomendada Nro. SNT-TC-1A y en la norma ANSI ASNT CP-189 el cual deja en responsabilidad del empleador el proceso de certificación de las personas, para la cual debe contar con una práctica escrita debidamente avalada por un profesional nivel III. El empleador es quien se encarga de la

administración y de la formación, exámenes y experiencia necesaria para certificar a su personal, de la misma forma que el empleador es el responsable de autorizar el desempeño del trabajador en ensayos de no destructivos. Las certificaciones de este tipo caducan cuando el empleado deja la empresa que ha emitido la certificación, ya que comúnmente las certificaciones son hechas en función de las prácticas escritas de las empresas y éstas van de acuerdo a sus necesidades particulares.

Como característica fundamental y común de los esquemas de certificación mencionados, todos establecen tres niveles de competencia del personal que realiza las inspecciones, esto en función de los conocimientos, habilidad, experiencia, y responsabilidades en el trabajo del individuo a ser certificado. El técnico que no ha obtenido ningún nivel de certificación se registra como aprendiz o asistente, a partir de ello se inician los niveles definidos como:

Nivel I: Técnico con aptitud para efectuar correctamente la calibración y ajuste de un equipo de inspección; realizar una inspección específica; aplicar los criterios de aceptación o rechazo definidos en un procedimiento o instrucción de inspección; informar o realizar los registros de estas actividades; no es responsable de selección del método de ensayo ni de la evaluación de resultados. El inspector con nivel I debe ser entrenado y supervisado por personal certificado como Nivel II o III.

Nivel II: Un inspector de este nivel debe conocer las técnicas para realizar o verificar el ajuste cuando el equipo de inspección presenta cambios en sus condiciones normales de funcionamiento; interpretar los resultados obtenidos durante una prueba, evaluándolos conforme a un código, norma o especificación aplicable. Quien posea este nivel debe estar familiarizado con los alcances y limitaciones de la técnica, y puede ser responsable de la capacitación práctica y supervisión de los individuos de nivel I y aprendices. Debe ser capaz de preparar instrucciones de inspección, de organizar, revisar y emitir los dictámenes de los resultados de las pruebas efectuadas por él o bajo su supervisión.

Nivel III: Bajo este nivel todo técnico puede dirigir y llevar a cabo actividades de la técnica, siendo el responsable de todos los aspectos de la prueba para la cual está certificado. Debe desarrollar, revisar y aprobar procedimientos e interpretar códigos. Quien posee el nivel III debe tener un conocimiento general sobre materiales, métodos y tecnología de fabricación que le permitan establecer el

método y la técnica a emplear, por lo que debe estar familiarizado con los demás métodos de inspección no destructiva. Debe estar capacitado para impartir el entrenamiento y seleccionar a los candidatos a ser calificados y certificados con Nivel I o II.

2.3.2. Calificación y Capacitación

El término calificación implica el cumplimiento por parte del aspirante a certificación de cuatro aspectos fundamentales: capacitación, examinación, experiencia, y atributos físicos. Cada uno con diferentes niveles de exigencia establecidos.

a. Capacitación: Comprende los cursos de entrenamiento en el método de ensayo no destructivo para el cual se aspira a la certificación, que tiene por finalidad proporcionar los conocimientos teóricos y desarrollar las habilidades prácticas necesarias para efectuar una inspección de manera confiable.

La capacitación implica los siguientes elementos:

- Entidades capacitadoras: Debidamente organizadas y con infraestructura que cumpla con los lineamientos de instrucción.
- Instructores: Con perfil docente debidamente capacitados y certificados.
- Lineamientos de instrucción: Existen varios documentos que establecen los programas curriculares, producto de la discusión en diferentes organizaciones, entre las principales guías que proveen los programas académicos se tienen:
 - ANSI ASNT CP-105 de la Asociación Americana de Ensayos No Destructivos.
 - IAEA-TECDOC-628, de la Organización Internacional de Energía Atómica.
 - ICNDT Guide, del Comité Internacional de Ensayos No destructivos.
 - ISO/TR 25107 y 25108 de la Organización Internacional de Normalización.

b. Examinación: Comprende generalmente la aplicación de tres exámenes como medio de comprobación de habilidades y conocimientos de la persona. Se realizan dos exámenes de conocimientos uno general y otro específico, y un examen de habilidad práctica. Los requisitos de aprobación son establecidos en los esquemas de certificación, pero no difieren sustancialmente, por lo que en general el candidato debe aprobar los tres exámenes con un puntaje superior al 70% y el promedio de los tres exámenes

debe ser superior al 80%. Los programas de entrenamiento deben cumplir al mínimo con las horas de preparación mostradas en la tabla 1.

- c. Experiencia:** Es la comprobación de horas de trabajo de la persona en la técnica a certificar, debe ser acreditada verazmente, es decir, la persona que certifique debe tener la seguridad de la cantidad de horas y el trabajo en ensayos no destructivos que ha realizado el candidato; debe estar registrada preferiblemente en una bitácora con datos de fechas, horas, tipos de inspección, nivel del inspector, etc.; y finalmente debe corresponder al nivel de competencia al que se está certificando la persona.

Tabla 1. Horas de entrenamiento requeridas para certificación.

Método	Nivel	Nro. horas de Entrenamiento
Inspección Visual	I	8
	II	16
	Directo a Nivel III	16
Líquidos Penetrantes	I	4
	II	8
	Directo a Nivel III	12
Partículas Magnéticas	I	8
	II	12
	Directo a Nivel III	20
Ultrasonido Industrial	I	40
	II	40
	Directo a Nivel III	40
Radiografía	I	40
	II	40
	Directo a Nivel III	40

Fuente: Elaboración propia en base a información de la Práctica Recomendada SNT-TC-1A de la ASNT.

La diferencia básica en el requisito de experiencia establecido en los esquemas centralizado o de empleador es que el primero la establece en meses equivalentes a semanas de 40 horas de trabajo y el segundo la establece en horas de trabajo tanto en el método como en horas acumuladas en la práctica de ensayos no destructivos.

- d. Atributos físicos:** En general los dos esquemas de certificación establecen como atributo físico examinable sobre el candidato la agudeza visual

Jaeger J2 a 12" y examen de percepción de colores (Ishihara), los cuales deben ser realizados por personal competente.

2.3.3. Organismos de Certificación

Como fue expuesto en el apartado anterior los procesos de certificación del personal en ensayos no destructivos se pueden realizar bajo dos esquemas diferentes; centralizado y por empleador, se muestran en función de esto los esquemas y organismos de certificación disponibles en el país. En la tabla 2 se muestra las horas de experiencia requeridas.

Tabla 2. Horas de experiencia requeridas para certificación.

Método	Nivel	Nro. horas en método	Nro. horas de ensayos no destructivos
Inspección Visual	I	70	130
	II	140	270
	Directo a Nivel III	210	400
Líquidos Penetrantes	I	70	130
	II	140	270
	Directo a Nivel III	210	400
Partículas Magnéticas	I	20	130
	II	210	400
	Directo a Nivel III	280	530
Ultrasonido Industrial	I	210	400
	II	630	1200
	Directo a Nivel III	840	1600
Radiografía	I	210	400
	II	630	1200
	Directo a Nivel III	840	1600

Fuente: Elaboración propia en base a información de la Práctica Recomendada SNT-TC-1A de la ASNT.

2.3.3.1. Certificación Central

La certificación central en ensayos no destructivos implica un proceso ejecutado y mantenido por una entidad reconocida e independiente que asegura la confiabilidad, imparcialidad y efectividad de la certificación con la aplicación de

exámenes validados que tienen en mismo nivel de dificultad para todos los candidatos, la misma imparcialidad al calificar los exámenes y el mismo criterio de la validación por un Comité Técnico formado por especialistas en ensayos no destructivos de diferentes sectores, la decisión de emitir un certificado es tomada con base en los resultados del candidato validados por el Comité Técnico y no de un solo individuo como sucede con la práctica recomendada SNT-TC-IA que refiere la certificación por empleador. En México una certificación central de este tipo puede alcanzarse por medio del IMENDE y de ASNT.

- **IMENDE- Instituto Mexicano de Ensayos no Destructivos A.C.:**

En México, El IMENDE, A.C. es el único Organismo De Certificación reconocido por la EMA, para certificar oficialmente a los inspectores de ensayos no destructivos y así cumplir con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) y su reglamento, que es aplicable para las unidades de verificación, los laboratorios acreditados, y los Organismos de Certificación de personas. En agosto 2016 IMENDE bajo el No 111/16, es acreditado por EMA como Organismo de Certificación de Personas bajo el esquema de la norma internacional ISO 9712:2012 "Requisitos para la calificación / Certificación de personas en ensayos no destructivos", cumpliendo con los lineamientos de la norma NMX-EC-17024-IMC-2014 (ISO17024:2012), ya que para ser un Organismo de Certificación a nivel Internacional se debe cumplir como requisito indispensable el estar acreditado en el país de origen.

El esquema de certificación de IMENDE cubre los sectores de la Industria General y Equipos a presión en los tres niveles de competencia (Nivel I, Nivel II, Nivel III), bajo los métodos de Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, Ultrasonido, Radiografía y Prueba de Fugas. Los requisitos que deben cumplir los candidatos a ser certificados son equiparables a los propuestos por la Norma americana ANSI/ASNT CP 189 y superiores a los de la práctica recomendada ASNT SNT-TC 1A.

Los certificados expedidos por IMENDE tienen vigencia de cinco años, los mismos son independientes de la empresa contratante y cumplen con los requisitos internacionales de certificación. Los exámenes son en español y se garantiza en estos el mismo nivel de dificultad para todos los candidatos en cada método, sector y nivel; esto asegura la imparcialidad y claridad en el proceso de

certificación. El esquema de ISO 9712 permite certificarse como inspector independiente, al no requerir estar contratado por una empresa.

- **ASNT - American Society for Nondestructive Testing:**

La ASNT es la sociedad americana para ensayos no destructivos y comprende la mayor y más reconocida organización internacional para la certificación en ensayos de este tipo, por casi medio siglo ha presentado los estándares para la industria haciendo así la validación imparcial de las competencias del personal en este campo. Las certificaciones presentan fecha de caducidad por lo que es necesario realizar el proceso de recertificación. Las normas y prácticas recomendadas de ASNT son los documentos que ayudan a calificar y certificar al personal, sin embargo, es importante resaltar que ASNT no publica las normas que describen cómo realizar los ensayos no destructivos, estos documentos son publicados por organizaciones internacionales mencionadas anteriormente.

Bajo el esquema de certificación central ASNT ofrece:

Programa de Certificación Central (ACCP) Nivel II, ésta certificación se realiza por medio de la aplicación de exámenes de tipo general, específico y práctico cubriendo la preparación en cualquiera de los cinco métodos de ensayos no destructivos: Inspección Visual (VT), Líquidos Penetrantes (PT), Partículas Magnéticas (MT), Ultrasonido (UT), y Radiografía (RT).

Programa de Certificación Central (ACCP) Nivel III, extendido a terceros el cual cubre la preparación en cualquiera de los siguientes cinco métodos de ensayos no destructivos: Inspección Visual (VT), Líquidos Penetrantes (PT), Partículas Magnéticas (MT), Ultrasonido (UT), y Radiografía (RT). El programa ACCP da la certificación nivel III al personal que conozca, apruebe y acredite los requerimientos presentados en el estándar ASNT CP-106.

Ambos programas centralizados de ASNT ofrecen a la industria, personal altamente calificado en ensayos no destructivos con certificaciones transportables e independientes.

Las ventajas de los programas centrales de certificación radican en que los empleadores pueden contratar personal técnico sin la necesidad de aplicarles exámenes de acreditación antes de iniciar a laborar, ahorrando así tiempo y dinero. Proveen adicionalmente una significativa uniformidad en la acreditación y esto otorga una mayor ventaja competitiva en el mercado.

2.3.3.2. Certificación por Empleador

Este tipo de certificación se presenta bajo los lineamientos de la Práctica Recomendada SNT-TC-1A, refiriendo así que el empleador es el responsable de la calificación y certificación de su personal, así como de la autorización para la ejecución de ensayos no destructivos por parte del técnico, de modo que este esquema no constituye una licencia o autorización para la ejecución.

Los programas de certificación por empleador que ASNT ofrece:

1. ASNT END Nivel II.
2. ASNT END Nivel III.
3. (Radiografía Industrial y seguridad personal (IRRSP)).

El programa de certificación ASNT Nivel II es aplicado por el empleador al personal por medio de exámenes escritos siendo uno general y uno específico, elaborados en función de los lineamientos de la práctica recomendada Nro. SNT-TC-1A.

El programa de certificación de ASNT Nivel III es aplicado al personal cuyo trabajo requiere el conocimiento técnico de los principios de las pruebas no destructivas que realizan, atestiguan, monitorean o evalúan. Los inspectores son calificados como Nivel III según los requisitos de la Práctica Recomendada No. SNT-TC-1A, obteniendo una tarjeta de certificación ASNT donde se atestigua el dominio del método; siendo éste un programa de certificación acreditado por ANSI bajo ISO 17024. Un ASNT Nivel III debe estar familiarizado con todos los métodos, debe ser capaz de conducir y dirigir el entrenamiento y la evaluación del personal en el método para el cual está certificado, debe tener conocimiento de materiales, fabricación, tecnologías que le permitan establecer técnicas y diseñar nuevos procedimientos bajo criterios aceptables cuando no existan otros previos.

Finalmente, el programa de Radiografía Industrial y seguridad personal (IRRSP), ofrece la certificación de seguridad de radiación bajo códigos federales y reglamentaciones de los Estados Unidos. Los exámenes de certificación pueden cubrir tres vertientes: personal que utilice exclusivamente rayos Gamma, personal que utiliza rayos X, y combinación para personal que trabaja con dispositivos de rayos Gamma y rayos X. Siendo éste un programa de certificación acreditado por ANSI bajo ISO 17024.

Es importante señalar que independientemente del esquema de certificación la última palabra en cuanto a la acreditación del signatario la tendrá el empleador.

Los documentos actuales de ASNT para ensayos no destructivos son:

Práctica Recomendada Nro.SNT-TC-1A - calificación y certificación del personal en ensayos no destructivos:

Proporciona las directrices a las empresas para desarrollar sus programas de certificación del personal desde el Nivel I hasta el Nivel III. Sus lineamientos pueden ser modificados y adaptados en función de las necesidades del empleador.

ANSI/ASNT CP-189: Norma ASNT para la calificación y certificación del personal en ensayos no destructivos:

Establece los requisitos mínimos para la calificación y certificación en ensayos no destructivos y mantenimiento predictivo, esta norma americana proporciona requisitos a diferencia de la práctica recomendada Nro. SNT-TC-1A que presenta directrices.

ANSI/ASNT CP-105: ASNT Norma ASNT de esquemas y tópicos generales para la calificación del personal en ensayos no destructivos.

Este estándar muestra los esquemas de adiestramiento para todos los niveles y detalla el contenido mínimo de los programas académicos para la formación del personal.

ANSI/ASNT CP-106: Ensayos no destructivos – Calificación y certificación del personal.

Esta norma comprende una adaptación de ISO 9712, proporcionando los requisitos de certificación para el personal en múltiples técnicas, siendo un documento de ASNT de certificación con esquema centralizado cuyos exámenes deben ser administrados por un organismo acreditado de certificación de tercera parte.

2.3.4. Recertificación

Todos los programas de certificación en ensayos no destructivos requieren que el personal acreditado realice la renovación de sus certificaciones a intervalos regulares. En el caso de ASNT tanto en su práctica recomendada Nro.SNT-TC-1A y en el estándar CP-189 se promueve la recertificación cada cinco años, la cual puede llevarse a cabo de dos maneras una de ellas por medio de puntos que den evidencia del rendimiento técnico satisfactorio en ese periodo, o por un examen en caso de que así lo solicite el tercero.

CAPÍTULO 3. PROCEDIMIENTO

3.1. ESTUDIO DE MERCADO

Se entiende por mercado el área en que confluyen las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar las transacciones de bienes y servicios a precios determinados. El tipo de metodología que se presenta como modelo de análisis de mercado está enfocado en estudios de evaluación de proyectos [5]. Reconociendo cuatro variables fundamentales mostradas en la figura 2.

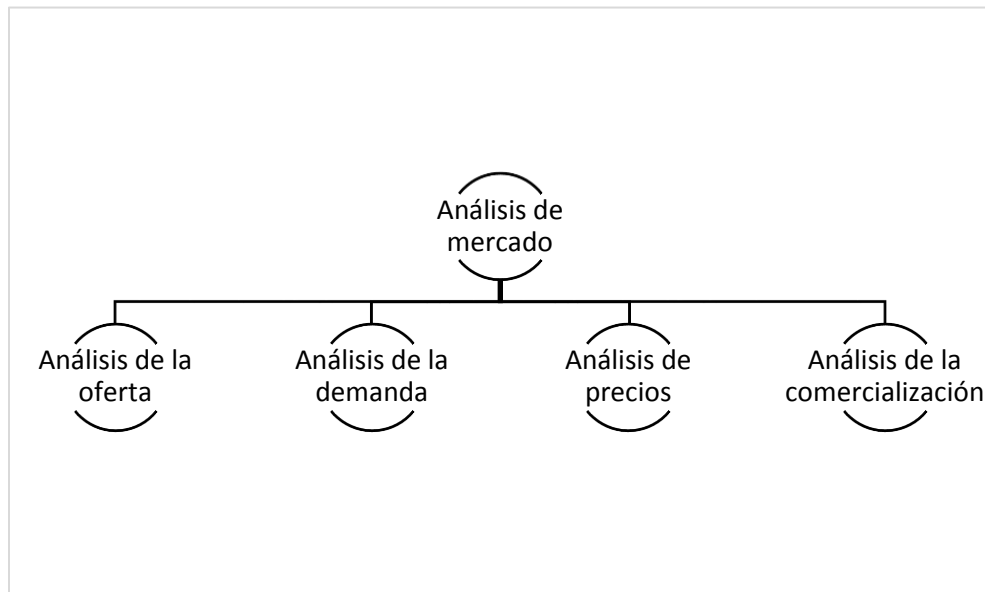


Figura 2. Estructura del análisis de mercado.
Fuente: Elaboración propia a partir de Baca Urbina.

Con la realización del estudio de mercado se busca identificar la demanda y oferta potencial en ensayos no destructivos, junto a sus necesidades específicas, de tal forma que se puedan enfocar oportunamente en ello, las estrategias de mercadeo del laboratorio de CIATEQ.A.C. Con estos resultados se pueden diseñar propuestas para la realización los servicios, acordes a las capacidades económicas y proyecciones de inversión del sector objetivo; permitiéndose también medir el nivel de reconocimiento de CIATEQ A.C. como centro de servicios para ensayos no destructivos, y así poder determinar estrategias adecuadas de divulgación

El usuario o consumidor

Estos servicios están diseñados para ser implementados por empresas ubicados en cualquier parte del territorio nacional, que conozcan y utilicen actualmente o no, los ensayos no destructivos. Los clientes potenciales se encuentran ubicados en una gran variedad de sectores como: aeronáutica, automotriz, petroquímica, metalmecánica, química, producción de alimentos, eléctrica, naval, siderúrgica, ingeniería y construcción, comunicación y transporte, entre otras. Identificando entonces un amplio sector de oportunidad que facilita la penetración de este plan de negocio e innovación. Para estos consumidores en su mayoría, se hace necesario adquirir estos servicios con el fin de disminuir sus costos de producción y mantenimiento, lo cual, a su vez, origina una reducción de precios en sus productos, llevándolos a ser más competitivos en el actual mercado globalizado.

3.1. DELIMITACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MERCADO

De acuerdo a la población objeto de estudio se hace necesario delimitar el mercado basado en los preceptos expuestos a continuación.

3.1.1. Delimitación del área geográfica

Se ha seleccionado como sector geográfico de estudio dos áreas estratégicas representadas la primera de ellas por el Bajío Mexicano y la segunda por la Región Sureste del país. El Bajío Mexicano representa la región industrial, geográfica, histórica, económica y cultural del Centronorte-Occidente de México, que comprende los estados de Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes y los territorios no montañosos del Centro y Altos Norte y Sur de Jalisco. Posee una localización geográfica estratégica, justo en el centro del país (dentro del triángulo industrial de las tres ciudades más grandes de México: México, D. F., Guadalajara y Monterrey). La posición geográfica estratégica del Bajío ha trascendido más allá de las fronteras, para insertarlo dentro de una de las rutas de comercio internacional más importantes del mundo, que viene desde los principales puertos de Asia, para abastecer la región oriente de los Estados Unidos, México y Centroamérica. En un radio de 400 km está el 80% del mercado mexicano, 70% del establecimiento industrial, 70% del comercio internacional y el 70% de las exportaciones. El crecimiento económico de esta región es comparado con China que es la segunda economía más grande del mundo [24]. El Bajío es definido entonces como

una zona idónea para los negocios y apta para la competencia con Asia [25], para el 2012 recibió la mayor cantidad de inversión extranjera directa, con grandes expectativas en las industrias automotriz, aeronáutica y de electrónicos; en resumen, apunta como la región con más futuro para los capitales extranjeros, por encima de la frontera norte, siendo hoy en día prospectado como uno de los mayores centros manufactureros de toda Norteamérica [26]. De las cuatro entidades que comprenden el Bajío Mexicano, tres de ellas muestran el dinamismo acentuado en el sector manufacturero, teniendo así Querétaro el 35.8% del personal ocupado concentrado en la manufactura, Aguascalientes el 32.5% y Guanajuato 32.2% [27]. La importancia de las manufacturas del Bajío representa casi la mitad del valor agregado censal de la región [28], presentando Querétaro finalmente la tasa de crecimiento industrial promedio anual más alta del país mayor a 3.7% en los resultados publicados por INEGI para 2015.

Por tanto, se delimita este sector geográfico como la zona estratégica 1, a evaluar en el proyecto, además de representar las locaciones más cercanas a la sede del laboratorio de CIATEQ A.C. de Querétaro, esto considerando la facilidad de atención al mercado local, por tratarse de inspecciones que son hechas netamente en campo. La zona de estudio del sector Bajío Mexicano es señalada en el perímetro mostrado en la figura 3.



Figura 3. Región Bajío Mexicano, zona estratégica 1 del estudio.
Fuente: Elaboración Propia.

Como segundo sector estratégico de la investigación, se ha seleccionado de la Región Sureste del país una región geográfica potencial petrolera. Actualmente, de acuerdo a la Infraestructura Nacional de Petrolíferos, la Región Sureste muestra una de las infraestructuras más robustas del país, con una de las más altas capacidades nominales y operativas en todo el sector. Esta zona cuenta con una longitud de 2,540 km en poliductos con una capacidad operativa de 1,787 barriles/día, se ubican en la zona 17 Terminales de Almacenamiento y Reparto (TAR), con una capacidad operativa de 2,023,961 barriles/día, 3 Terminales de Operación Marítimas y Portuarias (TOMP), y 2 grandes refinerías [29].

De esta región Sureste con potencial identificado, se han seleccionado los estados de Tabasco, Chiapas, Campeche, y el estado de Veracruz, como la zona óptima para el estudio. Los estados de Oaxaca, Guerrero, Quintana Roo y Yucatán, a pesar de formar parte de la Región Sureste de la Infraestructura Nacional de Petrolíferos, no fueron incluidos dentro de la población a estudiar debido a que su población total del sector industrial es bastante pequeña, y la mayor parte de la infraestructura petrolífera de este sector queda representada en los estados ya mencionados. La región Sureste seleccionada es resaltada en el mapa mostrado en la figura 4.



Figura 4. Región Sureste, zona estratégica 2 del estudio.
Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2. Delimitación y descripción de la población

Para delimitar el mercado, adicional de los criterios de segmentación geográfica ya expuestos, se considera también realizar una segmentación de la población de acuerdo al tamaño de la industria. Los criterios para clasificar la micro, pequeña, mediana y gran empresa son diferentes en cada país. En México, de manera tradicional se ha utilizado el número de trabajadores como criterio para estratificar los establecimientos por tamaño, y como criterios complementarios, el total de ventas anuales, los ingresos o los activos fijos [30]. Con fines estadísticos, el criterio general para clasificar a las PYMES y las grandes empresas contempla exclusivamente, el personal ocupado total que labora en dichos establecimientos. La figura 5 indica la clasificación de las micro, pequeñas, medianas y grandes industrias publicados en Julio 2015 por INEGI, en sus resultados definitivos de los censos económicos 2014, junto a la producción bruta total de cada estrato. Como se observa las micros y pequeñas industrias solo aportan una décima parte de la producción.

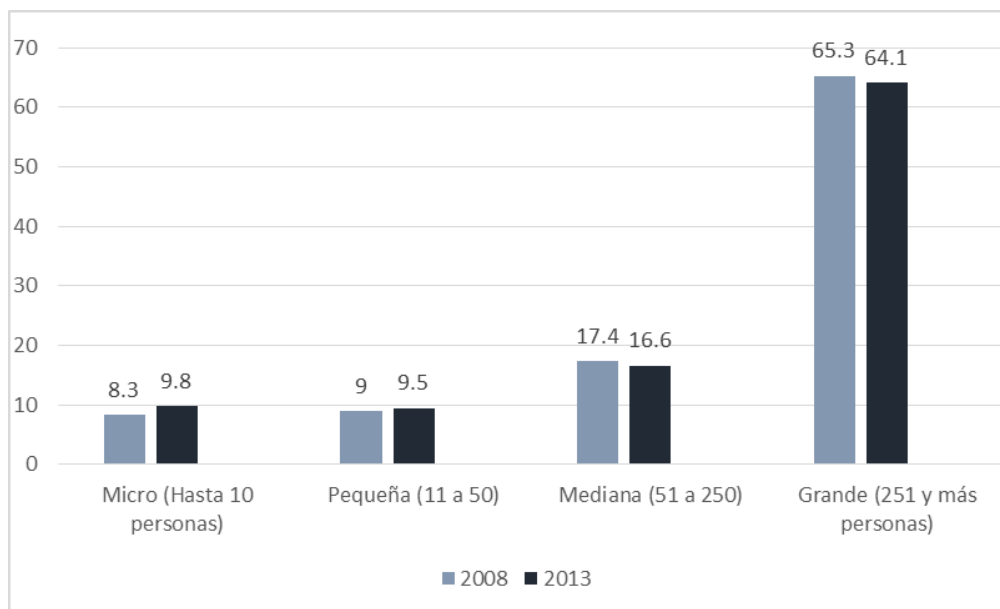


Figura 5. Producción bruta total por estratos en porcentaje, información tomada de INEGI 2015.

Fuente: Elaboración propia a partir de censos económicos INEGI 2014- Resultados definitivos Julio 2015.

Adicional a este criterio, también se tiene que el monto promedio de las inversiones en las micro y pequeñas empresas, representan una porción muy pequeña con relación a las inversiones de las medianas y grandes industrias. Esta información se

identifica en el promedio de activos fijos por tamaño de empresa, mostrados en la figura 6.

La Secretaría de la Economía ha publicado ciertos criterios de las industrias, de acuerdo a su tamaño, mediante el Diario Oficial de la Federación con publicación de fecha 30 de junio 2009, establece el ingreso económico de cada estrato de la siguiente manera:

- Microempresa: El valor de sus ventas netas hasta 4 millones de pesos al año.
- Empresa pequeña: El valor de sus ventas netas no rebasaran la cantidad de 100 millones de pesos al año.
- Empresa mediana: El valor de sus ventas no rebasara la cantidad de 250 millones de pesos al año.

Para efectos prácticos, INEGI en sus censos económicos 2014 llama empresas grandes a todas las empresas cuyos ingresos están por encima de los 250 millones de pesos al año.

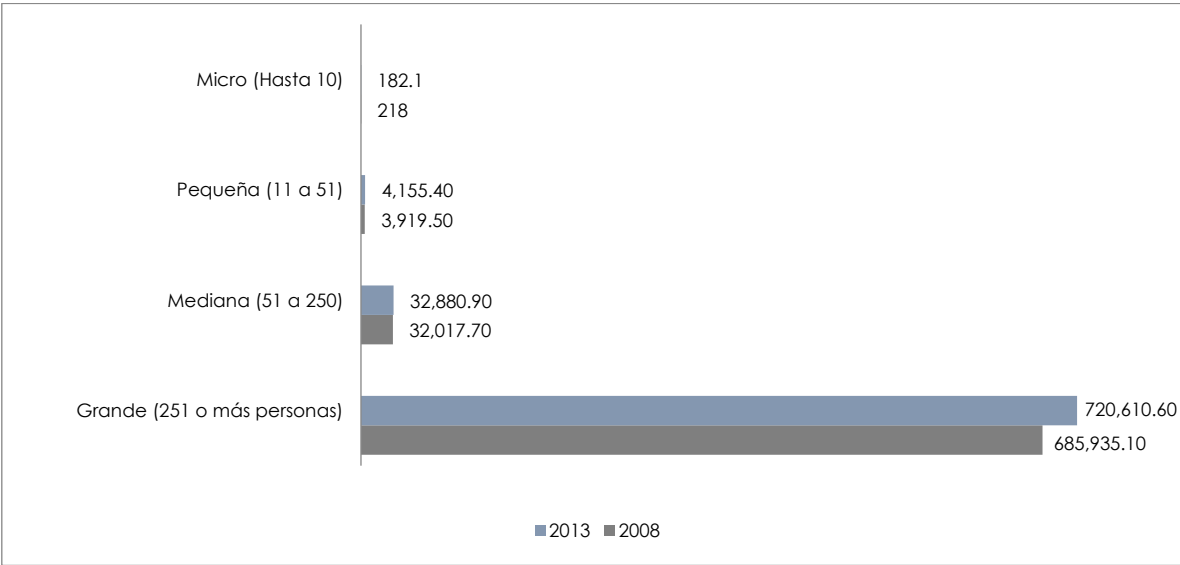


Figura 6. Promedio de activos fijos por unidad económica según tamaño (miles de pesos).

Fuente: Elaboración propia a partir de censos económicos INEGI 2014- Resultados definitivos Julio 2015.

Todos estos indicadores permiten al presente trabajo de investigación, orientar su estudio hacia el sector de la mediana y gran industria, considerando que la aplicación de estos ensayos si bien, son una "necesidad imperiosa" en el nuevo mercado globalizado, es una actividad que implica la inversión de capital;

observando el bajo porcentaje de la producción bruta y la baja inversión de activo fijo de las micro y pequeñas empresas, comparadas con las medianas y grandes, estas se descartan de la población en estudio. A partir de ello, la muestra poblacional será tomada de las medianas y grandes industrias, considerando que son los sectores con posibilidades económicas que pueden invertir en la contratación de estos servicios.

Basado entonces en la delimitación geográfica y los criterios de segmentación industrial, la población en estudio queda definida como el conjunto de medianas y grandes empresas, ubicadas en la región Bajío, entre los estados Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes y Jalisco; y las empresas medianas y grandes ubicadas en la región del Sureste del país entre los estados Veracruz, Tabasco, Chiapas, y Campeche.

3.2. RECOLECCIÓN DE DATOS DE FUENTES SECUNDARIAS

Se denominan fuentes secundarias aquellas que reúnen la información escrita que existe sobre el tema, ya sean estadísticas del gobierno, libros, datos de la propia institución entre otras [5]. El acceso a este tipo de información es mucho más rápido, fácil y económico que las fuentes primarias, por ende, son las primeras que se buscan. Para el caso de estudio en particular la recolección de fuentes secundarias, son las primeras en buscar ya que permiten ubicar a la población en estudio, para posteriormente de allí tomar la muestra y determinar su tamaño. Adicional a ello serán utilizadas durante los análisis propios de demanda y oferta. La primera fuente de datos secundaria en esta investigación, está representada por el directorio del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM). Bajo este registro existen 9,145 empresas medianas y 3,761 empresas grandes en todo el país, distribuidas como se indica en la tabla 3.

Tabla 3. Empresas del sector Industrial, Comercial y Servicio.

Sector Industrial		Sector Comercio		Sector Servicio	
Mediana	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande
3,262	1,425	4,069	865	1,814	1,471

Fuente: Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM).

Adicionalmente, se han ubicado en los directorios de esta base de datos de SIEM, las empresas clasificadas por estado, tipo y rango de empleados, obteniéndose para la zona 1 estratégica del estudio, representada por los estados del Bajío, la información de la tabla 4.

Tabla 4. Empresas del sector Industrial, comercial y servicio de la Región Bajío Mexicano.

Estado	Sector Industrial		Sector Comercio		Sector Servicio	
	Mediana	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande
Querétaro	78	28	305	98	117	67
Guanajuato	249	73	51	13	47	49
Aguascalientes	17	5	32	3	8	13
Sector Bajío de Jalisco	32	9	32	19	40	27
Total	376	115	420	133	212	156

Fuente: Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM).

Se han ubicado igualmente en esta base de datos de SIEM, las empresas clasificadas por estado, tipo y rango de empleados, para la zona 2 estratégica del estudio, representada por los estados de la región Sureste del país, la información que se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Empresas del sector industrial, comercial y servicio de la región Sureste.

Estado	Sector Industrial		Sector Comercio		Sector Servicio	
	Mediana	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande
Veracruz	75	37	205	36	86	38
Tabasco	46	5	30	13	14	15
Chiapas	18	5	61	9	26	31
Campeche	25	6	10	3	2	4
Total	164	53	306	61	128	88

Fuente: Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM).

Considerando la naturaleza del producto, son básicamente servicios requeridos por empresas del sector industrial, es decir, el sector comercio y sector servicios no son unidades de negocio demandante de los ensayos no destructivos; de modo que, la población objetivo de estudio queda representada por el sector industrial del Bajío y de la región Sureste con 540 industrias medianas, y 168 industrias grandes, conformando 708 empresas como población total.

3.3. LA DEMANDA Y LA OFERTA

La demanda representa la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita, para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado; mientras que la oferta refiere a la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferentes (productores) está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado [5].

A partir de ello el principal propósito de realizar el análisis de la demanda y oferta es determinar y medir cuáles son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado, de servicios en ensayos no destructivos a nivel nacional, y determinar la posibilidad de participación del producto del proyecto, en la satisfacción de dicha demanda y sustitución de la oferta. Siendo éstas función de una serie de factores como la necesidad real del servicio, su precio, nivel de ingreso de la población objeto, ventajas competitivas etc.; el estudio toma en cuenta información proveniente de fuentes secundarias y primarias; haciendo uso de herramientas de investigación estadística e investigación de campo principalmente.

3.3.1. Recolección de datos de fuentes primarias

Las fuentes primarias de información están constituidas por el propio usuario o consumidor del producto, de manera que para obtener la información de él es necesario entrar en contacto directo; ésta se puede hacer de tres formas [5]:

1. Observar la conducta del usuario.
2. Método de experimentación.
3. Acercamiento y contacto directo con el usuario.

De las tres formas de recolección de datos de fuentes primarias, se adapta a la investigación el de tipo acercamiento y contacto directo con el usuario, llevándose a cabo por medio del diseño y aplicación de un sistema de encuestas.

3.3.2. Procedimiento de muestreo y determinación del tamaño de la muestra

La muestra es un subgrupo de la población seleccionada para participar en el estudio. Las características de la muestra, llamadas estadísticas, son utilizadas para hacer deducciones a cerca de los parámetros de la población. Las deducciones que relacionan las características de la muestra y los parámetros de la población

son procedimientos y pruebas de cálculo de la hipótesis. La definición de la muestra se basa en las etapas presentadas a continuación.

a. Definir la población objetivo

La población meta es la colección de elementos u objetos que poseen la información buscada por el investigador y mediante la cual las deducciones serán elaboradas. La población meta debe ser definida con precisión, en términos de elementos, extensión y tiempo.

- **Población objetivo:** Conjunto de todas las empresas medianas y grandes del Sector Industrial presentes en la región Bajío Mexicano y la región Sureste del país, como fue mencionado anteriormente son 708 industrias en total.
- **Elementos:** Empresas medianas y grandes del sector industrial que conozcan o no, ensayos no destructivos de la región Bajío Mexicano y región Sureste del país.
- **Extensión:** Región Bajío Mexicano - comprendiendo los estados (Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes y Altos de Jalisco) y región Sureste del país comprendiendo los estados (Veracruz, Tabasco, Chiapas, y Campeche)
- **Tiempo:** agosto 2016 – Febrero 2017.

b. Determinar el marco de la muestra

El marco de la muestra es la representación de los elementos de la población objetivo, consiste en una lista o conjunto de indicaciones para identificar dicha población.

Han sido elegibles empresas medianas y grandes específicamente del Sector Industrial ubicadas en la región Bajío Mexicano y la región Sureste del país, conocedoras o no de los ensayos no destructivos.

c. Definir las técnicas de muestreo

En la práctica de evaluación de proyectos el procedimiento de muestreo a realizar es de tipo no probabilístico [5]. Este hecho, se demuestra en el proceso de estratificación preliminar implícita que se hace en toda investigación de mercado, viendo que la probabilidad no es igual para todos los elementos del espacio muestral en la participación dentro del sistema de encuestas. La estratificación implícita, está en la valoración de la información de aquellas empresas conocedoras de la aplicación de ensayos no destructivos.

El muestreo no probabilístico a utilizar es del tipo juicio, la característica principal de este tipo es que tanto el tamaño de la muestra como la elección de los elementos están sujetos al juicio del investigador, es decir, la muestra se forma con los elementos que el investigador considera (según su juicio) que son los más representativos de la población que va a estudiar [31]. Por tanto, dentro de la muestra serán valoradas las opiniones de aquellas empresas y más aún del personal, que sea conocedor de la práctica de ensayos no destructivos, los que no conocen difícilmente podrán aportar datos certeros y de validez para el estudio.

d. Determinación del tamaño de la muestra

Para calcular el tamaño de la muestra (n) y que ésta sea adecuada y válida, se debe considerar ciertas propiedades y el error máximo que se ha de permitir en los resultados.

Sabiendo que se cuenta con una población finita, de la cual se desconoce su desviación estándar, se emplea la fórmula de proporciones para determinar el tamaño de la muestra, tal como se muestra en la ecuación (1).

$$n = \frac{NZ^2pq}{(N - 1)e^2 + Z^2pq} \quad (1)$$

Donde:

N = tamaño de la población.

Z = nivel de confianza para distribución F.

p = proporción estimada de éxitos (aceptación del producto).

q = proporción estimada de fracasos (rechazo del producto, $1-p$).

e = Límite de error aceptable.

Los datos para calcular el tamaño de la muestra de esta investigación son:

- El nivel de confianza deseado denotado por Z , se acepta que sea de 95% en la mayoría de las investigaciones. El valor de Z , es entonces llamado número de errores estándar asociados con el nivel de confianza. Su valor se obtiene de la tabla de propiedades de una distribución F. Para un nivel de confianza de 95%, $Z = 1.96$.

- El valor de p como regla general cuando no se tiene ninguna información sobre las proporciones esperadas a encontrar, se establece en un valor de 50%.
- El valor de e queda representado como el error máximo permitido, y se interpreta como la mayor diferencia permitida entre la media muestral y la media de la población. Para el caso en particular el error se fijó en 7%. Puede fluctuar entre 5% y 10% usualmente, lo cual dependerá de los recursos disponibles.

Finalmente, al sustituir los valores en la ecuación (1), se obtiene:

$$n = \frac{708(1,96)^2(0,5)(0,5)}{(708 - 1)0,07^2 + (1,96)^2(0,5)(0,5)} = 154$$

La selección de las empresas a encuestar será totalmente aleatoria con posterior estratificación, dentro de los directorios empresariales de SIEM y bases de datos consultadas, para la distribución del total de las misma se divide de manera proporcional, entre los cuatro estados de la región Bajío y los cuatro estados de la región del Sureste, que conforman la unidad de muestreo, esto de acuerdo al porcentaje de la población que cada estado representa respecto al total.

La tabla 6 muestra la distribución estimada para la aplicación de las encuestas.

Tabla 6. Distribución de encuestas por estados de sectores en estudio.

Estado	Total de empresas (medias y grandes)	Porcentaje de la población total	Número de encuestas
Querétaro	106	15%	23
Guanajuato	322	46%	70
Aguascalientes	22	3%	5
Sector Bajío Jalisco	41	6%	9
Veracruz	112	16%	25
Tabasco	51	7%	11
Chiapas	23	3%	5
Campeche	31	4%	6
Total	708	100%	154

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DEL PROCESO DE ENCUESTAS DEL ESTUDIO DE MERCADO

4.1.1. Presentación de resultados

Las encuestas fueron aplicadas por medio de una plataforma electrónica para la recopilación de datos, con la misma se realizó el envío de una liga a la dirección electrónica de cada contacto.

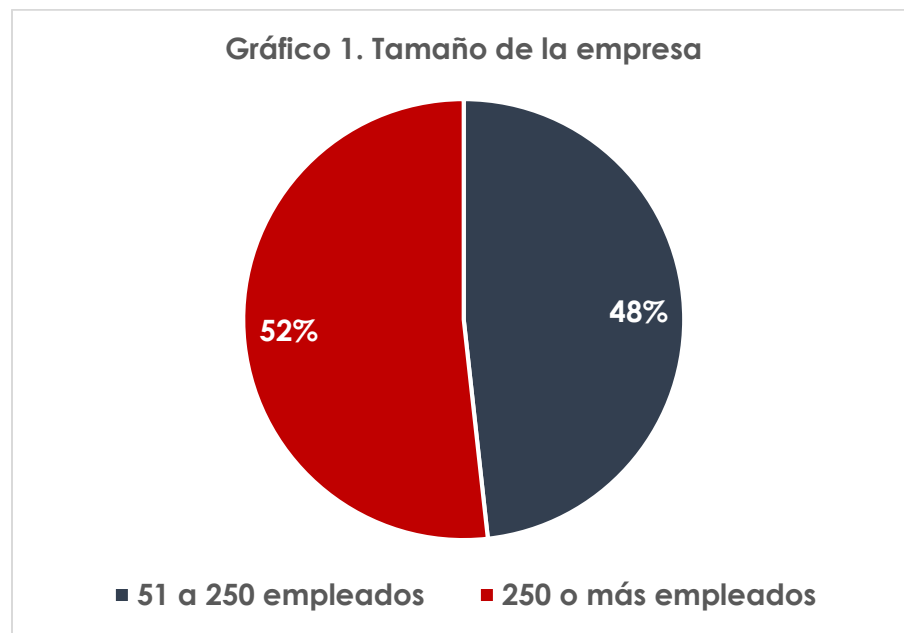
Una de las principales estrategias consideradas en la aplicación de las encuestas, fue asegurarse que éstas fuesen atendidas por personal conocedor del área, es decir, las encuestas por estar destinadas a un estudio de mercado del sector de ensayos no destructivos, resulta poco provechoso que sean atendida por personal que no tenga que ver con esta área que desconozca por completo la misma. Por tal razón, fue solicitada la atención de la misma a personal líder del área de mantenimiento, calidad, pruebas de materiales, o seguridad. De manera rigurosa se realizó el seguimiento de las ligas enviadas a cada experto.

Como es de entender la participación en encuestas electrónicas, resulta ser mala por la baja participación de los encuestados, si bien muchos participantes ingresan a la liga, solo algunos participantes atendieron la misma. Ante tal situación, fue necesario aplicar una segunda estrategia para lograr una recopilación de datos, esta vez directamente por vía telefónica.

Las encuestas atendidas telefónicamente tienen sus inconvenientes, por el tema de seguridad y confidencialidad, aunado a ello existen limitantes por temas de tiempo y disponibilidad del personal en el área, ya que los expertos a encuestar desarrollan actividades principalmente en campo o planta dentro de sus rutinas. Este hecho llevó a que la recopilación de datos, como toda recolección en campo de fuentes primarias, consumiera ciertos recursos de tiempo y costo. Sin embargo, presentando el fin de la encuesta, de optimizar la prestación de servicios de ensayos no destructivos por parte de CIATEQ A.C., se logró en muchos casos, el acercamiento directo con gerentes, directores, especialistas, líderes e ingenieros del área objetivo. Este contacto con el personal especializado fue de gran provecho, ya que aparte de lograr el objetivo de atención a la encuesta con información fidedigna, sirvió para obtener datos cualitativos valiosos para el estudio

de mercado. Los resultados obtenidos del proceso de encuestas se muestran a continuación por cada numeral preguntado.

Nro.1 Tamaño de la empresa para la cual labora: En el gráfico 1 se representa la proporción de las empresas encuestadas, la población seleccionada para estudiar fue el sector industrial mediano y grande. Se obtuvo como resultado una participación ligeramente mayor de empresas grandes dentro de la muestra, sin embargo, las estrategias de mercado a aplicar van a ser consideradas iguales en ambos casos.

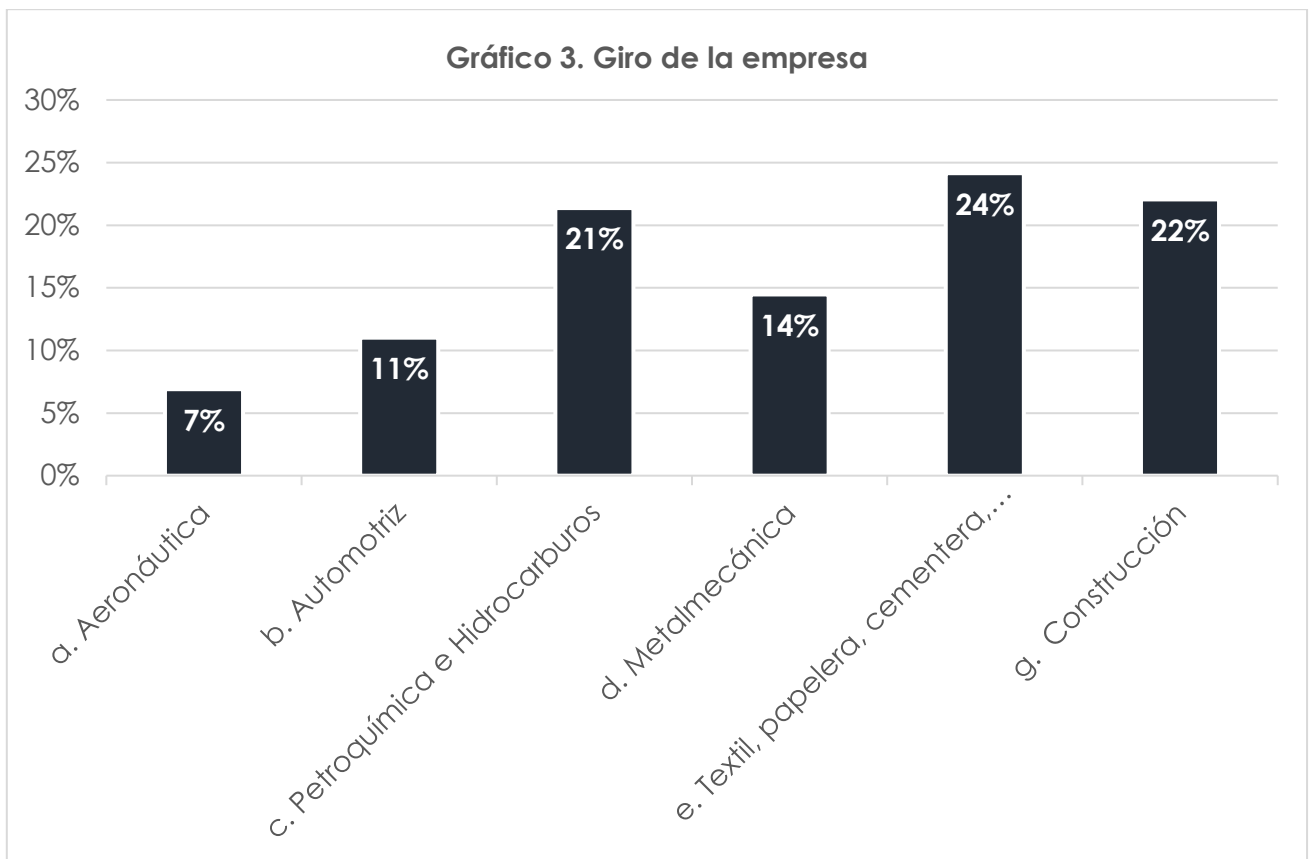


Nro.2 ¿Conocen en su empresa los ensayos no destructivos?: De toda la muestra encuestada el 88% de las empresas resultaron conocedoras de los ensayos no destructivos, solo un 12% de la muestra reportó un desconocimiento de los mismos. A partir de estas respuestas, queda demostrada la naturaleza no probabilística del muestreo en un estudio de mercado, debido a que solo se procede al avance en el cuestionario de las empresas conocedoras de este tipo de ensayos. Para el 12% de las empresas que reportaron desconocimiento de éstas prácticas, la aplicación de la encuesta llegó a su fin en ésta pregunta, debido que no podrían aportar información certera del producto. El gráfico 2 muestra los resultados.



Todos los resultados mostrados a partir de este numeral, comprenden las respuestas del 88% de las empresas que reportaron conocimiento en los ensayos no destructivos, por el muestro no probabilístico de tipo juicio utilizado.

Nro.3 Giro de la empresa para la cual labora: El gráfico 3, representa la distribución en cuanto a los giros de las empresas encuestadas. Los giros predominantes comprendieron las actividades manufactureras del sector textil, papelerero, químico, cementero, y de producción de alimentos con una participación del 24% de la muestra, seguido del giro de las empresas de construcción con 22% de participación, y finalmente del sector petroquímico e hidrocarburos con una participación de 21% en la muestra. El sector de aeronáutica, automotriz y metalmecánica tuvieron una participación menor. Un aspecto a considerar bajo este resultado, es que tanto a nivel de respuesta por encuesta vía electrónica como en las encuestas hechas directamente con el personal, los tres giros predominantes fueron los que presentaron mayor interés en la práctica y prestación de servicios de ensayos no destructivos, del mismo modo fueron los que expresaron dentro de las encuestas directas, su necesidad actual de proveedores de servicio en ensayos no destructivos, solicitando en algunos casos catálogo de ventas del laboratorio de CIATEQ A.C.

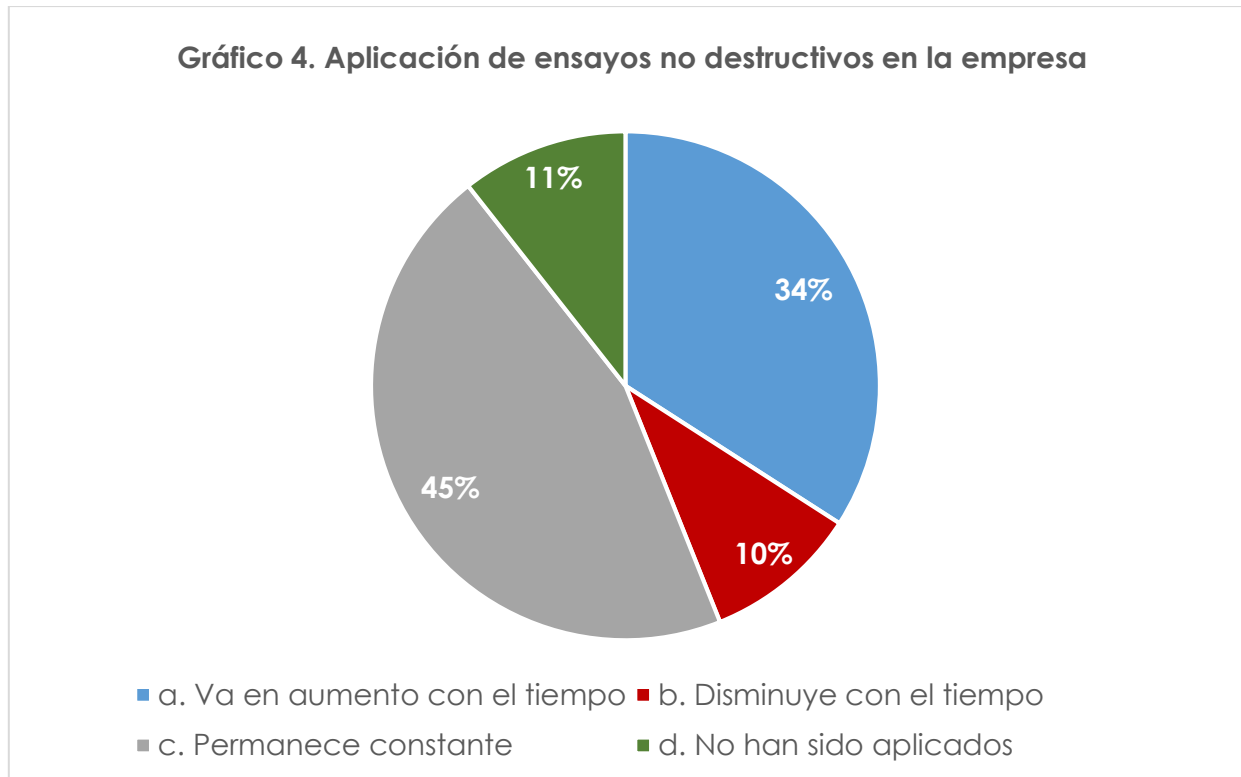


Nro.4 ¿Cómo considera que actualmente se encuentra la aplicación de ensayos

no destructivos en su empresa?: El gráfico 4 representa la distribución de la tendencia en el tiempo con que las empresas han aplicado los ensayos no destructivos. Queda expuesto que el 45% de las mismas ha presentado una tendencia constante en la aplicación de estos servicios, y un 34% que es una porción representativa han tendido a incrementar estas pruebas en sus empresas, un 11% respondió que a pesar de conocer qué son estos ensayos, no los aplican en sus empresas, existiendo solo un 10% de empresas que opinaron que la aplicación de estas prácticas ha disminuido con el tiempo.

Esto demuestra que la mayor parte de las empresas que conocen los ensayos no destructivos, los aplican de manera continua e incluso incremental; también se conoció en las encuestas directas, que estos servicios en su mayoría son subcontratados debido a varias razones entre ellas: inversión de tiempo en actividades que no forman parte de su cadena productiva, falta de recurso humano y material, aspectos regulatorios y normativos, etc. Por tanto, se comprobó

que la mayoría de las empresas no suelen aplicarlos por sus propios medios y acuden a un tercero, es decir, a la subcontratación.

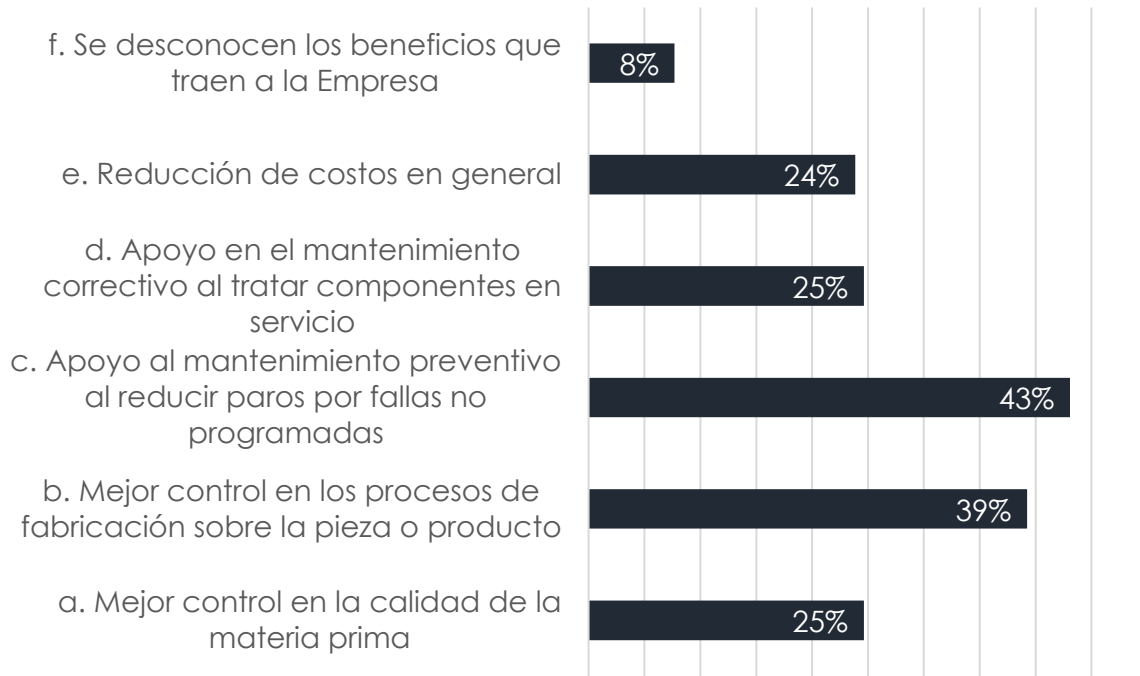


Nro.5 De los beneficios enlistados a continuación, seleccione cuál o cuáles son los más importantes considerados por ustedes que trae a su empresa la aplicación de ensayos no destructivos:

Un 43% de las empresas menciona que la principal ventaja de estas prácticas es apoyar al mantenimiento preventivo para reducir los fallos no programados. Un 39% menciona que la ventaja está sobre el control de los procesos de fabricación de piezas o productos. Para ambos casos las empresas mencionaron estos dos aspectos como parte de la necesidad del cumplimiento de estándares y aspectos regulatorios, tal es el caso de los recipientes sujetos a presión, equipos mecánicos en operación, tuberías o ductos.

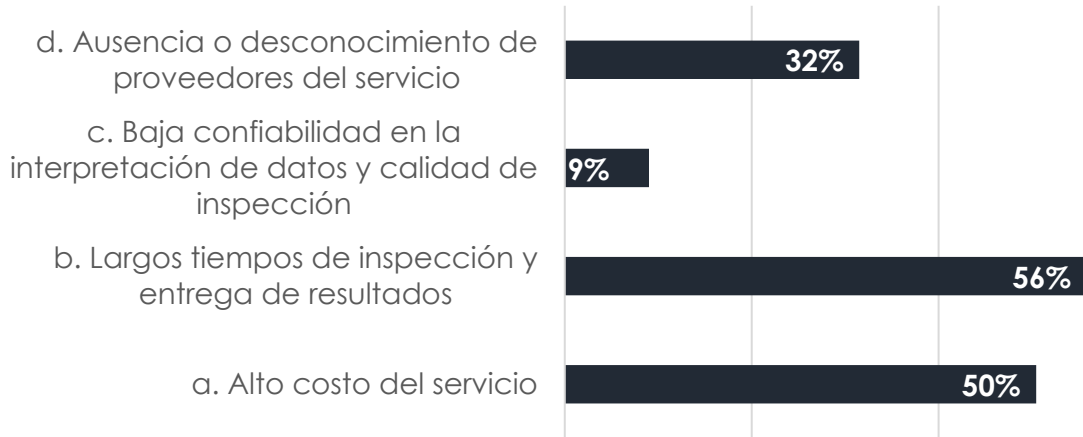
En un 25% de los casos fueron seleccionadas las ventajas de control de materia prima y apoyo al mantenimiento correctivo, un 24% de los casos se reportó como ventaja la reducción de costos en general y tan solo un 8% fue desconocedor de los beneficios de dichos ensayos. Es posible ante éste resultado deducir que dentro del 11% de las empresas que no aplican ensayos no destructivos en sus empresas, el 8% de ellas no lo hace por desconocer los beneficios que trae la ejecución de estas prácticas. Los resultados de este punto se muestran en el gráfico 5.

Gráfico 5. Beneficios de los ensayos no destructivos para la empresa



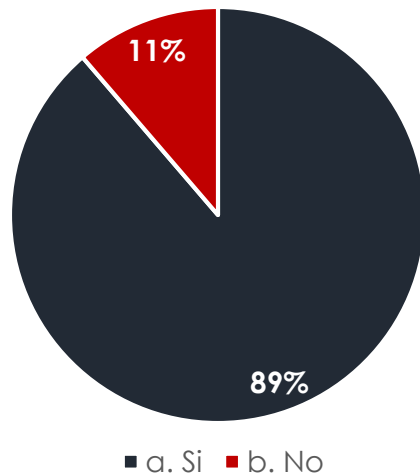
Nro.6 De las limitaciones enlistadas a continuación, seleccione cuál o cuáles son las más significativas consideradas por ustedes que trae la aplicación de ensayos no destructivos: Como limitaciones reflejadas en la práctica de ensayos no destructivos un 56% de casos consideró el largo tiempo de inspección y en un 50%, también fue considerado el alto costo de estos ensayos. Las empresas en un 32% manifiestan que una limitación es no conocer una cartera de proveedores, esta información es importante considerarla para fortalecer en CIATEQ A.C. un plan de difusión de estos servicios. Finalmente, solo en un 9% se detectó como limitación, la baja confiabilidad en los resultados de la inspección, ya que la mayoría de los encuestados afirmó que, la confianza en estos dictámenes viene sobrentendida bajo la certificación de signatario y acreditación del laboratorio. Estos resultados se muestran en el gráfico 6.

Gráfico 6. Limitaciones de los ensayos no destructivos en la empresa



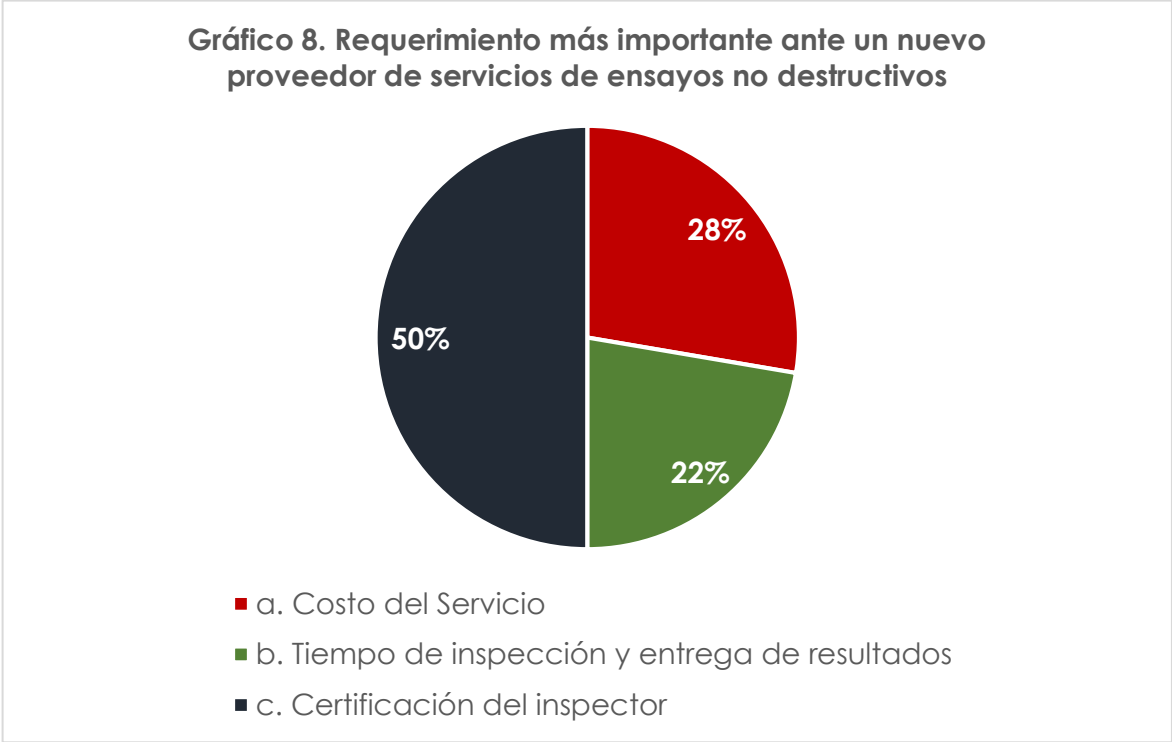
Nro.7 Si se presentara un nuevo proveedor de servicios de ensayos no destructivos en su empresa disminuyendo al máximo las limitantes de estas prácticas, ¿lo aceptarían?: Un 89% de la muestra, manifestó la aceptación de un nuevo proveedor de servicios de ensayos no destructivos. Un 11% dijo que no. Principalmente, la negación ante nuevos proveedores de ensayos no destructivos fue mostrada por el sector aeronáutico esto puede venir justificado debido a los altos estándares regulatorios y normativos, bajo los cuales se rige este sector. La información se muestra en el gráfico 7.

Gráfico 7. Aceptación de un nuevo proveedor en servicios de ensayos no destructivos

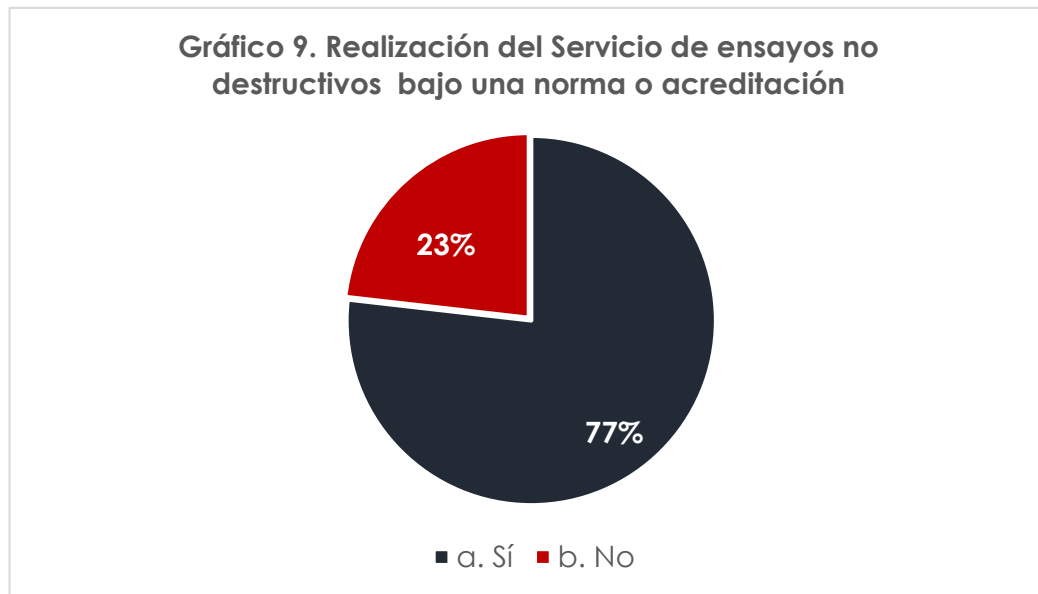


Nro.8 De los siguientes requerimientos, seleccione a cuál le daría mayor importancia ante un nuevo proveedor de servicios de ensayos no destructivos: Las empresas en un 50% seleccionaron como aspecto más importante ante un nuevo proveedor de servicios en ensayos no destructivos, la presentación de una acreditación que garantice la calidad del resultado. Seguidamente, un 28% de las empresas consideró como factor más importante, el costo del servicio y un 22% señaló el tiempo de inspección y entrega de resultados. La información se muestra en el gráfico 8.

A modo de pregunta abierta en las encuestas directas, fue solicitada información acerca de la norma o acreditación de preferencia solicitada al proveedor de servicios, la mayoría de las respuestas estuvieron orientadas a presentar certificación de los técnicos especialistas bajo ASNT, o una acreditación de laboratorio de ensayos bajo EMA. El sector petroquímico e hidrocarburos señalaron la normatividad API en ocasiones muy puntuales, y en algunos casos el sector aeroespacial bajo la normatividad NAS.

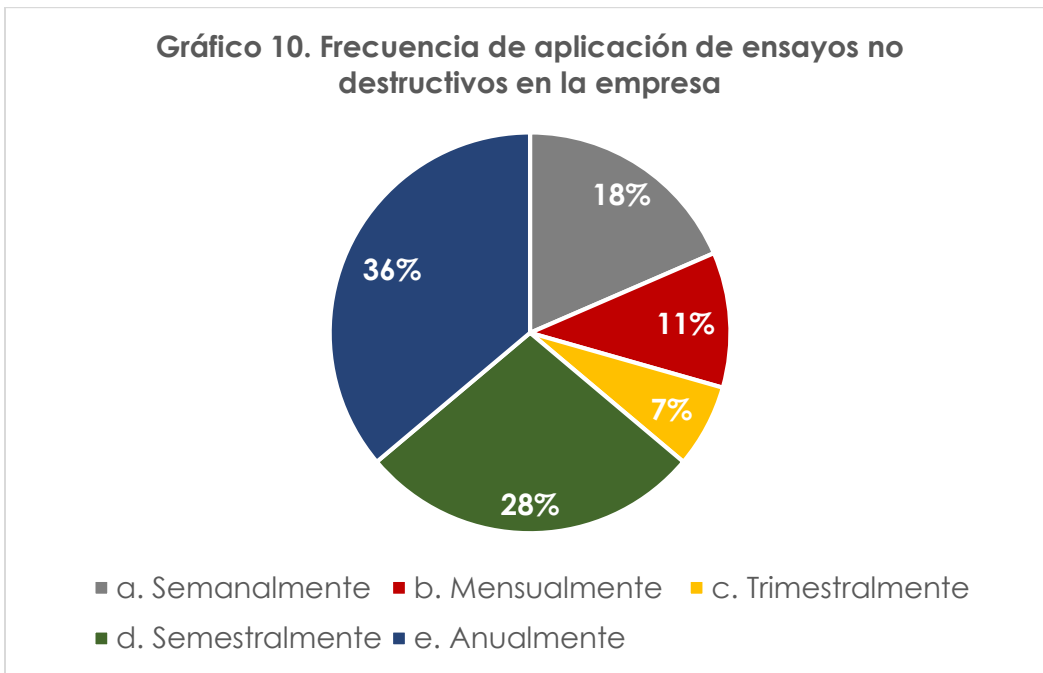


Nro.9 ¿Exigen en su empresa la realización de ensayos no destructivos bajo una acreditación o norma?: El gráfico 9 indica que el 77% de las empresas exige en la subcontratación del servicio de ensayos no destructivos, una certificación que avale la calidad de la inspección y dictamen a entregar. Para un 23% de las empresas encuestadas éste no es un factor excluyente al momento de subcontratar el servicio.

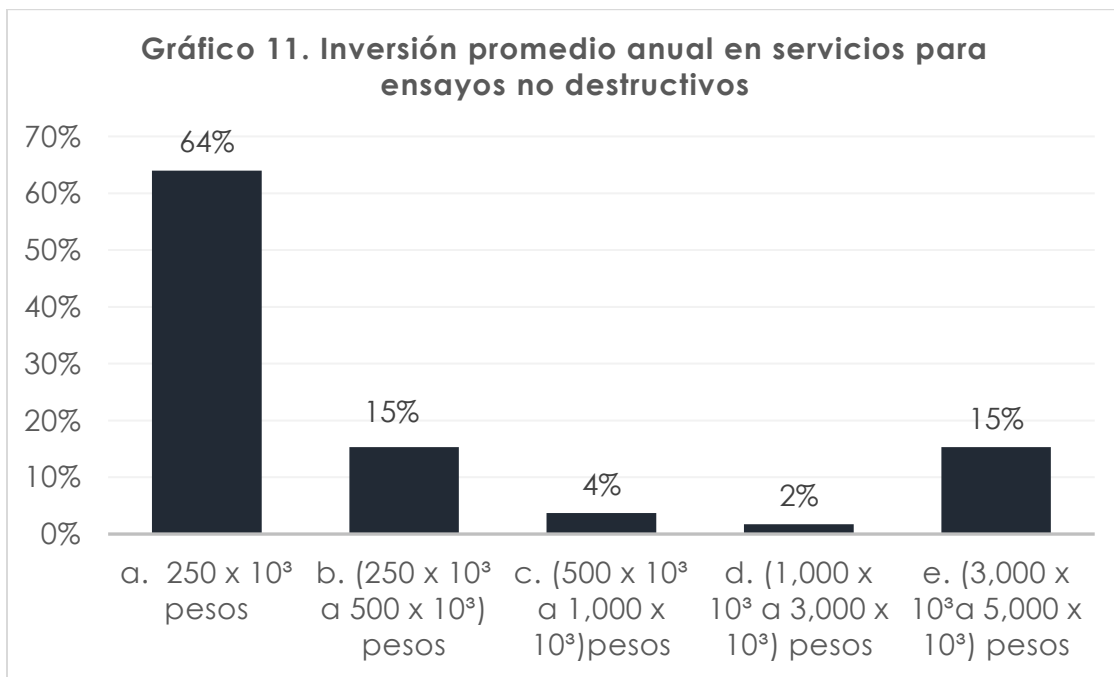


Nro.10 ¿Con qué frecuencia ejecutan en su empresa las inspecciones por ensayos no destructivos?: El gráfico 10 muestra que el 36% de las empresas ejecutan ensayos no destructivos anualmente, el 28% de la muestra lo realiza semestralmente. Un 18% ejecuta estas prácticas semanalmente, un 11% mensualmente y un 7% con una frecuencia trimestral.

Gráfico 10. Frecuencia de aplicación de ensayos no destructivos en la empresa

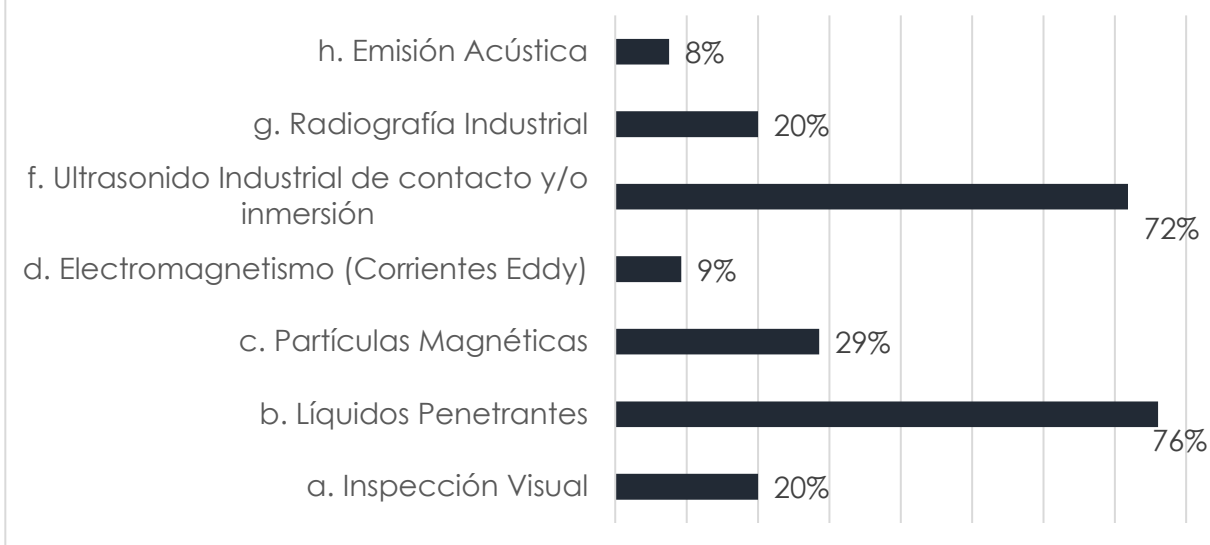


Nro.11 ¿Cuánto invierten para la inspección por ensayos no destructivos anualmente n su empresa?: En el gráfico 11 se reflejan los rangos promedios de inversión anual que presentan las empresas, teniendo que un 64% de la muestra invierte anualmente un promedio de 250,000 pesos en contratar ensayos no destructivos. Un 15% de la muestra invierte entre un rango de 250,000 a 500,000 pesos, un 4% de la muestra invierte anualmente un rango de 500,000 pesos a 1,000,000 de pesos, un 2% invierte en un rango de 1,000,000 a 3,000,000 de pesos, y finalmente un 15% invierte anualmente de 3,000,000 a 5,000,000 de pesos al año. La variación de los intervalos promedios de inversión en ensayos no destructivos, se debe a la diversidad de los giros de las empresas que participaron en el estudio, se conoció que el sector petroquímico e hidrocarburos invierten cantidades mucho mayores en las prácticas de estos ensayos, representando principalmente el rubro que invierte de tres a cinco millones de pesos al año.



Nro.12 De las siguientes técnicas de ensayos no destructivos, seleccione la(s) técnica (s) que aplican mayormente en su Empresa: El gráfico 12 refleja que las técnicas mayormente aplicadas en las empresas son los líquidos penetrantes y el ultrasonido industrial. 76% de las veces las empresas reflejaron la tendencia a ejecutar líquidos penetrantes y un 72% de las veces también seleccionaron el Ultrasonido Industrial. Un 20% de las veces se indicó la tendencia hacia la Inspección Visual y hacia la Radiografía Industrial, un 29 hacia las Partículas Magnéticas, un 9% hacia el Electromagnetismo y un 8% en Emisión Acústica. La mayoría de las empresas manifestaron que contratación del servicio de ensayos no destructivos, es hecha con dos técnicas, una superficial y una volumétrica. Esto afirma un poco la naturaleza complementaria de los ensayos no destructivos, ya que dependiendo de la necesidad y de las condiciones de inspección muchas veces es seleccionada la técnica. Resulta inapropiado decir que una técnica es mejor que otra, ya que en la mayoría de los casos estas se complementan y se combinan.

Gráfico 12. Método de ensayo no destructivo mayormente aplicado en la empresa

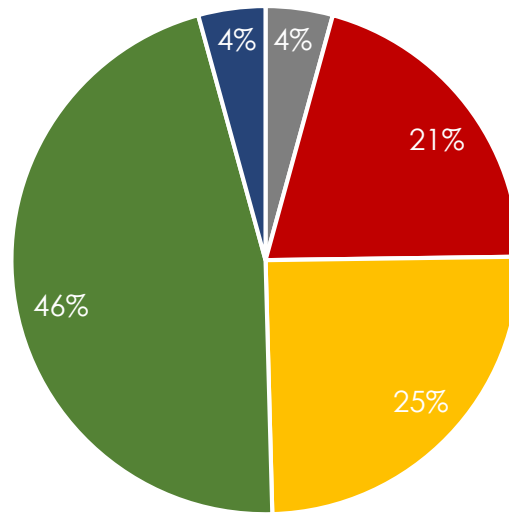


Nro.13: De las siguientes opciones seleccione la etapa en la que principalmente se realiza o se podría realizar en su empresa la inspección por ensayos no destructivos:

Los resultados mostrados en el gráfico 13, representan que en un 46% las empresas aplican el ensayo no destructivo en la etapa de comprobación de partes o componentes que se encuentran en servicio, un 25% de ellas lo aplican en la liberación final de la pieza o producto, un 21% de las empresas lo aplican después de algún proceso de fabricación, 4% de ellas solo lo aplican en la etapa de control de recepción de materia prima y 4% lo aplican en otra etapa.

De esta pregunta de la encuesta es importante resaltar que, el 46% de las muestras que reportan el uso de los ensayos no destructivos en la etapa de comprobación de partes o componentes que se encuentran en servicio, lo hacen para contar con certificados que acrediten el buen estado de sus componentes muchas veces por exigencias regulatorias, lo mismo ocurre en el 25% que lo aplican en la liberación final de la pieza o producto, debido a que deben presentar dictamen de un tercero especialista que valide el buen estado del producto.

Gráfico 13. Etapa principal para aplicación de ensayos no destructivos

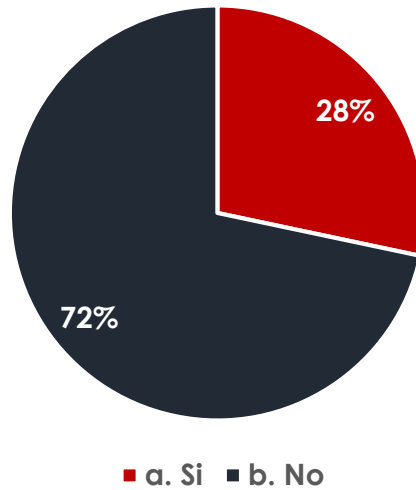


- a. Control en recepción de materias primas
- b. Medición de defectos después de algún proceso de fabricación
- c. Inspección final o liberación de producto terminado
- d. Comprobación de partes o componentes que se encuentren en servicio
- e. Otro

Nro.14 ¿Conocen en su empresa los servicios de ensayos no destructivos actualmente ofertados por CIATEQ A.C.?: Como se observa en el gráfico14, el 72% de las empresas no conocen los servicios de ensayos no destructivos actualmente ofertados por CIATEQ A.C. Existe un 28% de la muestra que sí considera a CIATEQ A.C. dentro de su lista de proveedores de ensayos de este tipo ya que conocen del laboratorio.

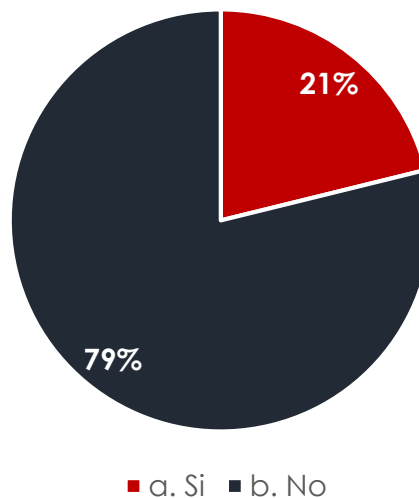
Dentro de la información recopilada por encuestas directas sobre ésta pregunta, muchas empresas manifestaron que a pesar de conocer de CIATEQ A.C. como centro de Tecnología Avanzada han tenido acercamiento para solicitud de servicios de otra índole como caracterización de materiales, sin embargo, en el área de ensayos no destructivos desconocen actualmente los servicios ofertados. Esta respuesta obtenida nos permite afirmar que CIATEQ A.C. es un centro bien reconocido a nivel nacional y la promoción de servicios puede facilitarse ampliamente, apoyado por el prestigio de la institución.

Gráfico 14. Conocimiento actual de los Servicios de Ensayos No Destructivos por CIATEQ A.C.



Nro.15 ¿Ha sido su empresa cliente del laboratorio de Ensayos No Destructivos de CIATEQ A.C.?: Como se observa en el gráfico 15, el 79% de las empresas encuestadas no han sido clientes del laboratorio de CIATEQ A.C. y un 21% de ellas sí. La diferencia entre el 28% que conoce a CIATEQ A.C. como proveedor de servicios de ensayos no destructivos y el 21% que sí han contratado los ensayos, viene justificado por varios motivos manifestados en las encuestas directas, para mencionar algunos de ellos en primera instancia es la tardanza en la atención a las cotizaciones y el alto costo de los servicios cotizados.

Gráfico 15. Empresas clientes del Laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C.



4.2. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MERCADO

Todas las decisiones de inversión son importantes y lo que se pretende en el estudio de mercado, es poder estimar principalmente la demanda, oferta y las necesidades potenciales del servicio, de modo que se debe tratar de buscar la máxima precisión en los pronósticos, pero siempre considerando las limitaciones de tiempo, costo y hasta forma que el método imponga.

Existen varios factores que influyen en la selección del método de pronóstico, a parte de los ya mencionados otros serían el costo, horizonte de tiempo a pronosticar, y la disponibilidad de datos [5]. Siendo este último factor, la gran limitante y decisivo en éste estudio, cuando no se cuenta o se tiene acceso con datos estadísticos fiables (historial de venta de los últimos diez años), esto lleva a utilizar métodos de pronósticos en base a la recopilación de datos de fuentes primarias, esto es muy frecuente y totalmente aceptable en los estudios de mercado.

4.2.1. Análisis de la Demanda

A continuación, se lleva a cabo el análisis de la demanda, considerando su historial, su cálculo actual y la estimación de la misma a futuro.

4.2.1.1. Comportamiento histórico de la Demanda

Para poder evaluar el comportamiento histórico de la demanda de ensayos no destructivos, se procede a buscar información en fuentes secundarias, sin embargo, por la precisión que se requiere no hay una fuente oficial que registre de manera específica la demanda para este sector.

Continuando con la investigación de fuentes secundarias, pero ahora provenientes de la institución, se precisa el historial de ventas del laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C. Sin embargo, es necesario para poder aplicar algún método de pronóstico, contar con información estadística registrada en los últimos años, mientras más precisos se quiere ser. El laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C. solo posee cierta información registrada hasta el año 2013, a la cual por temas de confidencialidad no se tiene acceso y tampoco puede ser publicada.

Analizando otras alternativas, como conseguir por medio de fuentes primarias información de la competencia, para plantear un escenario histórico de la demanda de servicios de ensayos no destructivos, resulta inaccesible debido a las políticas de confidencialidad que manejan las empresas, las cuales no permiten revelar este tipo de información.

Finalmente, en función de la investigación de campo realizada en CIATEQ A.C., se puede hacer referencia a los siguientes aspectos genéricos, con el fin de caracterizar la demanda histórica:

- Los clientes y giros atendidos se han ubicado principalmente en el área de petroquímica e hidrocarburos, seguidos del sector manufacturero, y finalmente del sector aeroespacial que termina por ser bastante reducido.
- En su momento el laboratorio atendió algunos de éstos clientes, cumpliendo con los requerimientos que éstos exigían, logrando así ingresos representativos para el área.

4.2.1.2. Demanda Actual

La demanda actual será caracterizada por la información obtenida de fuentes primarios, entonces de acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas, se establece que en el sector de servicios de ensayos no destructivos, se presenta una demanda atendida de manera no satisfactoria, siendo ésta en donde se brinda el servicio a casi la totalidad del mercado, pero se satisface en forma parcial la necesidad identificada [32].

Este hecho está justificado a partir de los siguientes análisis:

- Un 45% de las empresas manifestó que los servicios de ensayos no destructivos es una práctica que ha permanecido constante a lo largo del tiempo, y un 34% consideró que se ha incrementado, lo que quiere decir que el mercado actual ha logrado atender estas solicitudes.
- Un 89% de las empresas manifestó la aceptación de un nuevo proveedor de servicios de ensayos no destructivos y solo un 11% se negó. La aceptación de un nuevo proveedor de ensayos no destructivos, es dada ya que las empresas consideran actualmente, que los tiempos de respuesta a cotizaciones y los tiempos de inspección son demorados, así como también los costos de los servicios actuales son altos. Es aquí en donde se observa la

característica de la demanda insatisfecha ya que no se está cubriendo totalmente la necesidad del cliente.

- Un 32% de la muestra comentó que carecen de un banco de proveedores de servicio de estas pruebas, esto es un porcentaje considerable, manifestando en la encuesta la solicitud del catálogo de servicios de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C.
- Aquí el proyecto debe brindar un tipo de servicio que incorpore esos requerimientos, en donde la oferta actual es nula, para que así se logre penetrar en el mercado [32].

De acuerdo a la información recolectada se ha determinado que la población para este proyecto es de 708 empresas, de las cuales el 88% conocen los ensayos no destructivos. De estas 623 empresas el 79%, manifestó que la realización de ensayos no destructivos es una práctica fundamentalmente subcontratada, la cual ha permanecido constante a través de tiempo y en otras con gradual incremento. La mayoría realiza la aplicación de estos servicios anual y semestralmente siendo las técnicas de mayor uso el Ultrasonido Industrial y los Líquidos Penetrantes.

492 empresas, que representan el 79% manifestó ejecutar periódicamente y con cierto incremento los ensayos no destructivos, son las empresas que cuantifican la demanda actual del sector, de ellas un 28% considera a CIATEQ A.C. dentro de su lista de proveedores y un 21% afirmó haber tenido contrataciones con el laboratorio de ensayos no destructivos.

4.2.1.3. La Demanda por efectos regulatorios

El análisis de la demanda actual de ensayos no destructivos también es orientado en los requerimientos regulatorios que aplican para diversos giros, sobre la ejecución de estas técnicas.

Los ensayos no destructivos, ofrecen a las empresas beneficios diversos para sus mejores prácticas, permitiéndoles tener control de sus mantenimientos y con ello el ahorro de costos por fallas de equipos y paros imprevistos, así como también la calidad de sus productos. Sin embargo, hoy en día a nivel regulatorio se ha vuelto requisito obligatorio contar con estos dictámenes, que garanticen la operación correcta de las industrias o la calidad de sus productos y servicios, como ya ha sido mencionado en las normas enlistadas anteriormente.

4.2.1.4. Análisis de la Demanda Futura

Como fue expuesto, ante la ausencia de datos históricos estadísticos, no es posible hacer proyecciones por métodos de pronósticos cuantitativos de series de tiempo, suavizado exponencial o promedio móvil, por tanto, es necesario realizar las proyecciones de la demanda futura por otros medios.

Para el caso en estudio fue utilizado un método de pronóstico cuantitativo de modelo causal, los modelos de pronóstico causal generalmente consideran alguna o algunas variables que están relacionadas con la variable que se predice. Una vez que estas variables relativas se han encontrado, se construye y utiliza un modelo estadístico para pronosticar la variable de interés [33].

Se pueden identificar muchos factores en un análisis causal, es frecuente encontrar en los estudios empíricos y en la teoría microeconómica la afirmación de que la demanda de un bien o servicio depende de una o muchas causas o factores que explicarían su comportamiento a través del tiempo. Las causales explicativas se definen como variables independientes y la cantidad demandada, se define como variable dependiente. La variable dependiente, en consecuencia, se explica por la variable independiente.

Para este caso se estarán considerando como variables a relacionar: la demanda expresada en número de clientes como variable dependiente, y el crecimiento industrial como variable independiente.

El modelo estadístico queda expresado como se muestra en la ecuación (2):

$$D = 0,1*N \quad (2)$$

Donde:

D = Demanda atendida por CIATEQ A.C., ésta sería la demanda pronosticada o esperada

N= Crecimiento Neto del Sector Industrial en México

El factor de 0.1 representa el 10% cubierto por CIATEQ A.C. de la demanda pronosticada.

Fue expuesto en el análisis de la demanda actual que, de acuerdo a los resultados de las encuestas, se puede estimar que CIATEQ.A.C. cubre un porcentaje actual del 28% al 21% de la demanda, sin embargo, de acuerdo a la metodología seguida [5], se debe establecer un valor tal, que sólo cubra un bajo porcentaje del mercado, no mayor del 10%. Haciendo ésta consideración se está trabajando en

un escenario conservador. También se estableció que la demanda actual, era de 492 empresas en total, por tanto, CIATEQ A.C. puede estimar abarcar en un inicio como máximo 49 empresas. Bajo un análisis de sensibilidad, puede ser evaluada una demanda para CIATEQ A.C. del 21% del mercado, pero esto bajo un escenario optimista, o de un 5% bajo uno pesimista.

De acuerdo a los análisis demográficos de INEGI del porcentaje de nacimientos y muertes de establecimientos por sector de actividad, se presenta un crecimiento neto del sector industrial del 3.7 % [34].

Por tanto, la representación de la demanda futura, en función del modelo estadístico planteado, es mostrada en la tabla 7, para un horizonte de 5 años, bajo escenario conservador.

Tabla 7. Proyección demanda futura escenario conservador.

Año	0	1	2	3	4	5
Clientes	49	51	53	55	57	59

Fuente: Elaboración propia

Se resalta también que el incremento de la demanda, puede ser influenciado por las técnicas de divulgación de los servicios del laboratorio, pero esto dependerá del plan de acción que tome el departamento de ventas y vinculación del centro, como apoyo a este proyecto.

4.2.2. Análisis de la Oferta

El propósito que se persigue con el análisis de la oferta es caracterizar las condiciones en que la economía pone a disposición del mercado los servicios para ejecutar ensayos no destructivos.

4.2.2.1. Comportamiento histórico de la Oferta

En el caso de querer analizar y determinar la evolución histórica de la oferta, el proceso mediante la recolección de datos de fuentes secundarias no es posible, debido a que no se cuenta con una fuente de datos estadísticos que de esta información tan precisa.

La siguiente opción considerada, es proceder con la recopilación de datos por fuentes primarias, solo que en este caso el procedimiento tiende a ser aún más

complejo que en el caso anterior de la demanda, ya que se está tratando directamente con la competencia y de cualquier modo el manejo de ésta información pasa a ser totalmente confidencial.

Por tanto, los datos obtenidos para la oferta son exclusivos para caracterizar la oferta actual, combinando para este caso fuentes primarias con investigación de campo y entrevistas a expertos, y de fuentes secundarias de información obtenida en internet en los registros de páginas oficiales.

4.2.2.2. Análisis de la Oferta actual

Ante todo, es importante resaltar que para este tipo de servicio la calidad y la satisfacción del cliente, están estrechamente relacionadas con la habilidad certificada del talento humano y la tecnología que se posea para la ejecución de la técnica. Por tanto, se puede establecer que gran parte de la ventaja está en todas aquellas empresas (laboratorios especializados) que cuentan con signatarios certificados y equipos adecuados a las exigencias del mercado, siendo estos los principales competidores.

Actualmente se conoce que en México bajo el esquema de certificación central se presentan signatarios certificados por ASNT y por IMENDE; el número de personal es bastante reducido en todo México y en Latinoamérica especialmente para el Nivel III.

En el caso de ASNT para el Programa ACCP (certificación central) Nivel III, se encuentran vigentes solo 7 signatarios en todo el país [35], que poseen de una a tres certificaciones de este tipo en técnicas de ensayos no destructivos, la tabla 8 contiene la información referida.

En el caso de IMENDE, bajo su esquema central no registra hasta ahora ninguna certificación para el Nivel III en todo el país, las certificaciones emitidas y vigentes por IMENDE son Nivel II, se encuentran actualmente 70 signatarios certificados que poseen de una hasta cuatro certificaciones en técnicas de ensayos no destructivos [36], la tabla 9 contiene la información referida.

Tabla 8. Distribución de Certificaciones ASNT Nivel III ACCP, México.

Estado	Técnica Certificada ASNT Nivel III Esquema ACCP	Certificaciones
Aguascalientes	Ultrasonido	1
	Radiografía	1
Distrito Federal	Líquidos Penetrantes	1
	Partículas Magnéticas	1
	Ultrasonido	1
	Radiografía	1
Nuevo León	Líquidos Penetrantes	2
	Partículas Magnéticas	1
	Ultrasonido	2
	Radiografía	2
Querétaro	Radiografía	1

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de ASNT.

Tabla 9. Distribución de Acreditaciones IMENDE Nivel II, México.

Técnica certificada IMENDE Nivel II	Certificaciones
Inspección Visual	54
Líquidos Penetrantes	21
Partículas Magnéticas	14
Ultrasonido	13
Radiografía	4

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de IMENDE.

Por otra parte, bajo el esquema de certificación por empleador, se encuentran vigentes 86 signatarios acreditados ASNT Nivel III distribuidos en todo el país [35], y que poseen desde una hasta seis certificaciones en técnicas de ensayos no destructivos, la tabla 10 contiene la información referida.

Como se puede observar en los datos mostrados de la Ciudad de México y Querétaro son las entidades que presentan la mayor cantidad de personal certificado bajo la ASNT Nivel III. Este personal se encuentra distribuido en laboratorios especializados que forman parte de empresas independientes o centros de investigación, dichos laboratorios adicionalmente de presentar a su personal certificado bajo la ASNT cuentan con acreditaciones de la Entidad Mexicana de Acreditación EMA.

Tabla 10. Distribución de Certificaciones ASNT Nivel III por empleador, México.

Estado	Técnica Certificada ASNT Nivel III por empleador	Certificaciones
Baja California	Líquidos Penetrantes	1
	Ultrasonido	1
Chihuahua	Líquidos Penetrantes	2
	Partículas Magnéticas	1
	Ultrasonido	1
	Radiografía	1
Coahuila	Partículas Magnéticas	1
	Líquidos Penetrantes	1
	Ultrasonido	2
Distrito Federal	Inspección Visual	12
	Líquidos Penetrantes	13
	Partículas Magnéticas	18
	Ultrasonido	13
	Radiografía	11
	Electromagnetismo	6
	Prueba de Fugas	1
Estado de México	Inspección Visual	2
	Líquidos Penetrantes	2
	Partículas Magnéticas	2
	Ultrasonido	2
	Radiografía	2
	Electromagnetismo	1
Jalisco	Inspección Visual	1
	Líquidos Penetrantes	1
	Partículas Magnéticas	1
	Ultrasonido	1
	Radiografía	1
	Prueba de Fugas	1
Michoacán	Líquidos Penetrantes	1
	Partículas Magnéticas	1
	Ultrasonido	1
Nuevo León	Inspección Visual	4
	Líquidos Penetrantes	8
	Partículas Magnéticas	9
	Ultrasonido	8
	Radiografía	5
	Electromagnetismo	1
	Prueba de fugas	1
Puebla	Partículas Magnéticas	1
	Prueba de fugas	1
San Luis Potosí	Inspección Visual	1
Querétaro	Inspección Visual	4
	Líquidos Penetrantes	13
	Partículas Magnéticas	16

Estado	Técnica Certificada ASNT Nivel III por empleador	Certificaciones
	Ultrasonido	11
	Radiografía	9
	Electromagnetismo	4
Tabasco	Inspección Visual	2
	Líquidos Penetrantes	2
	Partículas Magnéticas	5
	Ultrasonido	3
Tamaulipas	Inspección Visual	1
	Líquidos Penetrantes	1
	Partículas Magnéticas	1
	Ultrasonido	1
	Radiografía	1
Yucatán	Inspección Visual	1
	Líquidos Penetrantes	1
	Partículas Magnéticas	1
	Ultrasonido	2
Veracruz	Inspección Visual	2
	Líquidos Penetrantes	2
	Partículas Magnéticas	5
	Ultrasonido	4
	Prueba de Fugas	1

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de ASNT.

En total se presentan 25 laboratorios de pruebas no destructivas en todo el país acreditados por EMA bajo la NMX 17025 "Requisitos Generales para la competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración" [37], pudiendo ser consideradas estas instituciones como competidores directos del proyecto. La tabla 11 muestra la distribución de estos laboratorios en el país.

Tabla 11. Distribución de laboratorios de ensayos no destructivos acreditaciones bajo EMA, México.

Estado	Laboratorios en END Acreditados EMA
Distrito Federal	10
Campeche	2
Estado de México	6
Hidalgo	1
Nuevo León	2
Querétaro	2
Tamaulipas	2

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de EMA.

Finalmente, con la investigación de la oferta, se establece que, bajo el esquema de certificación central Nivel III solo existen 7 signatarios certificados y vigentes, el resto de corresponden a técnicos Nivel II. Bajo el esquema de certificación por empleador después del Distrito Federal, Querétaro es el estado con más certificaciones ASNT de este tipo en Nivel III, totalizando 86 signatarios en el país, la mayor parte de estos se encuentran laborando para el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), cuyo laboratorio de ensayos no destructivos es uno de los dos laboratorios acreditados ante EMA presentes en Querétaro, el cual además de contar con estas certificaciones ASNT y EMA, presenta signatarios certificados bajo NAS 410 para el sector aeronáutico.

CIDESI, actualmente ofrece pruebas no destructivas convencionales superficiales: Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas; pruebas no destructivas convencionales volumétricas: Ultrasonido, Radiografía; pruebas su sub superficiales como Corrientes Eddy; pruebas hidrostáticas de hermeticidad y pruebas no convencionales como la Termografía, y la Emisión acústica. Contando para todas las prácticas con signatarios debidamente certificados [38].

Ante todas estas premisas finalmente la oferta actual del mercado de ensayos no destructivos, es una oferta del tipo competitiva o de mercado libre [5], en ésta los productores se encuentran en circunstancias de libre competencia, sobre todo porque existe tal cantidad de ofertantes del mismo servicio, que la participación en el mercado está determinada por la calidad y el precio que se ofrece. También, ésta oferta se caracteriza porque generalmente ningún productor domina totalmente el mercado, habiendo así oportunidad de penetración.

4.2.3. Análisis de Precios

La determinación de un precio fijo para cada uno de los ensayos comprende una estimación muy relativa, ya que estos precios dependen de factores como la extensión de la superficie y la complejidad del lugar de inspección. Es necesario entonces para viabilidad de los análisis de este proyecto estimar un promedio de precios para los diferentes servicios por técnica de ensayo no destructivo.

Por otra parte, el escenario de evaluación del proyecto será a 5 años y en la proyección de los precios, la alternativa adecuada y recomendada es estimar la variación haciendo un ajuste conforme a la tasa de inflación, en esta forma se

piensa que la proyección de los precios se aproxima más a la realidad que lo que haría un método estadístico rígido de ajuste de puntos; en el estudio económico será analizado y pronosticado el valor de la inflación a utilizar para realizar los ajustes de precios.

4.2.4. Estudio de Comercialización del Producto

La comercialización es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor con los beneficios de tiempo y lugar [5]. La logística de distribución está básicamente dirigida a la entrega de productos tangibles, en esta investigación se están tratando con productos intangibles, es decir, ejecución de servicios hechos en campo en las instalaciones del cliente, cuyo medio único de comercialización es el trato directo.

El canal de distribución es la ruta que toma un producto para pasar del productor a los consumidores finales. El canal de distribución para este caso es de tipo Directo de Productores-Consumidores siendo este canal la vía más corta, simple y rápida. Se considera así, ya que el consumidor acude o solicita directamente al laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C. los servicios para la ejecución de estas pruebas. Se aplica a este caso, ya que la mayoría de las cotizaciones y contrataciones de servicios se realizan vía electrónica por petición del cliente, lo que da a entender en este tipo de canal de distribución es que no existen intermediarios y que el producto ofrecido, es decir el resultado de la inspección, es entregado directamente al cliente sin intermediarios.

4.3. ESTUDIO TÉCNICO

Esta sección está basada en el aspecto técnico-operativo del proyecto, es decir, se busca describir cómo será ejecutada la propuesta en función de los resultados obtenidos en el estudio de mercado.

4.3.1. Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto

La localización óptima del proyecto es lo que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (criterio privado) o a obtener el costo unitario mínimo (criterio social) [5]. Sin embargo, desarrollar un estudio para la localización del proyecto es un punto irrelevante en esta investigación, debido

a que, la infraestructura del laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C. ya se encuentra definida y ha estado operativa desde hace varios años en las instalaciones de la Unidad de CIATEQ A.C. Querétaro.

Analizando la locación que actualmente se tiene para el proyecto, el laboratorio por ubicarse en el estado de Querétaro, cuenta con todas las bondades del Bajío por estar en un punto clave en la red de carreteras de México. En esta locación pasa la carretera federal México 57, que une a la ciudad de Querétaro con la Ciudad de México, con San Luis Potosí, y Monterrey. También pasan la carretera México 45, mejor conocida como parte de la Carretera Panamericana, uniendo así dentro de El Bajío ciudades importantes como León, Querétaro, Aguascalientes, Celaya, e Irapuato. También, se une con México, D.F. y con el norte del país en especial con Zacatecas, Torreón, Chihuahua.

La Carretera Federal México 110, une a la cuna de la Independencia Nacional, Dolores Hidalgo, con la ciudad de Guadalajara, pasando por ciudades como Guanajuato, Irapuato, (aquí se encuentra con la México 45), La Piedad, y Chapala. Por otra parte, la Carretera Federal México 43 une a la ciudad de Salamanca, con el estado de Michoacán, pasando cerca de su capital Morelia.

También se ubica el Aeropuerto Intercontinental de Querétaro sobre la Carretera México 57 en el municipio de El Marqués, y el Aeropuerto Internacional del Bajío sobre la Carretera Panamericana México 45 tramo Silao-León.

Es importante en éste punto resaltar que, los servicios a ofertar son realizados básicamente en campo, debido a que el personal técnico debe movilizarse hasta las instalaciones del cliente para realizar las respectivas inspecciones, por tal razón, el estudio en principio ha estado dirigido a ocupar las empresas del sector industrial que hacen vida en la región Bajío Mexicano, sin embargo, se identifican zonas potenciales en el sureste del país, y al analizar las ventajas de la ubicación del laboratorio se abren las posibilidades de prestar servicios en estas regiones así como también en el resto del país.

4.3.2. Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto

En la práctica determinar el tamaño de una unidad de producción es una tarea limitada por las relaciones recíprocas que existen entre el tamaño, la demanda, la disponibilidad de las materias primas, la tecnología, los equipos y el financiamiento

[5]. Todos estos factores contribuyen a simplificar el proceso de aproximaciones sucesivas y las alternativas de tamaño, entre las cuales se puede escoger, se reducen a medida que se examinan los factores condicionantes mencionados, los cuales se analizan a continuación.

4.3.3. El tamaño del proyecto y la demanda insatisfecha

La demanda es uno de los factores más importantes para condicionar el tamaño de un proyecto, el cual sólo puede aceptarse en caso de que la demanda sea claramente superior. También se ha establecido que, el tamaño debe ser tal que sólo cubra un bajo porcentaje de la demanda identificada no más de 10% [5].

Fue visto que la demanda presente es del tipo atendida de manera no satisfactoria, donde se brinda el servicio y/o producto a casi la totalidad del mercado, pero se satisface en forma parcial la necesidad identificada, existen clientes insatisfechos en aspectos relacionados con tiempos de inspección, repuesta a cotizaciones y costos del servicio y en adicional, existen clientes que desconocen proveedores en estos servicios.

A partir de ello, se define que el tamaño del proyecto es planteado bajo un escenario conservador, en el cual la demanda a ocupar por CIATEQ A.C. es del 10%. Y bajo este precepto, el tamaño del proyecto servirá para atender inicialmente los 49 clientes anuales estimados, con su respectivo incremento en función de la demanda futura.

4.3.4. El tamaño del proyecto y los suministros e insumos

Los suministros e insumos no representan una limitante para el tamaño del proyecto, la adquisición de material para la ejecución de los ensayos es un proceso sencillo. Realmente los consumibles de las pruebas son pocos y se cuentan con varios proveedores y casas fabricantes, con las cuales el centro ya ha manejado gestiones comerciales.

Las compañías proveedoras, consideradas con la mejor tecnología, variedad, costo de insumos, servicios de calibración y venta de equipos de ensayos no destructivos son: OLYMPUS, LLOG, y AEISA.

4.3.5. El tamaño del proyecto, la tecnología y los equipos

En cuanto a la adquisición de tecnología, ya se ha mencionado que el laboratorio de CIATEQ A.C. cuenta con ciertos equipos para la realización de ensayos no destructivos, los cuales son aptos para la ejecución de pruebas: inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonidos. En la tabla 12 se describe la tecnología con la que actualmente cuenta el laboratorio.

Tabla 12. Recursos tecnológicos para ensayos no destructivos disponibles en CIATEQ A.C.

Método	Equipo	Especificaciones
Inspección Visual	Kit de inspección visual para soldadura	Marca: GAL GAGE CO.
	Boroscopio	Marca: RIDGIG – Micro Explored
	Medidor de Intensidad de Luz	
Líquidos Penetrantes	Kit Líquidos Penetrantes visibles y fluorescentes	Marca : Magnaflux
	Lámparas de luz ultravioleta	Marca: Spectroline Modelo: BIB-150P
Partículas Magnéticas	Kit para partículas magnéticas secas y húmedas	Marca : Magnaflux
	Yugo magnético	Marca: Parker Modelo: DA-400
	Medidor de Campo Gaussmeter (indicador de magnetismo residual)	
Ultrasonido	Medidor de espesores Ultrasonico	Marca: GE Inspection Technologies Modelo: DMS2 (Medición con haz recto)
	Detector de fallas ultrasónico	Marca: Panametrics Modelo: EPOCH 4 (Medición con haz recto y angular)
	Medidor Ultrasonico por arreglo de fases	Marca: GE Inspection Technologies

Fuente: Elaboración propia a partir de información de CIATEQ A.C.

Adicional a la disponibilidad de estos equipos, se plantea que, por la ampliación de la demanda a atender, es necesaria la adquisición de un nuevo equipo que

cubra en su mayor parte, con los requerimientos identificados por la demanda insatisfecha.

En principio es muy importante resaltar que el realizar la inversión en algún equipo para el proyecto, este debe ser considerado un equipo clave, el cual, si representa una inversión considerable, debe aprovecharse al 100% de su capacidad [5]. Si no se hace así, disminuirá la optimización del proceso, lo cual se reflejará en una menor rentabilidad económica de la inversión al tener instrumentos muy costosos y ociosos.

Es por ello que, después de analizar en varias casas fabricantes, y de evaluar ciertas tecnologías se ha seleccionado como equipo clave, el OmniScan SX de OLYMPUS, casa fabricante líder en equipos de inspección ultrasónica. Comprende el proveedor más dotado de herramientas avanzadas para aplicaciones desde la inspección de soldaduras hasta la detección de grietas ocultas, vacíos, porosidades y otras irregularidades internas en metales, materiales compuestos, plásticos y cerámicas. Presentan equipos robustos, versátiles y fáciles de usar; además de contar con numerosas funciones prácticas de medición y softwares para aplicaciones específicas, ofrecen capacitación, servicio de calibración, garantía y certificado de uso.

El OmniScan SX está destinado a la realización de pruebas de ultrasonido, es un detector de defectos con tecnología por arreglo de fase, medidor de espesores y reproductor de imágenes TOFD, todo en un mismo equipo. Tiene como objetivo incrementar la productividad global y reducir asimismo el flujo de trabajo, permitiendo inspecciones rápidas, de alta precisión y con muchas facilidades para la técnica. El uso de este equipo, permitirá cumplir con la gran necesidad manifestada por el cliente con respecto al tiempo de inspección.

Para simplificar su utilización, el OmniScan SX es un equipo no modular, totalmente portátil, con una pantalla táctil de 8,4 pulgadas (21,3 cm); cuenta con la unidad SX PA, la cual está dotada de la tecnología de arreglo de fases, con un canal UT convencional para inspecciones mediante las técnicas Pulso y Eco, Emisión y Recepción y TOFD. Su gran versatilidad es la adaptación a cuatro canales simultáneos: S-SCAN, C-SCAN, B-SCAN y A-SCAN; con varios juegos de transductores y zapatas, los cuales permiten realizar las inspecciones por técnicas ultrasónicas en diversidad de materiales desde: aceros al carbono, acero

inoxidable, materiales compuestos, materiales que atenúen el sonido, etc. La figura 7 muestra el equipo OmniScan SX.

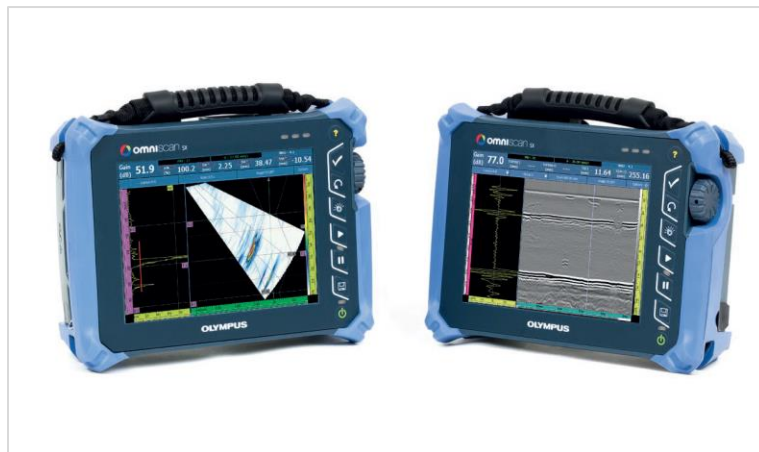


Figura 7. Equipo de Ultrasonido - OmniScan SX de OLYMPUS.
Fuente: Catálogo del OmniScan SX – Olympus.

A continuación, se mencionan las aplicaciones principales del OmniScan SX:

a. Detector de defectos con tecnología de arreglo de fases para inspecciones

de soldaduras: El OmniScan PA se ubica al centro de las soluciones de inspección — manuales o semiautomatizadas— por ultrasonidos de arreglo de fases desarrolladas por Olympus. Estos sistemas pueden ser utilizados para inspecciones que deben cumplir con los códigos normativos de la American Society of Mechanical Engineers (ASME, Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos), de la American Petroleum Institute (API, Instituto Americano del Petróleo), y con otros criterios normativos; todo esto garantizando capacidades de detección altamente rápidas y facilitando la interpretación de las indicaciones o defectos. Dicha función es realizada en su canal S-SCAN, en el cual ofrece una vista trasversal de la superficie en inspección. La figura 8 muestra la aplicación del OmniScan SX para este uso.

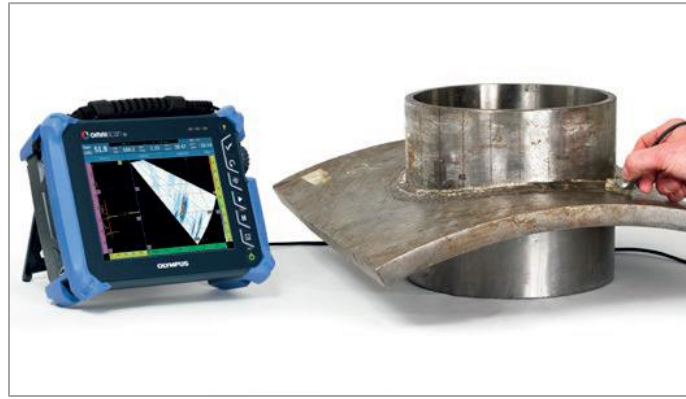


Figura 8. OmniScan SX en inspección de soldadura por arreglo de fases.
Fuente: Catalogo del OmniScan SX – Olympus.

- b. Inspección de componentes:** La inspección de componentes permite detectar defectos de fractura (grietas), de pérdida de espesor del material y otros daños. La función realizada en su canal A-SCAN, permite la realización de ultrasonido convencional. La figura 9 muestra la aplicación del OmniScan SX para este uso.



Figura 9. OmniScan SX en inspección de soldadura por arreglo de fases.
Fuente: Catálogo del OmniScan SX – Olympus.

- c. Mapeo de corrosión e inspección de compuestos:** Para las inspecciones de corrosión o de materiales compuestos, este equipo ofrece soluciones para la detección de anomalías y pérdidas del espesor del material. Dicha función es realizada en su canal C-SCAN, en el cual ofrece una vista superior de la superficie en inspección. La figura 10 muestra la aplicación del OmniScan SX para este uso.



Figura 10. OmniScan SX en el mapeo de corrosión e inspección de materiales compuestos.

Fuente: Catálogo del OmniScan SX – Olympus.

d. Inspección de soldaduras con la técnica por difracción de tiempo de vuelo

(-Time off ligh diffraction- TOFD): El enfoque que brinda la inspección mediante la técnica TOFD es fácil y eficiente para una detección primaria de los defectos en las soldaduras. La técnica TOFD es rápida, rentable y capaz de brindar la dimensión de los defectos encontrados en el volumen del cordón de la soldadura, ya que este último representa un área problemática que encierra usualmente defectos de fabricación. Dicha función es realizada en su canal B-SCAN, el cual ofrece una vista lateral de la superficie en inspección. La figura 11 muestra la aplicación del OmniScan SX para este uso.



Figura 11. OmniScan SX en la inspección de soldaduras con la técnica TOFD.

Fuente: Catálogo del OmniScan SX – Olympus.

A pesar de que la técnica TOFD es muy potente y eficaz, su cobertura es limitada debido a dos zonas de inspección en ángulo muerto: una, cerca de la superficie y la otra, al fondo. Esto puede ser complementado con ultrasonido convencional, en el canal A-SCAN, pudiéndose realizar simultáneamente las técnicas TOFD y pulso-eco convencional. Esta última, complementa la técnica TOFD para, así, poder cubrir las zonas en ángulo muerto. Las figuras 12 y 13 ilustran el caso.

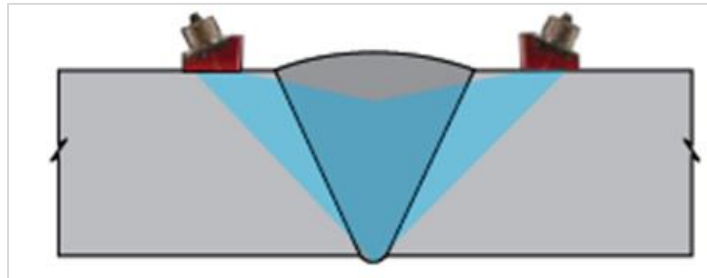


Figura 12. Inspección de una soldadura mediante la técnica TOFD.
Fuente: Endicsa.

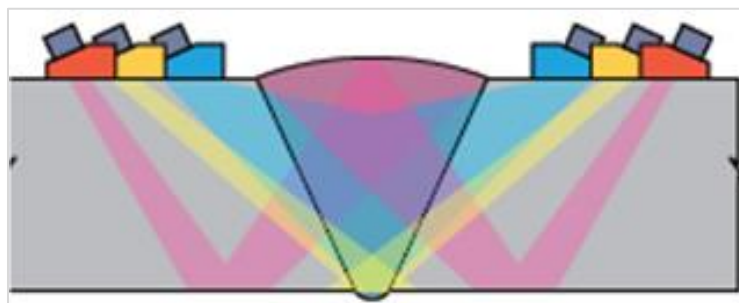


Figura 13. Inspección de una soldadura mediante técnica conjunta UT pulso-eco con TOFD.
Fuente: Endicsa.

La casa fabricante, OLYMPUS, está certificada en ISO 9001, ISO 14001, y OHSAS 18001.

Descripción de los complementos del equipo a ser incluidos en cotización:

Los elementos mencionados a continuación, comprenden los complementos que optimizaran los beneficios del equipo, los cuales son incluidos en la cotización del equipo:

- **Transductores:** El equipo incluye dos transductores para arreglo de fases, y dos transductores para ultrasonido convencional, los cuales permiten la inspección en variedad de espesores y de materiales desde: metales, compuestos, plásticos, vidrios, caucho, hasta fibra de vidrio. En función de

los requerimientos y de la demanda que vaya teniendo el uso equipo, más adelante pueden ser adquiridos transductores para necesidades más específicas del cliente, como transductores de muy baja frecuencia para inspección en concreto o madera.

- **Palpadores - zapatas:** Se incluyen 8 palpadores con variedad de ángulos,
- **Protectores de zapatas:** Estos elementos protegen e incrementan la vida útil de los palpadores o zapatas, evitando su pronto desgaste en el proceso de barrido.
- **Mini encoder:** Este elemento aporta el dimensionamiento del defecto en distancia y tiempo, permitiendo completar la caracterización de la imagen que da el transductor.
- **Escaner TOFD:** Permite la toma de imágenes TOFD, e incluye dos traductores de diferentes frecuencias y 3 juegos de zapatas con diferente variedad de ángulos.
- **Bloque de calibración:** Usado para la calibración antes de la inspección.
- **Gel acomplante.**

Todos estos elementos constituyen a un equipo altamente atractivo y beneficioso, debido a que, en una sola adquisición se pueden cubrir simultáneamente varias técnicas de ultrasonido convencional y no convencional, permitiendo identificar, caracterizar y además medir los defectos o discontinuidades; la reproducción de imágenes TOFD permite que en cierto modo, se asocie sus beneficios a la Radiografía Industrial, descartando los riesgos que ésta técnica implica; ofreciéndole así al cliente resultados rápidos con reportes muy completos de inspección.

De hecho, es importante señalar que hoy en día, la inspección por arreglo de fases según ASME Sección V - Reemplazo de la Radiografía por Ultrasonido para inspección de soldaduras, establece como alternativa a los requerimientos de ensayos no destructivos radiográficos, que todas las soldaduras en materiales con espesores con 6 mm (1/4 pulgada) o mayores, pueden ser examinadas utilizando este método ultrasónico, conforme a los requerimientos del parágrafo 7.5.5 de Sección VIII, División 2.

Este aspecto se resalta debido a que, en el estudio de mercado cierta cantidad de encuestados manifestó la aplicación de pruebas radiográficas en su empresa,

sin embargo, con estos métodos ultrasónicos no convencionales, se tiene un método más seguro (sin radiación), sin generar contaminación al medio ambiente (sin químicos), con alta productividad; sin necesidad de largos procesamientos, y ahora también aceptado a nivel regulatorio en los casos donde se establecía la Radiografía. Ahora bien, si bien es cierto que el requerimiento normativo para Radiografía Industrial continua vigente, esto es en una mayor parte para las empresas dedicadas a: fabricar recipientes a presión, calderas, o equipos nucleares y en el caso de las empresas dedicadas al mantenimiento de instalaciones nucleares; lo cual representa un sector muy específico y reducido en el país. La información técnica detallada del equipo de ultrasonido propuesto se muestra en el Anexo 1.

Adicional a esta nueva adquisición, considerada el equipo clave, se plantea igualmente que por la ampliación del laboratorio, es requerida la compra de un yugo magnético, esto para la ejecución de pruebas por partículas magnéticas; y una lámpara LED portátil de luz ultravioleta para las técnicas que impliquen fluorescencia (el modelo de lámpara BIB-150P presente en el laboratorio está próximo a ser discontinuado por el proveedor, y las bombillas de repuesto estarán a la venta solo hasta agotar existencia).

Se muestra a continuación los equipos seleccionados:

Yugo para inspección por partícula magnética modelo Y7 AC/DC marca MAGNAFLUX, viene en kit e incluye:

Yugo con brazos flexibles con apertura hasta 30.48cm, con línea de alimentación de 110 voltios, magnetización AC y CD a seleccionar por operador, bote con un 1 libra de partículas magnéticas roja seca, bote con 1 libra de partículas magnéticas gris seco aplicador para partículas magnéticas en polvo, 3 paquetes de toallas limpiadoras, 1 marcador, 1 manual de operación y estuche transportador.



Figura 14. Yugo magnético en kit modelo Y7 AC/DC de Spectroline.
Fuente: Catálogo Y7 AC/DC de MAGNAFLUX.

Lámpara LED portátil de luz ultravioleta Optimax 356 marca Spectroline, incluye:

- Cargador de corriente para CA, cargador de corriente para DC, lentes para protección de luz ultravioleta, estuche de transportación.



Figura 15. Lámpara LED de luz ultravioleta modelo OPTIMAX 365 de Spectroline.
Fuente: Catálogo OPTIMAX 365 de Spectroline.

La información técnica detallada del equipo se muestra en el Anexo 2.

4.3.6. El tamaño del proyecto y el financiamiento

La capacidad de financiamiento no es un factor relevante para este proyecto ya que se está tratando con un proyecto de inversión de capital, es decir, los fondos con los cuales se manejará el mismo corresponden a fondos propios del Centro,

siendo CIATEQ A.C. una sólida institución con posibilidad de autofinanciamiento, para adquisición de certificaciones y equipos.

4.3.7. Recurso Humano para la operación del proyecto

Considerando que actualmente no existen técnicos certificados en el laboratorio, se recomienda hacer uso del recurso interno no certificado de CIATEQ A.C. o en su defecto ir contratando personal técnico externo, para cumplir con los criterios de examinación, experiencia y atributos físicos.

Se establece que, al inicio del proyecto se debe contar con la certificación de tres signatarios, en tres técnicas superficiales convencionales y una técnica volumétrica, tratando de cubrir con el personal contratado las tres técnicas. En este caso se debería considerar el personal interno de CIATEQ A.C., el cual ya cuenta con una considerable experiencia y un alto conocimiento para aplicar a una certificación Nivel III otorgada por ASNT, lo que permitirá al signatario aparecer en el registro de los técnicos ASNT Nivel III vigentes en México, dando un gran respaldo al laboratorio.

Adicionalmente se integrará a la plantilla del laboratorio, personal técnico para entrenamiento y posterior aplicación a una certificación Nivel III por empleador, siendo éste el esquema de mayor conveniencia para el centro, debido a que incrementa la dependencia exclusiva al empleador, para que el signatario pueda ejercer sus servicios profesionales.

Es importante la adecuación y aprobación de la Práctica Recomendada SNT-TC-1A y de la Norma ANSI/ASNT CP-105 dentro del laboratorio. Esta documentación, debe ser validada por un técnico certificado Nivel III, el cual se propone que sea de los mismos signatarios que serán certificados al inicio de la ejecución del proyecto, ante ASNT. La Práctica Recomendada, permitirá al laboratorio de CIATEQ A.C. contar con su propio proceso de calificación y certificación del personal en ensayos no destructivos, desde el Nivel I hasta el Nivel III. Estos lineamientos, pueden ser modificados y adaptados en función de las necesidades y requerimientos del centro, pero siempre aprobado por un personal certificado Nivel III.

En el esquema de calificación y certificación del personal que proponga CIATEQ A.C. bajo la Práctica Recomendada SNT-TC-1A, el centro puede ir emitiendo

certificados internos para ir validando el proceso de preparación de los signatarios en entrenamiento y formación. Sin embargo, una vez que éstos cumplan con los requisitos, hecho que llevará cierto tiempo de experiencia, pueden aplicar posteriormente alguna certificación externa. Para objeto de análisis de este proyecto, la certificación de éste personal será interna, avalada por los mismos técnicos Nivel III del centro.

4.3.7.1. Organigrama y comunicaciones del recurso humano

El objetivo de presentar un organigrama es observar la cantidad de personal que integrará el laboratorio, esta misma cantidad de personal, será la considerada en el análisis económico, para incluirse en la nómina de pago. Dentro del organigrama mostrado en la figura 16, se representa la mano de obra directa e indirecta del proyecto.

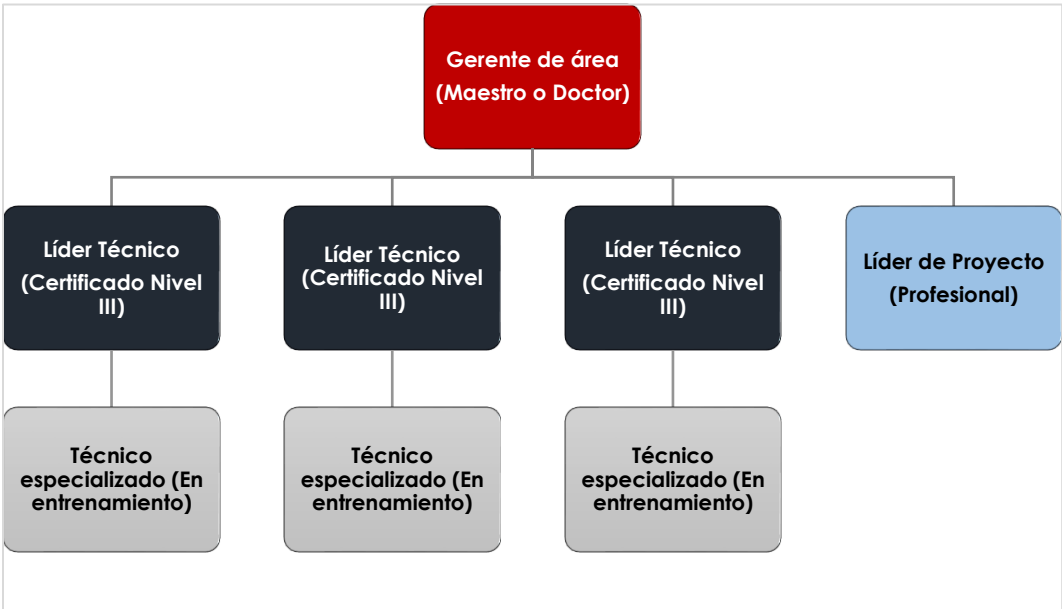


Figura 16. Organigrama propuesto para el Laboratorio.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan las comunicaciones de la plantilla de personal dentro del laboratorio, como es ilustrado en la figura 17.

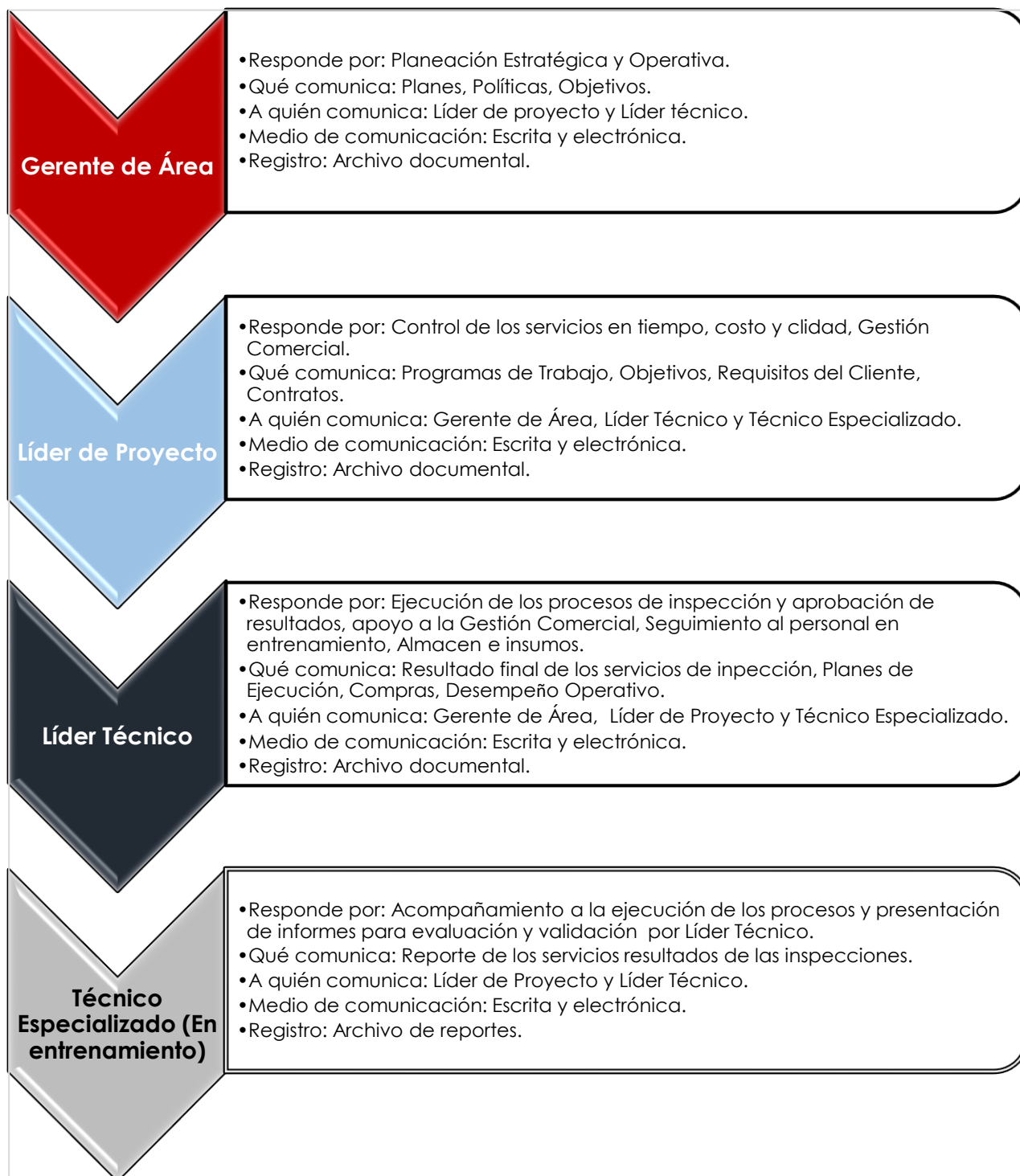


Figura 17. Flujo de comunicaciones.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.7.2. Perfiles y Descripción de puestos de trabajo

Los perfiles y la descripción de los puestos de trabajos se detallan a continuación:

Mano de Obra directa:

- a) Líder de proyecto:** Profesional, vinculado a CIATEQ A.C., preferiblemente a la Gerencia de Plásticos y Materiales Avanzados o como Líder de Proyecto del centro.

Son funciones correspondientes a este cargo son las siguientes:

- Encargado del proceso de atención comercial, gestión de las solicitudes comerciales, elabora las cotizaciones a los clientes y realizar el seguimiento a la contratación del servicio, para esto tendrá como apoyo al Líder Técnico.
- Asegurarse de la realización de los servicios en tiempo, costo y calidad, planteando objetivos claros previos al inicio de actividades en campo. Estos resultados de tiempo, costo y calidad deben respaldarse en un reporte anexo a cada contrato ejecutado. Esta información servirá para los análisis y planeación estratégica del Gerente de Área.
- Atención posventa y renovación de servicios y contratos.
- Responsable de mantener actualizado el catálogo de servicios del laboratorio, y junto con el departamento de Vinculación de CIATEQ A.C. realizar la promoción de los servicios.
- Elaboración y seguimiento de expediente del personal en entrenamiento y formación, para posteriores certificaciones Nivel III.

- b) Líder Técnico:** Técnico o profesional, con conocimientos teóricos y prácticos comprobados en ensayos no destructivos. Debe contar con certificación Nivel III, en tres técnicas superficiales (Inspección Visual, Líquidos Penetrantes y Partículas Magnéticas) y en la técnica volumétrica de Ultrasonido Industrial.

Son funciones correspondientes a este cargo las siguientes:

- Apoyo al proceso de atención comercial.
- Administrar el almacén y los insumos. El control de almacén comprende también el control de calidad de los equipos, a fin de mantener todo el inventario actualizado y dentro de especificación, esto para el caso de los equipos que requieran ser calibrados.
- Solicitud de compras y calibración de equipos.
- Validación de Informes finales y entrega de resultados al cliente.

Adicional a lo mencionado como todo técnico Nivel III sus funciones comprenden:

- Selección del método de ensayo.

- Dirigir y ejecutar todas las actividades en campo para la ejecución de servicios.
- Desarrollar, revisar y aprobar procedimientos técnicos.
- Interpretar códigos.
- Supervisión y formación de los Técnicos Especializados.
- Administración y elaboración de Bitácoras de trabajo.

c) Técnico Especializado: Técnico o T.SU., se prefiere con experiencia comprobada en trabajos asistidos en ensayos no destructivos. Será contratado por CIATEQ A.C. para su paulatina preparación hasta una certificación Nivel III, para una técnica superficial y para una técnica volumétrica.

Son funciones correspondientes a este cargo las siguientes:

- Asistir en campo al Líder Técnico en todos los ensayos a realizar. Esta actividad será ejecutada hasta el momento en que pueda cubrir las horas de experiencia tanto en el método, como en ensayos no destructivos, de acuerdo la Práctica Recomendada SNT-TC-1A de CIATEQ A.C., para poder cubrir este requisito y certificarse Nivel III.
- Apoyar a la elaboración de procedimientos técnicos, los cuales deben ser obligatoriamente revisados y probados por el Líder Administrativo.
- Apoyar en la ejecución de informes de resultados, los cuales deben ser obligatoriamente revisados y probados por el Líder Administrativo.
- Prepararse en todo lo necesario para obtener la certificación Nivel III en al menos una técnica volumétrica y una técnica superficial.
- Una vez alcanzada la certificación Nivel III, las responsabilidades y funciones pasarán a ser las correspondientes a un técnico de tal nivel, las cuales ya fueron especificadas en el aparatado del anterior.

Mano de Obra indirecta:

d) Gerente de Área: Profesional (Doctor o Maestro), vinculado a CIATEQ A.C., preferiblemente a la Gerencia de Plásticos y Materiales Avanzados. Su participación es parcial en las actividades del laboratorio.

Son funciones correspondientes a este cargo las siguientes:

- Seguimiento a la calidad y rentabilidad del laboratorio.

- Encargado de la Planeación estratégica realizará análisis de resultados comerciales y financieros para elaborar planes de crecimiento y mejora del área.

4.4. ESTUDIO ECONÓMICO

Una vez concluido el estudio de mercado, el estudio técnico, y habiendo descubierto que existe una demanda insatisfecha y que no hay impedimento tecnológico para llevar a cabo el proyecto; se efectúa el estudio económico, el cual pretende determinar el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, el costo de operación del laboratorio (que abarque la funciones de producción, administración, y ventas), así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica.

En la figura 18 se muestra la estructura utilizada para el estudio económico, esto de acuerdo a la metodología de inversión de proyecto [5]. Las flechas indicaran donde se va a utilizar la información obtenida en el cuadro. Como se observa, los datos de inversión fija y diferida son la base para calcular el monto de las depreciaciones y amortizaciones anuales, el cual, a su vez, es un dato que se utiliza tanto en el balance general como en el punto de equilibrio y en el estado de resultados. La información que no tiene flecha antecedente, como los costos totales, el capital de trabajo y el costo de capital, indica que esa información hay que obtenerla con investigación; hay cuadros de información, como el balance general y el estado de resultados, que son síntesis o agrupamientos de información de otros cuadros.

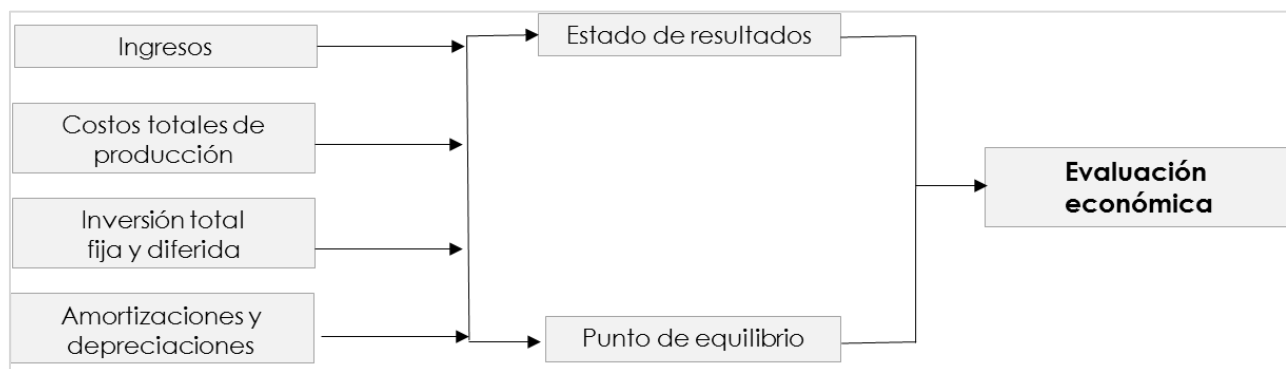


Figura 18. Estructura del análisis económico.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Baca Urbina.

4.4.1. Determinación de los costos

Los costos del proyecto representan todos aquellos desembolsos en efectivo o en especie que deban realizarse. Estos dependiendo de su tiempo de aplicación se llaman diferente, por ejemplo: los costos pasados no tendrán efectos en la evaluación, a diferencia de los costos hundidos, que son aquellos hechos en el presente (tiempo cero) y que son llamados inversión dentro de la evaluación económica; en un estado de resultados pro-forma o proyectado se usan los costos futuros, y el llamado costo de oportunidad que viene a ser un costo virtual, así como también lo es el asentar los cargos por depreciación, ya que en realidad no se hace un desembolso.

Resulta muy importante señalar que, la evaluación de proyectos es una técnica de planeación y la forma de tratar el aspecto contable no comprende un proceso extensamente riguroso, lo cual se demuestra cuando, por simplicidad, las cifras se redondean al millar más cercano. Por tratarse de predecir qué sucederá en el futuro no hay forma de aproximarse a tal exactitud, por lo anterior, debe quedar claro y aceptado que el redondeo de las cifras a miles no afecta en absoluto la evaluación económica y no se viola ningún principio contable, puesto que aquí no se trata de controlar las cifras del proyecto, sería tanto como querer controlar con esa rigurosidad el futuro, lo cual es imposible [5].

4.4.1.1. Costos de Operación

Los costos de Operación están representados por tres giros fundamentales, los costos de producción, los costos administrativos, y los costos de venta:

a) Costos de Producción

Los costos de producción son el reflejo de las determinaciones realizadas en el estudio técnico, y están conformados por todas aquellas partidas que intervienen directamente en producción, teniéndose así:

- i. Costos insumos y consumibles:** Serán expresados de acuerdo a la técnica en la se aplique, el costo de los consumibles es mostrado en la tabla 13.

Los consumibles fueron estimados para la cantidad máxima de ensayos realizados tanto en Líquidos Penetrantes como en Partículas Magnéticas, hasta el año quinto

del horizonte de planeación, esto para no variar año con año la cantidad de insumos.

Tabla 13. Insumos y consumibles por tipo de Ensayo No Destructivo.

Técnica de END	Tipo de Insumo	Unidad de Venta	Costo en pesos por unidad de venta	Consumo en pesos anual por unidad de venta	Costo total anual en pesos
Líquidos Penetrantes	Aerosol líquido removedor – SKC-S2 MAGNAGLUX	Aerosol 300 g	195.7	48	9,394
	Aerosol líquido penetrante visible lavable con agua – SKL-WP2 MAGNAGLUX	Aerosol 330 g	275.12	12	3,301
	Aerosol líquido revelador– SKD-S2 MAGNAGLUX	Aerosol 330 g	221.92	12	2,663
	Aerosol líquido penetrante fluorescente – ZL-27A MAGNAGLUX	Aerosol 300 g	446,88	12	5,363
	Aerosol líquido revelador – ZP-9F MAGNAGLUX	Aerosol 340 g	367.65	12	4,412
	Aerosol partícula magnética fluorescentes 14-AM MAGNAGLUX	Aerosol 300 g	342,95	6	2,058
	Partícula magnética seca visibles roja o gris	300 g	342,95	6	2,058
Ultrasonido Industrial	Gel acoplante	19 l	985	985	985
Total anual costo de insumos y consumibles			30,234		

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del proveedor AEISA y LLOG.

Ver Anexo 3 y Anexo 4 para detalle de la información.

El rendimiento aproximado de los consumibles es:

- Para Líquidos Penetrantes: El rendimiento promedio de la presentación en aerosol de 300g de dos removedores, un penetrante y un revelador de

líquidos penetrantes visibles o fluorescentes es de 5 ensayos. Se considera realizar la máxima cantidad de 10 ensayos mensuales de este tipo entre líquidos visibles y fluorescentes, de acuerdo a las estimaciones que se muestran en la tabla de ingresos por servicios.

Para Partículas Magnéticas: El rendimiento promedio de la presentación de 300g de partículas magnéticas fluorescentes o secas es de 10 ensayos. Se considera realizar la máxima cantidad de 10 ensayos mensuales de este tipo entre partículas secas y fluorescentes, de acuerdo a las estimaciones que se muestran en la tabla 27 y en la tabla 28 de ingresos por servicios.

- **Otros Materiales:** Comprende los costos de los insumos adicionales requeridos por el Laboratorio para el cumplimiento de todas las actividades dentro de la cadena productiva. En la tabla 14 se muestra esta información.

Tabla 14. Insumos adicionales requeridos en el Laboratorio.

Ubicación del Insumo	Tipo de Insumo	Unidad de Venta	Costo en pesos por Unidad de Venta	Consumo Anual (Unidad de Venta)	Costo Total Anual en pesos
Papelería para Reportes de Servicios de los Ensayos de No Destructivos	Hojas con membrete para entregables de Servicios	Caja (10 resmas)	550	3	1,650
	Carpetas para entregables de Servicios	Unidad	10	300	3,000
Para ensayos de LP y PM	Toallas de mano Scrubs (Balde – 72 Unidades)	Balde – 72 Unidades	1,150	1,150	1,150
Total anual costo de insumos adicionales				5,800	

Fuente: Elaboración propia a partir de información estimada por proveedor general.

- ii. **Costos de energía eléctrica y consumo de agua:** Normalmente el consumo por energía eléctrica se hace notorio en función de la cantidad de motores eléctricos que se utilicen en el proceso productivo, para el caso particular de los equipos de este tipo de laboratorio, estos además

de ser portátiles, el consumo eléctrico de los mismos es por batería o por fuentes de alimentación eléctrica tomadas en el mismo sitio de inspección. Los costos de alumbrado de las áreas y oficinas son del 3% aproximadamente de lo que se consume de energía eléctrica, de modo que será una cantidad baja para el caso particular que, junto al consumo de computadoras e impresoras, representan un costo que no es representativo en la evaluación económica de este proyecto en particular.

Por otra parte, el costo por consumo de agua es un insumo que se considera importante en ciertos tipos de procesos productivos. Para el caso del laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C., fue especificado en el apartado de estudio técnico que, los servicios son hechos directamente en campo, y que no requieren de la implementación de insumos de agua, por esta razón, dentro de este rubro sólo se podría considerar el gasto de agua que implique la plantilla de personal de mano de obra del proyecto, sin embargo, además de ser ésta bastante reducida, gran parte de sus horas laborales serán en campo, fuera de las instalaciones de CIATEQ A.C.

Realmente una de las fortalezas del proyecto es que CIATEQ A.C., ya ofrece instalaciones adecuadas y óptimas para desarrollar el proyecto y ubicar al personal; por tanto, los costos que se generan por consumo de agua y por consumo eléctrico además de ser muy bajos, irán ubicados dentro de otras evaluaciones económicas más generales, es decir, no se le atribuirán al estudio económico de este proyecto. La misma consideración será aplicada para los costos de personal de limpieza y vigilancia.

- iii. **Costos de mano de obra:** El método de costeo que se utiliza en la evaluación de proyectos se llama costeo absorbente [5]. Esto significa que, en el caso del cálculo del costo de la mano de obra, se agrega al menos 35% de prestaciones sociales al costo total anual, lo que significa que no es necesario desglosar el importe específico de cada una, sino que en una sola cifra se absorben todos los conceptos que esas prestaciones implican, es decir, el fondo para la vivienda, seguridad

social, vacaciones, días festivos, aguinaldo, y otros, lo cual suma, en promedio, un 35% adicional.

Los costos de mano de obra del proyecto son desglosados en las tablas, en función de la plantilla de personal propuesta en el estudio técnico.

Mano de obra directa: Está representado por el personal que labora activa y a tiempo completo en el laboratorio. La información se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Mano de obra directa.

Plaza	Plaza/ turno	Turnos/ día	Sueldo mensual en pesos	Sueldo anual en pesos	Sueldo total anual en pesos
Líder de Proyecto	1	1	30,000	360,000	360,000
Líder Técnico Nivel III	3	1	50,000	600,000	1,800,000
Técnico Especializado (En entrenamiento)	3	1	20,000	240,000	720,000
Subtotal + 35% de Prestaciones					2,880,000
Total anual costo de mano de obra directa					3,888,000

Fuente: Elaboración propia.

- **Mano de obra indirecta:** Es importante identificar que dentro de la mano de obra indirecta se ha ubicado al Gerente de Área, que ejecuta actividades varias en otros sectores y que forma parte de la Gerencia de Plásticos y Materiales Avanzados de CIATEQ A.C., considerando que dicha Gerencia está formada por un conjunto amplio de servicios, del salario total asignado a su cargo, se ha considerado que el laboratorio de ensayos no destructivos, aportará el correspondiente al 5% de su salario base. La información se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Mano de obra indirecta.

Personal	Sueldo mensual en pesos	Sueldo anual en pesos
Gerente de Área	52,000	31,200
	Aporte del laboratorio 5 %: 2,600	
Subtotal + 35% de prestaciones		31,200
Total anual costo de mano de obra indirecta		42,120

Fuente: Elaboración propia.

- iv. **Control de calidad - mantenimiento:** Dentro de este apartado se busca identificar los montos de los costos que controlan la calidad dentro del laboratorio. En primera instancia, es necesario identificar cuáles equipos requieren ser sometidos a pruebas de control de calibración basada en normatividad y recomendaciones de la casa fabricante. Serán realizadas calibraciones internas de todos los equipos antes de la ejecución de los ensayos en campo, adicionalmente se estimará un presupuesto anual de calibración de equipos por un tercero especialista. La información se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Costo total anual de calidad.

Costo de calidad	Costo en pesos
Calibración del yugo magnético Parker DA-400	1,961
Calibración del yugo magnético MAGNAFLUX Y7 AC/DC	1,961
Calibración del medidor de Campo Gaussmeter	1,961
Calibración del medidor de espesores ultrasónico GE /DMS2	1,961
Calibración del detector de fallas ultrasónico Panametrics/ EPOCH 4	2,332
Calibración del medidor ultrasónico GE por arreglo de fases	2,500
Calibración del OminiScan SX	11,400
Total anual de costo de calidad	24,076

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del proveedor AEISA, OLYMPUS, LLOG.

La información se detalla en el Anexo 5.

El costo total anual de producción se muestra en la tabla 18.

Tabla 18. Costo total anual de producción.

Concepto de costo de producción	Costo en pesos
Materia insumos y consumibles	30,234
Insumos adicionales de laboratorio	5,800
Mano de obra directa	3,888,000
Mano de obra indirecta	42,120
Control de calidad	24,076
Total anual de costo de producción	3,990,230 + Depreciaciones

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Las depreciaciones serán determinadas en los próximos apartados y su costo anual se adicionará a este monto.

b) Costos de Administración

Dentro de este apartado se busca identificar los montos de los costos que están relacionados directamente con actividades administrativas dentro del laboratorio. Sin embargo, no aplica al proyecto personal destinado a actividades netamente de administración, y las que son necesarias, ya están cubiertas por el personal considerado en la mano de obra directa e indirecta.

En tal sentido solo se incurren en gastos de oficina como son papelería, copiadora, lápices, plumas, facturas, café, teléfono, mensajería, viáticos, etc. Los gastos de administración se muestran en la siguiente tabla 19.

Tabla 19. Costos de administración.

Costo Administrativo	Costo mensual en pesos	Costo anual en pesos
Gastos de Oficina	1,600	19,200
Total anual de costos de administración		19,200

Fuente: Elaboración propia.

c) Costos de Venta

En ocasiones el departamento o gerencia de ventas también es llamado de mercadotecnia, en este sentido vender no significa sólo hacer llegar el producto a intermediario o consumidor, sino que implica una actividad mucho más amplia. La mercadotecnia abarca, entre otras muchas actividades, la investigación y el desarrollo de nuevos mercados o de nuevos servicios adaptados a las necesidades de los clientes; el estudio de la estratificación del mercado; las cuotas y el porcentaje de participación de la competencia en el mercado; la adecuación de la publicidad que realiza la empresa; la tendencia de las ventas, etc. Todas estas actividades para el laboratorio deben ser realizadas en colaboración con el departamento destinado para este fin dentro de CIATEQ.A.C., junto con el Líder Administrativo y Gerente de área. Por tanto, la labor de venta no carga directamente costos significativos a este proyecto.

- Costo total de Operación

Los costos totales de operación son mostrados en la tabla 20.

Tabla 20. Costo total de operación sin depreciación y amortización.

Concepto	Costo
Costo de Producción	3,990,230 + depreciaciones y amortizaciones
Costo de Administración	19,200
Costo de Ventas	-
Total anual de costo de operación sin depreciación y amortización	4,009,430 + depreciaciones y amortizaciones

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.2. Inversión total inicial: fija y diferida

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las actividades con la nueva propuesta del laboratorio.

i. Activo fijo

El activo tangible o fijo, está referido a los bienes materiales que serán propiedad de CIATEQ, se le llama fijo porque el laboratorio no podrá desprenderse fácilmente de él sin que ello ocasione problemas en sus actividades productivas. La inversión de CIATEQ A.C. para el laboratorio en activos fijos de producción se muestra en la

tabla 21 por técnica de ensayo no destructivo, a continuación, se enlistan los mismos:

Para la lámpara LED de Spectroline:

- El costo base del equipo y los accesorios incluidos se muestra en el Anexo 6.

Para el Yugo magnético en kit de MAGNAFLUX:

- El costo base del equipo y los accesorios incluidos se muestra en el Anexo 7

Para el OmniScan SX:

- El costo incluye una capacitación de dos días por parte de la casa fabricante.
- El costo del equipo puede disminuir significativamente en función de una menor selección de elementos y accesorios.
- El costo base del equipo y la información detallada del precio de cada accesorio se muestra en el Anexo 8.
- La tasa de cambio considera en todos los casos fue de 19 pesos MNX/USD.

Tabla 21. Costo de activo fijo.

Cantidad	Técnica de END	Equipo	Precio Unitario en pesos	5% en fletes y seguro en pesos	Costo total puesto en el laboratorio en pesos
01	Líquidos Penetrantes o Partículas magnéticas Fluorescentes	Lámpara LED Spectroline modelo Optimax 365	14,820	N/A	14,820
01	Partículas magnéticas	Yugo magnético en kit MAGNAFLUX	14,858	N/A	14,858
01	Ultrasonido por arreglo de fases, UT convencional e imágenes TOFD	OmniScan SX	1,128,432	N/A	1,128,432
Costo total de activo fijo					1,158,110

Fuente: Elaboración propia a partir de información del proveedor AEISA y OLYMPUS.

Una vez identificados los activos fijos de producción del laboratorio, se procede a determinar los costos correspondientes a los activos fijos de infraestructura. Como ya se ha expuesto reiteradamente el laboratorio de CIATEQ A.C. cuenta con una infraestructura definida y apta para la ejecución del proyecto. Estos espacios se encuentran disponibles y equipados con insumos de oficina que pueden ser aprovechados en la nueva propuesta, de manera que no se identificarán dentro de la inversión de activos fijos algún apartado de infraestructura adicional, tampoco serán incurridos gastos de terreno o de obra civil.

ii. Activo diferido

El activo diferido, está representado por los bienes intangibles propiedad de CIATEQ A.C., necesarios para ejecutar el proyecto. Para este caso, el activo diferido del proyecto comprende fundamentalmente las inversiones necesarias para el proceso de certificación y acreditación del laboratorio.

- Activo diferido para proceso de certificación:

Para Certificación ASNT:

Ya fue comentado en el estudio técnico que para la implantación del proyecto se recomienda llevar a cabo la adecuación de la Práctica Recomendada SNT-TC-1A y de la Norma ANSI/ASNT CP-105, para establecer en el laboratorio un esquema de certificación por empleador, esto implica entonces la compra de ambos documentos oficiales en la plataforma de ASNT.

Unido a ello es necesario invertir al inicio del proyecto en la certificación de tres técnicos Nivel III, en tres técnicas superficiales, para este caso serán: Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas; y una técnica volumétrica que será el Ultrasonido Industrial. Para alcanzar la certificación Nivel III, cada técnico debe completar su registro online en donde deberá cargar la evidencia de su experiencia en conformidad a lo establecido en la Práctica Recomendada SNT-TC-1A. El costo del proceso de certificación con ASNT comprende la aplicación de un examen básico y un examen de la técnica específica.

Existe un proceso de recertificación el cual puede aplicarse por puntos o por acreditación de un examen, el proceso debe realizarse cada cinco años y también implica costos.

La información detallada se muestra en el Anexo 9 y Anexo 10.

Para Acreditación EMA:

Fue también planteado en el estudio técnico, la acreditación del laboratorio ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). Para ese caso particular de acreditación inicial, es necesario cubrir los costos que implican las siguientes etapas:

- **Etapa 1. Ingreso de la solicitud de acreditación y revisión documental:** Comprende el costo base de acreditación más diferencial método (s) de ensayo o procedimiento (s) de calibración. El detalle de esta información se muestra en el Anexo 11.
- **Etapa 2. Designación de grupo evaluador, evaluación documental:** Comprende los honorarios del grupo evaluador. Los costos por honorarios del grupo evaluador se determinan de acuerdo al alcance de la evaluación, personal involucrado en la evaluación y días evaluación. El detalle de esta información se muestra en el Anexo 12.
- **Etapa 3. Preparación de la visita de evaluación:** Comprende los honorarios y viáticos del grupo evaluador. El detalle de esta información se muestra en el Anexo 12 y Anexo 13.
- **Etapa 4. Evaluación de seguimiento documental o en sitio (revisión de acciones correctivas):** Comprende los honorarios y viáticos del grupo evaluador (cuando aplique), el detalle de esta información se muestra en los Anexo 12, Anexo 13 y Anexo 14. La revisión de acciones correctivas, puede realizarse hasta en tres ocasiones, en cada revisión el costo corresponderá a lo indicado en el anexo D, además, honorarios y viáticos del grupo evaluador (cuando aplique).
- Los días de evaluación, la categoría y número de personal EMA necesario para llevar a cabo el proceso de acreditación, fue propuesto por la ingeniera de laboratorios de la Entidad Mexicana de Acreditación, quien ha sugerido que para el laboratorio de CIATEQ A.C. se necesitará de un Evaluador Líder y de un Experto Técnico; quienes requerirán de un día de revisión documental, dos días de visita en sitio, y un día para la revisión de acciones correctivas del informe de la revisión documental.
- EMA realiza visitas de monitoreo sin previo aviso, las cuales no tienen cargo para el laboratorio, sin embargo, si como resultado de esta visita se requiere

que el laboratorio presente acciones correctivas, deberá cubrir los gastos correspondientes a honorarios y viáticos (si aplica).

- Existe un proceso de reevaluación y renovación de la acreditación que debe realizarse cada cinco años, este proceso también implica costos.

La tabla 22 presenta la inversión inicial por activos diferidos para certificación ASNT y acreditación EMA del laboratorio.

Tabla 22. Inversión inicial en activo diferido - Certificación ASNT y Acreditación EMA.

Concepto	Descripción	Valor en pesos por unidad	uds.	Total en pesos
Certificación ASNT	Documentación oficial ASNT: Práctica Recomendada SNT-TC-1A y de la Norma ANSI/ASNT CP-105.	2,100	1	2,100
	Certificación ASNT Nivel III en Inspección Visual	Examen Básico 10,000	3	58,800
		Examen del método en específico 9,600		
	Certificación ASNT Nivel III en Líquidos Penetrantes	Examen del método en específico 9,600	3	28,800
	Certificación ASNT Nivel III en Partículas Magnéticas	Examen del método en específico 9,600	3	28,800
Certificación ASNT Nivel III en Ultrasonido Industrial	Examen del método en específico 10,000	3	30,000	
Acreditación EMA	Costo Base de Acreditación del laboratorio bajo NOM 17025	Método de ensayo 24,600	4	34,000
	Honorarios diarios del grupo evaluador EMA para revisión documental	Evaluador Líder 1,700	1	1,700
		Experto técnico 1,200	1	1,200
	Honorarios y viáticos por dos días de la visita en sitio del grupo evaluador EMA	Evaluador Líder 3,400+4,000	1	7,400
		Experto Técnico 2,400+4,000	1	6,400
	Honorarios y viáticos diarios del grupo evaluador EMA para revisión de las acciones correctivas en sitio (Si aplica)	Evaluador Líder 21%(34,000)+1,700 +1,600	1	3,300

Concepto	Descripción	Valor en pesos por unidad	uds.	Total en pesos
		Experto Técnico 21% (34,000)+1,200 +1,600	1	2,800
Total inversión inicial en activo diferido				205,300

Fuente: Elaboración propia con información de ASNT y EMA.

Para el caso de la recertificación en ASNT se considera el proceso por puntos, debido a que los técnicos con los trabajos desarrollados durante los cinco años en el laboratorio de CIATEQ A.C., podrán cubrir con los requisitos de este esquema, resaltando como más importantes:

- Cubrir 25 puntos en diversas actividades en ensayos no destructivos.
- Como mínimo 36 meses de participación en ensayos no destructivos de los 60 meses de duración de la certificación (no se limita a que deban ser consecutivos los 36 meses de actividad).
- Al menos 12 meses de participación en ensayos no destructivos de los 24 meses que preceden a la expiración de la certificación.

Para la evaluación de vigilancia EMA es necesario cubrir los costos que implican las siguientes etapas:

- Etapa 1. Designación de grupo evaluador y preparación de la evaluación en sitio: Comprende 45% de la suma total del costo base de la acreditación, en caso de que se desee incluir otro método habría que incrementar este diferencial, unido al costo de los honorarios y viáticos del grupo evaluador.
- Etapa 2. Evaluación de seguimiento documental o en sitio (revisión de acciones correctivas): Comprende los costos de la revisión de las no conformidades, unido al costo de los honorarios y viáticos del grupo evaluador (cuando aplique).

La tabla 23 presenta la inversión en el año quinto por activos diferidos para la recertificación ASNT y la evaluación de vigilancia de la acreditación EMA.

Para la recertificación en ASNT, en caso de que el personal técnico no logre reunir los 25 puntos requeridos por cada método, para poder realizar la recertificación bajo este esquema, pueden optar por recertificarse por medio de la aplicación de un examen, el costo de este esquema es muy similar al esquema de puntos,

presentando un ligero incremento, de modo que el esquema a elegir no afectará de manera significativa las estimaciones económicas del proyecto.

Tabla 23. Inversión en activo diferido - Recertificación ASNT y evaluación de vigilancia EMA.

Concepto	Descripción	Valor en pesos por unidad	uds.	Total en pesos
Re-certificación ASNT	Recertificación por puntos en cuatro métodos	17,670	3	53,000
Evaluación de vigilancia EMA	Costo Base de Acreditación del laboratorio bajo NOM 17025	45% de la suma total del costo base 45% (34,000)	1	15,300
	Honorarios diarios del grupo evaluador EMA para revisión documental	Evaluador Líder 1,700	1	1,700
		Experto técnico 1,200	1	1,200
	Honorarios y Viáticos por dos días de la visita en sitio del grupo evaluador EMA	Evaluador Líder 3,400+4,000	1	7,400
		Experto Técnico 2,400+4,000	1	6,400
	Honorarios y viáticos diarios del grupo evaluador EMA para revisión de las acciones correctivas en sitio (Si aplica)	Evaluador Líder 21% (34,000)+1,700+1,600	1	3,300
		Experto Técnico 21% (34,000)+1,200+1,600	1	2,800
	Total inversión por recertificación en activo diferido			

Fuente: Elaboración propia con información de ASNT y EMA.

4.4.1.3. Amortizaciones y Depreciaciones

Los cargos de depreciación y amortización son gastos virtuales permitidos por las leyes hacendarias para que se recupere la inversión inicial que se ha realizado; los activos fijos se deprecian y los activos diferidos se amortizan ante la imposibilidad de que disminuya su precio por el uso o por el paso del tiempo. Entonces el término amortización indica la cantidad de dinero que se ha recuperado de la inversión inicial con el paso de los años. Los cargos anuales se

calculan con base en los porcentajes de depreciación permitidos por las leyes impositivas. Un procedimiento aceptado para fines de planeación es calcular los cargos de depreciación considerando, de manera general, el promedio de los porcentajes autorizados en las leyes impositivas para cada uno de los activos. En este caso resultó que el promedio de los porcentajes de depreciación de los equipos de producción es de 8%. La tabla 24 establece los porcentajes de depreciación y amortización utilizados de acuerdo al activo.

Tabla 24. Depreciaciones y Amortizaciones del activo fijo y diferido.

Concepto	Valor (en pesos)	%	1	2	3	4	5	VS
Inversión inicial activo fijo	1,158,110	8	92,649	92,649	92,649	92,649	92,649	694,866
Inversión inicial activo diferido	205,300	10	20,530	20,530	20,530	20,530	20,530	102,650
Total en pesos			113,179	113,179	113,179	113,179	113,179	797,516

Fuente: Elaboración propia.

El Valor de Salvamento (VS) será utilizado en la evaluación económica, dentro de los estimadores de rentabilidad, su valor fue calculado como el valor residual de las depreciaciones y amortizaciones.

Sin afectar el estudio económico los costos por depreciación y amortización serán adicionados únicamente a los costos de producción a continuación se muestra en la tabla 25, los costos de Operación con depreciación y amortización incluida.

Tabla 25. Costo total anual de operación con depreciación y amortización.

Concepto	Costo en pesos
Costo de Producción	3,990,230
Costo de Producción + depreciaciones y amortizaciones	$3,990,230 + 113,179 = 4,103,409$
Costo de Administración	19,200
Total costo anual de Operación	4,122,609

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Análisis de la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) y la inflación considerada

La TMAR (tasa mínima aceptable de rendimiento), es la tasa de ganancia anual que solicita el inversionista para llevar a cabo la instalación y operación del proyecto [5]. Es decir, a todo inversionista le interesa un rendimiento que haga crecer su dinero más allá de haber compensado los efectos de la inflación.

La TMAR debe calcularse sumando dos factores: primero, debe ser un premio o sobretasa por arriesgar el dinero en la inversión y, en segundo término, debe ser tal que la ganancia de la inversión compense los efectos inflacionarios cuando estos se consideren. La ecuación (3) mostrada a continuación define la TMAR como:

$$TMAR = i + f + i*f \quad (3)$$

Donde:

i = premio al riesgo

f = inflación

Para determinar el valor del premio al riesgo una buena referencia, es el propio estudio de mercado, en el que con la información obtenida de fuentes secundarias es posible darse cuenta de las condiciones reales del mercado y, desde luego, del riesgo que se tiene al tratar de introducirse en él.

El valor del premio al riesgo depende básicamente de tres parámetros: de la estabilidad de la venta de productos similares (ensayos no destructivos), de la estabilidad o inestabilidad de las condiciones macroeconómicas del país y de las condiciones de competencia en el mercado. A mayor riesgo, mayor ganancia.

Analizando la información se tiene entonces que, los servicios de ensayos no destructivos ha sido una práctica que en su mayoría se ha mantenido constante a través del tiempo, con una tendencia siempre al alza y con diferentes pendientes alcistas, esto en primera instancia, habla de poco riesgo en las ventas de estos servicios. Sin embargo, está la competencia en el mercado de los laboratorios especializados en ensayos no destructivos, dominado por las organizaciones acreditadas ante EMA y sus técnicos certificados ASNT o IMENDE. A pesar de CIATEQ A.C. presentarse en el mismo estado donde se ubica una de las más fuertes competencias (CIDESI), existe un mercado amplio y una demanda insatisfecha en la atención, lo cual finalmente habla de un riesgo intermedio.

Las tasas de ganancia recomendadas son: bajo riesgo 1 a 10%; riesgo medio 11 a 20%; riesgo alto, mayor a 20% sin límite superior [5].

Por todo lo anterior, se considera que la inversión en un laboratorio de servicios de ensayos no destructivos tiene un riesgo intermedio y se le asigna un premio al riesgo de 11% anual.

Definiendo el segundo parámetro de la ecuación, cuando se evalúa un proyecto en un horizonte de tiempo de cinco años, la TMAR calculada debe ser válida no sólo en el momento de la evaluación, sino durante los cinco años. Por tanto, el índice inflacionario para calcular la TMAR debe ser el promedio del índice inflacionario pronosticado para los próximos cinco años.

En la tabla 26 se muestran los valores inflacionarios con un histórico de quince años, a partir de estos datos fueron pronosticados los valores a los cinco años de evaluación del proyecto.

Tabla 26. Porcentaje de inflación 2002 – 2022.

Año	Inflación (%)
2002	5.7
2003	3.98
2004	5.19
2005	3.33
2006	4.05
2007	3.76
2008	6.53
2009	3.57
2010	4.4
2011	3.82
2012	3.57
2013	3.97
2014	4.08
2015	2.13
2016	3.36
2017	6.31
2018	3.80
2019	3.75
2020	3.70
2021	3.65
2022	3.60

Fuente: Elaboración propia en base a INPC del Banco de México.

El promedio del valor inflacionario en los próximos cinco años resultó de 3.70 %.

Al sustituir los valores en la ecuación (3), se obtiene:

$$\text{TMAR} = (0.11) + (0.037) + (0.11 \cdot 0.037)$$

$$\text{TMAR} = 0.15$$

Por tanto:

- La TMAR sin inflación utilizada en el proyecto será de 11% (solo premio al riesgo).
- La TMAR con inflación utilizada en el proyecto será de 15% (premio al riesgo con efecto inflacionario).

4.4.3. Determinación de los ingresos por ventas sin inflación

Dentro del estudio técnico fueron presentados los tipos de ensayos superficiales y volumétricos con los cuales se propone que opere el laboratorio. Por otra parte, bajo los resultados obtenidos en el estudio de mercado y por la metodología de proyectos de inversión seguida, se ha estimado una demanda en un escenario conservador que cubrirá para el primer año 49 empresas cuyo incremento, dependerá del crecimiento neto del sector industrial, y por supuesto de adecuada difusión mediante una estrategia de marketing.

El resultado obtenido en el estudio de mercado, también mostró que la frecuencia de aplicación de los ensayos no destructivos en las empresas es anual. Tomando estas dos premisas se propone que las empresas realizaran contratos anuales de servicios con el laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C., se estima atender 4 empresas mensualmente y en un mes 5, para así cubrir con la demanda pronosticada para el primer año. El incremento anual del número de empresas atendidas será de dos empresas, cuyos servicios anuales se irán sumando a los ingresos pronosticados, por supuesto este crecimiento, puede verse incrementado en función de la capacidad de marketing y promoción que se le dé al laboratorio durante el primer año de servicio.

Para estimar la cantidad de servicios anuales por empresas, este dato fue tomado a partir de los resultados del estudio de mercado, en el cual las empresas proporcionaron el monto de inversión promedio anual que realizan en ensayos no destructivos. Con esto, el monto promedio anual que las empresas manifestaron con mayor frecuencia, fue de 250,000 pesos. Siendo conservadores se toma ésta

información, la cual es correspondiente a los giros empresarial textil, papelería, cementera, química, de producción de alimentos y construcción; ya que las empresas del giro de hidrocarburos y aeronáutico invierten cantidades superiores. Los costos para cada técnica varían, así mismo es importante identificar que existen ciertas condiciones que aplican en cuanto a la complejidad del medio para realizar la inspección, lo cual puede hacer variar mucho los precios del servicio. Los costos de los servicios fueron estimados de acuerdo a la técnica y las jornadas de 8 horas de trabajo; haciendo uso de cierta información del estudio de la oferta, se estimaron estos precios de servicios, sin embargo, es importante resaltar que son aproximados y que cada laboratorio maneja un proceso de cotización de servicios en particular, considerando que siempre al campo de inspección asiste al menos un técnico certificado Nivel III en la práctica a ejecutar y su técnico ayudante. Se debe considerar que:

- Los precios estimados de los servicios citados ya incluyen el costo de los consumibles, sin embargo, estos no contemplan de ninguna manera la reparación de las posibles indicaciones encontradas ni los viáticos.
- Los precios para los ensayos a recipientes sujetos a presión (RSP-NOM-020-STPS) están estimados por cada recipiente inspeccionado, incluye el reporte para Unidad de Verificación.
- Los precios de los ensayos por Inspección Visual, Líquidos Penetrantes y Partículas Magnéticas están estimados por ensayo realizado en una jornada de trabajo de 8 horas, tiempo de análisis de datos, elaboración y entrega del reporte analítico con recomendaciones.
- Los precios de los ensayos por Ultrasonido Industrial avanzado están estimados por jornada laboral de 8 horas, tiempo de análisis de datos, elaboración y entrega del reporte analítico con recomendaciones.

En la tabla 27 se muestra la proyección de servicios y sus costos, hecha para el horizonte de planeación de cinco años.

La forma de pago se propone que sea a la entrega del reporte; este informe de resultados comprenderá uno de los aspectos más importantes de cada contrato con los clientes, ya que, al finalizar todas las jornadas del servicio para cada empresa, deberá ser entregado un informe de resultados y recomendaciones de acuerdo a los análisis de los especialistas técnicos. Si bien, deberá ser expuesto que

los servicios no incluyen la reparación de indicaciones encontradas, será planteado al cliente en el informe entregado, las recomendaciones y planes de atención que deberán aplicarse en cada caso.

Tabla 27. Ingreso por ventas sin inflación.

Año	Tipo de Ensayo	Precio unitario	Cantidad mensual	Ingreso mensual	Cantidad de empresas anuales atendidas	Ingreso total anual en pesos
1	RSP NOM-020-STPS	15,000	8	120,000	49	12,000,000
	Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, UT sencillo	10,000	8	80,000		
	Ultrasonido Industrial avanzado con arreglo de fases - Imágenes TOFD	20,000	40	800,000		
2	RSP NOM-020-STPS	15,000	9	135,000	51	12,780,00
	Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, UT sencillo	10,000	9	90,000		
	Ultrasonido Industrial avanzado con arreglo de fases - Imágenes TOFD	20,000	42	840,000		
3	RSP NOM-020-STPS	15,000	10	150,000	53	13,200,000
	Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, UT sencillo	10,000	9	90,000		
	Ultrasonido Industrial avanzado con arreglo de fases - Imágenes TOFD	20,000	43	860,000		

Año	Tipo de Ensayo	Precio unitario	Cantidad mensual	Ingreso mensual	Cantidad de empresas anuales atendidas	Ingreso total anual en pesos
4	RSP NOM-020-STPS	15,000	11	165,000	55	13,740,000
	Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, UT sencillo	10,000	10	100,000		
	Ultrasonido Industrial avanzado con arreglo de fases - Imágenes TOFD	20,000	44	880,000		
5	RSP NOM-020-STPS	15,000	12	180,000	57	14,280,000
	Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, UT sencillo	10,000	10	110,000		
	Ultrasonido Industrial avanzado con arreglo de fases - Imágenes TOFD	20,000	45	900,000		

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4. Determinación de los ingresos por ventas con inflación

La tabla 28 muestra los ingresos por servicios de END considerando una inflación 3,7% anual.

Tabla 28. Ingreso por ventas con inflación.

Año	Tipo de Ensayo	Precio unitario	Cantidad mensual	Ingreso mensual	Cantidad de empresas anuales atendidas	Ingreso total anual en pesos
1	RSP NOM-020-STPS	15,000	8	120,000	49	12,000,000
	Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, UT sencillo	10,000	8	80,000		
	Ultrasonido Industrial avanzado con arreglo de fases - Imágenes TOFD	20,000	40	800,000		
2	RSP NOM-020-STPS	15,555	9	139,995	51	13,252,860
	Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, UT sencillo	10,370	9	93,330		
	Ultrasonido Industrial avanzado con arreglo de fases - Imágenes TOFD	20,740	42	871,080		
3	RSP NOM-020-STPS	16,131	10	161,310	53	14,194,764
	Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, UT sencillo	10,754	9	96,786		
	Ultrasonido Industrial avanzado con arreglo de fases - Imágenes TOFD	21,507	43	924,801		

Año	Tipo de Ensayo	Precio unitario	Cantidad mensual	Ingreso mensual	Cantidad de empresas anuales atendidas	Ingreso total anual en pesos
4	RSP NOM-020-STPS	16,727	11	183,997	55	15,322,188
	Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, UT sencillo	11,152	10	111,520		
	Ultrasonido Industrial avanzado con arreglo de fases - Imágenes TOFD	22,303	44	981,332		
5	RSP NOM-020-STPS	17,346	12	208,152	57	16,374,624
	Inspección Visual, Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, UT sencillo	11,564	10	115,640		
	Ultrasonido Industrial avanzado con arreglo de fases - Imágenes TOFD	23,128	45	1,040,760		

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5. Punto de equilibrio o producción mínima económica

Este análisis del punto de equilibrio permitirá identificar la relación existente entre los costos fijos, los costos variables y los ingresos. Es definido como, el nivel de producción en el cual los ingresos por ventas de servicios son exactamente iguales a la suma de los costos fijos y los costos variables. No será considerado como indicador de rentabilidad de la inversión, solo servirá para referir a los valores adecuados de producción a partir de los cuales los ingresos superan a los costos, es decir, servirá para mostrar el punto de producción mínimo al que debe operarse para no incurrir en pérdidas; tampoco considera aspectos importantes como la inversión inicial, la variación de los costos en el tiempo y finalmente el clasificar a

los costos en fijos y variables es un aspecto que queda a criterio del evaluador. A continuación, se muestra en la tabla 29, tabla 30, y tabla 31 la clasificación hecha para ingresos, los costos fijos y costos variables. Se definen en el proyecto como costos fijos aquellos que son independientes del volumen de producción, mientras que los variables irán en función de la producción del laboratorio.

Tabla 29. Clasificación de los costos variables.

Concepto costos variables	Costo en pesos
Insumos y consumibles	30,234
Insumos adicionales de laboratorio	5,800
Costos de administración	19,200

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Clasificación de los costos fijos.

Concepto costos fijos	Costos en pesos
Mano de obra directa	3,888,000
Mano de obra indirecta	42,120
Control de calidad	24,076

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Clasificación de los ingresos y costos generales.

Concepto	Costo en pesos
Ingresos por Servicios END	12,000,000
Costos Totales	4,009,430
Costos Variables	55,234
Costos Fijos	3,954,196

Fuente: Elaboración propia.

El punto de equilibrio se determina mediante la ecuación (4), como sigue:

$$Q = \frac{F}{P-V} \quad (4)$$

Donde:

Q = Punto de Equilibrio en jornadas laborales

F = Costos Fijos = 3,954,196 pesos

P = Precio promedio unitario del servicio

V = Costo variable unitario del servicio/números de jornadas anuales

Ya ha sido expuesto que se tienen varios tipos de ensayos no destructivos en el laboratorio, en donde los precios dependen de la cantidad de jornadas empleadas en el servicios, o cantidad de unidades inspeccionadas, por ende se determinará un costo promedio unitario de servicio por jornada de 15,000 pesos.

$$P = 15,000 \text{ pesos}$$

$$V = 55,234/672 = 82.193$$

Al sustituir los valores en la ecuación (4), se obtiene:

$$Q = \frac{3,954,196}{15,000 - 82.193} = 265$$

El valor obtenido representa la cantidad mínima de jornadas diarias de inspecciones realizadas en campo o de unidades inspeccionadas, por un técnico certificado Nivel III y su técnico ayudante en entrenamiento. Con esto, se muestra que después de 265 jornadas se inicia con la recuperación de costos, es decir, los ingresos comienzan a superar los gastos. En el primer año es posible realizar hasta 672 jornadas de trabajo con la plantilla de personal técnica planteada, por tanto 265 es la cantidad mínima esperada para poder iniciar con las ganancias. Es importante recordar que, tan solo para el primer mes, de acuerdo con la estimación de la demanda, los tres técnicos del laboratorio certificados Nivel III, trabajando cada uno con un técnico ayudante en entrenamiento, ya estarían cubriendo 56 jornadas; lo que indica que en los primeros 5 meses del año se inicia con la recuperación de costos. La figura 19 representa la relación entre los costos fijos, variables ingresos; en la intersección de las rectas del ingreso total con el costo total se ubica el punto de equilibrio.

4.4.6. Estado de Resultados

El estado de resultados pro-forma o proyectado es la base para calcular los flujos netos de efectivo (FNE) con los cuales se realiza la evaluación económica. Se presentarán dos estados de resultados, las cifras se redondean a miles de pesos; como ya se ha mencionado esto es una práctica aceptada cuando se trabaja con cifras monetarias que se pretenden se genere en el futuro.

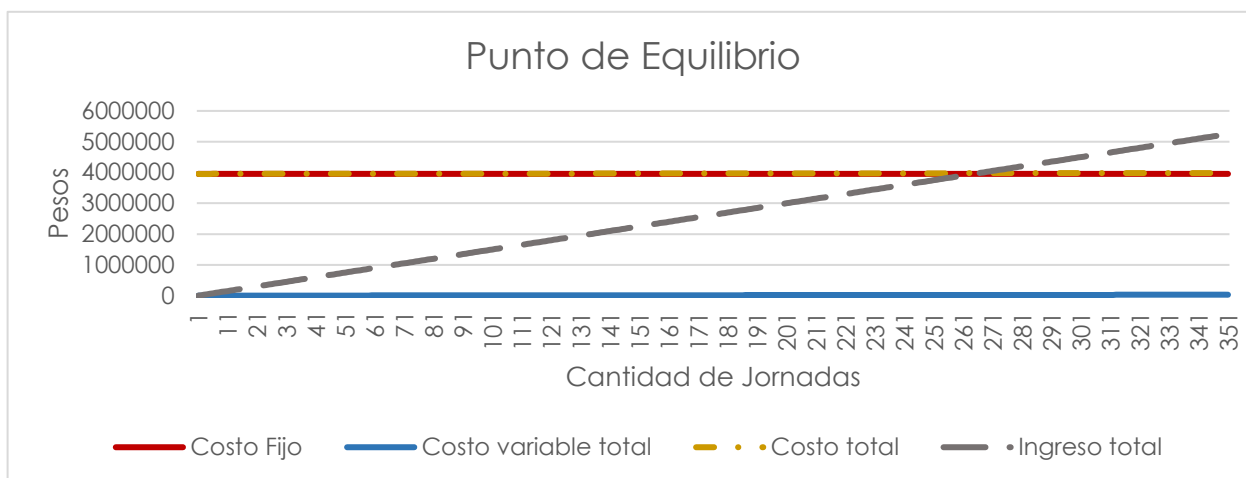


Figura 19. Punto de equilibrio.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.6.1. Estado de resultados sin inflación

La tabla 32 muestra el estado de resultados sin inflación.

Tabla 32. Estado de resultados sin inflación.

Concepto	1	2	3	4	5
(+) Total ingresos en ensayos no destructivos en pesos	12,000,000	12,780,00	13,200,000	13,740,000	14,280,000
(-) Costo de Producción en pesos	4,103,409	4,103,409	4,103,409	4,103,409	4,103,409 + 91,100
(-) Costo de Administración en pesos	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200
= Utilidad antes de impuesto (UAI) en pesos	7,877,391	8,657,391	9,077,391	9,617,391	10,066,291
(-) Impuestos 35%	2,757,087	3,030,087	3,177,087	3,366,087	3,523,202
= Utilidad después de impuesto (UDI) en pesos	5,120,304	5,627,304	5,900,304	6,251,304	6,543,089
(+) Depreciación	113,179	113,179	113,179	113,179	113,179
= Flujo Neto de Efectivo (FNE) en pesos	5,233,483	5,740,483	6,013,483	6,364,483	6,656,268

Fuente: Elaboración propia.

- Para el año quinto fue incluido dentro del costo de producción, el costo por recertificación de los técnicos en ASNT y del laboratorio ante EMA.

4.4.6.2. Estado de resultados con inflación

La tabla 33 muestra el estado de resultados considerando una inflación 3,7% anual, la cual es aplicada a todos los conceptos.

Tabla 33. Estado de resultados con inflación.

Concepto	1	2	3	4	5
(+) Total ingresos en ensayos no destructivos en pesos	12,000,000	13,049,676	13,762,956	14,628,264	15,393,408
(-) Costo de Producción en pesos	4,103,409	4,255,235	4,412,679	4,575,948	4,745,258+ 105,350
(-) Costo de Administración en pesos	19,200	19,910	20,647	21,411	22,203
Utilidad antes de impuesto (UAI) en pesos	7,877,391	8,774,530	9,329,630	10,030,905	10,520,597
(-) Impuestos 35%	2,757,087	3,071,086	3,265,371	3,510,817	3,682,209
Utilidad después de impuesto (UDI) en pesos	5,120,304	5,703,445	6,064,260	6,520,088	6,838,388
(+) Depreciación	113,179	117,367	121,709	126,212	130,882
Flujo Neto de Efectivo (FNE) en pesos	5,233,483	5,820,811	6,185,969	6,646,301	6,969,270

Fuente: Elaboración propia.

- Para el año quinto fue incluido dentro del costo de producción, el costo inflado por recertificación de los técnicos en ASNT y del laboratorio ante EMA.

4.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de factibilidad del proyecto. Hasta este punto se sabe que existe un mercado

potencial, representado por una demanda atendida insatisfactoriamente en ensayos no destructivos. Ya ha sido expuesto el tamaño adecuado del proyecto, de acuerdo a las restricciones del medio, además de la inversión y los costos necesarios para ejercer dicha producción. Sin embargo, a pesar de llegar al punto de detallar incluso las utilidades probables del proyecto durante los primeros cinco años de operación, es necesario conocer y demostrar si la inversión propuesta es económicamente rentable. Es conocido que el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa aproximadamente igual al nivel de inflación vigente. Esto implica que el método de análisis empleado deberá tomar en cuenta este cambio de valor real del dinero a través del tiempo.

4.5.1. Valor Presente Neto (VPN)

Siendo este el método más conocido para evaluar proyectos de inversión a largo plazo, permitirá determinar si la inversión cumple con el objetivo básico financiero que es maximizar la inversión [39].

El Valor Presente Neto consiste en sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial, lo cual equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero. Es claro que, para aceptar el proyecto las ganancias deben ser mayores que los desembolsos, lo cual se refleja en un VPN mayor que cero. Para calcular el VPN se utilizó el costo de capital o TMAR con o sin inflación de acuerdo al caso.

Es importante tener en cuenta que el valor del Valor Presente Neto depende de las siguientes variables: la inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento o TMAR y el número de periodos que dure el proyecto. Para realizar este cálculo se toman los datos de los estados de resultados sin inflación y con inflación. Los datos son los siguientes mostrados en la tabla 34 para el caso sin inflación.

Tabla 34. Valor Presente Neto sin inflación.

Año	Flujo Neto en pesos	
0	-1,363,410	Egreso: Inversión inicial activo fijo y diferido
1	5,233,483	Flujos netos
2	5,740,483	
3	6,013,483	
4	6,364,483	
5	6,656,268 + 797,516	Flujo neto + VS
Tasa de interés (TMAR sin inflación)		11%
Valor flujos descontados (pesos)		22,386,901
Valor Presente Neto (pesos)		21,023,491

Fuente: Elaboración propia.

- El Valor de Salvamento es el valor fiscal residual de los activos al término de 5 años que es el periodo de análisis del proyecto tomado de la tabla 24 de depreciación de los activos. En la tabla 35 se muestran los resultados del Valor Presente Neto para el caso con inflación.

Tabla 35. Valor Presente Neto con inflación.

Año	Flujo Neto en pesos	
0	-1,363,410	Egreso: Inversión inicial activo fijo y diferido
1	5,233,483	Flujos netos
2	5,820,811	
3	6,185,969	
4	6,646,301	
5	6,969,270 + 797,516	Flujo neto + VS
Tasa de interés (TMAR con inflación)		15%
Valor flujos descontados		20,681,109
Valor Presente Neto (pesos)		\$19,317,699

Fuente: Elaboración propia.

Al obtener un resultado de VPN > 0, sin importar cuánto supere a cero ese valor, esto sólo implica una ganancia extra después de ganar la TMAR aplicada a lo largo del periodo considerado. Esto explica la gran importancia que tiene el seleccionar una TMAR adecuada.

4.5.2. Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá la inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. En términos simples, diversos autores la conceptualizan como la tasa de descuento con la que el valor actual neto o valor presente neto, es igual a cero [40].

Para realizar este cálculo se toman los datos de los estados de resultados sin inflación y con inflación, de la tabla 32 y de la tabla 33 respectivamente; obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 36.

Tabla 36. Tasa Interna de Retorno con y sin inflación.

Tasa Interna de Retorno sin inflación	392.40%	TIR > TMAR = 11%
Tasa Interna de Retorno con inflación	393.90%	TIR > TMAR = 15%

Fuente: Elaboración propia.

Con el resultado obtenido y en función del criterio de aceptación que se emplea en el método de la TIR, si ésta es mayor que la TMAR, se acepta la inversión; es decir, si el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, la inversión es económicamente rentable.

Después de obtener estos dos resultados, se concluye que es apropiado realizar la inversión del proyecto en estudio, ya que, en ambos casos, con y sin considerar inflación, el VPN es positivo e igualmente la TIR en ambos casos es mayor que la TMAR.

A continuación, se evalúan otras herramientas financieras utilizadas como complemento en la evaluación de la rentabilidad del proyecto.

4.5.3. Costo – Beneficio (C/B)

El análisis costo-beneficio es otra de las herramientas financieras, usadas en una evaluación económica, que mide la relación entre los costos y beneficios asociados al proyecto de inversión con el fin de evaluar la rentabilidad.

Esta relación costo-beneficio (B/C), es también conocida como índice neto de rentabilidad, siendo así un cociente que se obtiene al dividir el valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos entre el valor actual de los costos de inversión o costos totales. La tabla 37, muestra los cálculos realizados para el análisis costo-beneficio aplicado sin considerar la inflación.

Tabla 37. Análisis de Beneficio – Costo sin inflación.

Beneficio /Costo en Valor Presente Neto		
Definición	Monto	A Valor presente Neto
Costo inicial (inversión inicial fija y diferida)	1,363,410	1,363,410
Costo anual (Costo total anual de operación)	4,122,609	15,236,739
Costo final	91,100	54,063
Valor de salvamento	797,516	473,287
Beneficio anual	12,000,000	44,350,762
Interés	11%	
Periodos	5	
	Formula directa	Por suma
Costos	16,654,212	16,654,212
Beneficios	44,824,051	44,824,051
Relación	2.69	2.69
B/C= (Relación Beneficio /Costo)	2.69	
Conclusión: El proyecto es rentable		
B-C= (Beneficio - Costo)	28,169,839	
Conclusión: El Proyecto es rentable		

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 38 muestra los cálculos realizados para el análisis costo-beneficio aplicado con inflación.

Tabla 38. Análisis de Beneficio – Costo con inflación.

Beneficio /Costo en Valor Presente Neto		
Definición	Monto	A Valor presente Neto
Costo inicial (inversión inicial fija y diferida)	1,363,410	1,363,410
Costo anual (Costo total anual de operación)	4,122,609	14,500,169
Costo final	105,350	52,378
Valor de salvamento	797,516	396,506
Beneficio anual	12,000,000	40,225,861
Interés	15%	
Periodos	5	
	Formula directa	Por suma
Costos	15,235,412	15,235,412
Beneficios	40,622,368	40,622,368
Relación	2.67	2.67
B/C=		
(Relación Beneficio /Costo)		
2.67		
Conclusión:		
El proyecto es rentable		
B-C= (Beneficio - Costo)	25,386,955	
Conclusión:		
El Proyecto es rentable		

Fuente: Elaboración propia.

- En base al principio teórico que propone dicha técnica, una vez realizada la relación Beneficio/Costo si esta es mayor a 1 se acepta la inversión, respaldando así las conclusiones obtenidas con la aplicación del VPN y de la TIR.
- Una relación beneficio/coste de 2,67 significa que se está esperando 2,67 pesos en beneficios por cada peso en los costes.

4.5.4. Análisis de Sensibilidad (AS)

El análisis de sensibilidad (AS) comprende el procedimiento por medio del cual se puede determinar cuánto se afecta (cuán sensible es) el VPN y la TIR ante cambios en determinadas variables del proyecto.

El proyecto tiene una gran cantidad de variables, como son los costos totales, divididos como se muestra en un estado de resultados, ingresos, volumen de producción, etc. El AS no está encaminado a modificar cada una de estas variables para observar su efecto sobre los indicadores de rentabilidad. De hecho, hay variables que al modificarse afectan automáticamente a las demás o su cambio puede ser compensado de inmediato, tal es el caso de un incremento en los insumos utilizados para la ejecución de servicios, en este caso inmediatamente el efecto es subsanado con un incremento en el precio del producto, es decir, termina por ser una variable que se puede controlar.

Sin embargo, si existen variables que están fuera del control de CIATEQ A.C., y sobre ellas si es necesario practicar un AS. La principal variable a considerar en el AS es la "Demanda atendida o penetrada", entendiéndose como el número de empresas clientes a las cuales se les prestarán los servicios de ensayos no destructivos, lo cual si afectaría directamente los ingresos.

El análisis de sensibilidad es propuesto a continuación se realiza bajo un escenario pesimista en el cual la demanda penetrada inicialmente disminuya al 5%, es decir, los ingresos estimados quedarían reducidos a la mitad de lo estimado, en el escenario conservador del 10% de demanda cubierta. Los estados de resultados corresponden al caso sin considerar inflación, ya que se ha demostrado que se obtienen resultados numéricos muy similares con y sin efecto inflacionario y, en definitiva, lo que se desea observar es la afectación de la variable del volumen de ventas, con respecto a la rentabilidad del proyecto en general.

La tabla 39, muestra el flujo neto de efectivo o estado de resultados en este análisis de sensibilidad.

Tabla 39. Estado de resultados sin inflación en AS bajo escenario pesimista.

Concepto	1	2	3	4	5
(+) Total ingresos en ensayos no destructivos en pesos	6,000,000	6,390,000	6,600,000	6,870,000	7,140,000
(-) Costo de Producción en pesos	4,103,409	4,103,409	4,103,409	4,103,409	4,194,509
(-) Costo de Administración en pesos	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200
= Utilidad antes de impuesto (UAI) en pesos	1,877,391	2,267,391	2,477,391	2,747,391	2,926,291
(-) Impuestos 35%	657086.85	793586.85	867086.85	961586.85	1024201.85
= Utilidad después de impuesto (UDI) en pesos	1,220,304.15	1,473,804	1,610,304	1,785,804	1,902,089
(+) Depreciación	113,179	113,179	113,179	113,179	113,179
Flujo Neto de Efectivo (FNE) en pesos	1,333,483	1,586,983	1,723,483	1,898,983	2,015,268

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 40 muestra el Valor Presente Neto obtenido bajo este análisis de sensibilidad.

Tabla 40. Valor Presente Neto sin inflación en AS bajo escenario pesimista.

Año	Flujo Neto en pesos	
0	-1,363,410	Egreso: Inversión inicial activo fijo y diferido
1	1,333,483	Flujos netos
2	1,586,983	
3	1,723,483	
4	1,898,983	
5	2,015,268 + 797,516	Flujo neto + VS
Tasa de interés (TMAR sin inflación)		11%
Valor flujos descontados (pesos)		6,669,732
Valor Presente Neto (pesos)		5,306,322

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 41 muestra la Tasa Interna de Retorno obtenida bajo este análisis de sensibilidad.

Tabla 41. Tasa Interna de Retorno sin inflación en AS bajo escenario pesimista.

Tasa Interna de Retorno sin inflación en AS bajo escenario pesimista	108.75%	TIR > TMAR = 11%
--	---------	------------------

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 42 muestra en análisis Costo – Beneficio obtenido bajo este análisis de sensibilidad.

Tabla 42. Análisis de Beneficio – Costo sin inflación en AS bajo escenario pesimista.

Beneficio /Costo en Valor Presente Neto		
Definición	Monto	A Valor presente Neto
Costo inicial (inversión inicial fija y diferida)	1,363,410	1,363,410
Costo anual (Costo total anual de operación)	4,122,609	15,236,739
Costo final	91,100	54,063
Valor de salvamento	797,516	473,287
Beneficio anual	6,000,000	22,175,382
Interés	11%	
Periodos	5	
	Formula directa	Por suma
Costos	16,654,212	16,654,212
Beneficios	22,648,669	22,648,669
Relación	1.36	1.36
B/C= (Relación Beneficio /Costo)	1.36	
Conclusión: El proyecto es rentable		
B-C= (Beneficio - Costo)	5,994,457	
Conclusión: El Proyecto es rentable		

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, en el análisis de sensibilidad realizado a la variable más crítica e influyente del proyecto, se establece que, aun reduciendo a la mitad la capacidad de penetración en el mercado por parte del laboratorio de CIATEQ A.C., es decir atendiendo a la mitad de la demanda calculada, el proyecto aún sigue siendo rentable. Se obtienen valores positivos mayores a cero para la determinación del Valor Presente Neto; la Tasa Interna de Retorno sigue superando a la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento; y finalmente la relación Costo-Beneficio supera a la unidad en 0.36, lo cual puede ser interpretado en que el proyecto bajo este escenario de sensibilidad, reditúa igualmente 1.36 pesos por cada peso invertido.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- i. La realización del Estudio de Mercado, permitió caracterizar la demanda y la oferta de ensayos no destructivos identificando así que existe un área potencial de oportunidad para una Unidad de Negocio de este tipo.
- ii. Se identificaron los principales requisitos del cliente: veracidad en el resultado y tiempos cortos de inspección.
- iii. La obtención de un *Valor Presente Neto (VPN)* mayor a cero, en escenarios con y sin inflación, indica la aceptación del proyecto.
- iv. Se obtuvo una *Tasa Interna de Retorno (TIR)* que supera en casi tres veces el 11% sin inflación, y 15% con inflación, de la *Tasa Mínima Aceptable de Retorno* estimada ($TIR > TMAR$), lo que significa que, la inversión es rentable y apta para su aceptación.
- v. El tiempo de recuperación de la inversión se inicia en el primer semestre después del arranque del proyecto.
- vi. El análisis *Beneficio - Costo (B/C)*, sirvió como confirmación de la rentabilidad del proyecto, demostrándose en ambos escenarios con y sin inflación que el proyecto reditúa un aproximado de 2,6 pesos por cada peso en los costes.
- vii. Aun realizando un Análisis de Sensibilidad (AS) bajo un escenario pesimista con una demanda de solo el 5%, el proyecto sigue siendo rentable, redituándose según Beneficio-Costo un aproximado de 1,3 pesos por cada peso en los costes.
- viii. En el Estudio de Mercado existen limitantes en la recolección de datos de fuentes primarias, las encuestas vía electrónica, 35% de la población encuestada, generan cierto sesgo de los resultados obtenidos, debido a la incertidumbre en la veracidad de las respuestas dadas. Datos recolectados vía telefónica dan mayor certeza a la información, sin embargo, es un método más caro y que consume más tiempo al encuestar.
- ix. Se comprueba la hipótesis de la investigación: se puede incrementar la productividad y competitividad del laboratorio de ensayos no destructivos de CIATEQ A.C., por medio de la ejecución de esta propuesta de innovación.

6.2. RECOMENDACIONES

Desarrollar un plan de certificación interna en ensayos no destructivos del centro y un plan de capacitación del personal técnico en entrenamiento, propuesto en la estructura organizacional del recurso humano del laboratorio. El uso de la Técnica de Revisión y Evaluación de Proyectos, PERT (Project Evaluation and Review Techniques), resulta apropiada en este caso para analizar especialmente el tiempo para completar cada tarea, e identificar el tiempo mínimo necesario para completar el proyecto total, todo ello basado en tiempos probabilísticos.

- APORTACIÓN

Con el trabajo realizado, se presenta la metodología a seguir para la evaluación de un proyecto de inversión; la misma, puede ser aplicada por cualquier especialista que busque innovar o ampliar alguna otras áreas de oportunidades de CIATEQ A.C., e incluso en el lanzamiento de nuevos productos o servicios; tendiendo así las bases teóricas y prácticas a utilizar para analizar la rentabilidad del proyecto en cuestión.

CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SOLLERIO, J. y CASTAÑÓN, R. Competitividad y sistemas de innovación: los retos para la inserción de México en el contexto global: Globalización, Ciencia y Tecnología, 2004, Vol.2, p. 165 -195.
- [2] PORTER, M.E. La ventaja competitiva de las naciones: Harvard Business Review América Latina, 2007, Vol. 85, No 11, p. 69-95.
- [3] HAIR, J.F.; BUSH, R.P. y ORTINAU, D.J. Investigación de Mercados. 4a Ed. México: The McGraw Companies, 2009. 554p.
- [4] DÍAZ VARGAS, G. Inspección y control de calidad en la aplicación de soldadura de elementos estructurales. Tesis a nivel de Posgrado. México: Instituto Politécnico Nacional. 2009. 208p.
- [5] BACA, G. Evaluación de Proyectos. 6a Ed. México: McGraw Hill, 2010. 333p.
- [6] GARCIA, A. Introducción a los ensayos no destructivos. México: IMENDE A.C., 2007. 143p.
- [7] SEGURA, D. y RODRÍGUEZ, A. Sistema de formación de imágenes TOFD para ensayos no destructivos. (Spanish). TOFD imaging system in nondestructive tests. (English), 06// 2012, (17), p.139-149.
- [8] SORIA, E. Laboratorio de Ensayos no destructivos de la carrera de ingeniería mecánica de la facultad de ingeniería, USAC. Tesis para optar al título de ingeniero mecánico. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2004. 85 p.
- [9] GROS, X. E. 3 - Non-destructive Testing Techniques. En: NDT Data Fusion. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997, p. 43-81.
- [10] HELLIER, C. Handbook of nondestructive evaluation. Estados Unidos de América: The McGraw Hill Companies, 2003. 603p.
- [11] FLORES, L. Técnica de Ultrasonido Industrial como ensayos no destructivo en la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde. México: Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán, 2009. 204p.
- [12] HERRERA, J. Ensayos no destructivos. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2011.10p.
- [13] TRIMM, M. An Overview of Nondestructive Evaluation Methods: Failure Analysis and Prevention, 2003, Vol. 3, No 3, p. 17 -31.

[14] HANSEN, J. y RONALD, B. Using Eddy Current Testing to Solve Industrial Problems: Materials Evaluation, 2006, Vol. 64, No 6, p. 543 – 546.

[15] BENITEZ, H. et al. Nuevo contraste térmico para el ensayo termográfico no destructivo de materiales: Ingeniería y Competitividad, 2007, Vol.9, No.1, p. 31-44.

[16] BERNAL, C. Estudio Técnico e implementación del Laboratorio de Ensayos No Destructivos (END) para el área de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Tesis para optar al título de ingeniero mecánico. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2014. 208p.

[17] GÓMEZ, E. END. Ultrasonidos. Nivel II. España: Fundación Confemetal, 2006. 203p.

[18] PARRA, H.; OSPINA, R.; y HERNANDO, C.; Aplicación y selección de ensayos no destructivos para la evaluación de uniones soldadas: Scientia Et Technica, 2011, Vol. XVI, No 48, p.196 - 201.

[19] RAMÍREZ, D. et al. El ultrasonido y su aplicación: Industrial Data, 2005, Vol. 8, No 1, p. 25 - 28.

[20] SHARGHI, R. et al. The application of guide waves for the detection of corrosion under insulation: Materials Evaluation, 2009, Vol. 67, No 9, p. 1043 - 1047.

[21] ROSE, J. et al. Guided wave testing of buried pipe: Materials Evaluation, 2009, Vol. 67, No. 12, p. 1387 – 1391.

[22] QUIROGA, J.; GARCÍA, A.; OVIEDO, S. Detección de cavitación en una bomba centrífuga usando emisiones acústicas: Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería, 2012, Vol. 20, No 3, p. 342 – 349.

[23] AMERICAN SOCIETY FOR METALS, Nondestructive Evaluation and Quality Control. Guide to Nondestructive Evaluation Techniques Metal, Handbook. 5a Ed. Estados Unidos de América: ASN International, 1999. Vol. 17, 761p.

[24] ZEPEDA, C. El Bajío crece a ritmo de tigre asiático. EL FINANCIERO. Ciudad de México, 27 de marzo de 2015, sección economía.

[25] Stratfor, "Developing Mexico's Bajío Region", [Artículo en línea], 2013, <http://www.stratfor.com/sample/image/developing-mexicos-bajio-region> (Enero 2017)

[26] PENICHE CAMPS, S.; y MIRELES PRADO, J. El diamante mexicano: El Bajío bajo los ojos de los gobiernos del BID y del BM: Trayectorias, 2015, Vol. 17, No 41, p. 29-51.

[27] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censos Económicos 2014. Resultados definitivos Julio 2015. México: INEGI, 2015. 62P.

[28] IBARRA, J.; UNGER, K.; GARDUÑO, R. Especializaciones reveladas y ventajas competitivas en el Bajío mexicano: EconoQuantum, 2014, Vol.11, No 2, p.41-74.

[29] SENER Subsecretaria de Hidrocarburos – Unidad de Políticas de Transformación Industrial – Dirección General de Petrolíferos, “Infraestructura Nacional de Petrolíferos”, [Documento en línea], 2015, <http://www.gob.mx/sener/articulos/mapa-infraestructura-nacional-de-petroliferos-31065> (Enero 2017).

[30] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censos Económicos 2014. Micro, Pequeña, mediana y gran empresa. México: INEGI, 2014. 221p.

[31] PÉREZ TEJADA, Haroldo. (2008). Estadística para las ciencias sociales, del comportamiento y de la salud. México: CENGAGE Learning.

[32] ANDÍA, V. (2011). La demanda insatisfecha en los proyectos de inversión pública: Industrial Data, 2011, Vol.14, No 2, p. 067-072.

[33] CABA, N et al. Gestión de la producción y operaciones. México: Corporación para la Gestión del Conocimiento Asesores del 2000, 2011. 231 p.

[34] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Análisis de la demografía de los establecimientos. Resultados 2013. México: INEGI, 2013. 58p.

[35] ASNT, “Resultados de Certificación”, [Información en línea], 2017, https://www.asnt.org/MajorSiteSections/Certification/Certificate_Holders/Results.aspx?searchType=Region&lastName=&state=&country=MEXICO&programTypeKey=e255beb7-f023-41a3-8614-9e76952e93ba&recordNumber= (Enero 2017).

[36] IMENDE, “Personal Certificado en IMENDE A.C.” [Información en línea], 2017, <http://www.imende.com/certificados.php> (Febrero 2017).

[37] EMA, “Listado de Laboratorios de Ensayo” - Catalogo de Acreditados, [Información en línea], 2017, http://200.57.73.228:75/directorio_le/Principal.aspx (Febrero 2017).

[38] PAREDES, M. 2017. Entrevista personal. Ensayos no destructivos ofrecidos a la industria. Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial. Santiago de Querétaro, Querétaro, México. 15 de Marzo.

[39] DIDIER Váquiro José, “El Valor Presente Neto - VPN”, [Documento en línea], 2013, <http://www.pymesfuturo.com/vpneto.htm> (Mayo 2017).

[40] EHRHARDT, M.; BRIGHAM, E. Finanzas Corporativas. 2a Ed. México: Cengage Learning Editores, 2007. 676.

ANEXOS

Anexo 1:

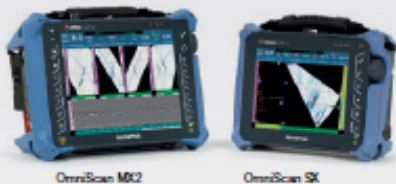
- Especificaciones técnicas del OmniScan SX de Olympus.

Carcasa	
Dimensiones globales (A x A x D)	267 mm x 208 mm x 94 mm
Peso	3,4 kg con la batería
Almacenamiento de datos	
Dispositivos de almacenamiento	Tarjeta de memoria SD alta capacidad o dispositivos de serie USB dispositivos de almacenamiento
Tamaño de los archivos de datos	300 MB
Puertos de E/S	
Puertos USB	Dos (2) puertos USB conformes a las especificaciones de USB 2.0
Alarma acústica	SI
Salida de vídeo	Salida de vídeo (SVGA)
Líneas de comunicación de E/S	
Codificador (en. encoder)	dos (2) líneas de 2 ejes (cuadratura, hacia arriba/abajo, o reloj/detracción)
Entrada digital	TTL de 4 entradas digitales , 5 V
Salida digital	TTL de 8 salidas digitales , 5 V, máximo de 15 mA por salida
Tecla de activación/desactivación de adquisición	SI; según la configuración de la entrada digital
Línea de salida de energía	5 V, línea de salida de energía de 500 mA (protegida contra cortos circuitos)
Entrada de sincronización	5 V, entrada de sincronización TTL
Pantalla	
Tamaño de pantalla	21,3 cm (8,4 pulg.) [diagonal]
Resolución	800 x 600 píxeles
Illuminación	600 cd/m ²
Ángulos de visualización	horizontal -80° a +80°; vertical -60° a +60°
Cantidad de colores	16 millones
Tipo	LCD de TFT
Fuente de energía	
Tipo de batería	Batería «inteligente» de iones de litio
Cantidad de baterías	1
Duración de la batería	Mínimo de seis (6) horas bajo condiciones de funcionamiento normales
Especificaciones ambientales	
Temperatura de funcionamiento	de -10 °C a 45 °C
Temperatura de almacenamiento	de -20 °C a 60 °C (con batería incorporada) de -20 °C a 70 °C (sin batería incorporada)
Humedad relativa	Máximo del 70 % de humedad relativa a 45° C sin condensación
Grado de protección	Diseñado para alcanzar los requisitos IP66
Índice de protección ante caídas	Resistencia ante caídas conforme a la norma MIL-STD-810G 516.6

Especificaciones de ultrasonidos

(se aplica al modelo OMNISX-1684PR)

Conectores	1 conector phased array: conector PA de Olympus 2 conectores UT: LEMO 00	
Cantidad de lójes focales	256	
Identificación de sonda	Reconocimiento automático de la sonda	
Emisor y Receptor		
Apertura	16 elementos	
Cantidad de elementos	64 elementos	
Emisor	Canales PA	Canal UT
Tensión	40 V, 80 V y 115 V	95 V, 175 V y 340 V
Ancho del impulso	Regulable de 30 ns a 500 ns; resolución de 2,5 ns	Regulable de 30 ns a 1000 ns; resolución de 2,5 ns
Forma del impulso	Onda cuadrada negativa	Onda cuadrada negativa
Impedancia de salida	35 Ω (modo pulso y eco); 30 Ω (modo emisión y recepción)	<30 Ω
Receptor	Canales PA	Canal UT
Ganancia	0 dB a 80 dB de señal máxima de salida de 550 Vp-p (altura completa de pantalla)	0 dB a 120 dB de señal máxima de salida de 34,5 Vp-p (altura completa de pantalla)
Impedancia de entrada	60 Ω (modo pulso y eco); 150 Ω (modo emisión y recepción)	60 Ω (modo pulso y eco); 50 Ω (modo emisión y recepción)
Ancho de banda del sistema	0,6 MHz a 18 MHz (-3 dB)	0,25 MHz a 28 MHz (-3 dB)
Formación [concentración] del haz		
Tipo de escaneo	Sectorial o lineal	
Cantidad de grupos	1	
Adquisición de datos	Canales PA	Canal UT
Frecuencia de digitalización	100 MHz	100 MHz
Frecuencia máxima de emisión de impulsos	Hasta 6 kHz (C-scan)	
Tratamiento de datos	Canales PA	Canal UT
Cantidad de puntos de datos	Hasta 8192	
Promedio en tiempo real	PA: 2, 4, 8, 16	UT: 2, 4, 8, 16, 32, 64
Rectificador	Radiofrecuencia (RF), onda completa, media onda positiva, media onda negativa	
Filtro	Tres (3) filtros de paso bajo, tres (3) de paso banda y cinco (5) de paso alto	Tres (3) filtros de paso bajo, seis (6) de paso banda y tres (3) de paso alto [ocho (8) filtros de paso bajo cuando son configurados en TOFD]
Filtro de vídeo	Suavizado (ajustado a la banda de frecuencia de la sonda)	
Visualización de datos		
Frecuencia de refresco de la representación A-scan	representación A-scan: 60 Hz; representación B-scan: 60 Hz	
Sincronización de datos		
Según el reloj interno	1 Hz a 6 kHz	
Según el codificador	Dos ejes: de 1 a 65 536 pasos	
Ganancia corregida en función del tiempo (TCG) programable		
Cantidad de puntos	16: curva TCG (ganancia corregida en función del tiempo) por lóje focal	
Pendiente máxima	40 dB/10 ns	
Alarmas		
Cantidad de alarmas	Tres (3)	
Condiciones	Cualquier combinación lógica de puertas	



OmniScan M12

OmniScan SX

Anexo 2:

- Especificaciones técnicas de lámpara LED de luz ultravioleta modelo Optimax 365 de SPECTRONICS.

SPECTROLINE[®]

OPTIMAX™ 365

(Patent Pending)

Our Most Powerful and Versatile UV-A LED Flashlight!

APPLICATIONS:

- Nondestructive Testing (NDT)
- Quality Control
- Fluorescent Leak Detection
- Industrial Inspection
- UV-A Curing
- Photoactivation and UV-A Dosing
- Rare Document/Stamp/Artwork Examination
- And many more!

Powerful — Ultra-high intensity up to 50,000µW/cm² of true UV-A (365 nm).

Instant-on Operation — Push the button and the lamp immediately reaches full power and is ready for use. Eliminates down time waiting for bulbs to warm up.

Portable & Rugged — Cordless. Use it anywhere! Stands up to heavy use in the field, shop or laboratory. Anodized aluminum lamp body minimizes corrosion.

Rechargeable — Powered by a rechargeable NiMH battery. Provides 90 minutes of continuous inspection between charges (AC and DC chargers included).

Long Life — 30,000-hour LED bulb. Electronic Intensity Stabilizer ensures consistent performance. Beam strength will not fade between charges!

Versatile — Meets MIL and ASTM specs for FPI and MPI.



The **OPTIMAX™ 365** comes complete with smart AC and DC chargers, UV-absorbing spectacles, belt holster and padded carrying case. AC charger available in 120V, 230V, 240V or 100V versions.





Surface metal defect revealed using OPTIMAX™ 365 and Zyglo[®] liquid penetrant

Anexo 3:

- Costo de consumibles para técnicas de Líquidos Penetrantes – Proveedor AEISA.

Página 1 de 3

 Distribuidor Autorizado:  **MAGNAFLUX**
asesoría y equipos de inspección, s.a. de c.v.

Ref.: NA

Santiago de Querétaro, Qro. a Junio 21 de 2017. YGG-170636

CIATEQ, AC.
Querétaro, Qro.

A/n: Jennifer Araujo
Pruebas No Destructivas

Atendiendo a su solicitud, cotizamos lo siguiente:



PARTIDA	DESCRIPCION	
1	LM-A-001 Bote en aerosol de líquido penetrante visible removible con solvente o post-emulsificable tipo SKL-SP2, marca MAGNAFLUX. Contenido: 300 gramos	Precio Unitario 11.88 USD
2	LM-A-005 Bote en aerosol de líquido penetrante visible lavable con agua tipo SKL-WP2, marca MAGNAFLUX. Contenido: 330 gramos	Precio Unitario 14.48 USD
3	LM-A-011 Bote en aerosol de líquido removedor con base no clorinada tipo SKC-S, marca MAGNAFLUX. Contenido: 300 gramos gr/10.5 oz presentación: 16 onzas líquidas (volumen)	Precio Unitario 10.30 USD
4	LM-A-017 Bote en aerosol de líquido revelador en suspensión no clorinada tipo SKD-S2, marca MAGNAFLUX. Contenido: 330 gramos	Precio Unitario 11.68 USD
5	LM-A-045 Bote en aerosol de líquido penetrante fluorescente post-emulsificable tipo ZL-27A, marca MAGNAFLUX. Nivel 3, alta sensibilidad Contenido: 300 gramos	Precio Unitario 23.52 USD

www.aeisa.com.mx

Matriz: Oficina Monterrey Tel.: +52 (81) 8374-1426 / 0070 / 0085 ventas.mty@aeisa.com.mx Issue Date: Oct-13-11	Oficina México Tel.: +52 (55) 5365-3744 / 3746 ventas.mexico@aeisa.com.mx T-720-001-4	Oficina Querétaro Tel.: +52 (442) 210-2505 / 620-2894 ventas.qro@aeisa.com.mx	Oficina León Tel.: +52 (477) 390-8115 ventas.leon@aeisa.com.mx Review Date: Feb-08-16
---	---	---	---

Anexo 4:


- Costo de consumibles para técnica de Partículas Magnéticas – Proveedor AEISA.

		Página 2 de 3	
Distribuidor Autorizado:			
asesoría y equipos de inspección, s.a. de c.v.			
6	LM-A-030 Bote en aerosol de líquido penetrante fluorescente lavable con agua tipo ZL-60D, marca MAGNAFLUX. Nivel 2, sensibilidad media Contenido: 315 gramos (11 onzas)		Precio Unitario 20.83 USD
7	LM-A-074 Bote en aerosol de líquido penetrante fluorescente post-emulsificable tipo ZL-37, marca MAGNAFLUX. Nivel 4, máxima sensibilidad Contenido: 300 gramos		Precio Unitario 24.15 USD
8	LM-A-065 Bote en aerosol de líquido revelador no acuoso, tipo ZP-9F, marca MAGNAFLUX. Contenido: 340 gramos (12 onzas)		Precio Unitario 19.35 USD
9	PM-A-005 Bote en aerosol de partícula magnética fluorescente premezclada con Carrier II para uso directo, tipo 14-AM, marca MAGNAFLUX. Contenido: 300 gramos		Precio Unitario 18.05 USD
10	UE-D-003 Cubeta de gel acoplante ultrasónico de alta densidad. Contenido: 19 Litros		Precio 985.00 MXN
11	PS-L-002 Foco de luz ultravioleta de 150 watts modelo BLE-150CS-115/M, marca SPECTRONICS. DESCONTINUADO hasta agotar existencias.		Precio Unitario 130.00 USD
12	PS-L-013 Filtro para lámpara de luz ultravioleta de 150 watts modelo 2F191, marca SPECTRONICS.		Precio Unitario 551.00 USD

www.aeisa.com.mx			
Matriz Oficina Monterrey Tel.: +52 (81) 8374-1420 / 0070 / 0085 ventas.mty@aeisa.com.mx Issue Date: Oct-13-11	Oficina México Tel.: +52 (55) 5385-3744 / 3746 ventas.mexico@aeisa.com.mx T-720-001-4	Oficina Querétaro Tel.: +52 (442) 210-2505 / 690-2894 ventas.qro@aeisa.com.mx	Oficina León Tel.: +52 (477) 390-8118 ventas.leon@aeisa.com.mx Review Date: Feb-08-16

Anexo 5:

- Costo por servicios de calibración a equipos de laboratorio – Proveedor AEISA.



asesoria y equipos de inspección, c.a. de c.v.
RFC: AEI 780418 264
www.aeisa.com.mx

Sucursal Monterrey
 Lucas Alamán No. 1109
 Col. Bella Vista
 Monterrey, Nuevo León, CP 64410
 Tel.: (81) 8374-1428 / 8374-0070

Sucursal Edo. de México
 Calle 4 Boulevard a Querétaro No. 53
 Col. Viveres del Valle, Tlalnepantla
 Edo. de México, CP 54060
 Tel.: (55) 5365-3744 / 5365-3746

Sucursal Querétaro
 Av. Epigmenio González No. 1009
 Local 6-D Fracc. Industrial La Montaña
 Querétaro, Querétaro, CP 76150
 Tel.: (442) 210-2506 / 690-2894

Sucursal León
 Boulevard San Pedro No. 309
 Col. San Isidro
 León, Guanajuato, CP 37530
 Tel.: (477) 390-8118



Datos del Cliente		Cotización	
Cliente:	CATED, A.C.	Serie:	YGG
Ciudad:	QUERETARO, QUERETARO	Folio:	18
Atención a:	Jennifer Araujo	Expedido en:	Querétaro, Qro
		Fecha de Cotización:	23 Jun 2017
		Vigencia de Cotización:	30 días

En atención a su amable solicitud nos permitimos poner a su consideración nuestra siguiente cotización:

Part.	Cantidad	Código	Descripción del Servicio	Precio Unitario	Importe
1	1.00	SERAD3	Calibración de Yugo Magnético IT-504-03 Servicio de calibración a Equipo de Partículas Magnéticas tipo yugo de acuerdo a ASTM E1444/E1703. En proceso de acreditación. Alcance: 4.53 y 13.60 kg (10 y 30 lb).	\$ 1,961.00	\$ 1,961.00
			Marca: Perier Modelo: DA-400 SN: Sin Información		
2	1.00	SERAD5	Calibración UT Detector de Fallas IT-504-05 Servicio de calibración a Equipo de Ultrasonido Detector de Fallas de acuerdo a ASTM E317 6.2 y 6.3.2. En proceso de acreditación. Alcance: 25.4 a 254 mm (1 a 10 in).	\$ 2,332.00	\$ 2,332.00
			Marca: Parametrix Modelo: EPOCH 4 SN: Sin Información		
3	1.00	SERAD6	Calibración UT Medidor de Espesores IT-504-06 Servicio de calibración a Equipo de Ultrasonido Medidor de Espesores de acuerdo a ASTM E317 párrafo 6.7. En proceso de acreditación. Alcance: 2.54 a 12.7 mm (0.1 a 0.5 in).	\$ 1,961.00	\$ 1,961.00
			Marca: GE Modelo: DMS2 SN: Sin Información		

Anexo 6:



- Costo de lámpara LED de luz ultravioleta modelo Optimax 365 de SPECTRONICS - Proveedor AEISA.

		Página 2 de 3	
		Distribuidor Autorizado:  MAGNAFLUX	
asesoría y equipos de inspección, s.a. de c.v.			
3	PM-L-026 Lámpara de Luz UV con tecnología LED, marca MAGNAFLUX modelo EV6000, Número de Parte 625784 Características: <ul style="list-style-type: none">• Diseño ergonómico• Individualmente certificadas con longitud de onda de 365 +/- 5 nm• Intensidad de 5,000 microwatts a 15 pulgadas (38 cm)• Rango de cobertura 9 pulgadas (23 cm)• Operable 115 volts, 50-60 hz.• Peso 2 Lb (0.9 kg)• Garantía: 1 año.		Precio Unitario 1,674.00USD
4	PS-L-029 Lámpara LED portátil de luz ultravioleta modelo Optimax 365, marca SPECTRONICS. Incluye: <ul style="list-style-type: none">1 – Cargador de corriente para CA.1 – Cargador de corriente para CD.1 – Lentes de protección para luz ultravioleta.1 – Estuche de transportación. Características: <ul style="list-style-type: none">• Luz generada por tecnología LED• Línea de alimentación de 120 voltios.		Precio Unitario 780.00 USD
5	PM-K-050 Yugo para inspección por partícula magnética modelo Y7 AC/DC, marca MAGNAFLUX número de Parte 43550. Características del yugo: <ul style="list-style-type: none">• Brazos flexibles con apertura máxima de 12" (30.48 cm).• Magnetización en AC y DC a selección del operador.• Trabaja con línea de alimentación de 110 voltios. Incluye: <ul style="list-style-type: none">- Estuche para transportación del equipo. Certificado		Precio Unitario 754.40 USD

www.aeisa.com.mx			
Matriz Oficina Monterrey Tel.: +52 (81) 8374-1428 / 0070 / 0085 ventas.mty@aeisa.com.mx Issue Date: Oct-13-11	Oficina México Tel.: +52 (55) 5365-3744 / 3746 ventas.mexico@aeisa.com.mx	Oficina Querétaro Tel.: +52 (442) 210-2505 / 690-2894 ventas.qro@aeisa.com.mx	Oficina León Tel.: +52 (477) 390-8118 ventas.leon@aeisa.com.mx Review Date: Feb-08-16
T-720-001-4			

Anexo 7:

- Costo de Kit para inspección por Partículas Magnéticas modelo Y7 AC/CD de MAGNAFLUX - Proveedor AEISA.

	Página 1 de 3		
Distribuidor Autorizado: 			
asesoría y equipos de inspección, s.a. de c.v.			
Ref.: NA			
Santiago de Querétaro, Qro. a Junio 22 de 2017.			
YGG-170640			
CIATEQ, AC. Querétaro, Qro.			
At'n: Jennifer Araujo Pruebas No Destructivas			
Atendiendo a su solicitud, cotizamos lo siguiente:			
PARTIDA	DESCRIPCION		
1	PM-K-048 Kit para inspección por partícula magnética modelo Y7 AC/DC, marca MAGNAFLUX número de Parte 43509. Características del yugo: <ul style="list-style-type: none">• Brazos flexibles con apertura máxima de 12" (30.48 cm).• Magnetización en AC y DC a selección del operador.• Peso del equipo 3.6 Kg.• <u>Trabaja con línea de alimentación de 110 voltios.</u> Incluye: <ul style="list-style-type: none">1 - Yugo modelo Y7 AC/DC1 - Bote con 1 libra (454 gramos) de partícula roja seca1 - Bote con 1 libra (454 gramos) de partícula gris seca1 - Aplicador de partícula magnética en polvo.3 - Paquete de toallas limpiadoras1 - Marcador1 - Manual de operación.1 - Estuche para transportación del equipo. <p style="text-align: right;">Precio 782.00 USD</p>		
2	LM-K-022 Kit portátil para prueba de líquidos penetrantes número de parte 01-5920-48, tipo SK-816, marca MAGNAFLUX. Incluye: <ul style="list-style-type: none">2 - botes en aerosol de penetrante visible, tipo SKL-SP24 - botes en aerosol de removedor, tipo SKC-52 - botes en aerosol de revelador, tipo SKD-S21 - Estuche de transportación1 - Instrucciones <p style="text-align: right;">Precio 170.05 USD</p>		
www.aeisa.com.mx			
Matiz Oficina Monterrey Tel.: +52 (81) 3374-1429 / 0070 / 0085 ventas.mty@aeisa.com.mx Issue Date: Oct-13-11	Oficina México Tel.: +52 (55) 5265-3744 / 3745 ventas.mexico@aeisa.com.mx T-720-001-4	Oficina Querétaro Tel.: +52 (442) 210-2506 / 090-2894 ventas.qro@aeisa.com.mx	Oficina León Tel.: +52 (477) 390-8118 ventas.leon@aeisa.com.mx Review Date: Feb-08-15

Anexo 8: Cotización 1/4 OmniScan SX de OLYMPUS - Proveedor OLYMPUS.



Olympus America de Mexico S.A
 Av. Insurgentes Sur 850, 8to. Piso
 Col. Nápoles Del. Benito Juárez
 Mexico, DF, C.P. 03810

<http://www.olympus-ims.com>

Cotización

Número de Cotización	QT-MX-5507
Fecha	Jun 21, 2017

Facturar a:

CIATEQ A.C. | Querétaro B.Q.
 Av. Manantiales No. 23-A
 Parque Industrial Bernardo Quintana
 El Marqués, Gro., QRO 76246, Mexico

Enviar a:

CIATEQ A.C. | Querétaro B.Q.
 Av. Manantiales No. 23-A
 Parque Industrial Bernardo Quintana
 El Marqués, Gro., QRO 76246, Mexico

Expira	# de Referencia de Cliente	Nombre del Contacto	Teléfono de Contacto	Correo de Contacto	Fax del Cliente	Enviar por
Sep 19, 2017		Ing. Jennifer Desiree Araujo Gon	[442] 510.05.09	jennifer.araujo@ciateq.edu.mx		DDP
Términos de Pago	Método de Envío	Moneda	Vendedor	Teléfono del Vendedor	Correo del Vendedor	
Pending Credit Check	EXW-ORIGIN	Mexican Peso	Omar Solís		omar.solis@olympus.com	

Producto	Número de Parte	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Neto	Subtotal
U8779744	OMNISX-PA1684PR	1	OmniScan SX portable 16:64PR Phased Array acquisition unit (including one uT conventional channel). Includes: AC Adapter, battery, Small carrying case, SD card, uSB flash drive, 2x Anti-Glare screen protectors, Hardware users manual, uSB Key including OmniScan software user's manuals, 1-Year warranty. Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	437,438.61	0%	437,438.61	437,438.61
U8331017	2.25L16-9.6X10-A10-M-2.5-OM	1	Standard Phased Array Probe, 2.25 MHz Linear Array, 16 Elements, 9.6x10 mm Total Active Aperture, 0.60 mm Pitch, 10 mm Elevation, A10 Case Type, Impedance Matching to Rexolite, Metal Sheathing, 2.5 m Cable Length, Omniscan Connector Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	58,449.68	0%	58,449.68	58,449.68
U8720545	SA10-N55S	2	Standard wedge for angle beam phased-array probe A10, normal scan, 55 degree shear wave, plain wedge (without irrigation holes and carbides). Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	3,771.02	0%	3,771.03	7,542.05
U8720544	SA10-0L	2	Standard wedge for angle beam phased-array probe A10, normal scan, 0 degree longitudinal wave, plain wedge (without irrigation, holes, carbides). Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	3,771.02	0%	3,771.03	7,542.05
U8880054	TB5930-1	1	US Air Force IIW-2 Calibration Block. 1018 Steel (without F129 case)	12,390.50	0%	12,390.50	12,390.50

Anexo 8: Cotización 2/4 OmniScan SX de OLYMPUS - Proveedor OLYMPUS.



Olympus America de Mexico S.A
 Av. Insurgentes Sur 850, 8to. Piso
 Col. Nápoles Del. Benito Juárez
 Mexico, DF, C.P. 03810

<http://www.olympus-ims.com>

Cotización

Número de Cotización	QT-MX-5507
Fecha	Jun 21, 2017

Producto	Número de Parte	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Neto	Subtotal
U8780197	ENC1-2.5-DE	1	Tiempo de Entrega : 35 días hábiles Mini encoder, 2.5 m cable, waterproof with DE15 connector for OmniScan MX. Includes bracket kit. Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	20,686.75	0%	20,686.75	20,686.75
U8770026	D12	4	Couplant, Gel Type (SOUND SAFE) 12 oz. Squeeze Bottle (.35 liters) Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	754.20	0%	754.21	3,016.82
U8750007	HST-X04	1	Hand Scanner for TOFD weld inspection on flat plates, pipes, and curved surfaces. One encoded axis. Kit includes one TOFD Hand Scanner frame, one wheel encoder, two 2.5m LEMO-00 to Microdot probe cables, two 10 MHz-3 mm (C563-SM) and two 5MHz-6mm (C543-SM) composite TOFD transducers with Microdot connector, a pair of 45 degree , 60 degree , and 70 degree degree TOFD wedges with irrigation and carbide wear pins (ST1-45L-IHC, ST1-60L-IHC, ST1-70L-IHC), and one carrying case. Pre-Amplifier kit is available as an option (5682-KIT01) Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	103,060.00	0%	103,060.00	103,060.00
U8331715	2.25DM7X4PM-19X12-A17-P-2.5-OM	1	Standard Phased Array Probe, 2.25 MHz Dual 1.5 D Matrix Array, Two 7x4 Element Arrays Incremented along Primary Axis with Elements Mirrored, 19x12 mm Total Active Apertures, 2.71 mm Primary Pitch, 3.0 mm Secondary Pitch, A17 Case Types, Impedance Matched to Rexolite, PVC Sheathing, 2.5 m Cable Length, 1X Omniscan Connector Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	183,990.00	0%	183,990.00	183,990.00
Q3300503	SA17-DN55L0-IHC-AOD3	2	Custom Wedge for Dual Phased Array probe A17, Normal Scan, 55° Refracted Angle in Steel, Longitudinal Wave, with IHC option (Irrigation, Holes and Carbides). This wedge features a curvature matching 3in Axial Outside Diameter (AOD) Pipe for inspection of Circumferential Welds. IMPORTANT NOTE: Focal laws for OmniScan or Focus using this wedge and DMA probes cannot be created by Tomoview/Focus PC phased array calculators. NDT SetupBuilder can be used. Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	12,850.00	0%	12,850.00	25,700.00
Q7200198	SA17-DN0L	2	Custom Wedge for Dual Phased Array Probe A17, Normal scan, 0° Refracted Angle in Steel, Longitudinal Wave, 0° roof angle, without IHC option (Irrigation, Holes and Carbides).	9,280.00	0%	9,280.00	18,560.00

Anexo 8: Cotización 3/4 OmniScan SX de OLYMPUS - Proveedor OLYMPUS.



Olympus America de Mexico S.A
 Av. Insurgentes Sur 859, 6to. Piso
 Col. Nápoles Del. Benito Juárez
 Mexico, DF, C.P. 03810


<http://www.olympus-ims.com>

Cotización

Número de Cotización	QT-MX-5507
Fecha	Jun 21, 2017

Producto	Número de Parte	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Descuento	Precio Neto	Subtotal
			Tiempo de Entrega : 35 días hábiles				
U8442011	V606-RB	1	Protective Face Transducer, 2.25 MHz, 0.50 in. Element Diameter, Right BNC Connector Includes Test Form Certificate Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	8,940.00	0%	8,940.00	8,940.00
U8442017	V609-RB	1	Protective Face Transducer, 5 MHz, 0.50 in. Element Diameter, Right BNC Connector Includes Test Form Certificate Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	8,940.00	0%	8,940.00	8,940.00
U8770392	MRN-5	2	Protective Membrane Retaining Ring for 0.50 in. element transducers Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	580.00	0%	580.00	1,160.00
U8770217	PM-5-12	2	Replacement Protective Membranes, contains 12, Transducer Nominal Element size 0.50 in. (13mm) Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	630.00	0%	630.00	1,260.00
U8800345	LCM-188-6-HDAS	2	Cable, Lemo 00 to Microdot, RG188, 6 feet, Heavy Duty, Armored Super Flexible Silicone. Gage Single, Flaw Detector Single. Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	4,920.00	0%	4,920.00	9,840.00
U8775269	OmniPC-A	1	OmniScan PC Toolkit. Includes OmniPC analysis software and NDT SetupBuilder design software. Compatible with Windows 7 and Windows 8. Tiempo de Entrega : 35 días hábiles	64,270.00	0%	64,270.00	64,270.00
			Esta cotización fue elaborada por Omar Solis. Correo electrónico: omar.solis@olympus.com				

Anexo 8: Cotización 4/4 OmniScan SX de OLYMPUS - Proveedor OLYMPUS.

 Olympus America de Mexico S.A Av. Insurgentes Sur 850, 6to. Piso Col. Nápoles Del. Benito Juárez Mexico, DF, C.P. 03810 http://www.olympus-ims.com	Cotización	
	Número de Cotización	QT-MX-5507
	Fecha	Jun 21, 2017

<p>*Precios cotizados con entrega en su almacén y en la moneda indicada en la presente* Precios cotizados con vigencia de 30 días. *Cualquier cambio a la presente cotización, en términos de productos o cantidades, puede causar ajustes en precios. *Pedidos para productos especiales o hechos a la medida, no podrán cancelarse. * Se otorga soporte y entrenamiento local.</p>	<p>Subtotal : 972,786.44 Envío : 0.00 I.V.A. : 155,645.82 Gran Total (MXN) : 1,128,432.26</p>
--	---

Lo invitamos a que se ponga en contacto con nosotros para opinar acerca de nuestros productos y servicios. Favor de enviar un correo a ndtmexico@olympus.com. Gracias.

Anexo 9:

- Costo de Certificación inicial ASNT Nivel III.

Initial Certification - requires both the Basic and Method examinations

Fee Type	Domestic	
	ASNT Member Fee (includes sitting fee)	Non-Member Fee (includes sitting fee)
NDT Basic Exam*	\$450	\$525
Method Exam (2 or 4 hours) **	\$430-\$450	\$505-\$525
Total Cost of Initial Certification	\$880-\$900	\$1,030-\$1,050
Add Another Certification	\$430-\$450	\$505-\$525

* The NDT Basic Exam is required for the initial NDT Level III certification.

** Exam Sitting Fee varies based on length of exam.

Certification and Sitting Fee - requires both the Basic and Method examinations

Fee Type	ASNT Member Fee	Non-Member Fee	Domestic Exam Sitting Fee**	Domestic Total	
				ASNT Member Fee	Non-Member Fee
NDT Basic Exam*	\$280	\$355	\$170	\$450	\$525
Electromagnetic Testing (ET)	\$280	\$355	\$170	\$450	\$525
Infrared/Thermal (IR)	\$280	\$355	\$150	\$430	\$505
Leak Testing (LT)	\$280	\$355	\$170	\$450	\$525
Magnetic Flux Leakage (MFL)	\$280	\$355	\$150	\$430	\$505
Magnetic Particle Testing (MT)	\$280	\$355	\$150	\$430	\$505
Neutron Radiographic (NR)	\$280	\$355	\$170	\$450	\$525
Liquid Penetrant Testing (PT)	\$280	\$355	\$150	\$430	\$505
Radiographic Testing (RT)	\$280	\$355	\$170	\$450	\$525
Ultrasonic Testing (UT)	\$280	\$355	\$170	\$450	\$525
Visual Testing (VT)	\$280	\$355	\$150	\$430	\$505

* The NDT Basic Exam is required for the initial NDT Level III certification.

** Exam Sitting Fee varies based on length of exam.

Anexo 10:

- Costo de Recertificación por examen o puntos ASNT Nivel III.

Recertification by Exam****

Fee Type	ASNT Member Fee	Non-Member Fee	Domestic Exam Sitting Fee**	Domestic Total	
				ASNT Member Fee	Non-Member Fee
1 Method	\$280	\$355	\$150 - \$170	\$430-\$450	\$505-\$525
2 Methods	\$580	\$710	\$300 - \$340	\$880-\$900	\$1,010-\$1,050
3 Methods	\$840	\$1,065	\$450 - \$510	\$1,290-\$1,350	\$1,515-\$1,575

** Exam Sitting Fee varies based on length of exam.

**** As long as at least one current ASNT NDT Level III certification is held, Basic is not required.


If all certifications have lapsed, it is consider an initial certification.

Recertification by Points

Fee Type	Domestic and International	
	ASNT Member Fee	Non-Member Fee
1 Method	\$345	\$420
2 Methods	\$440	\$590
3 Methods	\$535	\$780
4 Methods	\$630	\$930
5 Methods	\$725	\$1,100
6 Methods	\$820	\$1,270
7 Methods	\$915	\$1,440
8 Methods	\$1,010	\$1,610
9 Methods	\$1,105	\$1,780

Anexo 11:

- Costo diferencial por método(s) de ensayo para acreditación EMA.

		entidad mexicana de acreditación, a. c.				
		Vigentes a partir del 01 de enero de 2017				
ANEXO A						
COSTO BASE ACREDITACIÓN N	N° DE METODOS DE ENSAYO Y/O PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	COSTO DIFERENCIA L (M.N)	PRECIO TOTAL COSTO DEL SERVICIO SOLICITADO (M.N)	N° DE METODOS DE ENSAYO Y/O PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	COSTO DIFERENCIA L (M.N)	PRECIO TOTAL COSTO DEL SERVICIO SOLICITADO (M.N)
\$24,638	1	\$2,464	\$27,102	51	\$89,314	\$113,952
	2	\$4,804	\$29,442	52	\$90,421	\$115,059
	3	\$7,222	\$31,861	53	\$91,529	\$116,167
	4	\$9,411	\$34,049	54	\$92,639	\$117,278
	5	\$11,678	\$36,317	55	\$93,749	\$118,387
	6	\$13,920	\$38,558	56	\$94,855	\$119,494
	7	\$16,138	\$40,776	57	\$95,967	\$120,605
	8	\$18,331	\$42,970	58	\$97,075	\$121,714
	9	\$20,499	\$45,137	59	\$98,182	\$122,820
	10	\$22,641	\$47,280	60	\$99,291	\$123,930
	11	\$24,760	\$49,399	61	\$100,400	\$125,038
	12	\$26,859	\$51,497	62	\$101,508	\$126,147
	13	\$28,927	\$53,565	63	\$102,618	\$127,256
	14	\$30,968	\$55,607	64	\$103,725	\$128,364
	15	\$32,990	\$57,628	65	\$104,835	\$129,473
	16	\$34,986	\$59,624	66	\$106,053	\$130,691
	17	\$36,958	\$61,597	67	\$107,156	\$131,794
	18	\$38,903	\$63,542	68	\$108,159	\$132,798
	19	\$40,825	\$65,463	69	\$109,271	\$133,909
	20	\$42,721	\$67,359	70	\$110,378	\$135,017
	21	\$44,595	\$69,233	71	\$111,487	\$136,125
	22	\$46,442	\$71,080	72	\$112,596	\$137,234
	23	\$48,266	\$72,905	73	\$113,705	\$138,343
	24	\$50,066	\$74,704	74	\$114,814	\$139,452
	25	\$51,838	\$76,476	75	\$115,921	\$140,559
	26	\$53,588	\$78,226	76	\$117,030	\$141,668
	27	\$55,057	\$79,695	77	\$118,139	\$142,778
	28	\$57,013	\$81,651	78	\$119,249	\$143,887
	29	\$58,683	\$83,322	79	\$120,356	\$144,995
	30	\$60,338	\$84,977	80	\$121,465	\$146,103
	31	\$61,965	\$86,604	81	\$122,574	\$147,213
	32	\$63,566	\$88,204	82	\$123,684	\$148,322
	33	\$65,143	\$89,782	83	\$124,791	\$149,430
	34	\$66,695	\$91,333	84	\$125,901	\$150,539
	35	\$68,222	\$92,860	85	\$127,010	\$151,649

Anexo 12:

- Costos por honorarios profesionales del grupo evaluador para Acreditación EMA.



entidad mexicana de acreditación, a. c.

Vigentes a partir del 01 de enero de 2017

ANEXO B
HONORARIOS PROFESIONALES DEL PERSONAL DEL
PADRÓN NACIONAL DE EVALUADORES EN SERVICIOS PRESTADOS POR LA
entidad mexicana de acreditación, a. c.


Los costos por honorarios del grupo evaluador se determinan de acuerdo al alcance de la evaluación, personal involucrado en la evaluación y días evaluación.

Estos costos deben ser cubiertos por el solicitante y en ningún caso debe pagarlos directamente al grupo evaluador, la entidad le emitirá la factura correspondiente al pago que realice de acuerdo a la cotización que le será proporcionada.

DESCRIPCIÓN	Tarifas Honorarios Profesionales (M.N.)					
	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	6 días
Evaluador Líder Técnico	2,239	4,477	6,716	8,955	11,194	13,432
Evaluador Líder	1,679	3,358	5,036	6,715	8,394	10,073
Evaluador Técnico	1,343	2,686	4,029	5,372	6,715	8,058
Evaluador Técnico Esp.	5,224	10,449	15,673	20,898	26,122	31,346
Evaluador	1,119	2,238	3,357	4,475	5,594	6,713
Experto Técnico Esp.	3,732	7,463	11,195	14,926	18,658	22,389
Experto Técnico	1,193	2,386	3,580	4,773	5,966	7,159
Experto CENAM	5,057	10,114	15,171	20,228	25,285	30,342

Anexo 13:

- Costos por viáticos profesionales del grupo evaluador para Acreditación EMA.



entidad mexicana de acreditación, a. c.

Vigentes a partir del 01 de enero de 2017


ANEXO C
VIÁTICOS PARA GASTOS DEL PERSONAL DEL
PADRÓN NACIONAL DE EVALUADORES EN SERVICIOS PRESTADOS POR LA
entidad mexicana de acreditación, a. c.

El costo de viáticos del grupo evaluador debe realizarse únicamente con base en las tarifas de viáticos autorizadas por la entidad mexicana de acreditación, a. c.

TABLA DE TARIFAS Y VIÁTICOS A EVALUADORES					
ZONA	ZONA PARTIENDO DE LA CIUDAD BASE	TARIFAS DE VIÁTICOS POR PERSONA (M.N.)			
		1 DÍA	2 DÍAS	3 DÍAS	4 DÍAS
ZONA 0	AREA DE RESIDENCIA	573	1147	1720	2293
ZONA 1	30 Km EN ADELANTE	1012	2025	6922	9871
DETALLE DE CONCEPTOS QUE INCLUYE LA TABLA DE TARIFAS Y VIÁTICOS A EVALUADORES					
		ZONA 0 - AREA DE RESIDENCIA (0-30 km)			
		1 DÍA	2 DÍAS	3 DÍAS	4 DÍAS
	COMIDA	212	212	212	212
	TAXIS	362	362	362	362
	TOTAL	574	574	574	574
	ACUMULADO	574	1,148	1,722	2,296
		ZONA 1 (30 km EN ADELANTE)			
		DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4
	DESAYUNO	0	170	170	170
	COMIDA	212	212	212	212
	CENA	170	170	170	170
	HOTEL *	0	1809	1809	1809
	TAXIS (incluye aeropuertos / terminales)	660	660	660	660
	TOTAL	1,042	3,022	3,022	3,022
	ACUMULADO	1,042	4,064	7,086	10,108
* EN CASO DE TRATARSE DE ZONA FRONTERIZA O TURÍSTICA, LA TARIFA MÁXIMA APLICABLE ES DE \$2,170 PESOS POR NOCHE.					

Anexo 14:

- Costos por adicionales en acciones correctivas para Acreditación EMA.

	<u>entidad mexicana de acreditación, a. c.</u>
	Vigentes a partir del 01 de enero de 2017
ANEXO D REVISIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS	
Para el cobro de la revisión de acciones correctivas se cobrará un porcentaje de acuerdo a la siguiente tabla y al número de no conformidades indicadas en el Informe de evaluación en sitio y/o seguimiento:	
Número de no conformidades detectadas en la evaluación en sitio	Porcentaje (suma costo base de la acreditación más el diferencial de los métodos o procedimientos)
de 1 a 3	15%
de 4 a 6	18%
de 7 a 9	21%
de 10 a 15	25%
de 16 en adelante	30%
IMPORTANTE. La revisión de acciones correctivas puede realizarse hasta en tres ocasiones, en cada revisión el costo corresponderá a lo indicado en este anexo, además honorarios y viáticos (cuando aplique).	