

Propuesta de creación de división de análisis de falla de la compañía American Tubular
Services SAS (ATS)

Luis Enrique Páez Ortíz

Trabajo de grado (modalidad: práctica empresarial) para optar al título de Ingeniero
Metalúrgico

Directora

Sandra Judith García Vergara
PhD. en Ingeniería y Ciencia de la Corrosión

Codirector

Luis David Martínez Ruíz
Ingeniero de Petróleos

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físicoquímicas
Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales
Bucaramanga

2020

Tabla de contenido

Tabla de contenido	4
Introducción	10
1. Objetivos	11
1.1. Objetivo general.....	11
1.2. Objetivos específicos	11
2. Cuerpo del trabajo	12
2.1. Marco Referencia.....	12
2.2. Marco Teórico.....	12
2.2.1. Análisis de falla.....	12
2.2.2. Estudio de mercado.....	14
2.2.3. Estudio técnico.....	15
2.2.4. Estudio financiero.....	15
2.2.5. Evaluación económica.....	15
2.3. Método	16
2.3.1. Fases del proyecto.....	17
2.3.2. Necesidades y fuentes de información.....	18
2.4. Resultados y discusiones.....	18
2.4.1. Lista de servicios de ATS.....	18
2.4.2. Estudio de mercado.....	20
2.4.3. Estudio técnico.....	25
2.4.4. Estudio financiero.....	32

2.4.5. Evaluación económica.....	35
2.5. Modelo CANVAS.....	36
4. Conclusiones	38
5. Recomendaciones.....	39
bibliografía	40

Lista de Tablas

Tabla 1: Clientes potenciales de ATS para ofrecer el servicio de análisis de falla en la industria de hidrocarburos.....	21
Tabla 2: Personas encuestadas con sus respectivas respuestas.....	22
Tabla 3: Cotización de servicios de equipos para laboratorio de análisis de falla.....	24
Tabla 4: Cotización de servicios de ensayos ofrecidos por la UIS. Todos los servicios ofrecidos por la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales a excepción de simulación que es ofrecida por la Escuela de Ingeniería Mecánica y ensayo de impacto ofrecida por la Escuela de Ingeniería Civil.....	25
Tabla 5: Evaluación de localización óptima del proyecto.....	26
Tabla 6: Condiciones iniciales con las cuales se evaluó el proyecto.....	32
Tabla 7: Resumen de estudio financiero Dentro del marco del del actual proyecto.....	32
Tabla 8: Balance de flujo de caja libre del proyecto a 5 años con un crecimiento del 5% anual.	33
Tabla 9: Business Model Canvas para el proyecto.....	37

Lista de Figuras

Figura 1: Preguntas que se deben formular al realizar un análisis de falla.....	
Figura 2: Principales actividades del proyecto actual.....	
Figura 3: Naturaleza de entidades que prestan el servicio de análisis de falla en Colombia.....	23
Figura 4: Distribución de instituciones que prestan el servicio de análisis de falla en Colombia.....	23
Figura 5: Proceso para realizar un análisis de falla de acuerdo con la ASM.....	29
Figura 6: Esquema organizacional de ATS.	31
Figura 7: Comparación de costos de servicios entre adquirir equipos y tercerizar servicios.	36

Resumen

TITULO: PROPUESTA DE CREACIÓN DE DIVISIÓN DE ANÁLISIS DE FALLA DE LA COMPAÑÍA AMERICAN TUBULAR SERVICES SAS (ATS)*

AUTOR: LUIS ENRIQUE PAEZ ORTIZ**

PALABRAS CLAVE: análisis financiero, modelo de negocio, evaluación de proyecto

DESCRIPCION: Este trabajo da cuenta de una propuesta ejecutada en el marco de una práctica empresarial en la compañía American Tubular Services ATS. La propuesta tuvo como objetivo fundamental evaluar la viabilidad de la creación de un departamento de análisis de falla, con el fin de entregar un reporte resumen de la propuesta para implementar un nuevo servicio dentro de dicha compañía, para lo cual se revisaron los servicios existentes en la empresa, y los requerimientos mínimos para ofrecer el servicio de análisis de falla, además, se realizó un estudio de mercado, técnico, financiero y una evaluación económica. La propuesta se llevó a cabo en tres etapas, la primera, enfatizó el reconocimiento de la empresa en el sector industrial, metodologías para implementación de nuevos servicios y productos que ofrecía en ese momento la empresa; la segunda, la identificación del mercado y el reconocimiento de las empresas posibles empresas aliadas con sus respectivos servicios; y la tercera, la realización de un modelo de negocio. Este proyecto permitió obtener un estudio de mercado, técnico, financiero y económico con resultados favorables para la empresa ATS, dónde se reconoce la viabilidad del proyecto y se plantea por medio de un modelo CANVAS el resumen del modelo de negociación. La propuesta fue acogida de manera positiva por parte de la empresa ATS.

* Proyecto de grado (modalidad: práctica empresarial)

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.

Director: PhD. en Ingeniería y Ciencia de la Corrosión Sandra Judith García Vergara.

Codirector: Ingeniero de Petróleos Luis David Martínez Ruíz

Summary

TITLE: PROPOSAL FOR THE CREATION OF FAILURE ANALYSIS DIVISION OF THE AMERICAN TUBULAR SERVICES SAS (ATS) *

AUTHOR: LUIS ENRIQUE PAEZ ORTIZ**

KEYWORDS: financial analysis, business model, project evaluation

DESCRIPTION: This paper gives an account of a proposal executed within the framework of a business practice in the company American Tubular Services ATS. The purpose of the proposal was to evaluate the feasibility of creating a fault analysis department, in order to deliver a summary report of the proposal to implement a new service within that company, for which the existing services were reviewed in the company, and the minimum requirements to offer the fault analysis service, in addition, a market, technical, financial study and an economic evaluation was carried out. The proposal was carried out in three stages, the first one, emphasizing the recognition of the company in the industrial sector, methodologies for the implementation of new services and products offered at that time by the company; the second, the identification of the market and the recognition of the possible companies allied companies with their respective services; and the third, the realization of a business model. This project allowed to obtain a market, technical, financial and economic study with favorable results for the ATS company, where the viability of the project is recognized and the summary of the negotiation model is presented through a CANVAS model. The proposal was received positively by the ATS company.

* Degree project (modality: business practice)

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.

Director: PhD in Corrosion Engineering and Science Sandra Judith García Vergara.

Co-director: Petroleum Engineer Luis David Martínez Ruíz

Introducción

La empresa ATS – American Tubular Services SAS es una compañía prestadora de servicios de inspección y reparación de tubulares y equipos de levante usados en la industria de hidrocarburos. (ATS - American Tubular Services, 2019)

Las constantes quejas que presentan los aliados de ATS en campo a los cuales se les presta el servicio de inspección no destructiva (NDT), hace que la empresa busque alternativas para asegurar la calidad de sus servicios. El análisis de las quejas deja claro que parte de la problemática es que no está bien establecida la razón de la falla de las piezas y que hasta el momento se atribuye solamente a una inspección no eficiente por parte de ATS, sin considerar aspectos como la manufactura, tratamientos térmicos, condiciones de servicio, etc.

Para dar solución, fue planteada la idea de contratar personal capacitado en análisis de falla. Debido a que la empresa ATS carece de una project management office (PMO), y que la disponibilidad de personal para realizar un modelo de negocio para este nuevo servicio se delega al estudiante Luis Enrique Páez la presentación de una propuesta de creación de una división de análisis de falla como trabajo de grado y práctica empresarial. (UIS | Universidad Industrial de Santander, 2008)

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Plantear una propuesta para la creación de la división de análisis de falla de la empresa American Tubular Services SAS (ATS).

1.2. Objetivos Específicos

1. Revisar los servicios que actualmente presta la empresa American Tubular Services SAS (ATS).
2. Identificar los requerimientos mínimos para que en la empresa se pueda establecer la división de análisis de falla.
3. Realizar un estudio de mercado para identificar costos y servicios de los competidores en servicio de análisis de falla.

2. Cuerpo del Trabajo

2.1. Marco Referencia

Los alcances de este libro son la presentación de un informe con el cual se contextualice al lector con los conceptos necesarios para que pueda entender el contenido de la presente lectura, mostrar los resultados obtenidos durante los meses que duró la investigación, ofrecer las respectivas conclusiones de los resultados obtenidos y presentar las recomendaciones que el autor creyó pertinentes dar la a compañía ATS como retroalimentación.

2.2. Marco Teórico

Para llevar a cabo el presente libro se hizo una recolección bibliográfica. El primer libro consultado fue el ASM Handbook V.11: Failure Analysis and Prevention para definir el concepto de análisis de falla y el procedimiento general que sugiere la American Society of Materials (ASM) para llevar a cabo este tipo de estudios. (ASM International, 2002) Ahora bien, para el apartado de planeación de proyectos, el segundo libro utilizado fue la séptima edición de Evaluación de Proyectos de Gabriel Baca Urbina donde se utilizaron los capítulos de, elementos conceptuales y preparación de la evaluación; estudio de mercado, técnico y económico, y evaluación económica. (Baca Urbina, 2013)

2.2.1. Análisis de falla. El análisis de falla es un estudio para determinar la causa primaria de falla de un componente o pieza metálica y, basado en aquella determinación, tomar acciones correctivas para prevenir fallas similares. Las causas de falla den ser evaluadas y requieren de las competencias de varios campos de la ciencia y la ingeniería. Este tipo de estudios se divide en varias etapas como: (ASM International, 2002)

- a. Toma de muestras y elaboración de la trayectoria de esta.
- b. Examen preliminar de falla, inspección visual y registro fotográfico.

- c. Ensayos no destructivos.
- d. Ensayos destructivos.
- e. Identificación, selección, preservación y limpieza de muestras.
- f. Estudio fractografico y análisis de la pieza.
- g. Análisis microscópico.
- h. Selección y preparación metalográficas.
- i. Análisis de muestras metalográficas.
- j. Determinación de mecanismos de falla.
- k. Análisis químico.
- l. Análisis de mecánica de fractura.
- m. Simulación computacional bajo condiciones de operación.
- n. Análisis de todas las evidencias, formulación de conclusiones, generación de recomendaciones y elaboración del reporte.

Es importante dedicar el tiempo adecuado a todos los pasos ya que cada una de aquellas etapas pueden contener información valiosa al momento de analizar las evidencias.

Es vista de que las características técnicas y las condiciones a las que este ha sido expuesto el material son de vital importancia para el análisis de falla, es necesario plantearse las preguntas expuestas en la figura 1 antes de empezar realizar el correspondiente análisis para cada caso de estudio. (ASM International, 2002)

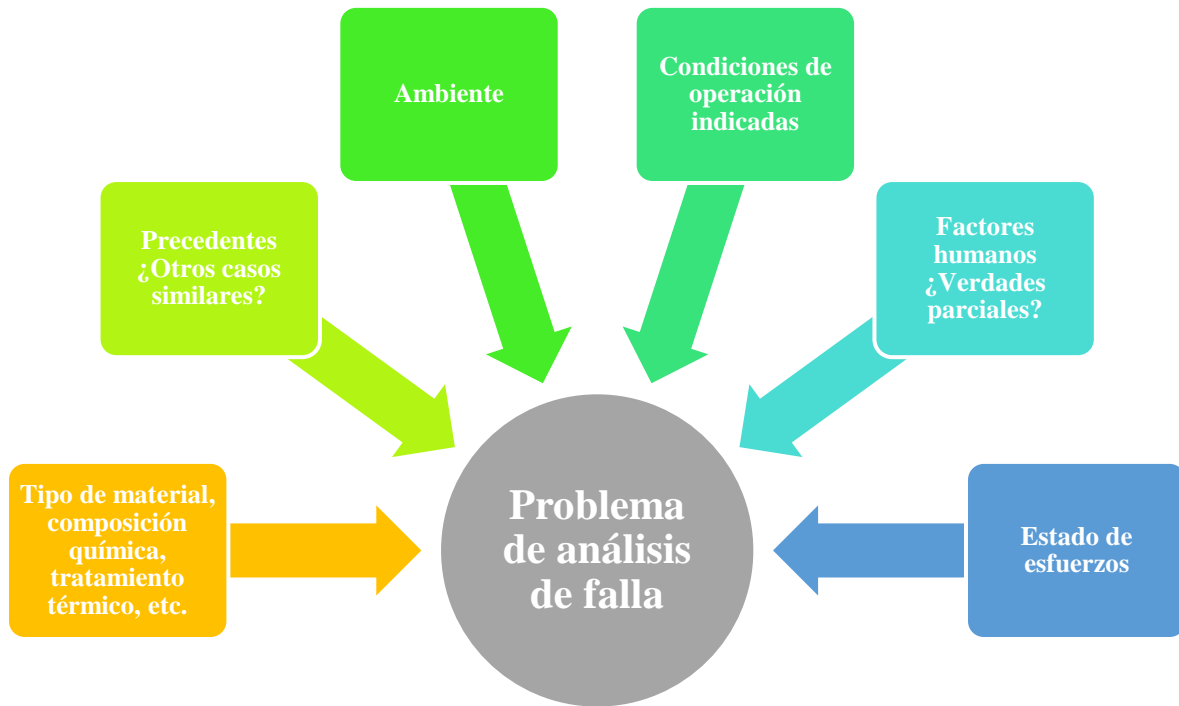


Figura 1: Preguntas que se deben formular al realizar un análisis de falla.

2.2.2. **Estudio de mercado.** La investigación de mercados es un estudio que se realiza para recopilar información encaminada a apoyar la toma de decisiones en el marco referencial de un proyecto, este estudio está dirigido a determinar si las condiciones del mercado son un impedimento para la realización del proyecto. Una investigación de mercado debe contar con las siguientes características: (Baca Urbina, 2013)

- a. recopilación de información sistemática,
- b. recopilación de datos debe ser objetiva y no subjetiva,
- c. los datos recopilados encaminados a ser información útil y
- d. los datos recopilados deben servir como base para la toma de decisiones.

El estudio de mercado realizado en este proyecto consta de las siguientes etapas:

- a. análisis de oferta,

- b. análisis de demanda,
- c. análisis de precios y
- d. análisis de comercialización.

2.2.3. **Estudio técnico.** El objetivo de un estudio técnico es resolver preguntas del tipo a cómo, cuándo, cuánto, dónde y con qué producir el servicio producto que se desea ofrecer. (Baca Urbina, 2013) El estudio técnico de este proyecto consta de las siguientes etapas:

- a. análisis y determinación de la localización óptima del proyecto;
- b. análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto;
- c. análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos;
- d. identificación y descripción del proceso, y
- e. determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto.

2.2.4. **Estudio financiero.** El estudio económico/financiero busca establecer el monto económico necesario para realizar el proyecto con base en el estudio de mercados y el estudio técnico/operacional. (Baca Urbina, 2013)

2.2.5. **Evaluación económica.** Se considera la etapa de evaluación de proyectos donde se toma el valor del dinero a través del tiempo, se limita su aplicación y se utilizan elementos contables de evaluación para demostrar la aplicación práctica del dinero a la entidad o empresa destinados. Los principales métodos contables para evaluación de proyectos son:

- a. el valor presente neto (VPN),
- b. la tasa interna de retorno (TIR),
- c. el periodo de recuperación de la inversión (PRI) y
- d. el punto de equilibrio.

De los cuales, VPN y TIR, son las más relevantes debido. El VPN indica cuánto dinero en valor actual generará el proyecto hacia la empresa en un periodo de tiempo establecido, si el VPN es mayor a cero el proyecto es viable. La TIR indica cuál rentable es el proyecto, esto evaluándose a partir de la tasa de oportunidad (TO), que es una variable macroeconómica que, en este caso, se calcula de acuerdo con el sector industrial en el que se ejecutará el proyecto y de índices económicos mundiales, si la TIR es mayor a la TO el proyecto resulta rentable.

Por otro lado, se tiene la PRI y el punto de equilibrio que indican en cuanto tiempo se recupera la inversión inicial y cuantas unidades del servicio deben ser vendidas en un año respectivamente. (Baca Urbina, 2013)

Esta etapa es la más relevante en la evaluación de este trabajo ya que la rentabilidad económica será el criterio con el cual se decida si se implementará este servicio nuevo dentro de la empresa.

2.3. Método

Este proyecto fue hecho bajo la modalidad de práctica empresarial, el cual busca establecer una experiencia entre el estudiante y la comunidad empresarial, entrando en contacto con la realidad industrial a nivel regional y nacional en áreas propias de la ingeniería metalúrgica, con el fin de fortalecer las aptitudes personales y profesionales del estudiante. (UIS | Universidad Industrial de Santander, 2007)

2.3.1. **Fases del proyecto.** Para la realización del presente proyecto se plantearon actividades descritas en la figura 2 para una duración total de cuatro (4) meses. Durante cada etapa se realizó un proceso de revisión de las tareas hechas con el fin de complementar cada uno de los pasos anteriores.

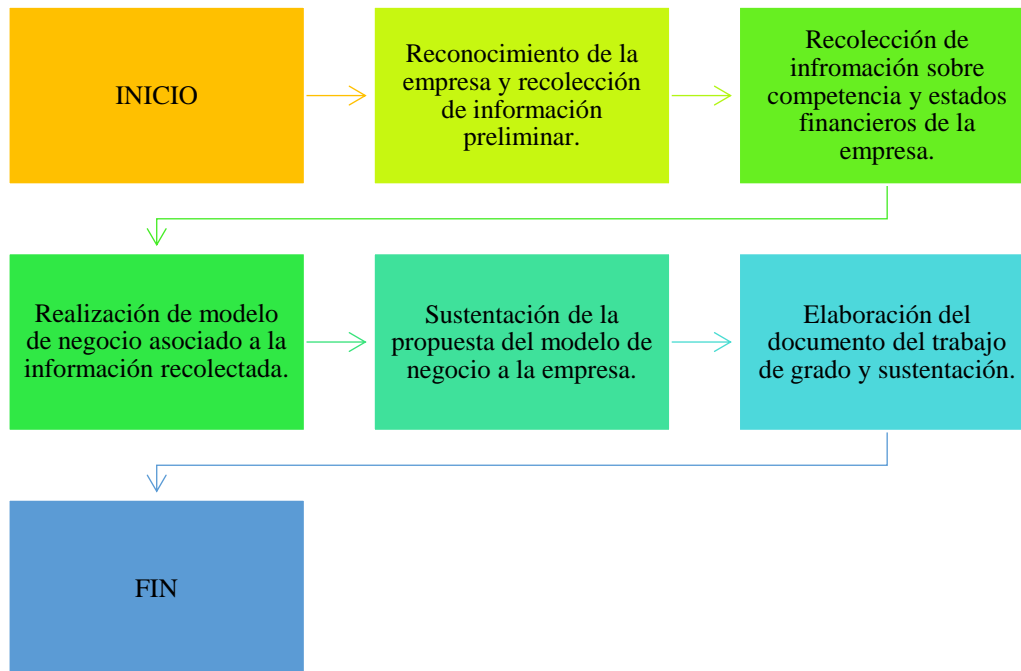


Figura 2: Principales actividades del proyecto actual.

Mes 1: Reconocimiento de la empresa y recolección de información preliminar.

Actividad 1: Identificación y reconocimiento de competencia, aliados y público objetivo.

Mes 2: Recolección de información sobre competencia y estados financieros de la empresa.

Actividad 1: Investigación, identificación y recolección bibliográfica para creación de banco de datos.

Actividad 2: Elaboración del modelo CANVAS.

Actividad 3: Elaboración de estudio de mercado.

Actividad 4: Análisis financiero de la empresa.

Actividad 5: Retroalimentación y corrección de informe de resultados.

Mes 3: Realización de modelo de negocio asociado a la información recopilada.

Actividad 1: Investigación, identificación y recolección bibliográfica para la creación de banco de datos.

Actividad 2: Elaboración del lienzo de modelo de negocios.

Actividad 3: Elaboración de estudio de mercado.

Actividad 4: Análisis financiero de la empresa.

Actividad 5: Retroalimentación y corrección del informe de resultados.

Mes 4: Sustentación de la propuesta del modelo de negocio.

Actividad 1: Redactar respectiva documentación del plan de negocio.

Actividad 2: Finalización del libro de tesis de grado.

2.3.2. **Necesidades y fuentes de información.** Debido a la naturaleza del producto se realizó un análisis para recopilar información tanto de fuentes principales como secundarias. Se identifica que las fuentes secundarias en el área de análisis de falla son de carácter confidencial.

De acuerdo con lo anterior, la información recolectada parte de fuentes primarias y se utiliza el método de bola de nieve, debido a que la información en este campo es de carácter confidencial.

Adicionalmente, se utilizaron fuentes secundarias para identificar instituciones que ofrecen servicios de análisis de falla y caracterización de materiales ya que estos se encuentran en el portafolio de productos y servicios de las empresas consultadas.

2.4. Resultados y discusiones.

2.4.1. **Lista de servicios de ATS.** Acorde al portafolio de servicios la empresa presenta los productos enumerados a continuación:

Servicio de inspección:

1. Inspección de tubulares como *drill pipe*, elementos de BHA, *casing*, *tubing* y *line pipe*.
2. Equipos de manejo y levante, varillas y rig's según normas ASNT, API y TH-HILL.

Aseguramiento de calidad en la Sarta de Perforación y BHA:

1. Inventarios y control de cantidades contractuales de Tubería, Htas de BHA, Htas de Manejo y levante, entre otras.
2. Elaboración *tally* de tubería.
3. Diagramación, dimensionamiento y arme de BHA's de acuerdo con programa.
4. Supervisión e inspección visual de viajes.
5. Suministro de propiedades, limites, etc; durante los eventos de pega.
6. Control de pies perforados y horas de trabajo de las herramientas.
7. Control de frecuencias de inspección.

Aseguramiento de calidad en Revestimientos y Tuberías de Producción:

1. Inventarios y control de cantidades.
2. Elaboración de *tally* CSG, incluye propiedades del RVT.
3. Elaboración de diagrama y *tally* para corrida de completamientos.
4. Supervisión a la inspección de estos.
5. Verificación y chequeo de los equipos de flotación, centralizadores y accesorios.
6. Verificaciones y pruebas funcionales de las htas de corrida de CSG y TBG.
7. Supervisión y presencia permanente durante la corrida del revestimiento y tubería de producción.

Aseguramiento de calidad en Evitar Fallas relacionadas con la fabricación:

1. Revisión de procedimientos y verificación de estándares aplicados.
2. Monitoreo de pruebas a los materiales: análisis químicos y pruebas mecánicas.

3. Monitoreo a equipos y calibraciones.
4. Monitoreo al personal de inspección y procedimientos aplicables.
5. Selección adecuada del material.
6. Servicio de *machine shop* en conexiones rotarias API y roscas premium.

Wellhead: Las fugas en el campo magnético generado permiten detectar los defectos incluso a una distancia de 30 Ft y son analizados mediante unos transmisores. (ATS - American Tubular Services, 2019)

De lo anterior, se observa que no se ofrece dentro de la compañía el servicio de análisis de falla.

2.4.2. **Estudio de mercado.** Definición y clasificación del producto: Para definir el producto se tuvo en cuenta la definición de análisis de falla anteriormente mencionada y, de la mano con el gerente general de ATS, se decidió que la propuesta de valor del nuevo producto será “Nuestros análisis profesionales ayudan a las compañías que quieren identificar las causas de falla técnicas para reducir problemas futuros y aumentar la productividad de los procesos.”

El servicio se clasifica como un producto que se adquiere por especialidad y no buscado.

Determinación de oferta y demanda: Para determinar la oferta y la demanda se inició haciendo un reconocimiento del mercado de las empresas que existen dentro de la industria de los hidrocarburos, lo anterior debió a la naturaleza industrial de ATS. (ATS - American Tubular Services, 2019) Los datos identificados de aquella investigación se expresan a continuación la tabla 1 donde, de igual modo, se identifica parte de los principales clientes potenciales existentes en Colombia para la división de análisis de falla en ATS.

Tabla 1: *Clientes potenciales de ATS para ofrecer el servicio de análisis de falla en la industria de hidrocarburos.*

PRODUCTORAS PERFORADORAS TRANSPORTADORAS

Ecopetrol	MarenFox	Ocensa
ConocoPhillips	Independence	Oleoducto de Colombia
OXY	Tuscany	Bicentenario
Mansarova Energy	Estrella	ODL
Frontera Energy	Petro Works	Cenit
Vetra	Pioneer	
Canacol Energy	HP	
Hocol		
Aspect Holdings		
Captiva Resources		
Hunt Overseas		
Noble Energy		
Parex		

Ahora bien, debido a lo dicho en las necesidades y fuentes de información, no es posible determinar la oferta del mercado porque la información en el nicho de mercado que se busca es de carácter confidencial.

Por su parte, para calcular la demanda se decidió hacer una encuesta a profesionales que trabajan o trabajaron en el área de análisis de falla, esta encuesta se hizo a partir del método de bola de nieve. De igual manera, se realizaron otras encuestas al personal que trabaja directamente en pozos dentro de la empresa ATS y con un mínimo de experiencia de 5 años en el campo de la inspección no destructiva (NDT) en el sector de hidrocarburos.

Las preguntas realizadas a los profesionales especializados en el área de análisis de falla fueron las siguientes:

1. ¿Cuántos análisis de falla realiza usted por año?
2. ¿Cuánto tiempo le toma a usted realizar un análisis de falla?

3. ¿Qué industria, acorde a su criterio, realiza más análisis de falla en Colombia?

La pregunta realizada a los empleados de ATS fue:

1. En promedio ¿Cuántas fallas, que requieran una investigación para esclarecer causas, ha visto durante su trayectoria como inspector en el periodo de un año?

Los resultados obtenidos se las encuestas se pueden observar en la tabla 2.

Tabla 2: *Personas encuestadas con sus respectivas respuestas.*

PROFESIONALES			
ENTREVISTADOS	ANÁLISIS POR AÑO	TIEMPO DE DURACIÓN POR ANÁLISIS [meses]	INDUTRIA QUE PIDE MÁS ANÁLISIS EN COLOMBIA
1	12	1	HIDROCARBUROS
2	20	2	HIDROCARBUROS
PROMEDIO	16	1,5	HIDROCARBUROS
EMPLEADOS ATS			
ENTREVISTADOS	FALLAS VISTAS DURANTATE SU TRAYECTORIA QUE REQUIERAN INVESTIGACIÓN [fallas/años]		
1	0,4		
2	4		
3	12		
PROMEDIO	5,5		

Reconocimiento del ambiente: También se decidió estudiar la competencia directa que tendría la empresa si decide incursionar en este modelo de negocio. Se evidencia que las universidades nacionales que prestan el servicio de análisis de falla también prestan los servicios de caracterización de materiales, los cuales son necesarios en el momento de tener las pruebas con las cuales se soportarán los estudios. Para observar donde se encontraría una alta competencia, se consultó las páginas web de 18 instituciones que se componen de universidades nacionales y empresas internacionales y nacionales que prestan el servicio dentro de Colombia como lo muestra en la figura 3.

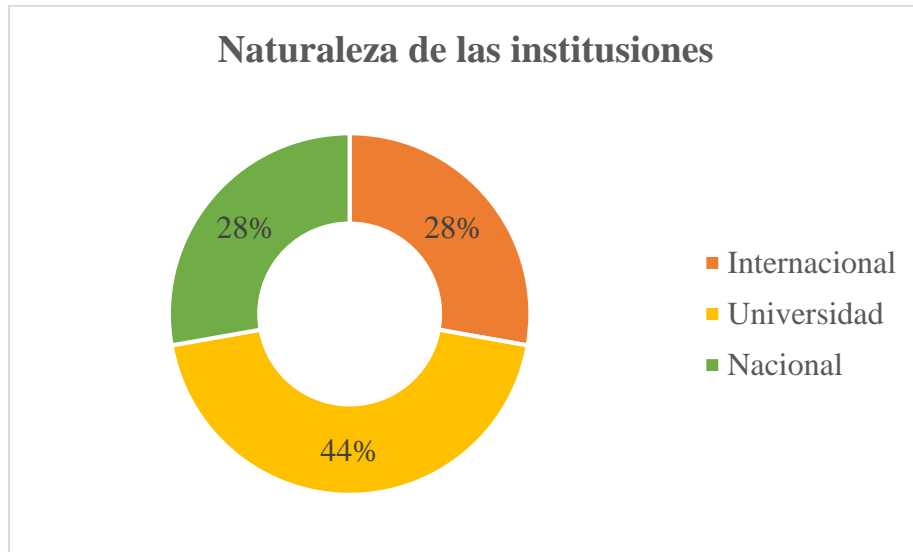


Figura 3: Naturaleza de entidades que prestan el servicio de análisis de falla en Colombia.

Por su parte, la figura 4 presenta la distribución la distribución porcentual de la presencia en el país de las instituciones que prestan el servicio de análisis de falla y su ubicación geográfica dentro de Colombia.

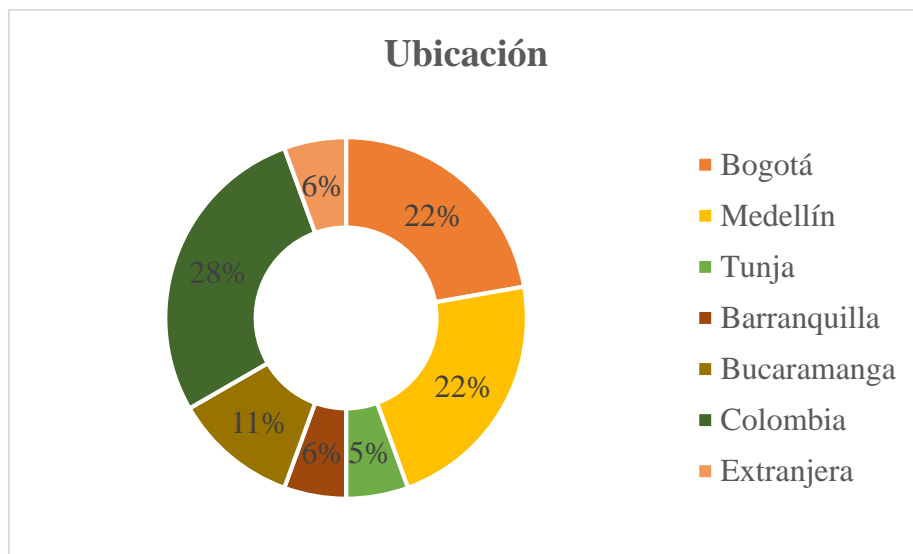


Figura 4: Distribución de instituciones que prestan el servicio de análisis de falla en Colombia.

Precio del producto: Para determinar el precio mínimo del producto se le solicita a la empresa Qualitest North America una cotización de los equipos indicados en la tabla 3. (Qualitest North America, 2019)

Tabla 3: *Cotización de servicios de equipos para laboratorio de análisis de falla.*

COTIZACIÓN (1USD=3200COP)		
CONCEPTO	USD	COP
DUROMETRO UNIVERSAL	\$ 14.950	\$ 47.840.000
CORTADORA ABRASIVA	\$ 7.350	\$ 23.520.000
PRENSA DE MONTURA HIDRAULICA	\$ 4.520	\$ 14.464.000
PULIDORA PARA MUESTRAS METALURGICAS	\$ 3.160	\$ 10.112.000
MICROSCOPIO + SOFTWARE	\$ 22.420	\$ 71.744.000
SEM	\$ 259.569	\$ 830.620.000
UTM	\$ 110.150	\$ 352.480.000
OES	\$ 68.550	\$ 219.360.000
TOTAL	\$ 490.669	\$ 1.570.140.000

También, se decidió ir a la oficina de extensión de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales y a la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander (UIS) a consultar los precios en los servicios de caracterización necesarios para realizar un análisis de falla. Esto precios consultados en la UIS se evidencia en la tabla 4.

Tabla 4: Cotización de servicios de ensayos ofrecidos por la UIS. Todos los servicios ofrecidos por la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales a excepción de simulación que es ofrecida por la Escuela de Ingeniería Mecánica y ensayo de impacto ofrecida por la Escuela de Ingeniería Civil.

COTIZACIÓN (1USD=3200COP)		
CONCEPTO	USD	COP
DUREZA	\$ 25	\$ 80.000
METALOGRAFÍA	\$ 69	\$ 220.000
OES	\$ 38	\$ 120.000
SEM	\$ 94	\$ 300.000
SIMULACIÓN (Mecánica)	\$ 1.000	\$ 3.200.000
TRACCIÓN	\$ 25	\$ 80.000
COMPRESIÓN	\$ 25	\$ 80.000
IMPACTO (Civil)	\$ 25	\$ 80.000
TOTAL	\$ 1.300	\$ 4.160.000

2.4.3. Estudio técnico. Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto:

Para escoger la localización óptima del proyecto se identifican las bases que posee ATS en el país (Bogotá, Barrancabermeja, Acacias y Arauca) y se les asigna un valor porcentual a diferentes criterios por medio de una escala de 0 a 10. Es decir, si el criterio uno posee un valor del 30% y Bogotá recibe una calificación de 5 en la escala de 0 a 10, entonces, el valor correspondiente de Bogotá en el criterio uno sería de 1,5. Si la calificación de Bogotá en las condiciones descritas anteriormente fuera de 10, el valor en el criterio uno sería de 3.

Con base en la forma de trabajo anterior se denotan los siguientes criterios con sus respectivos porcentajes y se procede a evaluar cada ciudad de acuerdo con la tabla 5, dejando a Bogotá en la posición número uno, Acacias de segundo lugar, Barrancabermeja de tercer y Arauca de última.

Tabla 5: *Evaluación de localización óptima del proyecto.*

CRITERIO	PORCENTAJE	BOGOTÁ	BARRANCA	ACACIAS	ARAUCA
Ubicación geográfica (cercanía a otras bases)	30%	1,500	0,900	2,400	0,300
Tamaño de la base	15%	0,900	0,750	1,500	0,750
Facilidades de la ciudad	5%	0,500	0,200	0,050	0,050
Empresas aliadas	15%	1,500	1,200	0,450	0,750
Clientes potenciales	35%	3,500	2,800	3,150	2,450
Índice de desarrollo	5%	0,500	0,400	0,400	0,300
TOTAL		8,400	6,250	7,950	4,600
POSICIÓN		1	3	2	4

Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto: Inicialmente, se recomienda un espacio lo suficientemente grande para establecer la maquinaria a utilizar y adecuar el laboratorio que se necesita para la implementación del proyecto. Al plantearse esta preocupación a la gerencia, ya que ninguna de las bases posee el espacio físico para albergar todos los equipos de laboratorio, la empresa sugiere que no se comprarán equipos de laboratorio hasta que en la práctica se demuestre que el proyecto es viable. Por lo tanto, se establece que se necesita un espacio dentro de la oficina que cumpla con los siguientes requisitos:

2. Escritorio gerencial con cajonera de 3 cajones y biblioteca abierta.
3. Silla ergonómica gerencial.
4. Dos puertos eléctricos de 110 [V] para conexión de computador.
5. Un espacio para almacenar las piezas falladas.

Análisis de la disponibilidad y costo de los suministros e insumos: Se establece por parte de la alta gerencia que no se hará adquisición de equipos hasta que en la práctica se demuestre que el proyecto es rentable. No se plantea una cotización de suministros e insumos en el proyecto ya que casi todos los servicios serán tercerizados.

De la figura 5, que se encuentra más adelante en la identificación y descripción del proceso) en el punto 3, 4, 5 y 14 se expresa por parte de la alta gerencia de ATS la necesidad de un profesional que posea habilidades fotográficas y en operación de software de diseño asistido por computación en tres dimensiones (CAD) y simulación de elementos finitos (FEA).

De acuerdo con lo anterior, se ve la necesidad de adquirir un computador portátil de proveedor fiable que cumpla con las siguientes características técnicas mínimas que exige el software INVENTOR de la compañía Autodesk: (Autodesk, 2019)

- ✓ SO Microsoft Windows 10 de 64 bits o Microsoft Windows 7 SP1 de 64 bits con actualización KB4019990 e Internet Explorer 10 o posterior.
- ✓ CPU 3.3 GHZ o superior, 4 núcleos o más.
- ✓ 24 GB de RAM o superior.
- ✓ 40 GB de ROM disponibles para la instalación del software.
- ✓ Gráficos de 4 GB de GPU con 106 GB/s de ancho de banda y compatible con DirectX 11.
- ✓ Resolución de pantalla 3840 x 2160 (4K).
- ✓ Ratón 3D de 3Dconnexion.
- ✓ Conexión a internet para la instalación web de aplicación de escritorio de Autodesk, la funcionalidad de colaboración de Autodesk, descargas web y acceso a licencias.
- ✓ Instalación local completa de Microsoft Excel 2010, 2013, 2016 o 2019 para iFeatures, iParts, iAssemblies, lista de materiales globales, lista de piezas, tablas de revisiones, diseños vinculados a hojas de cálculo y animación de Studio de representaciones posicionales.

- ✓ Se requiere una versión de Microsoft Office de 64 bits para exportar contenido a los formatos Access 2007, dBase IV, texto y CSV.
- ✓ Google Chrome o equivalente.
- ✓ NET framework versión 407 o posterior. Habilitada la instalación de actualizaciones de Windows.

De igual manera, como se identifica necesaria la habilidad fotográfica del personal y que viajará a campo se hacer una recolección de evidencias, es de vital importancia contar con una cámara que ocupe la menor cantidad de espacio posible, que tenga un alto grado de estabilidad al tomar fotos y que posea una calidad y definición fotográfica como la de un celular Google Pixel 4 o iPhone 11 Pro como mínimo. (CNET, 2019)

Por último, para poder realizar el FEA es necesario adquirir el paquete Product Design & Manufacturing Collection de Autodesk. (Autodesk, 2019) La decisión de adquirir el paquete de Autodesk se tomó porque este resultaba ser el paquete más completo y barato entre softwares similares.

Identificación y descripción del proceso: El proceso planeado, en la figura 5, sigue la metodología sugerida en el ASM Handbook V.11: Failure Analysis and Prevention. (ASM International, 2002)

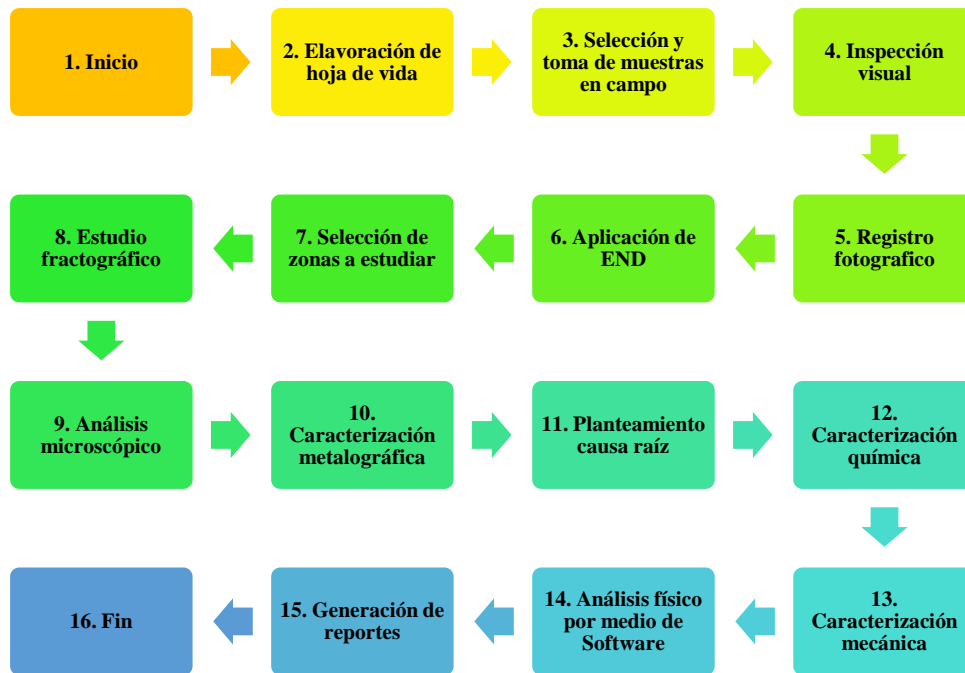


Figura 5: Proceso para realizar un análisis de falla de acuerdo con la ASM.

Determinación de los requerimientos de personal: Se requiere un ingeniero metalúrgico, de materiales o mecánico que cumpla con los siguientes requisitos:

1. Posea experiencia en el campo de análisis de falla.
2. Se usuario avanzado en un software CAD 3D.
3. Se usuario avanzado en un software FEA.
4. Posea habilidades o conocimientos básicos de fotografía.
5. Sepa interpretar metalografías, resultados de los principales ensayos mecánicos en materiales metálicos, fractografías y recopilar información de las diferentes normativas que podría utilizar durante su trabajo.

Actualmente ATS cuenta con la presencia de ocho (8) ingenieros metalúrgicos, un (1) ingeniero mecánico y un (1) ingeniero químico con experiencia en análisis de falla dentro de su nómina.

Del personal actual de la compañía capacitado técnicamente para ocupar el puesto como ingeniero encargado de la división de análisis de falla, ya sea por su formación técnica, ingenieros metalúrgicos y mecánicos, o su experiencia en el área, ingeniero químico, no se puede evaluar competitivamente a ninguno debido a que las hojas de vida suministradas por ATS se encuentran desactualizadas y ninguno de los empleados cuenta con pericia en habilidades CAD 3D y FEA, a excepción del ingeniero mecánico. Ninguno evidencia en sus hojas de vida habilidades fotográfica, y a excepción de ingeniero químico y mecánico todos poseen habilidades para interpretar metalografías y los resultados de diferentes ensayos mecánicas.

Determinación de la organización jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto: La empresa no posee requisitos mínimos para ofrecer un nuevo servicio como el que se plantea. Lo anterior fue expresado por parte de la Gerente HSEQ y el Gerente de Calidad de ATS por medio de llamadas telefónicas.

Así mismo, el Gerente de Calidad de ATS dejó claro que, si el servicio lo llegase a adoptar la empresa de manera oficial, los ingenieros contratados quedarían adscritos en la rama de calidad de la empresa. El esquema organizacional de ATS se puede apreciar en la figura 6.

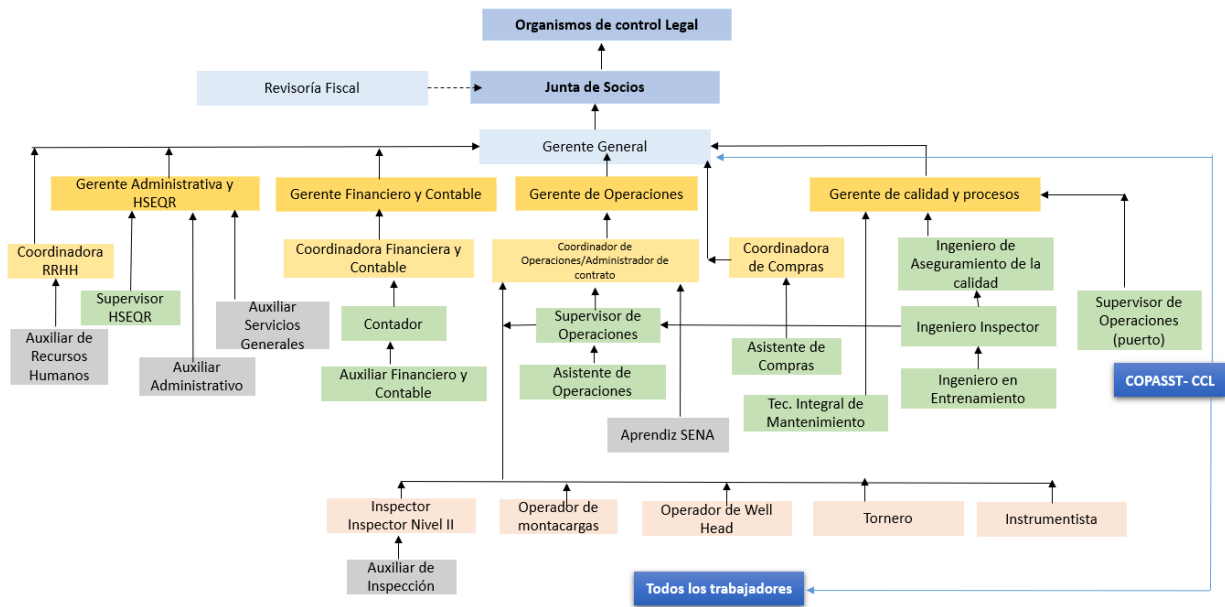


Figura 6: Esquema organizacional de ATS.

2.4.4. **Estudio financiero.** Las condiciones con las cuales se realizó este estudio de mercado se presentan en la tabla 6 donde el precio de producto lo establece el gerente general, ya que él considera que una utilidad unitaria del producto del 41,8% es suficiente para ofrecer el servicio; el número de servicios proyectados por año es un dato obtenido de promediar los análisis de falla que se pueden realizar durante un año natural de la tabla 2 y la opinión del gerente general; el tiempo muerto explica la cantidad de meses que es necesario tener dinero de reserva para suplir las necesidades de la división en caso de que no se prestara ningún servicio durante ese tiempo, este indicador se calcula debido a que el promedio de análisis de falla obtenidos por año en el estudio de mercado fue menor que los servicios proyectados por año, y, por último, el salario que recibirá el encargado de dirigir el departamento, este último valor fue sugerido por el gerente general.

Tabla 6: Condiciones iniciales con las cuales se evaluó el proyecto.

CONDICIONES INICIALES			
Precio del producto [COP]	Servicios proyectados por año	Tiempo muerto [meses]	Salario encargado [COP]
\$ 12.000.000	15	3	\$ 2.500.000

Ahora bien, en la tabla 7 se encuentra el resumen del estudio financiero. Esta tabla indica la inversión total para poder iniciar el proyecto, el valor anual que le costará a la empresa mantener el departamento y los costos básicos que le cuesta a la empresa vender un servicio de análisis de falla acorde al presente proyecto.

Tabla 7: *Resumen de estudio financiero Dentro del marco del del actual proyecto.*

RESUMEN ESTUDIO FINANCIERO [COP]		
Inversión total	Costo total anual	Costo total por unidad vendida
\$ 37.397.245	\$ 104.750.981	\$ 6.983.399

Por último, en la tabla 8 se ve el balance de flujo de caja efectivo que se tuvo en cuenta para realizar la evaluación económica.

Tabla 8: Balance de flujo de caja libre del proyecto a 5 años con un crecimiento del 5% anual.

	Año	Año	Año	Año	Año	Año
	0	1	2	3	4	5
Ingresos operacionales		\$ 165.000.000	\$ 173.250.000	\$ 181.912.500	\$ 191.008.125	\$ 200.558.531
Recuperación de Cartera		\$ -	\$ 15.000.000	\$ 15.750.000	\$ 16.537.500	\$ 17.364.375
Total, de Ingresos Operacionales		\$ 165.000.000	\$ 188.250.000	\$ 197.662.500	\$ 207.545.625	\$ 217.922.906
Pagos de Costos						
Pago de Materia Prima		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Pago de Mano de Obra Directa		\$ 51.987.900	\$ 51.987.900	\$ 51.987.900	\$ 51.987.900	\$ 51.987.900
Pago Costos Indirectos Fijos		\$ 47.674.271	\$ 47.674.271	\$ 47.674.271	\$ 47.674.271	\$ 47.674.271
Depreciaciones		\$ -2.089.800	\$ 2.089.800	\$ -2.089.800	\$ 2.089.800	\$ 2.089.800
Pago Costos Indirectos Variables		\$ 3.360.000	\$ 3.528.000	\$ 3.704.400	\$ 3.889.620	\$ 4.084.101
Total, Pagos de Costos Operacionales		\$ 100.932.371	\$ 101.100.371	\$ 101.276.771	\$ 101.461.991	\$ 101.656.472
FLUJO DE CAJA OPERACIONAL BRUTO		\$ 64.067.629	\$ 87.149.629	\$ 96.385.729	\$ 106.083.634	\$ 116.266.434
Pagos de Gastos						
Pago de Gastos de Administración		\$ 1.728.810	\$ 1.728.810	\$ 1.728.810	\$ 1.728.810	\$ 1.728.810
Amortizaciones		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Depreciaciones		\$ -232.200	\$ -232.200	\$ -232.200	\$ -232.200	\$ -232.200
Pago de Gastos de Ventas		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Pago de Impuestos		\$ -	\$ 24.594.576	\$ 27.497.256	\$ 30.545.070	\$ 33.745.275
Total, Pago de Gastos Operacionales		\$ 1.496.610	\$ 26.091.186	\$ 28.993.866	\$ 32.041.680	\$ 35.241.885
FLUJO DE CAJA OPERACIONAL NETO		\$ 62.571.019	\$ 61.058.443	\$ 67.391.863	\$ 74.041.954	\$ 81.024.549
Inversiones						
Inversión Fija	\$ 11.610.000					
Inversión Diferida	\$ -					
Inversión en Capital de Trabajo	\$ 25.787.245					
Total, de Inversiones	\$ 37.397.245	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO DE CAJA LIBRE	\$ -37.397.245	\$ 62.571.019	\$ 61.058.443	\$ 67.391.863	\$ 74.041.954	\$ 81.024.549

2.4.5. **Evaluación económica.** La Tasa de Oportunidad (TO), se obtiene de ke de la empresa utilizando los valores de la deuda (\$3 596 495 000) y del capital que posee ATS (\$3 681 561 000) (ATS - American Tubular Services SAS, 2019); se utiliza el beta des apalancado para una empresa de servicios dentro de la industria del petróleo y gas en una economía emergente que es igual a 1,03; e indicadores económicos como la rentabilidad del mercado (Rm) de 13,49 y la rentabilidad financiera (Rf) de los Estados Unidos durante el 2018 de 2,28. (Damodaran, 2019)

Los siguientes datos se calcularon por medio de las formulas que ofrece el software Microsoft Excel y los valores utilizados fueron los respectivos flujos de caja libre que se observan en la tabla 8:

1. el VPN para este proyecto se presenta en \$159 614 198,
2. la TIR se obtiene en 167,88%,
3. el PRI indica que el dinero invertido se recuperará en siete (7) meses y,
4. el Punto de Equilibrio indica que es necesario realizar 9 servicio al año.

Como se muestra en la figura 7, comprando los servicios hacia las universidades se encuentra un valor más barato en el momento de ofrecer servicios de análisis de falla. El único servicio que resultaría más barato ofrecer sería el de simulación por elementos finitos, que resulta de igual forma más barato ofrecerlo. Esta comparativa se realiza en condiciones que solo se realizarán 12 servicios al año.

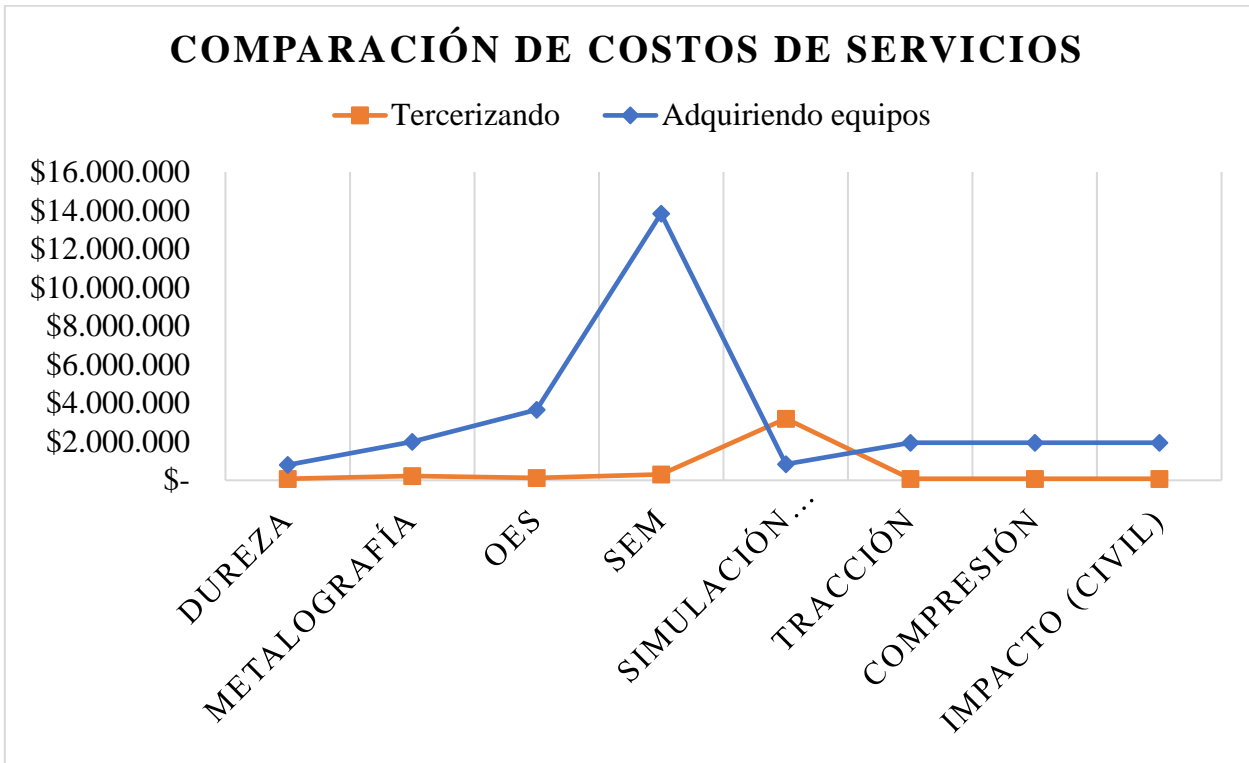


Figura 7: Comparación de costos de servicios entre adquirir equipos y tercerizar servicios.

2.5. Modelo CANVAS.

La tabla 9 muestra el esquema completo del modelo de negocio propuesto para el proyecto de creación de la división de análisis de falla para la compañía ATS. En las actividades claves y fuentes de ingresos se establecen procesos de FEA y CAD ya que al adquirir el software de Autodesk es posible brindar este nuevo servicio.

Tabla 9: *Business Model Canvas para el proyecto.*

BUSINESS MODEL CANVAS

PARTNERS/ PROVEEDORES CLAVE 1. Universidades con laboratorios certificados. 2. Autodesk. 3. Trabajadores. 4. Inversionistas.	ACTIVIDADES CLAVE 1. Análisis de falla. 2. Simulación de piezas a estudiar.	PROPUESTA DE VALOR Nuestros análisis profesionales ayudan a las compañías que quieren identificar las causas de fallas técnicas para reducir problemas futuros y aumentar la productividad de los procesos.	RELACIÓN CON LOS CLIENTES Compra: 1. Vía internet. 2. Vía tradicional. Evaluación: 1. Encuestas. 2. Reunión de divulgación de resultados.	SEGMENTOS DE CLIENTES Toda empresa en el área de hidrocarburos dedicada a: 1. Producir. 2. Transportar. 3. Perforar.
	RECURSOS CLAVE 1. Ingeniero con conocimiento en diseño CAD y simulación. 2. Computador con software licenciado.		CANALES 1. Licitaciones. 2. Clientes actuales. 3. Voz a voz. 4. Sitio web.	
COSTES DE ESTRUCTURA 1. Softwares y hardware. 2. Empleados.		FUENTES DE INGRESOS 1. Análisis de falla en materiales. 2. Diseño 3D CAD. 3. Simulación de piezas y componentes.		

PROYECTO

 PROPUESTA DE CREACIÓN DE DIVISIÓN DE ANÁLISIS DE FALLA DE LA COMPAÑÍA AMERICAN TUBULAR SERVICES SAS (ATS)

4. Conclusiones

El presente trabajo logra dar una posible solución a la problemática que presenta ATS dentro de su ambiente de operación, dejando la propuesta de creación de un departamento en teoría rentable.

Luego de identificar los servicios que la compañía ofrecía a sus clientes se detecta que oficialmente la empresa no brinda de manera oficial el servicio de análisis de falla.

En consiguiente, se revisan los requerimientos mínimos para que ATS pueda prestar este tipo de trabajo obteniendo de respuesta que no existe ningún procedimiento establecido dentro de la compañía para ofrecer un nuevo producto.

Posteriormente, se realizan el estudio de mercado para identificar los costos y servicios que ofrecen los competidores directos de la empresa en cuanto a este ámbito, y se detecta que por cuestiones de confidencialidad no es posible registrar costos, pero, en cuanto a servicios identifican 18 instituciones que ofrecen caracterización de materiales y junto a este la posibilidad producto la opción de ofrecer análisis de falla.

Por último, se realizan los estudios de mercado y económico junto con la respectiva evaluación económica del proyecto donde se definen los requerimientos técnicos básicos para brindar el servicio y un diseño de división rentable respectivamente.

De lo anterior, se concluye que se obtuvo una propuesta para la creación de análisis de falla rentable con una sugerencia de modelo de negocio mediante un cuadro CANVAS que resume el estudio de mercado, técnico y económico.

5. Recomendaciones

Se recomienda a la empresa ATS establecer una metodología para la designación y el establecimiento de nuevos proyectos en el momento de ofrecer nuevos servicios y productos. De preferencia establecer una project management office (PMO).

De manera adicional, se recomienda realizar una inversión adicional en equipos de laboratorio y espacio físico para realizar las pruebas metalúrgicas requeridas en el proceso de análisis de falla, debido a que en laboratorio de terceros cabe la posibilidad de que omitan condiciones de inspección.

Por último, es recomendable contratar una persona que esté capacitada en el tema de análisis de falla tanto en formación como en experiencia y posea las habilidades necesarias para ser usuario avanzado de un software CAD y FEA.

Bibliografía

- ASM International. (2002). *ASM Handbook Volume 11: Failure Analysis and Prevention*. ASM International.
- ATS - American Tubular Services. (2019, 10 25). *Servicios - A.T.S American Tubular Services SAS*. Retrieved from A.T.S American Tubular Services SAS: <https://americantubulars.com.co/>
- ATS - American Tubular Services SAS. (2019). *Estados financieros de ATS - American Tubular Services SAS Correspondientes al Ejercicio 2018*. Bogotá DC.
- Autodesk. (2019, 11 13). *Product Design & Manufacturing Collection | Autodesk*. Retrieved from Autodesk | 3D Design, Engineering & Construction Software: <https://www.autodesk.com/collections/product-design-manufacturing/overview#>
- Autodesk. (2019, Octubre 6). *Requisitos del sistema de Autodesk Inventor 2020 | Inventor 2020 | Autodesk*. Retrieved from Autodesk | 3D Design, Engineering & Construction Software: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor/learn-explore/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/ESP/System-requirements-for-Autodesk-Inventor-2020.html>
- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de Proyectos*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- CNET. (2019, 11 13). *Computational photography: Why Google says its Pixel 4 camera will be so damn good*. Retrieved from Product reviwis, how-tos, deals and the lastes tech news - CNET: <https://www.cnet.com/news/computational-photography-why-google-says-its-pixel-4-camera-will-be-so-damn-good/>

Damodaran, A. (2019, Julio 22). *Damodaran Online*. Retrieved from <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

Qualitest North America. (2019, 11 05). *Qualitest North America*. Retrieved from Qualitest North America: <https://www.worldoftest.com/>

UIS | Universidad Industrial de Santander. (2007). *A C U E R D O No. 004 DE 2007 . A C U E R D O No. 004 DE 2007* . Bucaramanga, Santander, Colombia: Universidad Industrial de Santander.

UIS | Universidad Industrial de Santander. (2008). *A C U E R D O No 240 DE 2008 . A C U E R D O No 240 DE 2008* . Bucaramanga, Santander, Colombia: Universidad Industrial de Santander.