

**DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE COSTOS PARA EL
LABORATORIO DE ANÁLISIS PETROFÍSICOS Y DAÑO A LA FORMACIÓN DE
LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

JENNY KATHERINE MUJICA MUÑOZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2015

**DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE COSTOS PARA EL
LABORATORIO DE ANÁLISIS PETROFÍSICOS Y DAÑO A LA FORMACIÓN DE
LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

JENNY KATHERINE MUJICA MUÑOZ

**Trabajo de grado para optar al título de
INGENIERA INDUSTRIAL**

**Director
ORLANDO LEÓN ORTEGA
Contador Público**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

A Lusday y Luis Eduardo, mis padres, ellos con su amor, esfuerzo, y entrega supieron darme las herramientas para crecer como persona y me dieron la oportunidad de estudiar y formarme como Ingeniera. Ahora es mi turno de corresponderles... Los amo.

A Carol y a Daniela, mis hermanas, el motor de mi vida. Ustedes me impulsan a continuar alcanzando objetivos y cosechando éxitos, todo esto es por ustedes y para ustedes... Las adoro.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, la salud y la oportunidad de culminar satisfactoriamente esta etapa de aprendizaje como profesional pensante, analítica y crítica en el campo de la Ingeniería Industrial.

A mis padres y hermanas, ellos me han acompañado y me han dado los motivos para estar en este camino de formación personal y profesional, sin su apoyo y respaldo esto no hubiera sido posible.

A mi director de proyecto Orlando León por su asesoría y acompañamiento en esta última etapa de mi formación como Ingeniera Industrial.

Al ingeniero Hernando Buendía y al personal del Laboratorio de Análisis Petrofísicos y Daño a la Formación por darme la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante mi carrera y por el acompañamiento y buena disposición que tuvieron durante la realización de mi proyecto de grado.

A mi mejor amiga, Erika Franco, por ser mi familia durante estos años que he estado alejada de mi hogar y quien sin importar la situación siempre me ha brindado su apoyo incondicional y desinteresado.

A mi amigos, esas personas que me han acompañado en este camino, que han compartido mis alegrías y en los momentos difíciles ha sabido darme fortaleza y aliento para continuar y no desfallecer, cada uno ha dejado su huella en mi.

A todos ellos infinitas gracias, este logro no es sólo mío es de todos.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	16
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	18
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	18
1.1.1 Diagnóstico.	19
1.1.1.1 Diagrama de Ishikawa.....	19
1.1.1.2 Los Cinco ¿Por qué?	20
1.1.1.3 Gráfica de Radar.....	21
1.1.2 Forma de costeo actual.....	23
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	24
1.3 OBJETIVOS.....	25
1.3.1 Objetivo General.	25
1.3.2 Objetivos específicos.	25
2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	27
2.1 OBJETO SOCIAL	27
2.2 RESEÑA HISTÓRICA.....	27
2.3 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	28
2.3.1 Misión.....	28
2.3.2 Visión.	29
2.3.3 Políticas y Objetivos de Calidad.....	29
2.3.4 Estructura organizacional.....	30
2.3.5 Mapa de procesos.	31
2.4 RECURSOS.....	32
2.4.1 Mano de Obra.	32

2.4.2 Maquinaria y equipo.....	33
2.4.3 Materiales.	35
2.4.4 Infraestructura.....	36
2.5 PORTAFOLIO DE SERVICIOS	36
2.6 CLIENTES	38
3. MARCO CONCEPTUAL.....	39
3.1 DEFINICIÓN DE COSTO.....	39
3.2 ELEMENTOS DEL COSTO	39
3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS	40
3.4 SISTEMAS DE COSTEO.....	42
3.4.1 Sistema de costos por órdenes de trabajo.....	44
3.4.2 Sistema de costos por procesos.	44
3.4.3 Sistema de costeo variable.....	44
3.4.4 Sistema de costeo total.....	45
3.4.5 Sistema de costos basado en actividades.....	45
3.5 IMPORTANCIA DE UN SISTEMA DE COSTOS	46
3.6 CONCEPTOS ADICIONALES	46
4. ELECCIÓN MODELO DE COSTOS.....	48
4.1 ANÁLISIS MULTICRITERIO	48
4.1.1 Lista de alternativas.	48
4.1.2 Lista de criterios.....	49
4.1.3 Matriz de decisión.	49
4.2 MODELO DE COSTOS ELEGIDO	50
5. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS	52

5.1	CENTRO DE COSTOS.....	52
5.2	ANÁLISIS DE ELEMENTOS DE COSTO	54
5.2.1	Materiales directos	54
5.2.2	Mano de obra directa.	55
5.2.3	Costos indirectos de fabricación.	56
5.2.3.1	Arrendamiento.	56
5.2.3.2	Servicios públicos.	57
5.2.3.3	Disposición final de residuos.....	60
5.2.3.4	Mantenimiento.	60
5.2.3.5	Calibración.	61
5.2.3.6	Depreciación.	61
5.2.3.7	Insumos.	62
5.2.3.8	Mano de obra indirecta.	62
5.3	DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	63
5.4	SELECCIÓN DE INDUCTORES DE COSTO	67
5.4.1	Inductores primarios.	67
5.4.2	Inductores secundarios.	69
5.5	DISEÑO DE LA HERRAMIENTA DE COSTEO.....	69
5.5.1	Asignación de costos: recursos – actividades.....	70
5.5.2	Asignación de costos: actividades – servicios.	71
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	73
7.	CONCLUSIONES.....	79
8.	RECOMENDACIONES	81
	BIBLIOGRAFÍA.....	83

ANEXOS.....85

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Los Cinco ¿Por qué?.....	20
Tabla 2. Tabulación Gráfica de Radar.....	22
Tabla 3. Recurso humano vinculado.....	32
Tabla 4. Equipos de Laboratorio.....	33
Tabla 5. Distribución espacio físico.....	36
Tabla 6. Portafolio de servicios.....	36
Tabla 7. Clasificación de los costos.....	40
Tabla 8. Clasificación de los sistemas de acumulación de costos.....	43
Tabla 9. Criterios de selección del modelo de costos.....	49
Tabla 10. Matriz de decisión.....	50
Tabla 11. Prorratio de ingresos por ventas para los centros de costo.....	53
Tabla 12. Porcentaje de pruebas al mes por grupo.....	54
Tabla 13. Mano de obra directa.....	55
Tabla 14. Dedicación mano de obra directa por centro de costos.....	55
Tabla 15. Cálculo de costo de arrendamiento de espacio físico.....	57
Tabla 16. Servicio de agua.....	58
Tabla 17. Servicio de telefonía e internet.....	59
Tabla 18. Equipos con mantenimiento preventivo.....	60
Tabla 19. Mano de obra indirecta.....	62
Tabla 20. Actividades definidas centro de costos Análisis Petrofísicos.....	65
Tabla 21. Actividades definidas centro de costos Daño a la Formación.....	66
Tabla 22. Inductores de costo primarios.....	67
Tabla 23. Porcentaje de área por actividad centro de costos Análisis Petrofísicos..	68
Tabla 24. Porcentaje de área por actividad centro de costos Daño a la Formación..	68
Tabla 25. Inductores secundarios Análisis Petrofísicos.....	69
Tabla 26. Inductores secundarios Daño a la Formación.....	69
Tabla 27. Comparativo Costo unitario vs Precio de venta.....	74

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Diagrama Causa – Efecto.....	19
Ilustración 2. Gráfica de Radar.....	23
Ilustración 3. Organigrama.....	30
Ilustración 4. Mapa de procesos.....	31
Ilustración 5. Diagrama de flujo proceso de extensión.....	63
Ilustración 6. Diagrama de flujo prestación de servicios del Laboratorio.....	64
Ilustración 7. Matriz asignación costos Recursos a Actividades.....	70
Ilustración 8. Matriz asignación costos Actividades a Pruebas.....	71
Ilustración 9. Volumen de ventas promedio por centro de costos.....	75
Ilustración 10. Aporte de utilidad por Centro de costos.....	75
Ilustración 11. Utilidad promedio por grupos de pruebas.....	76
Ilustración 12. Relación costo – utilidad Análisis petrofísicos básicos.....	77
Ilustración 13. Relación costo – utilidad Análisis petrofísicos especiales.....	77
Ilustración 14. Relación costo – utilidad Daño a la formación.....	78

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Información Laboratorio

Anexo B. Estudio de tiempos

Anexo C. Herramienta de costeo

Anexo D. Comparativo costo unitario vs precio de venta

Anexo E. Encuesta gráfica de radar

Anexo F. Portafolio de servicios

RESUMEN

TÍTULO: DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE COSTOS PARA EL LABORATORIO DE ANÁLISIS PETROFÍSICOS Y DAÑO A LA FORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTOR: JENNY KATHERINE MUJICA MUÑOZ**

PALABRAS CLAVE: Sistema de costo, Costeo ABC, Inductor de costo, Costo unitario.

CONTENIDO: El Laboratorio de Análisis Petrofísicos y Daño a la Formación además de brindar apoyo a las actividades académicas y proyectos de investigación de la Escuela de Ingeniería de Petróleos, también ofrece servicios de pruebas de laboratorio a la industria de los hidrocarburos algunas de las cuales cuentan con la acreditación de calidad Norma ISO/IEC 17025:2005

Este proyecto de grado documenta las etapas y metodología empleadas en el diseño de una estructura de costos para el Laboratorio, iniciando con el diagnóstico del sistema de costeo actual y de los recursos con los que cuenta para la prestación de sus servicios: materiales, recurso humano, servicios públicos, recursos tecnológicos y demás costos indirectos de fabricación. Posteriormente se muestra un marco conceptual sobre los sistemas de costeo existentes que sumado a la herramienta de análisis multicriterio permite la selección del sistema de costeo que mejor se ajusta al funcionamiento del Laboratorio.

Después se presenta el diseño de la estructura la cual cuenta con dos matrices de costos, en la primera se definen las actividades claves a las cuales se les cargarán los costos en que se incurre para la prestación de los servicios a través de unos inductores de costo primarios; en la segunda matriz se muestra la asignación de los costos de las actividades a los servicios individuales para finalmente determinar el costo unitario de cada una de las pruebas del portafolio. Por último aparece una comparación entre el costo unitario y el precio de venta de cada prueba con el fin de evaluar los resultados y permitir a la administración, proponer posibles mejoras que contribuyan a la disminución de los costos de operación.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
Director: Orlando León Ortega, Contador Público

ABSTRACT

TITLE: DIAGNOSIS AND DESIGN OF A STRUCTURE OF COSTS FOR PETROPHYSICAL ANALYSIS AND FORMATION DAMAGE LABORATORY OF UNIVERSITY OF INDUSTRIAL SANTANDER*

AUTHOR: JENNY KATHERINE MUJICA MUÑOZ**

KEYWORDS: System cost, costing ABC, Inductor cost, unit cost.

CONTENT: Petrophysical Analysis and Formation Damage Laboratory in addition to supporting academic activities and research projects at the School of Petroleum Engineering, also provides laboratory testing services to the oil and gas industry some of which have quality accreditation to Norm ISO / IEC 17025: 2005

This graduation project documents the stages and methodology used in the design of a cost structure for the laboratory, starting with the diagnosis of the current costing system and the resources are there to provide their services: materials, human resources, utilities, technology resources and other indirect manufacturing costs. Subsequently, it shows a conceptual framework for existing costing systems which added to the multi-criteria analysis tool allows the selection of costing system best suited to the operation of the laboratory.

After it presents designing the structure which has two arrays of costs, in the first key activities to which they are charged the costs incurred for the provision of services through inductors cost defined primary; in the second array allocation of costs to individual services activities it is shown to finally determine the unit cost of each of the tests of the portfolio. Finally appears a comparison between the unit cost and the selling price of each test in order to evaluate the results and allow the administration to suggest possible improvements contribute to reduced operating costs.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
Director: Orlando León Ortega, Contador Público

INTRODUCCIÓN

La ingeniería industrial busca siempre mejorar los procesos para lograr el mayor aprovechamiento de los recursos de las entidades. Uno de sus enfoques de trabajo es la gestión de calidad desde la perspectiva del precio de venta, de allí la importancia de contar con un sistema que incluya todos los elementos de costos involucrados en la prestación de servicios. Este proyecto entrega una herramienta de costeo de aplicabilidad inmediata en la gestión de los costos del Laboratorio de Análisis Petrofísicos y Daño a la Formación de la Universidad Industrial de Santander.

El Laboratorio tiene como finalidad realizar prácticas de laboratorio con propósito docente para estudiantes de pregrado, dar soporte a las actividades de investigación y prestar servicios de laboratorio para solucionar problemas técnicos, y conceptuales de la industria de perforación, explotación de yacimientos y producción de hidrocarburos.

Desde el inicio de sus labores en el año 2006, el Laboratorio no cuenta con un sistema de costos por lo tanto, conocer el costo real en que se incurre en la prestación de los servicios petrofísicos y de daño a la formación le permitirá determinar si el precio de venta cubre los costos totales de ejecución, tomar decisiones gerenciales al respecto y así redefinir su valor para posicionarse en un nivel competitivo en la industria.

El propósito de este proyecto es diseñar una estructura que sirva como herramienta para establecer el costo final de las pruebas mediante un sistema de costeo acorde al funcionamiento del Laboratorio, en el cual se determinen los elementos directos e indirectos que ocasionan el costo de cada una de las pruebas.

Actualmente, el Laboratorio ha logrado la acreditación de calidad Norma ISO/IEC 17025:2005 para seis pruebas de su portafolio de servicios por lo cual, este proyecto se convierte en una herramienta de decisión para la administración en el proceso de brindar servicios con precios que no solo tengan en cuenta la calidad de los procedimientos sino también que optimice el consumo real de recursos y por consiguiente una mejoría de sus ingresos.

El presente documento muestra la metodología utilizada para el diseño de la estructura de costos iniciando con la elección del sistema de costeo que identifica el funcionamiento del Laboratorio, siguiendo con la identificación de los elementos que ocasionan costo con su respectiva asignación a cada prueba, para finalmente determinar el costo real de la prestación de servicios petrofísicos y daño a la formación.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El Laboratorio de Análisis Petrofísicos y Daño a la Formación actualmente cuenta con el reconocimiento del sector en la prestación de servicios de análisis para la industria petrolera, esto gracias a la calidad de sus procesos y a un precio que es competitivo con el mercado. Sin embargo, el Laboratorio desconoce los costos reales en los que incurre cada vez que presta uno de sus servicios y es por esto que la dirección ha expresado su gran interés en desarrollar una herramienta que les permita calcular el costo de las pruebas que realiza para poder hacer un análisis sobre su funcionamiento y tomar decisiones que le permitan al Laboratorio obtener ventaja competitiva en el entorno en el que se encuentra.

Actualmente, el Laboratorio calcula los costos de los insumos y la mano de obra que se necesita para ejecutar cada prueba pero dichos costos no cuentan con el elemento de costo relacionado con los costos indirectos de fabricación lo cual claramente demuestra que el costo que la dirección deduce no es el que realmente representa.

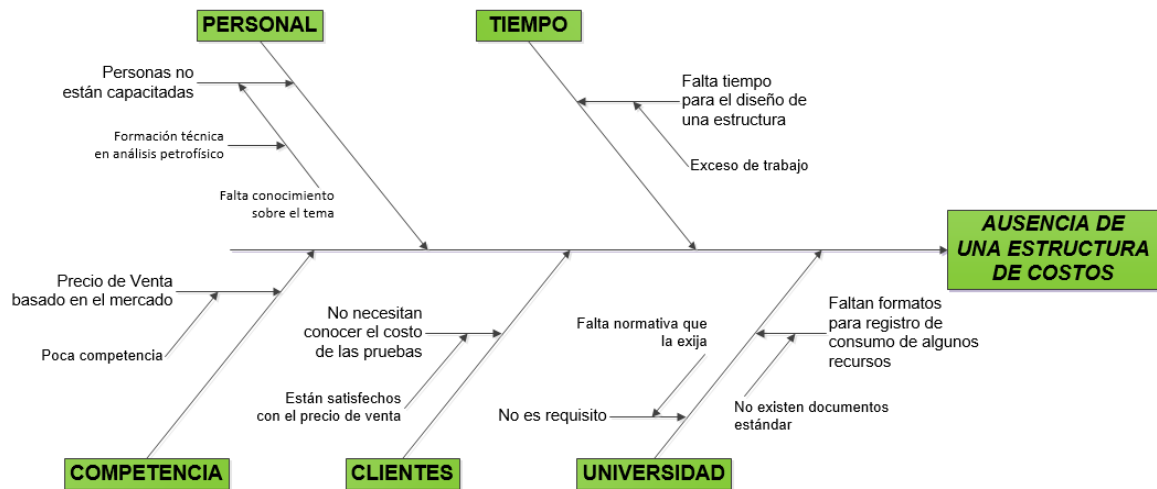
Lo anterior muestra sin duda que el problema que tiene el Laboratorio es la ausencia de una estructura de costos que les permita calcular y conocer el costo real de cada prueba de análisis que oferta el Laboratorio teniendo en cuenta todos los factores causantes de costo en cuanto a materiales, mano de obra y costos indirectos de fabricación se refiere.

Para determinar el problema a solucionar con el proyecto de grado, fue necesario realizar un diagnóstico del estado actual haciendo uso de herramientas cualitativas y cuantitativas para demostrar la necesidad del Laboratorio de contar con una estructura de costos para su portafolio de servicios.

1.1.1 Diagnóstico. Para el planteamiento del problema fue necesario realizar reuniones con el Director del Laboratorio para conocer la forma en como actualmente se calculan los costos, recorrer las instalaciones para observar la dinámica interna y así desarrollar las herramientas de análisis que se muestran a continuación:

1.1.1.1 Diagrama de Ishikawa. Para la realización del diagrama de Ishikawa o diagrama de causa efecto, se realizaron dos reuniones entre la Autora del proyecto, el Director del Laboratorio y la Asistente de Calidad en donde se discutió el problema planteado (extremo derecho del diagrama) y se propusieron las posibles causas y subcausas de dicho problema para así obtener el diagrama que se muestra en la ilustración 1.

Ilustración 1. Diagrama Causa - Efecto



Si bien existen varias causas por las cuales no se cuenta con una estructura de costos, en conclusión se determinó que la causa más probable que ocasiona dicho problema es que el Laboratorio no cuenta con una persona que tenga el conocimiento necesario para el diseño de un sistema de costeo que cumpla con

todos los requisitos y esto ha ocasionado que la información que arroja los costos actualmente, no sea confiable.

1.1.1.2 Los Cinco ¿Por qué? Esta herramienta es un complemento del Diagrama de Ishikawa pues la secuencia de preguntas ayudó en la determinación de las causas y subcausas del problema identificado. De la misma forma que se desarrolló la metodología de la herramienta anterior, se realizó una reunión entre la Autora, el Director del Laboratorio y la Asistente de Calidad, se les explicó la metodología que se iba a seguir, luego se planteó una pregunta base y de acuerdo con la respuesta se planteó la segunda pregunta y se siguió así sucesivamente hasta llegar a la conclusión como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Los Cinco ¿Por qué?

PREGUNTA	RESPUESTA
1. ¿Por qué el Laboratorio no cuenta con una estructura de costos?	Porque no hemos determinado todos los elementos que se deben tener en cuenta para calcular el costo real de las pruebas.
2. ¿Por qué no han determinado los elementos de costo en que incurre la prestación de sus servicios?	Porque no se ha realizado un estudio que permita determinarlos.
3. ¿Por qué no se ha realizado un estudio que determine los elementos de costo?	Porque no hemos tenido ni el tiempo ni el personal capacitado para diseñar una estructura.
4. ¿Por qué no cuentan con una persona capacitada para diseñar una estructura de costos?	Porque ninguna persona tiene conocimientos sobre la contabilidad de costos, necesarios para el diseño de la estructura.
5. ¿Por qué ninguna persona tiene conocimientos sobre contabilidad de costos?	Porque el personal que trabaja en el laboratorio tiene una formación muy técnica y orientada a los análisis petrofísicos.

Como se puede observar, la causa raíz del problema planteado es que en la actualidad el Laboratorio no cuenta con una persona que tenga los conocimientos adecuados para realizar un estudio que determine los elementos de costo presentes en la prestación de los servicios y esto es factor determinante de la ausencia de una estructura de costos.

Esta herramienta, a través de un análisis subsecuente de ideas ha permitido demostrar la importancia que tiene la realización de este proyecto de grado para el laboratorio pues a través de las actividades que se pretenden realizar, se va solucionar el problema que presenta el Laboratorio en el tema de costos.

1.1.1.3 Gráfica de Radar. Para complementar el diagnóstico del problema que este proyecto pretende solucionar, se llevó a cabo una encuesta al Director del Laboratorio, en la que con cuatro preguntas se evaluaba la situación actual del problema con respecto a cada una de las cinco causas de la ausencia de una herramienta de costeo. (Ver el Anexo E donde se muestra el modelo de encuesta utilizado)

La tabla 2. muestra la tabulación de los datos obtenidos a partir de la encuesta, inicialmente se califican todas las preguntas de cada factor evaluada por el Director del Laboratorio, luego se promedia cada uno de los factores y se le asigna su contribución porcentual, un aspecto importante de denotar, es que la evaluación se llevó a cabo asignando una valoración de 1 a 4 en cada una de las preguntas, siendo 1 el valor más favorable y 4 el más desfavorable, entonces se denota que 1 representará el 0% de contribución y 4 representará el 100% de la contribución:

Tabla 2. Tabulación Gráfica de Radar

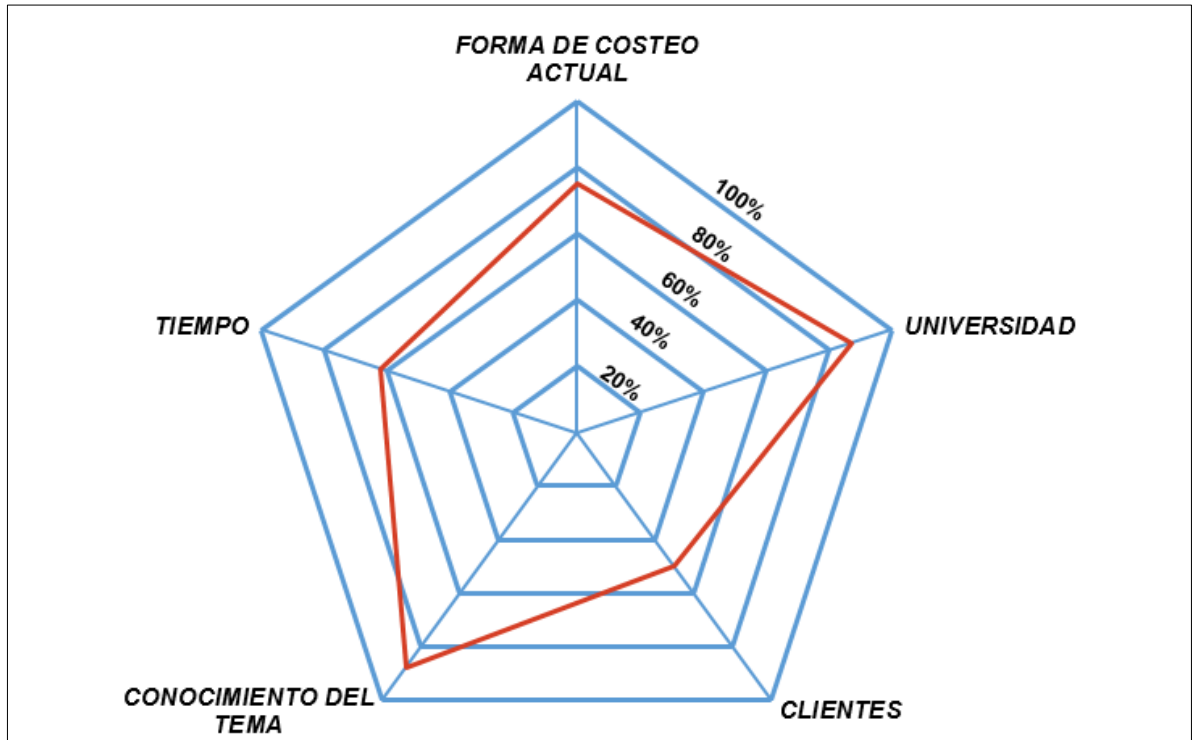
CAUSA	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Prom.	%
Forma de costeo actual	2	2	4	4	3	75,00
Universidad	3	3	4	4	3,5	87,50
Clientes	1	2	1	4	2	50,00
Conocimiento del tema	4	3	4	3	3,5	87,50
Tiempo	1	3	3	3	2,5	62,50

Es entonces pertinente concluir que cada uno de los factores evaluados podría ser potencialmente la causa raíz del problema, sin embargo se puede notar también que los factores Universidad y Conocimiento sobre el tema son los que mayor porcentaje de causalidad representan por lo cual, cualquiera de los dos podría ser la causa raíz del problema. La causa Universidad está relacionada con la normativa que la Universidad Industrial de Santander tiene sobre el tema y debido a ello éste proyecto de grado no tiene el alcance para intentar darle solución.

Por lo tanto, gracias a esta herramienta de análisis se puede determinar que la principal causa de la ausencia de una herramienta de costeo es la falta de conocimiento sobre el tema de costos que tienen los trabajadores del Laboratorio en especial el Director del Laboratorio quien es la persona que actualmente determina el costo de los servicios.

La ilustración 2. Es una representación del análisis descrito anteriormente, reflejando que todas las posibles causas del problema se encuentran en porcentajes superiores al 50% lo cual refleja la necesidad que tiene el Laboratorio de desarrollar una herramienta de costeo para los servicios que presta.

Ilustración 2. Gráfica de Radar



1.1.2 Forma de costeo actual. Como parte del planteamiento del problema fue necesario revisar las condiciones en las que se encuentra actualmente el Laboratorio en materia de costos. Para ello se realizaron reuniones con el Director del Laboratorio y también con la Coordinadora de servicios de extensión de la Escuela de Ingeniería de Petróleos con el fin de conocer más a fondo la forma como se establecían los costos de los servicios prestados por el Laboratorio. Hasta la fecha, el Director del Laboratorio es la persona que realiza el cálculo del costo de las pruebas y lo hace de la siguiente manera:

$$\text{Costo prueba} = \text{Costo equipo} + \text{Costo recurso humano} + \text{Costo materiales}$$

$$\text{Costo equipo} = \frac{\text{Valor adquisición} * \text{Total de horas de operación en la prueba}}{\text{Vida útil del equipo en meses} * \text{Horas a trabajar por mes}}$$

*Costo recurso humano = Salario básico * Tiempo que interviene en la prueba*
*Costo materiales = Cantidad de material requerido * costo unitario de compra*

Es importante señalar que en la actualidad, el costo de las pruebas no se actualiza con frecuencia dado que se tiene la confianza que el precio público establecido supera satisfactoriamente el costo, de allí la importancia en la realización de este proyecto pues como lo manifestó el Director del Laboratorio, la carga laboral de todo el personal les impide tener el tiempo suficiente para determinar todos los rubros que intervienen en la realización de las pruebas y así poder calcular el costo real de las mismas.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Actualmente, la ventaja competitiva de una organización radica en la satisfacción de las exigencias del cliente en cuanto a calidad, servicio y precio, por lo cual contar con un sistema de costos que determine con exactitud el costo de los servicios que ofrece la entidad y por ende su rentabilidad, le permitirá a la dirección realizar una gestión administrativa, presupuestal y de costos estratégicas para así mantenerse competitiva en el mercado.

Es importante resaltar que toda entidad debe contar con una adecuada organización de su información económica y financiera para tener un control eficiente de los costos de sus actividades, tomar decisiones estratégicas desde el punto de vista de la determinación de precios y rentabilidades y emprender nuevas estrategias encaminadas al cumplimiento de sus objetivos de calidad.

Recientemente el Laboratorio obtuvo la acreditación de calidad bajo la Norma NTC ISO/IEC 17025:2005 para seis pruebas de análisis convirtiéndose en el único

laboratorio del país con acreditación en análisis petrofísicos¹, esto sin duda le concede ventaja competitiva en cuanto a la prestación de servicios con calidad y confiabilidad. Debido a lo anterior, el Laboratorio desea contar con una estructura de costeo que sumado a la acreditación le permita posicionarse como un laboratorio de referencia nacional e internacional.

Este proyecto de grado pretende encontrar un sistema de costos adecuado al funcionamiento del laboratorio y diseñar una estructura de costos que sirva como herramienta principal para la dirección, en el control administrativo de los costos que intervienen en la prestación de sus servicios y que le permita tomar decisiones financieras y administrativas para promover su desarrollo como organización.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General. Diseñar una estructura de costos adecuada para el Laboratorio de Análisis Petrofísicos y Daño a la Formación de la Universidad Industrial de Santander que permita a la dirección determinar el costo de operación de los servicios que presta para así tomar decisiones que faciliten el desarrollo de nuevas estrategias comerciales.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Conocer los procesos que se desarrollan en la prestación de servicios del Laboratorio.

¹ Laboratorio UIS único en el país acreditado en análisis petrofísicos. Cátedra Libre UIS [En línea], Citado el 03 de agosto de 2014]. Disponible desde internet: <<http://catedralibre.uis.edu.co/noticias/general/item/167-laboratorio-uis-unico-en-el-pais-acreditado-en-analisis-petrofisicos.html>>

- Realizar el diagnóstico de los servicios prestados por el Laboratorio identificando el tiempo empleado en su ejecución y la jornada laboral de los profesionales que allí trabajan.

- Identificar los elementos de costo que correspondan a la prestación de los servicios del Laboratorio.

- Analizar los sistemas de costos existentes con sus respectivas características y definir el sistema que mejor se ajuste al funcionamiento del Laboratorio de acuerdo con sus necesidades y requerimientos.

- Diseñar a través de una herramienta ofimática, un sistema de costos que se adecue a los requerimientos del portafolio de servicios del Laboratorio.

- Comparar el método de costeo actual y la estructura diseñada en los servicios más representativos para evaluar los resultados obtenidos.

2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 OBJETO SOCIAL

El laboratorio de Análisis Petrofísicos y Daño a la Formación de la Universidad Industrial de Santander, realiza investigación y brinda servicios técnicos para evaluar y analizar propiedades petrofísicas de muestras de roca (corazones) que permitan caracterizar el yacimiento. Lo anterior con el fin de optimizar la producción de hidrocarburos mediante la prevención, diagnóstico, evaluación y remediación del daño ocasionado a la formación acumuladora de petróleo y/o gas, durante las etapas de perforación y producción y en general durante la vida útil del yacimiento.

2.2 RESEÑA HISTÓRICA

Cerca del año 2006 surge la necesidad en la Escuela de Ingeniería de Petróleos de respaldar y apoyar el proceso de formación de sus estudiantes. Para satisfacer dicha necesidad, el Ing. Nicolás Santos Santos (Director de Escuela) y el Ing. Hernando Buendía Lombana (Docente Cátedra) gestionan en convenio con el Consejo Profesional de Ingenieros de Petróleos la creación del Laboratorio de Análisis Petrofísicos, cuyas instalaciones se ubicaron en la sede de investigaciones de la UIS “Parque Tecnológico Guatiguará” en Piedecuesta, con un espacio aproximado de $50m^2$.

Con el fin de desarrollar sus funciones, previo estudio de factibilidad, ese mismo año se realiza una solicitud de mejoramiento de infraestructura y equipos y a finales del año 2007 se adquiere un Permeámetro de gas el cual permite calcular la permeabilidad al gas y la permeabilidad Klinkenberg, entre otros parámetros de medición.

En sus inicios, el Laboratorio cumplía funciones académicas, sin embargo durante aproximadamente 2 años se adquirieron otros equipos para corte y pulido de muestras de corazón, desplazamiento de muestras con fluidos, identificación de presencia de hidrocarburos en núcleos, descripción y análisis litológico, entre otros, lo cual permitió identificar la oportunidad de expandir sus funciones a través de la prestación de servicios de análisis para la industria de hidrocarburos.

Desde el año 2010, el Laboratorio amplía sus procesos misionales para abarcar además de la academia, también la investigación y la extensión (servicios). Esto sin duda le ha brindado la oportunidad de adquirir equipos de alta tecnología, incrementar su portafolio de servicios, fortalecer la relación universidad-empresa, expandir sus instalaciones (200m²) y dar reconocimiento al Laboratorio y a la Universidad en el campo de los análisis petrofísicos y de daño a la formación.

Durante los últimos 5 años, el Laboratorio ha desarrollado proyectos de investigación y extensión con grandes empresas del sector como Ecopetrol o Equion Energy, ha logrado la acreditación de calidad para 6 de sus pruebas de análisis y actualmente cuenta con un equipo de trabajo de 10 profesionales, técnicos y administrativos que sumado a la infraestructura física y tecnológica permite la prestación de servicios de alta calidad

2.3 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS

2.3.1 Misión. El Laboratorio de Análisis Petrofísicos de la Universidad Industrial de Santander, tiene como propósito dar soporte a la Institución en sus actividades académicas y de investigación, prestar servicios de análisis petrofísicos a la industria de los hidrocarburos con profesionales calificados con sentido de

responsabilidad y compromiso; utilizando equipos especializados en un entorno de respeto humano y conciencia ambiental.

2.3.2 Visión. El Laboratorio de Análisis Petrofísicos de la Universidad Industrial de Santander, será reconocido antes del 2015, como un laboratorio acreditado y líder a nivel nacional en la realización de Análisis Petrofísicos y en el desarrollo de proyectos de investigación; consolidando su liderazgo a través del mejoramiento continuo, para asegurar la confianza de sus clientes.

2.3.3 Políticas y Objetivos de Calidad.

Política de Calidad.

Realizamos servicios de Análisis Petrofísicos y daño a la formación, asegurando la confiabilidad de nuestros resultados mediante la aplicación de métodos normalizados y/o validados, y la implementación del sistema de calidad ISO/IEC 17025:2005, con el propósito de satisfacer tanto los requisitos de nuestros clientes como los legales y reglamentarios vigentes.

Contamos con personal altamente calificado y competente, que emplea buenas prácticas profesionales, conoce y aplica la documentación del sistema de calidad, está comprometido con el cumplimiento y el mejoramiento continuo del sistema de gestión de calidad en su trabajo diario.

La alta dirección del Laboratorio está comprometida a velar por el cumplimiento de la Norma ISO/IEC 17025:2005 y a asignar los recursos necesarios para asegurar el fortalecimiento permanente del sistema de calidad.

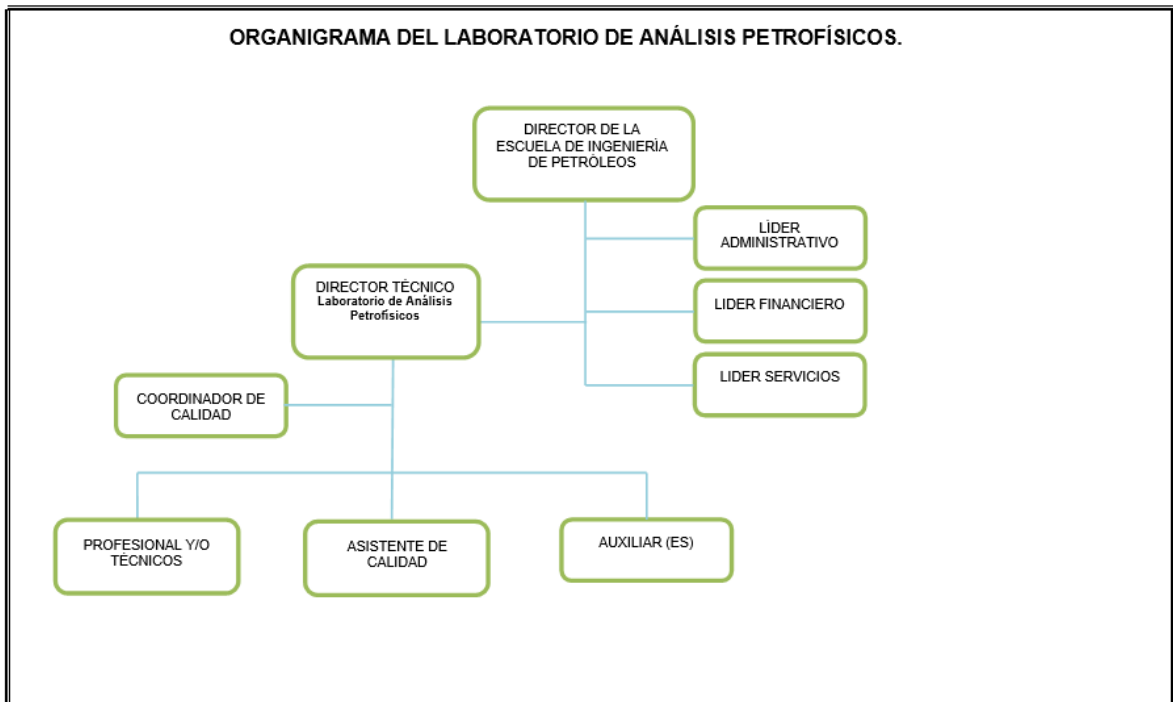
Objetivos de Calidad.

- Satisfacer las necesidades de los clientes.

- Afianzar la competencia técnica del laboratorio.
- Mantener el recurso humano competente.
- Garantizar la confiabilidad de los resultados del laboratorio.
- Mejorar continuamente el Sistema de Calidad.

2.3.4 Estructura organizacional. En febrero de 2015 la Dirección de Escuela y la Dirección Técnica de Laboratorio, en conjunto, revisaron y modificaron la estructura organizacional debido a la eliminación de algunos cargos propios del funcionamiento del Laboratorio. En la ilustración 3 se muestra la nueva versión:

Ilustración 3. Organigrama



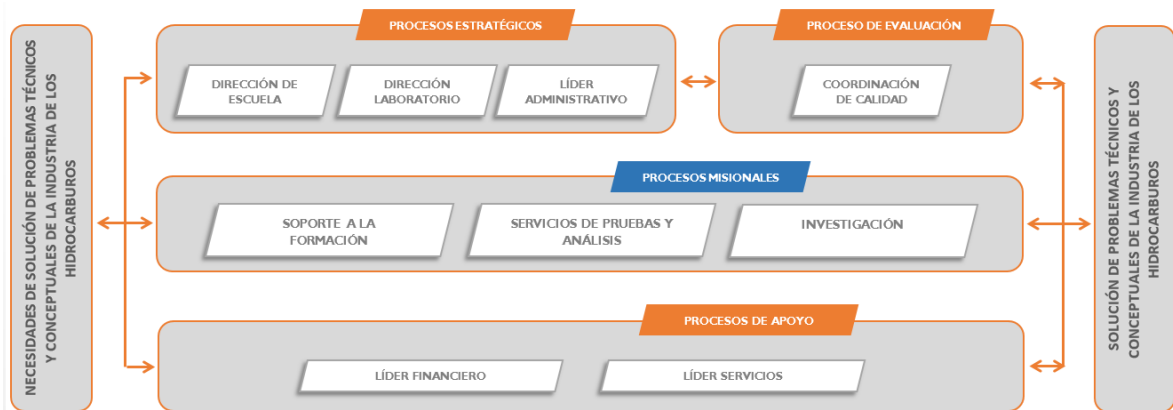
Fuente: Manual de funciones del Laboratorio de Análisis Petrofísicos y Daño a la Formación de la UIS.

Los cargos de líder administrativo, líder financiero, líder de servicios y coordinador de calidad son cargos directamente vinculados con la Escuela de Ingeniería de

Petróleos y sus funciones son de apoyo ocasional al Laboratorio, razón por la cual no se tendrán en cuenta en el diseño de la estructura de costeo.

2.3.5 Mapa de procesos. Debido a que el Laboratorio está adscrito a la Escuela de Ingeniería de Petróleos, su trabajo se basaba en el mapa de procesos de la Universidad, sin embargo se consideró necesario elaborar un diagrama que proporcionara una perspectiva global de posicionamiento de los procesos dentro de la cadena de valor del funcionamiento del Laboratorio. Una vez se hizo el reconocimiento de las instalaciones, equipos y procesos involucrados en la labor diaria, la autora propuso un modelo de mapa de procesos el cual fue revisado y evaluado por el Director del Laboratorio y finalmente aprobado por el Director de Escuela. En la ilustración 4 se muestra el mapa de procesos que identifica al Laboratorio de Análisis Petrofísicos y Daño a la Formación de la UIS:

Ilustración 4. Mapa de Procesos



Es de resaltar que si bien los procesos misionales son tres, el proceso de soporte a la formación y el proceso de investigación no generan ingresos para el laboratorio sino que se desarrollan con financiación de la escuela y de otras dependencias de la Universidad con fines educativos. El proceso misional de servicios y pruebas de análisis es el único que genera ingresos pues está destinado para entidades

externas y por lo tanto será el proceso que se analizará y se tendrá en cuenta para el diseño de la estructura de costos.

2.4 RECURSOS

El Laboratorio cuenta con profesionales y equipos especializados además con la infraestructura física necesaria para dar apoyo a las actividades académicas, proyectos de investigación, ofrecer servicios y asesorías en el área para el sector de hidrocarburos. A continuación se muestra el estado actual de sus recursos:

2.4.1 Mano de Obra. Actualmente de las 10 personas que se encuentran vinculadas al Laboratorio, 3 son administrativos, 3 técnicos y 4 profesionales dedicados a la realización de pruebas. El tipo de contratación puede observarse con más detalle en la tabla 3.

Tabla 3. Recurso humano vinculado

TIPO	CARGO (S)	N° PERSONAS	TIPO CONTRATO
ADMINISTRATIVOS	Director de laboratorio	1	ORDEN DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS
ADMINISTRATIVOS	Auxiliar SSTA Asistente de calidad	2	PLANTA TEMPORAL
PROFESIONAL	Técnicos de laboratorio	4	ORDEN DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS
TÉCNICOS	Técnicos de laboratorio	3	PLANTA TEMPORAL

Fuente: Hernando Buendía Lombana. Director del Laboratorio

La renovación de contratos está sujeta a cumplimiento de objetivos y evaluaciones de funciones. Las contrataciones por orden de prestación de servicios representan solamente el costo del salario mensual por lo tanto el Laboratorio no asume costos de prestaciones sociales, seguridad social; estos los asume el trabajador. En el caso de la contratación planta temporal, el Laboratorio asume todos los costos mencionados.

2.4.2 Maquinaria y equipo. Actualmente el laboratorio cuenta con más de 50 equipos de media y alta gama tecnológica para realizar pruebas de análisis petrofísicos a muestras de roca y pruebas de daño a la formación para fluidos de operación de Workover y de perforación (ver Anexo A. Hoja “Equipos”), en la tabla 4 se mencionan algunos de ellos:




Tabla 4. Equipos de Laboratorio



Tabla 4. (Continuación)

Presión Capilar CorePet	
	
Bulk volumen cell	Mínimo inhibidor de concentración - MIC
	
Limpieza y extracción de fluidos método Dean Stark	
	

Tabla 4. (Continuación)

Porosímetro CorePet	Tensiómetro
 <p>A photograph of a red and blue porosimeter system. It features a large red control panel with a pressure gauge, a digital display, and various ports. To the right is a vertical blue column with a sample holder. Several small cylindrical samples are placed on the table in front of the equipment.</p>	 <p>A photograph of a black and silver tensiometer. It has a large black cylindrical body with a white sample holder on top. The front panel includes a digital display, control buttons, and a pressure gauge. A handle is visible on the right side.</p>
Baño de viscosidad cinemática	Espectrofotómetro uv/vis
 <p>A photograph of a white kinematic viscosity bath. The top section is a transparent chamber containing a rotating spindle and a sample container, illuminated from within. The base is a control panel with a digital display showing '24.5', several buttons, and a power switch.</p>	 <p>A photograph of a white and grey UV-Vis spectrophotometer. It has a large front-loading sample compartment and a control panel with a small screen and several buttons. The brand name 'HACH' is visible at the bottom.</p>

Fuente: Portafolio de servicios del Laboratorio.

2.4.3 Materiales. Respecto a los materiales que se consideran en el cálculo del costo se encuentra la vidriería (probetas, agitadores, balón fondo, vasos de precipitado etc.), reactivos (tolueno, acetona, inhibidores), gases (nitrógeno, helio, aire comprimido) y repuestos de equipos si los hubiere; la frecuencia de compra varía y la cantidad a pedir dependerá de la existencia en inventario (ver Anexo A. Hoja “Compra Insumos”).

2.4.4 Infraestructura. El Parque Tecnológico Guatiguará actualmente cuenta con un área construida de 27.727,38m² repartida en la construcción antigua y el Edificio de Investigaciones, el Laboratorio cuenta con el 0,71% del espacio físico del parque para el desarrollo de sus actividades, es decir con 242,21m² distribuidos dentro de las instalaciones como se ve en la tabla 5.

Tabla 5. Distribución espacio físico

ESPACIO	CANTIDAD	ÁREA
Laboratorios Edificio de investigaciones (EDI 107 – 108)	2	100m ² c/u
Hangar	1	42,21m ²
TOTAL		242,21m²

Fuente: Juan Carlos Mendoza Blanco. Profesional de apoyo. Coordinación general de la sede Parque Tecnológico Guatiguará

2.5 PORTAFOLIO DE SERVICIOS

Si bien el Laboratorio ofrecía al público la realización de muchas pruebas de daño a la formación, corrosión y análisis petrofísicos (ver Anexo F), a finales del año 2014 se sugirió a la dirección del laboratorio para que en conjunto con la dirección de escuela se realizara una evaluación del portafolio. Allí se analizó la frecuencia de realización y la importancia dentro de los proyectos actuales y futuros dando como resultado una reducción de la cantidad de servicios a tener en cuenta para el diseño de la estructura de costos y para el 2015 se tiene un total de 42 pruebas como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Portafolio de Servicios

DAÑO A LA FORMACIÓN	
Capacidad disolución 1 mineral 1 tiempo	Estabilidad térmica de fluidos fracturamiento 1 día
Mojabilidad visual en ácido o salmueras	Prueba de emulsión
Compatibilidad en aguas	Disolución de asfaltenos
Eficiencia dinámica	Desplazamiento por día

Tabla 6. (Continuación)

DAÑO A LA FORMACIÓN	
Caracterización de fluidos de formación	Velocidad de disolución
Adsorción dinámica	PH/T (GR C) en aguas
Tasa crítica de fluidos de formación	Conductividad en aguas
Sludge en ácido	Resistividad en aguas
ANÁLISIS PETROFÍSICOS	
Corte de muestras (1" o 1,5") con salmuera por muestra	Limpieza de muestras que contienen crudo (API 32 y 42) por muestra
Corte de muestras (1" o 1,5") con keroseno por muestra	Limpieza de muestras que contienen crudo (API 20 y 32) por muestra
Corte de muestras (1" o 1,5") con nitrógeno líquido por muestra	Limpieza de muestras que contienen crudo (API 12 y 20) por muestra
Permeabilidades relativas PY-TY (líquido-líquido) por muestra	Limpieza de muestras que contienen crudo (API <12) por muestra
Determinación de permeabilidad al aire por muestra	Determinación de porosidad por muestra
Saturación de fluidos método Dean Stark	Determinación de densidad de grano por muestra
Presión capilar	Restauración de mojabilidad
Prueba de volumen en celda total	Determinación de viscosidad
Tensión interfacial	
PRUEBAS TERCERIZADAS	
Aluminio en aguas nivel PPB por AA	Potasio en aguas nivel PPB por AA
Bario en aguas nivel PPB por AA	Sodio en aguas nivel PPB por AA
Hierro en aguas nivel PPB por AA	Silicio en aguas nivel PPB por AA
Magnesio en aguas nivel PPB por AA	Cloruros en aguas por potenciometría
Toma espectro FT-IR	

Fuente: Hernando Buendía Lombana. Director del Laboratorio.

Las pruebas tercerizadas se subcontratan con otros laboratorios de la Universidad por lo tanto el precio público tiene un margen de ganancia adicional al valor pagado por la subcontratación.

Si bien existe un precio público para todas las pruebas, cuando el Laboratorio es contratado por entidades para realizar varios análisis durante el desarrollo de un

proyecto, los precios pueden cambiar y se ofrecen descuentos que dependerán de la cantidad y el tipo de pruebas o incrementos en la tarifa dependiendo de la urgencia que tenga el cliente por los resultados.

2.6 CLIENTES

El Laboratorio ofrece sus pruebas a la industria de hidrocarburos en general, realizando pruebas individuales o pequeños paquetes de análisis, sin embargo su mayor enfoque de trabajo se encuentra hacia proyectos de gran escala para importantes empresas del sector como el Instituto Colombiano del Petróleo, ECOPETROL, Equion Energy, G-Mas, GT Ingeniería, Lithoil y Power Petroleum International, los cuales son grandes referentes del sector petrolero; su mercado se sitúa en la industria de los hidrocarburos.

La contratación se realiza por amplios periodos de tiempo; dichos proyectos comprenden la realización de varias pruebas cuyos resultados se consolidan en un informe final. Todo proyecto debe dejar una contribución del 11% sobre el valor total para la UIS (según Acuerdo del Consejo Superior N°103 de 2010) y adicionalmente un excedente del 12% destinado a la Escuela.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1 DEFINICIÓN DE COSTO

“El costo se define como el ‘valor’ sacrificado para adquirir bienes y servicios”² es decir, es un recurso que se sacrifica para obtener beneficios presentes o futuros.

3.2 ELEMENTOS DEL COSTO

Son todos aquellos factores que componen un producto y que “suministra a la gerencia la información necesaria para la medición del ingreso y la fijación del precio del producto.”³ Los elementos que definen el costo de un producto son:

- **MATERIALES:** Son los recursos que se transforman en bienes terminados luego de adicionarle la mano de obra y los costos indirectos de fabricación durante el proceso productivo. A su vez, los materiales pueden catalogarse materiales directos que son todos aquellos que pueden reconocerse fácilmente en el producto terminado y que permiten su identificación mientras que los materiales indirectos son los que están involucrados en la fabricación pero no cumplen con las características de los materiales directos.

- **MANO DE OBRA:** Este elemento involucra a las personas y comprende el esfuerzo físico y mental en que incurren los empleados para la fabricación de un producto. Este elemento de costo puede dividirse en mano de obra directa que son aquellas directamente involucradas en la fabricación del producto y que son fácilmente identificables, es decir, aquella que permite la transformación de los materiales en el producto terminado y mano de obra indirecta que comprende la

² RALPH S., Polimeni. FRANK J., Fabozzi. Et al. Contabilidad de costos. 3ra edición. Bogotá D.C.: McGraw-Hill, 1997. p.11

³ Ibíd. p.12

mano de obra que no cumple los requisitos para ser directa, este elemento se incluye como parte de los costos indirectos de fabricación.

- **COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN:** Esta clasificación se “utiliza para acumular los materiales indirectos, la mano de obra indirecta y los costos indirectos de fabricación que no pueden identificarse directamente con los productos específicos.”⁴ Los costos indirectos de fabricación se clasifican en fijos que son aquellos que permanecen constantes dentro de un rango relevante de producción, variables que varían según el volumen de producción y mixtos que son todos aquellos que cumplen con características de fijos y variables.

3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS

Existen diversas metodologías para tipificar los costos sin embargo, para efectos de este proyecto de grado se utilizará la clasificación de los costos que se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Clasificación de los costos

TIPO DE CLASE	TIPO DE COSTO	CARACTERÍSTICAS
Por su origen	De Manufactura o de producción	Recomendado para las empresas fabricantes o industriales.
	De Mercadeo y Ventas o de distribución	Recomendado para los distribuidores o comerciantes, incluye los costos administrativos y financieros.
	De Explotación	Recomendado para las empresas de extracción de recursos naturales.
	De Operación	Recomendado para las empresas prestadoras de servicios.

⁴ Ibíd. p.13

Tabla 7. (Continuación)

TIPO DE CLASE	TIPO DE COSTO	CARACTERÍSTICAS
Por su base de cálculo	Histórico	La asignación de los costos se realiza con base a precios y cantidades corrientes o históricas y como se transan en el periodo contable.
	Predeterminado	La asignación de los costos se realiza con base en precios y cantidades calculados antes de que se inicie la producción o se preste el servicio en forma de presupuestos.
	De Base Mixta	Combinación de costos históricos o corrientes con costos predeterminados o supuestos.
Por su comportamiento en la actividad	Fijos	Costos que permanecen constantes durante el periodo, son insensibles al nivel de producción o de actividad y están en función del periodo.
	Variables	Costos que cambian directa y proporcionalmente con el nivel de actividad o de producción.
	Semifijos o SemivARIABLES	Contienen una parte fija y una parte variable.
Por su identificación con el objetivo de costo	Directos	Valor de un insumo o recurso que se puede asignar específicamente o asociarlo clara y directamente con una sola actividad u objetivo del costo.
	Indirectos	Valor de un insumo o recurso que no se puede asignar específicamente con una sola actividad u objetivo del costo; está relacionado con varias actividades y su medición para asignarlo amerita escoger inductores de costo congruentes con la causalidad recurso-actividad.

Tabla 7. (Continuación)

TIPO DE CLASE	TIPO DE COSTO	CARACTERÍSTICAS
Por el área funcional de la empresa	De Producción	Son aquellos que se generan en la planta de producción.
	De Distribución	Son aquellos que se generan en el área de ventas.
	De Administración	Son aquellos que se generan en el área administrativa.
	Financieros	Son los costos generados por la financiación.
Por su efecto en la contabilidad	Desembolsables	Son erogaciones o salidas de efectivo.
	De Oportunidad	Son los costos en que se incurriría al tomar una decisión alternativa, no representan erogaciones si la decisión no es tomada.
Por su grado de control	Controlables	Sobre estos la dirección tiene autoridad en su generación.
	No Controlables	No existe autoridad de la dirección para su control, su variación escapa al control.

Fuente: HEREDIA GUTIERREZ, Dioblado César. Metodología para implantar un sistema de costeo ABC a la industria de la confección. Dictamen Libre [En línea], Edición N° 7 [Citado el 10 de agosto de 2014]. Disponible desde internet:<<http://www.unilibrebaq.edu.co/unilibrebaq/revistas2/index.php/dictamenlibre/article/view/90/83>>

3.4 SISTEMAS DE COSTEO

Son modelos que recolectan organizadamente los datos del costo para determinar el costo total del producto. El tipo de producto manufacturado y el proceso productivo utilizado indican el método de acumulación de costos por utilizar. Por ejemplo, el fabricante de muebles, según las especificaciones del cliente, utiliza las técnicas de acumulación de costos por órdenes de trabajo, en tanto la producción

masiva de bolígrafos sugiere el uso de las técnicas de acumulación de costos por procesos.

La selección de acumulación de costos reales, normales y estándares para informes de uso interno, por costeo directo o por absorción se basa completamente en las necesidades de información de la gerencia.⁵

En la tabla 8 se muestra un cuadro explicativo de la clasificación de los sistemas de acumulación de costos que se van a tratar en este documento:

Tabla 8. Clasificación de los sistemas de acumulación de costos

TIPO DE PRODUCTO O DE PROCESO PRODUCTIVO	SISTEMA DE ACUMULACIÓN DE COSTOS	SISTEMA DE ACUMULACIÓN DE COSTOS PARA USO INTERNO
Según especificaciones del cliente	Costeo por órdenes de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reales ▪ Normales
Producción masiva	Costeo por procesos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estándares ▪ Variable ▪ Total

Fuente: RALPH S., Polimeni. FRANK J., Fabozzi. Et al. Contabilidad de costos. 3ra edición. Bogotá D.C.: McGraw-Hill, 1997. p.51

⁵ RALPH, Óp. cit., p. 50.

3.4.1 Sistema de costos por órdenes de trabajo. Es el sistema más adecuado cuando se manufactura un solo producto o grupo de productos según las especificaciones dadas por el cliente pues el costo de cada producto dependerá de los requerimientos de materiales y de conversión.⁶ Este sistema acumula los elementos básicos del costo (material, mano de obra y costo indirecto de fabricación), pero se acumularán de acuerdo con los números asignados a la orden de trabajo. El costo unitario se calcula dividiendo las unidades totales del trabajo por el costo total de éste.

3.4.2 Sistema de costos por procesos. Este sistema acumula los costos de producción por departamento o por centro de costos. Cuando en un departamento se realizan dos o más procesos, se recomienda dividir la unidad departamental en centros de costos.⁷ En el sistema de costos la unidad de costos es el proceso y el costo unitario se promedia. Se recomienda su uso cuando se producen productos homogéneos en grandes volúmenes mediante técnicas de producción masiva o procesamiento continuo. En este tipo de sistemas, los elementos básicos de costo se acumulan de acuerdo con el departamento o el centro de costos y el costo total del producto será la acumulación de los costos de cada proceso.

3.4.3 Sistema de costeo variable. Este tipo de sistema de acumulación de costos se caracteriza por que “el costo de un producto está compuesto de materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos variables de fabricación; los costos indirectos fijos de fabricación se consideran un costo del periodo⁸. Sin embargo, es importante resaltar que este tipo de costeo, tal y como se plantea, sólo

⁶ Ibíd. p.180

⁷ Ibíd. p.223

⁸ Ibíd. p. 50

puede ser utilizado internamente. Lo anterior quiere decir que para efectos de los informes financieros de uso externo, el costo del producto debe contener los costos indirectos fijos de fabricación y que esta forma de calcular el costo de un producto se hace de manera interna pues así se facilita el control del costo y por ende la toma de decisiones gerenciales.

3.4.4 Sistema de costeo total. En este sistema varía del anteriormente mencionado en que el costo de un producto incluye los costos indirectos fijos de fabricación. “Por lo tanto, para cualquier tipo de producción hacen parte del costo todos los costos indirectos de producción fijos o variables y constituyen una partida inventariable”⁹

3.4.5 Sistema de costos basado en actividades. En este tipo de sistema los costos de las actividades (acontecimientos, tareas o unidades de trabajo con un motivo específico) se calculan y luego se asignan a objetos de costo (productos o servicios), con base en las actividades necesarias para producir cada producto o servicio.¹⁰ Lo anterior quiere decir que para cualquier tipo de producción o servicios, primero se costean las actividades que demandan los productos o servicios y luego el costo de estas actividades se cargan al producto usando tasas de forma escalonada. Para este sistema los costos se dividen en estructurales y operacionales, se despreja la diferencia entre gasto y costo y por lo tanto se costea toda la cadena de valor del producto o servicio hasta el cliente.¹¹

⁹ HEREDIA, Óp. Cit., p. 12

¹⁰ HORNGREN, Charles. DATAR, Srikant. FOSTER, George. Contabilidad de costos. Un enfoque gerencial. 12ª edición. México: Pearson Educación, 2007. p. 145

¹¹ HEREDIA, Óp. Cit., p. 13

3.5 IMPORTANCIA DE UN SISTEMA DE COSTOS

En primer lugar, contar con una adecuada estructura de costos le permite a una empresa tener en cuenta su evolución y analizar los resultados de un periodo con el propósito de tomar las medidas necesarias para corregir los costos y cambiar los resultados del mismo. Si se recurre a un tema más amplio como lo es la contabilidad de costos, un sistema estructurado de los costos le proporciona a las empresas la posibilidad de determinar el costo de producir o vender cada artículo o de prestar un servicio al mismo tiempo que se lleva a cabo la fabricación del mismo y así la gerencia puede hacer control eficiente de los recursos.

3.6 CONCEPTOS ADICIONALES

Para lograr un mayor entendimiento de la teoría y las nociones sobre los costos, a continuación se relacionan algunos términos que complementan la información previamente presentada:

- **GASTO:** Consumo de recursos requerido para realizar actividades de carácter administrativo y que no intervienen directamente con la producción de bienes o la prestación de servicios, es decir, sirven de apoyo en las actividades de producción y se cargan al estado de actividad financiera.

- **CONTABILIDAD ADMINISTRATIVA:** Es también llamada contabilidad de costos o contabilidad gerencial. Suministra información para uso interno de los gerentes de la organización para que puedan llevar a cabo el proceso administrativo de planeación, control, evaluación de desempeño y toma de decisiones sobre los recursos que consume la elaboración de un producto o la prestación de un servicio.¹²

¹² CONTADURÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Marco de referencia para la implantación del sistema de costos en las entidades del sector público [En línea]. Bogotá, D.C: 2008 [Citado el 25 de agosto de 2014] Disponible desde internet: <http://www.contaduria.gov.co/wps/wcm/connect/f6178d42-abf3-4a9f-a78e-52470d242414/MarocReferencia_SistCostos.pdf?MOD=AJPERES>

- **COSTOS POR CONTRATOS DE SERVICIOS:** Es el costo de los servicios recibidos por el desarrollo de contratos con terceros realizados con el fin de ejecutar labores relacionadas con la producción de bienes o la prestación de servicios. Es también llamado costo de subcontratación o tercerización.¹³ Lo anterior se refiere a los procesos o actividades que realiza una empresa externa, fuera de su administración, para cumplir una tarea o para terminar una parte del producto y que ha sido contratada para ese fin específico.

- **CENTROS DE COSTO:** Son conocidos como departamentos o centros de producción y se constituyen por un conjunto de personas, infraestructura física, maquinaria y equipos que se relacionan entre sí para llevar a cabo procesos productivos, ejecución de funciones o servicios para lograr el objetivo operativo y administrativo de una empresa. “El uso de los centros de costos se puede considerar si lo que se busca es establecer procedimientos que faciliten la asignación de los costos indirectos de fabricación. Los centros de costos se clasifican en Centros de costos de producción (involucran actividades directamente relacionadas con las funciones de fabricación), Centros de costos de servicios (se refieren a los trabajos auxiliares que complementan las labores de fabricación) y Centros de costos híbridos que cumplen ambos tipos de funciones.”¹⁴

¹³ Ibíd. p. 39

¹⁴ RAMIREZ, Carlos Vicente. GARCÍA, Milton. PANTOJA, Cristo Ramón. Fundamentos y técnicas de costos [En línea]. Cartagena de Indias: 2010 [Citado el 12 de agosto de 2014]. Disponible desde internet: <http://www.unilibrectg.edu.co/Descarga/PDF/Ciencias_Admon_y_Contables/libro_de_costos_finald.pdf>

4. ELECCIÓN MODELO DE COSTOS

Una vez se ha manifestado la necesidad de un sistema de costos que permita determinar el costo de las pruebas que se realizan, es importante elegir un modelo de costeo que se adecue a la forma en cómo funciona el Laboratorio para lo cual fue necesario utilizar una herramienta de análisis para identificar unas características con las cuales el nuevo sistema debe cumplir, evaluarlas y así seleccionar el modelo de costos apropiado.

4.1 ANÁLISIS MULTICRITERIO

Esta herramienta de análisis permite orientar la toma de decisiones basada en criterios múltiples para evaluar diferentes alternativas y emitir un juicio comparativo entre ellas.

El método de análisis multicriterio necesita de ciertos elementos los cuales se definieron entre la autora y el Director del Laboratorio para el proyecto de la siguiente manera:

4.1.1 Lista de alternativas. Son las posibles soluciones del problema que se va a analizar. Se le explicó al Director del Laboratorio la metodología a utilizar y las características principales de cada sistema de costeo para así definir las alternativas a evaluar. Para este caso se estableció que los potenciales sistemas de costos que se podrían implementar son: Costos por procesos, Costos por órdenes de producción y Costos basados en actividades (ABC).

4.1.2 Lista de criterios. Son los atributos que permiten evaluar cada una de las alternativas según unas ponderaciones asignadas dada su importancia. Según las características de cada uno de los modelos de costos que existen, el Director del Laboratorio consideró que el nuevo sistema de costos que se diseñara debía cumplir con los criterios y ponderaciones que se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Criterios de selección del modelo de costos

CRITERIO	PONDERACIÓN (%)
Coherencia con la forma en cómo opera el Laboratorio	18
Facilidad en el manejo de los elementos de costo	10
Información detallada sobre los elementos de costo	12
Cálculo del consumo real de recursos en cada servicio	25
Cálculo del costo total por periodo	20
Generar información que permita la toma de decisiones	15

4.1.3 Matriz de decisión. Sintetiza la evaluación de cada una de las alternativas según el criterio analizado utilizando la siguiente valoración:

- 1 Punto: No aplica
- 5 Puntos: Aplica medianamente
- 10 Puntos: Aplica totalmente

En la tabla 10 se muestra el resultado de la calificación de las tres alternativas de sistema de costeo planteadas y la puntuación final que obtuvo cada sistema según la ponderación asignada a cada criterio de decisión.

Tabla 10. Matriz de decisión

CRITERIO	%	PROCESOS	ÓRDENES DE PRODUCCIÓN	ABC
Coherencia con la forma en cómo opera el Laboratorio	20	5	1	10
Facilidad en el manejo de los elementos de costo	10	1	5	5
Información detallada sobre los elementos de costo	12	5	10	5
Cálculo del consumo real de recursos en cada servicio	25	1	10	10
Cálculo del costo total por periodo	18	10	10	10
Generar información que permita la toma de decisiones	15	10	10	10
VALORACIÓN	100	4,5	7,7	8,9

4.2 MODELO DE COSTOS ELEGIDO

Una vez realizada la calificación de alternativas para cada criterio y según el análisis de necesidades el mejor modelo que se ajusta a los procesos y al funcionamiento del Laboratorio es el Costeo Basado en Actividades (ABC). Los criterios que mayor importancia representaban en la toma de decisión eran el cálculo del consumo real de recursos y la coherencia con la forma en cómo funciona el Laboratorio.

De acuerdo con lo anterior, el sistema de costeo por procesos resultó con la valoración más baja debido a que su metodología, planteada para flujos continuos de producción y productos uniformes o similares, acumula costos por centros de costos y el costo unitario resulta de un promedio del costo final del proceso, esto sin duda no permite conocer el consumo real unitario de recursos para cada prueba.

Adicionalmente, el sistema de costeo por órdenes de producción si bien permite conocer el consumo real de recursos por prueba, no es coherente con la forma en cómo opera el Laboratorio pues informe final de las pruebas entregado no depende de las especificaciones del cliente sino del resultado consecutivo de prueba tras prueba que se va ejecutando.

5. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS

5.1 CENTRO DE COSTOS

Los centros de costos representan los costos organizacionales ocasionados por un conjunto de recursos que se aprovechan para el desarrollo de procesos productivos y/o ejecución de funciones en el cumplimiento del objetivo administrativo y operativo de una organización.

De acuerdo con el funcionamiento del laboratorio, el único proceso misional que genera ingresos es el de servicios y pruebas de laboratorio.

El portafolio de esta unidad de negocio recibe ingresos por dos grandes áreas, los servicios de análisis petrofísicos y los servicios de daño a la formación. Los análisis petrofísicos comprenden las pruebas realizadas a muestras de roca de un yacimiento en busca de una identificación de sus propiedades petrofísicas, mientras que las pruebas de daño a la formación se realizan a los fluidos de operación de Workover y perforación con el fin de caracterizar su movimiento a través del medio poroso de la roca.

Debido a la diferencia que existe en la finalidad de los servicios y en las actividades que se realizan en los dos grupos de pruebas, se establece que la estructura de costos debe diseñarse para dos centros de costos: Análisis petrofísicos y Daño a la formación.

En la tabla 11 se muestra un prorrateo de ingresos por ventas para el periodo comprendido entre enero y junio de 2015 para las pruebas que efectivamente ejecuta el Laboratorio:

Tabla 11. Prorratio de ingresos por ventas para los Centros de costo

INGRESOS POR VENTAS 2014		
	CENTRO DE COSTOS	
	<i>Análisis Petrofísicos</i>	<i>Daño a la Formación</i>
Enero	\$28.800.000	\$41.005.600
Febrero	\$36.500.000	\$40.105.000
Marzo	\$35.300.000	\$35.785.000
Abril	\$26.658.000	\$6.711.000
Mayo	\$71.100.000	\$46.165.390
Junio	\$11.294.000	\$23.760.000
PROMEDIO FACTURADO / MES	\$34.942.000	\$32.255.332
PRORRATIO	52,00%	48,00%

Fuente: Mayra Alejandra Díaz. Profesional de Extensión. Escuela de Ingeniería de Petróleos. UIS

Como se puede observar en el prorratio por ventas, el porcentaje de participación en los ingresos para los dos grupos de pruebas es muy similar, esta se considera otra razón por la cual se deben considerar un centro de costo independiente para cada grupo en el diseño de la estructura.

Es importante mencionar que durante el periodo de análisis de ventas, debido a los proyectos que se encontraban vigentes, los ingresos registrados no hacen referencia a la totalidad de las pruebas, las ventas registradas corresponden a 21 de las 33 pruebas que se ejecutan en el Laboratorio.

Respecto de los servicios que se ofrecen al público pero que su ejecución es subcontratada, se decidió que no se analizarían como un centro de costos aparte pues la importancia del proyecto de grado radicaba en conocer el costo de ejecución de los servicios que realmente realiza el laboratorio.

Para asignar los elementos de costos a las actividades y finalmente a las pruebas individuales en cada centro de costos, fue necesario calcular la participación de los

grupos (Análisis petrofísicos y Daño a la formación) en la totalidad de pruebas realizadas en un mes promedio. Como se puede ver en la tabla 12., la cantidad de pruebas no se muestra como un número exacto debido a que algunas de las 33 pruebas se realizan entre dos y diez veces al año y fue necesario promediarlas para saber el número de pruebas que se realizan al mes según datos históricos.

Tabla 12. Porcentaje de pruebas al mes por grupo

TIPO DE PRUEBA	NÚMERO PROMEDIO DE PRUEBAS EN UN MES	ASIGNACIÓN PORCENTUAL
ANÁLISIS PETROFÍSICOS	49,83	53,16%
DAÑO A LA FORMACIÓN	43,92	46,84%
TOTAL	93,75	100,00%

5.2 ANÁLISIS DE ELEMENTOS DE COSTO

Una vez se ha revisado los recursos con los que cuenta el Laboratorio para la ejecución de sus actividades, se definieron los elementos de costo de la siguiente manera:

5.2.1 Materiales directos. De acuerdo con las características que identifican los materiales directos (fácil identificación, valor significativo y uso relevante) y según los materiales utilizados en la ejecución de las pruebas, se determinó que las sustancias químicas y reactivos que se utilizan en la ejecución de las pruebas, no se consideran como material directo sino como insumos debido a que no cumplen con las características mencionadas de los materiales directos, por lo tanto este elemento de costo no se incluye en la estructura de costeo.

5.2.2 Mano de obra directa. Este elemento de costo comprende al personal que interviene directamente con la realización de las pruebas, es decir, los profesionales o técnicos. Teniendo en cuenta el tipo de contratación, la dedicación de tiempo, la asignación básica salarial, y la seguridad y prestaciones sociales, el costo de este elemento se totalizan en la tabla 13.

Tabla 13. Mano de obra directa

CARGO	NOMBRE	TIPO DE CONTRATACIÓN	DEDICACIÓN	HORAS LABORADAS / MES	SALARIO BASE MENSUAL	TOTAL
Profesional o Técnico 1	Jenny Liset Rodríguez Ardila	OPS	Tiempo completo	160	\$2.710.000	\$2.710.000
Profesional o Técnico 2	José Gonzalo Pabón Vera	OPS	Tiempo completo	160	\$2.037.000	\$2.037.000
Profesional o Técnico 3	Mauricio Andrés Alvarez	PLANTA TEMPORAL	Tiempo completo	160	\$1.259.196	\$2.268.120
Profesional o Técnico 4	Carolina León Vanegas	OPS	Tiempo completo	160	\$2.183.000	\$2.183.000
Profesional o Técnico 5	Jhon Fredy Badillo Parra	PLANTA TEMPORAL	Tiempo completo	160	\$1.259.196	\$2.268.120
Profesional o Técnico 6	Luz Dary Peña Castellanos	PLANTA TEMPORAL	Tiempo completo	160	\$1.259.196	\$2.268.120
Profesional o Técnico 7	Helena Margarita Ribón Barrios	OPS	Tiempo completo	160	\$3.141.000	\$3.141.000
COSTO MANO DE OBRA MENSUAL						\$16.875.360

Fuente: Mayra Alejandra Díaz. Profesional de Extensión. Escuela de Ingeniería de Petróleos. UIS

Cada profesional o técnico se encuentra capacitado para la ejecución de ciertas pruebas por lo tanto, la cantidad de horas mano de obra directa asignadas a cada centro de costos dependerá del porcentaje de dedicación que le corresponda al grupo de pruebas así como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Dedicación mano de obra directa por centro de costos

PROFESIONAL O TÉCNICO	ANÁLISIS PETROFÍSICOS % DEDICACIÓN	DAÑO A LA FORMACIÓN % DEDICACIÓN
Jenny Liset Rodríguez Ardila	0,00%	100,00%
José Gonzalo Pabón Vera	89,90%	10,10%
Mauricio Andrés Alvarez	100,00%	0,00%
Carolina León Vanegas	50,96%	49,04%
Jhon Fredy Badillo Parra	49,60%	50,40%
Luz Dary Peña Castellanos	45,07%	54,93%
Helena Margarita Ribón Barrios	0,00%	100,00%

Para el diseño de la estructura de costos fue necesario realizar un estudio de tiempos (ver Anexo B), esto con el fin de conocer las horas de trabajo hombre, de trabajo de equipo y determinar el tiempo de ejecución de cada prueba del portafolio en cada una de sus actividades para finalmente usar esos tiempos en la asignación de los costos.

5.2.3 Costos indirectos de fabricación. Dentro de éste elemento de costo se tomaron en consideración varios factores, los cuales se describen a continuación:

5.2.3.1 Arrendamiento. Debido a que el Laboratorio se ubica en terrenos que son propiedad de la Universidad Industrial de Santander, no se genera un pago de dinero por concepto de arrendamiento de espacio físico. Sin embargo, para efectos de este proyecto se realizó un cálculo del valor que debería pagar el Laboratorio en el caso hipotético de ser una entidad ajena a la UIS.

Según la Resolución N° 397 de 2012 emitida por el Rector de la UIS, en “la cual se establecen los procedimientos administrativos para el arrendamiento de espacios físicos en la Sede UIS Guatiguará”, una entidad que desee ocupar un espacio en las instalaciones de ésta sede, debe cancelar un canon de arrendamiento mensual por metro cuadrado equivalente al 5,30% de un salario mínimo legal mensual vigente y será ajustado anualmente en un porcentaje igual al índice de precios al consumidor.

De acuerdo con lo anterior, se realizó un cálculo del valor que en teoría el Laboratorio debería pagar desde que entró en vigencia la resolución mencionada hasta el mes de junio de 2015, esto con el fin de establecer un costo promedio mensual por concepto de arrendamiento como se observa en la tabla 15.

Tabla 15. Cálculo de costo de arrendamiento de espacio físico

AÑO	SMLMV	VALOR m2 (Según SMLMV)	IPC Anual	VALOR m2 (Según IPC)	VALOR MENSUAL (IPC)	VALOR ANUAL TOTAL
2011	\$535.600	\$28.387	3,73%	-	-	-
2012	\$566.700	\$30.035	2,44%	\$31.155	\$7.546.152	\$89.739.770
2013	\$589.500	\$31.244	1,94%	\$31.916	\$7.730.278	\$92.763.333
2014	\$616.000	\$32.648	3,66%	\$32.535	\$7.880.245	\$94.562.942
2015	\$644.350	\$34.151	3,22%	\$33.726	\$8.168.662	\$98.023.946

VALOR ANUAL PROMEDIO \$93.772.498
VALOR MENSUAL PROMEDIO \$7.814.375

5.2.3.2 Servicios públicos. En este elemento de costo se tuvieron en cuenta la energía eléctrica, agua, servicios generales, seguridad privada y telefonía e internet. Los anteriores servicios, son facturados para el Parque Tecnológico Guatiguará y el cobro que la coordinación del parque hace a cada entidad y laboratorio ubicado allí, se hace a través de un prorratio de áreas. Como se veía en el numeral 2.4.4 *Infraestructura*, el porcentaje de área que ocupa el Laboratorio dentro del espacio físico del parque, corresponde al 0,71% razón por la cual, los cálculos que se muestran a continuación se obtuvieron prorratiando el valor total pagado de acuerdo con el porcentaje de área de ocupación.

- Energía eléctrica. La facturación de este servicio lo hace la empresa Vatia S.A E.S.P. Si bien el cálculo del valor de este elemento de costo se podría hacer siguiendo el procedimiento anteriormente mencionado de prorratio de áreas, se decidió que la mejor forma de acercarse al valor real de consumo de energía eléctrica era conocer la potencia promedio de consumo de cada equipo para luego poder determinar la potencia total consumida durante la ejecución de las pruebas en un mes promedio. Se revisaron los manuales de usuario de todos los equipos en busca del dato de potencia de consumo establecido por el fabricante, sin embargo,

para varios de los equipos no se encontró la información, razón por la cual haciendo uso de una pinza amperimétrica, se le realizó una lectura de voltaje y amperaje consumido a esos equipos de los cuales se les desconocía la potencia. Después de realizar los cálculos pertinentes de potencia promedio de consumo y de tiempos de trabajo para todos los equipos, el costo mensual promedio de este elemento se estableció en \$481.792,06

- Agua. La facturación de este servicio la hace la empresa Piedecuestana de Servicios Públicos E.S.P y es única para la sede, los datos de la tabla 16 corresponden al consumo entre enero y junio de 2015 y el valor promedio mensual se hizo después del prorrateo.

Tabla 16. Servicio de agua

AGUA		
MES	VALOR PAGADO (SEDE)	VALOR PAGADO (LAB.)
Enero	\$727.402	\$5.141
Febrero	\$512.980	\$3.625
Marzo	\$471.420	\$3.332
Abril	\$363.630	\$2.570
Mayo	\$370.830	\$2.621
Junio	\$511.564	\$3.615

Valor promedio mensual

\$3.484

Fuente: Juan Carlos Mendoza Blanco. Profesional de apoyo. Coordinación general de la sede Parque Tecnológico Guatiguará

- Servicios generales. Este elemento de costo corresponde a los servicios de aseo y jardinería contratados con la empresa Americana de Servicios. El valor mensual pagado por la sede es fijo¹⁵ y asciende a los \$ 22'014.425 por lo tanto, de

¹⁵ Información suministrada por el ingeniero Juan Carlos Mendoza Blanco, Profesional de apoyo en la Coordinación general de la sede Parque Tecnológico Guatiguará

acuerdo con el porcentaje de ocupación del Laboratorio, el costo de este servicio es de \$155.580

- Seguridad privada. La vigilancia y seguridad que tiene la sede para sus instalaciones está contratada con la empresa Seguridad Nápoles Limitada y se mantiene fija mes a mes pues el número de operarios que laboran en la sede siempre es el mismo.¹⁶ El valor mensual de este servicio es de \$ 46'176.392 y al Laboratorio le corresponde un pago de \$326.338 de acuerdo con su área de ocupación.

- Telefonía e internet. El servicio de telefonía e internet para la sede Guatiguará se tiene contratado con Telebucaramanga y como se muestra en la tabla 17 el costo promedio mensual de este servicio se calculó usando el porcentaje de área usado por el Laboratorio dentro de la sede para los meses comprendidos entre enero y junio de 2015:

Tabla 17. Servicio de telefonía e internet

TELEFONÍA E INTERNET		
MES	VALOR PAGADO (SEDE)	VALOR PAGADO (LAB.)
Enero	\$11.478.550	\$81.121
Febrero	\$14.168.320	\$100.130
Marzo	\$12.473.590	\$88.153
Abril	\$13.967.290	\$98.710
Mayo	\$14.310.320	\$101.134
Junio	\$10.837.450	\$76.590
	<i>Valor promedio mensual</i>	\$90.973

¹⁶ Ibíd.

5.2.3.3 Disposición final de residuos. Debido al uso de crudo, reactivos y sustancias químicas durante la realización de las pruebas, es necesario realizar una correcta gestión integral de residuos por lo cual, el Laboratorio tiene contratado con la empresa Descont S.A E.S.P la disposición final de dichos residuos la cual cobra \$1.900 por cada Kg de residuo recolectado. Se recopiló la información de los manifiestos de carga durante un año, desde marzo de 2014 hasta marzo de 2015 y se obtuvo un costo promedio mensual de \$116.777 con una media de 4 recolecciones mensuales.

5.2.3.4 Mantenimiento. Debido a que los equipos del Laboratorio son de propiedad de la Universidad, la División de Mantenimiento de la UIS se encarga de realizar el mantenimiento preventivo de algunos equipos anualmente. Para los demás equipos se realiza un mantenimiento correctivo con una entidad externa a la Universidad cuando se presenta una avería. El mantenimiento preventivo no se aplica a todos los equipos debido a que el costo es muy elevado, por lo tanto sólo a los equipos que se muestran en la tabla 18 se les realiza mantenimiento preventivo:

Tabla 18. Equipos con mantenimiento preventivo

EQUIPO	MARCA	TIPO DE MANTENIMIENTO
Termocupla	Autonics	Mecánica
Horno convencional	MMM Med Center Venticell	Mecánica
Termohigrómetro	LUFF	Mecánica
Resistómetro-Conductímetro	Core Pet	Mecánica
Cabina de extracción	ESCO	Mecánica
Bomba de vacío	Gast	Mecánica
Pie de rey	Mitutoyo sul americana Ltda	Mecánica
Cortanúcleos	Core Pet	Mecánica
Balanza electrónica	Kern y Ohaus	Mecánica

Tabla 18. (Continuación)

EQUIPO	MARCA	TIPO DE MANTENIMIENTO
Sistema de enfriamiento	Thermo Scientific	Refrigeración
Calentador eléctrico	Plankton	Electricidad

Fuente: Ingeniero Andrés Tejedor. Programación individual de mantenimiento. División de Mantenimiento Tecnológico UIS.

La División de Mantenimiento no cuantifica el costo del servicio pero para efectos de este proyecto se calcularon los precios de mano de obra de técnicos que pudieran realizar el tipo de mantenimiento mencionado para equipo, el valor de este mantenimiento en promedio es de \$130.833 mensuales¹⁷, es importante resaltar que este valor mensual resulta de dividir en doce el valor anual de mantenimiento pues este mantenimiento sólo se realiza una vez al año. Respecto al costo del mantenimiento correctivo, según información suministrada en el Laboratorio, se cuantifica en \$2'526.866 promedio mensual y corresponde al servicio y compra de repuestos que la entidad externa solicite.

5.2.3.5 Calibración. La calibración de equipos de medición se realiza en un promedio de dos veces por mes a los equipos que corresponda según la planeación que se tiene el Laboratorio; esta se realiza con una entidad externa calificada para este tipo de servicios. El costo promedio mensual de este factor es de \$708.893

5.2.3.6 Depreciación. Corresponde al costo por uso del equipo tecnológico, equipo de cómputo, infraestructura física y los muebles y enseres de oficina. Para cuantificar este costo de uso, fue necesario hacer el inventario físico de los elementos antes mencionados, verificar la fecha de compra y calcular la

¹⁷ Información suministrada por Oscar Javier Acosta Medina, Ingeniero Mecánico UIS. Representante legal MADECOPLAST Ltda.

depreciación utilizando el método de línea recta. Para el caso del equipo tecnológico y el equipo de cómputo, el valor de la depreciación mensual es de \$28'411.961, para la infraestructura física el valor mensual es de \$443.279 mientras que para los muebles y enseres este costo mensual es de \$50.858.

5.2.3.7 Insumos. Para el cálculo del valor total de este costo indirecto, se recopilaron las órdenes de compra de materiales de laboratorio, gases, reactivos y sustancias químicas efectuadas entre mayo de 2014 y abril de 2015, esto con el fin de determinar el valor promedio de compra mensual de estos elementos el cual se cuantifica en \$4'128.844. Para los meses de marzo a junio de 2015 no se recolectó información dado que las solicitudes de compra se encuentran en trámites administrativos de la Universidad y no se han definido ni las cantidades ni los valores totales de compra.

5.2.3.8 Mano de obra indirecta. Este elemento de costo corresponde al personal del Laboratorio que no está involucrado en la ejecución de las pruebas pero cuya labor contribuye al funcionamiento del laboratorio mediante tareas administrativas, de control de calidad o seguridad industrial. Como se muestra en la tabla 19, para el valor mensual se tuvieron en cuenta el salario básico, las prestaciones sociales y la seguridad social de las dos personas planta temporal puesto que solo para ellas la Universidad debe pagar, en el caso de las personas contratadas por orden de prestación de servicios solo se tiene en cuenta el salario básico.

Tabla 19. Mano de obra indirecta

CARGO	NOMBRE	TIPO DE CONTRATACIÓN	DEDICACIÓN	HORAS LABORADAS / MES	SALARIO BASE MENSUAL	TOTAL
Director de laboratorio	Hernando Buendía Lombana	OPS	Tiempo completo	160	\$3.602.670	\$3.602.670
Auxiliar SSTA	Leidy Maritza Contreras Palacio	PLANTA TEMPORAL	Tiempo completo	160	\$1.366.514	\$2.269.939
Asistente de calidad	Loribeth Atala Buendía Arango	PLANTA TEMPORAL	Tiempo completo	160	\$1.259.196	\$2.268.120
COSTO MANO DE OBRA MENSUAL						\$8.140.729

Fuente: Mayra Alejandra Díaz. Profesional de Extensión. Escuela de Ingeniería de Petróleos. UIS

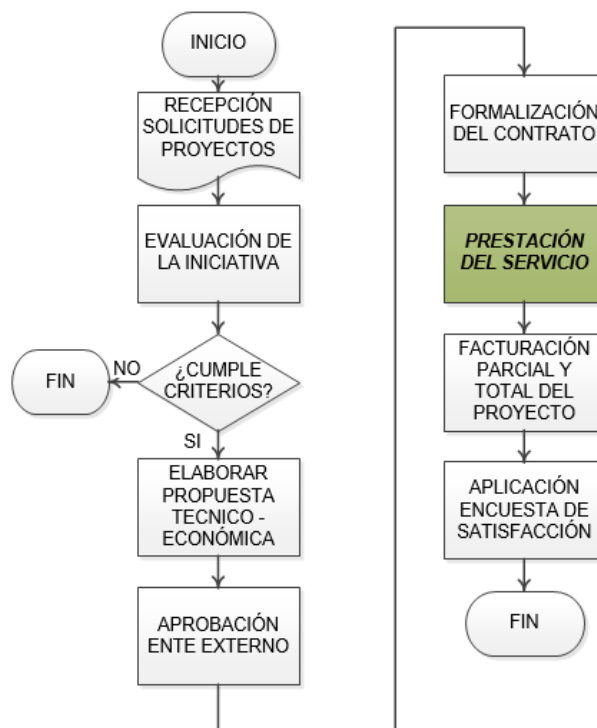
La asignación de este elemento de costo se realiza teniendo en cuenta el prorrateo de áreas realizado para las actividades en cada centro de costo. (Ver Anexo A. Hoja “Áreas”)

5.3 DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES

Para definir las actividades que permitan homogenizar el proceso de ejecución del servicio, fue necesario realizar entrevistas con cada profesional o técnico que hacen las pruebas, esto con el fin de determinar las tareas que se realizan en cada prueba.

El Laboratorio tiene planteado el procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos que corresponden al proceso macro de los servicios de extensión el cual se puede observar en la ilustración 5.

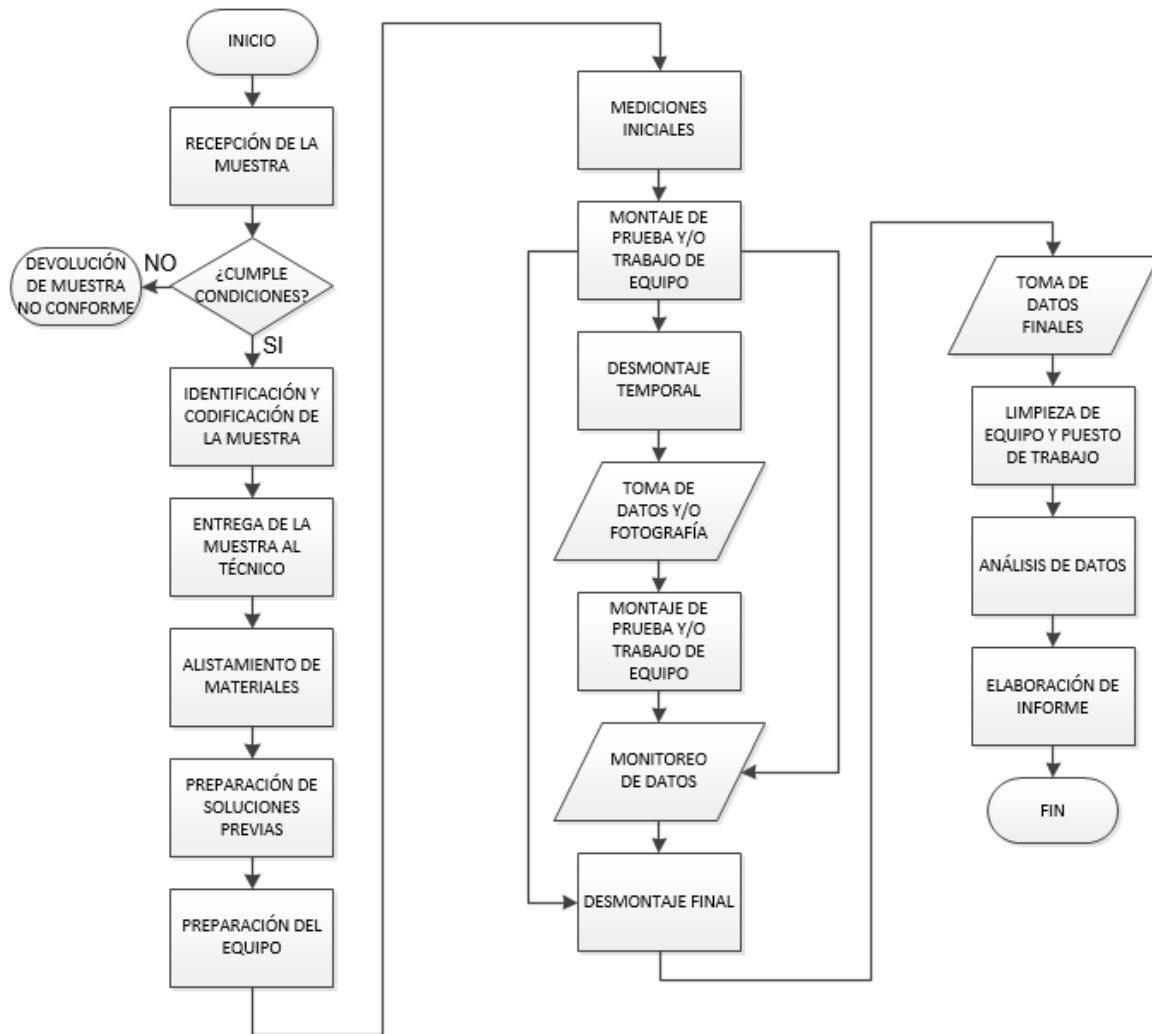
Ilustración 5. Diagrama de flujo proceso de extensión



Fuente: Archivo maestro documentos de gestión de la calidad. Laboratorio de Análisis Petrofísicos y Daño a la Formación UIS.

Sin embargo, una de las operaciones de dicho procedimiento, la prestación del servicio, no contaba un diagrama que describiera el proceso; por lo tanto, fue necesario elaborar un diagrama de flujo que permitiera identificar las actividades que conforman la prestación del servicio de análisis y pruebas.

Ilustración 6. Diagrama de flujo prestación de servicios del Laboratorio



Una vez se analizó el diagrama de flujo se determinaron las actividades que se muestran en las tablas 20 y 21 para cargar los costos de los recursos para cada uno de los centros de costo:

Tabla 20. Actividades definidas centro de costos Análisis Petrofísicos

TAREA	ACTIVIDAD	ETAPA
Comparación hoja de seguridad vs muestra	Recepción e identificación	PRE - ANALÍTICA
Verificar condiciones mínimas		
Registro fotográfico		
Registro de recepción		
Codificación y etiquetado		
Entrega al analista		
Recolectar materiales, sustancias y reactivos	Alistamiento materiales y equipo	PRE - ANALÍTICA
Preparar soluciones previas		
Limpieza inicial de equipo		
Preparación de equipo (encendido, calibración, temperatura y demás variables)		
Secar dedales	Ejecución	ANALÍTICA
Mediciones iniciales		
Montaje muestra en equipo		
Trabajo de equipo		
Revisar, medir y observar en intervalos de tiempo		
Registro de datos y observaciones		
Desmontaje de la muestra	Desmontaje y limpieza	ANALÍTICA
Mediciones finales		
Registro final de datos		
Limpieza del equipo		
Limpieza de elementos y puesto de trabajo	Análisis e informe	POS - ANALÍTICA
Realizar cálculos necesarios		
Comparación resultados con normas		
Elaborar informe de resultados		

Tabla 21. Actividades definidas centro de costos Daño a la Formación

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ETAPA
Comparación hoja de seguridad vs muestra	Recepción e identificación	PRE - ANALÍTICA
Verificar condiciones mínimas		
Registro fotográfico		
Registro de recepción		
Codificación y etiquetado		
Entrega al analista		
Toma de contramuestra		
Recolectar materiales, sustancias y reactivos	Alistamiento materiales y equipo	PRE - ANALÍTICA
Preparar soluciones previas		
Limpieza inicial de equipo		
Preparación de equipo (encendido, calibración, temperatura y demás variables)		
Mediciones iniciales	Montaje 1	ANALÍTICA
Montaje muestra en equipo		
Trabajo de equipo		
Desmontaje temporal		
Toma de datos y/o fotografía		
Montaje muestra en equipo	Montaje 2	
Trabajo de equipo		
Toma de alicuotas		
Monitoreo de datos		
Registro de datos y observaciones	Desmontaje y limpieza	
Desmontaje final de la muestra		
Mediciones finales		
Registro final de datos		
Limpieza del equipo		
Limpieza de elementos y puesto de trabajo		
Realizar cálculos necesarios	Análisis e informe	POS - ANALÍTICA
Comparación resultados con normas		
Elaborar informe de resultados		

5.4 SELECCIÓN DE INDUCTORES DE COSTO

Según el método de costeo ABC, se entiende por inductor de costo, la base a través de la cual se asignan cuantitativamente los costos de los recursos a cada una de las actividades y luego a los servicios. De acuerdo con esto, se definieron los siguientes inductores para el diseño de la estructura de costos:

5.4.1 Inductores primarios. Estos inductores permiten cargar los costos de materiales y mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación a cada una de las actividades definidas y se establecieron como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Inductores de costo primarios

RECURSO	INDUCTOR DE COSTO (Primario)
MANO DE OBRA DIRECTA	
Profesional o técnico	Horas laboradas
CIF	
Arrendamiento	Distribución equitativa
Servicio de energía	Consumo kW / Área
Servicio de acueducto y alcantarillado	Consumo m3 / Área
Servicios generales	Distribución equitativa
Servicio vigilancia privada	Distribución equitativa
Servicio de teléfono	Distribución equitativa
Disposición final de residuos	Distribución equitativa
Depreciación equipo	Distribución equitativa
Depreciación infraestructura	Distribución equitativa
Depreciación equipo de oficina	Distribución equitativa
Mantenimiento preventivo equipos	Número de servicios realizados
Mantenimiento correctivo equipos	Número de servicios realizados
Calibración	Número de servicios realizados
Papelería	Distribución equitativa
Insumos	Distribución equitativa
Mano de obra indirecta	Horas laboradas / Área

En el caso del servicio de energía y la mano de obra indirecta, el costo mensual se asignó según los porcentajes de área designados para cada actividad en el respectivo centro de costos como se puede ver en las tablas 23 y 24:

Tabla 23. Porcentaje de área por actividad centro de costo Análisis Petrofísicos

ACTIVIDAD N°	ÁREA	PRORRATEO
1. Recepción e identificación	EDI 107	15%
	EDI 108	15%
2. Alistamiento materiales y equipo	EDI 107	20%
	EDI 108	20%
	Hangar	30%
3. Ejecución	EDI 107	30%
	EDI 108	30%
	Hangar	40%
4. Desmontaje y limpieza	EDI 107	20%
	EDI 108	20%
	Hangar	30%
5. Análisis e informe	EDI 107	15%
	EDI 108	15%

Tabla 24. Porcentaje de área por actividad centro de costo Daño a la Formación

ACTIVIDAD N°	ÁREA	PRORRATEO
1. Recepción e identificación	EDI 107	10%
	EDI 108	10%
2. Alistamiento materiales y equipo	EDI 107	15%
	EDI 108	15%
	Hangar	100%
3. Montaje 1	EDI 107	25%
	EDI 108	25%
4. Montaje 2	EDI 107	25%
	EDI 108	25%
5. Desmontaje y limpieza	EDI 107	15%
	EDI 108	15%
6. Análisis e informe	EDI 107	10%
	EDI 108	10%

5.4.2 Inductores secundarios. Esta base de asignación permite distribuir los costos de cada una de las actividades entre las pruebas del portafolio de servicios, los inductores secundarios para los centros de costos definidos son los que se muestra en la tabla 25:

Tabla 25. Inductores secundarios Análisis Petrofísicos

ACTIVIDAD	INDUCTOR DE COSTO (Secundario)
Recepción e identificación	Horas - hombre
Alistamiento de materiales y equipo	Horas - hombre y Horas máquina
Ejecución	Horas - hombre y Horas máquina
Desmontaje y limpieza	Horas - hombre y Horas máquina
Análisis e informe	Horas - hombre

Tabla 26. Inductores secundarios Daño a la Formación

ACTIVIDAD	INDUCTOR DE COSTO (Secundario)
Recepción e identificación	Horas - hombre
Alistamiento de materiales y equipo	Horas - hombre y Horas máquina
Montaje 1	Horas - hombre y Horas máquina
Montaje 2	Horas - hombre y Horas máquina
Desmontaje y limpieza	Horas - hombre y Horas máquina
Análisis e informe	Horas - hombre

5.5 DISEÑO DE LA HERRAMIENTA DE COSTEO

Una vez se definieron los elementos de costo y las actividades que se necesitan para la ejecución de las pruebas, y en cumplimiento del objetivo principal de este proyecto, se diseñó la estructura de costeo usando la herramienta ofimática de Excel pues ésta cumple con las características de facilidad de manejo que busca el Laboratorio para la estructura.

El sistema de costeo seleccionado para el diseño de la estructura fue el Sistema Basado en Actividades – Costeo ABC, de acuerdo con esto, la herramienta consta de dos matrices: la **Matriz ABC** que muestra la asignación de costos desde los recursos hacia las actividades y la **Matriz ACTIVIDAD – PRUEBA** que muestra la asignación desde las actividades hasta cada una de las pruebas del portafolio de servicios (ver Anexo C).

5.5.1 Asignación de costos: recursos – actividades. La matriz ABC diseñada para cada centro de costos se divide en dos secciones. En la ilustración 7 se muestra la plantilla para explicar su composición:

Ilustración 7. Matriz asignación costos Recursos a Actividades

SECCIÓN #1							SECCIÓN #2			
RECURSOS	VALOR TOTAL	BASE ASIGNACIÓN	TOTAL BASES	COSTO A DISTRIBUIR	INDUCTORES DEL COSTO (Primarios)	CANTIDAD TOTAL	N°1 (Recepción e identificación)		N°2 (Alistamiento de materiales y equipos)	
MANO DE OBRA DIRECTA							Cantidad	Costo Distribuido	Cantidad	Costo Distr
Luz Dary Peña Castellanos	\$1,205,632	Directo al área	1	\$1,205,632	Horas laboradas	72.1	12,259	\$204,957.40	12,259	\$204.9
Helena Margarita Ribón Barrios	\$1,669,616	Directo al área	1	\$1,669,616	Horas laboradas	0.0	0.000	\$0.00	0.000	
CIF										
Arrendamiento	\$4,153,774	Directo al área	1	\$4,153,774	Distribución equitativa	5	1	\$830,754.87	1	\$830.7
Servicio de energía	\$256,099	Directo al área	1	\$256,099	Consumo kW / Área	931,927	115,428	\$31,720.31	202,626	\$55.6
Servicio de acueducto y alcantarillado	\$1,852	Directo al área	1	\$1,852	Consumo m3 / Área	0.33	0.040	\$229.38	0,071	\$4
Servicios generales	\$82,700	Directo al área	1	\$82,700	Distribución equitativa	5	1	\$16,539.92	1	\$16.5
Servicio vigilancia privada	\$173,467	Directo al área	1	\$173,467	Distribución equitativa	5	1	\$34,693.33	1	\$34.6
Servicio de teléfono	\$48,357	Directo al área	1	\$48,357	Distribución equitativa	5	1	\$9,671.46	1	\$9.6
Disposición final de residuos	\$62,073	Directo al área	1	\$62,073	Distribución equitativa	5	1	\$12,414.68	1	\$12.4
Depreciación equipo	\$15,102,536	Directo al área	1	\$15,102,536	Distribución equitativa	5	1	\$3,020,507.13	1	\$3,020.5
Depreciación infraestructura	\$235,628	Directo al área	1	\$235,628	Distribución equitativa	5	1	\$47,125.58	1	\$47.1
Depreciación muebles y enseres	\$27,034	Directo al área	1	\$27,034	Distribución equitativa	5	1	\$5,406.81	1	\$5.4
Mantenimiento preventivo equipos	\$69,545	Directo al área	1	\$69,545	Número de servicios realizados	1	0	\$0.00	1,000	\$69.5
Mantenimiento correctivo equipos	\$1,823,094	Directo al área	1	\$1,823,094	Número de servicios realizados	2	0	\$0.00	1	\$911.5
Calibración	\$1,306,869	Directo al área	1	\$1,306,869	Número de servicios realizados	2	0	\$0.00	1	\$653.4
Papelera	\$342,066	Directo al área	1	\$342,066	Distribución equitativa	5	1	\$68,413.22	1	\$68.4
Insumos	\$2,194,710	Directo al área	1	\$2,194,710	Distribución equitativa	5	1	\$438,941.99	1	\$438.9
MANO DE OBRA INDIRECTA										
Hernando Buendía Lombana	\$1,915,019	Directo al área	1	\$1,915,019	Horas laboradas / Área	85.05	10,534	\$237,193.25	18,492	\$416.3
Eidy Maritza Contreras Palacio	\$1,206,599	Directo al área	1	\$1,206,599	Horas laboradas / Área	85.05	10,534	\$149,448.66	18,492	\$262.3
Luzbeth Atala Buendía Arango	\$1,205,632	Directo al área	1	\$1,205,632	Horas laboradas / Área	85.05	10,534	\$149,328.90	18,492	\$262.1
COSTO TOTAL POR ACTIVIDAD							87,511	\$5,704,624.96	135,921	\$8,016,188

La primera sección muestra todos los elementos que generan costo en la ejecución de las pruebas, correspondientes a la mano de obra directa y a los costos indirectos de fabricación. Luego aparece el valor total del costo de cada elemento que

corresponde al centro de costo y los inductores de costo primarios que permitirán distribuir el valor total en cada una de las actividades.

En la segunda sección de la matriz se muestran las actividades que se definieron para el sistema (según el centro de costo) con su correspondiente costo distribuido y la totalización del costo para cada actividad.

5.5.2 Asignación de costos: actividades – servicios. La matriz ACTIVIDAD - PRUEBA en los dos centros de costos también se divide en dos secciones. En la ilustración 8 se muestra la plantilla:

Ilustración 8. Matriz asignación costos Actividades a Pruebas

SECCIÓN #1				SECCIÓN #2								
ACTIVIDADES	COSTO TOTAL POR ACTIVIDAD	INDUCTOR SECUNDARIO		GRUPO DE SERVICIOS								
		BASE DE ASIGNACIÓN	CANTIDAD TOTAL	ANÁLISIS PETROFÍSICOS								
				1. Corte de muestras con keroseno		2. Corte de muestras con nitrógeno líquido		3. Corte de muestras con salmuera		4. Determinación de densidad de gran		
				Cantidad	Costo Distribuido	Cantidad	Costo Distribuido	Cantidad	Costo Distribuido	Cantidad	Costo Distribuido	
1. Recepción e identificación	\$5.704.624,96	Horas - hombre	87,511	0,417	\$27.161,48	0,417	\$27.161,48	0,417	\$27.161,48	0,417	\$27.161,48	
2. Alistamiento de materiales y equipo	\$8.016.188,72	Horas - hombre y Horas máquina	135,921	0,417	\$24.573,61	0,667	\$39.317,77	0,500	\$29.488,33	0,750	\$44.250,00	
3. Ejecución	\$9.410.033,89	Horas - hombre y Horas máquina	259,347	1,083	\$39.307,13	0,833	\$30.236,26	1,083	\$39.307,13	0,750	\$27.225,00	
4. Desmontaje y limpieza	\$6.164.485,09	Horas - hombre y Horas máquina	113,989	0,250	\$13.519,92	0,250	\$13.519,92	0,167	\$9.013,28	0,000	\$0,00	
5. Análisis e informe	\$8.771.781,42	Horas - hombre y Horas máquina	195,220	0,000	\$0,00	0,000	\$0,00	0,000	\$0,00	0,667	\$23.111,67	
COSTO MANO DE OBRA Y CIF						\$104.562,14		\$110.235,43		\$104.970,22		\$121.750,00
COSTO MANO DE OBRA Y CIF UNITARIO						\$26.140,54		\$110.235,43		\$20.994,04		\$24.375,00

La primera sección muestra las actividades definidas en cada centro de costo con su correspondiente valor de asignación y su inductor de costo secundario el cual permitirá distribuir el valor total en cada uno de los servicios.

En la segunda sección de la matriz aparecen las 17 pruebas que conforman el centro de costos de Análisis Petrofísicos o las 16 pruebas pertenecientes al centro de costos de Daño a la Formación (según sea el caso) con su correspondiente costo distribuido y la totalización del costo mensual para cada prueba. Finalmente el costo total de la prueba se dividió en el número promedio de pruebas realizadas en el mes para así cuantificar el costo unitario de cada una de ellas.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el objetivo de analizar los costos de las pruebas arrojados por la herramienta diseñada, se realizó un comparativo entre el costo unitario real y el precio de venta actual de cada una de las pruebas según el portafolio de servicios ofrecido a los clientes.

Inicialmente se había planteado que la aplicación de la herramienta se haría para los servicios más representativos, sin embargo, como se mencionó en el numeral *2.5 Portafolio de servicios*, se determinaron un total de 42 pruebas a tener en cuenta en el alcance del proyecto, de las cuales 9 pruebas son tercerizadas, razón por la cual los servicios representativos escogidos para la herramienta que se implementó son las 33 pruebas que el Laboratorio realmente ejecuta.

Como se puede ver en la tabla 27, el comparativo muestra la diferencia entre el costo unitario y el precio de venta de cada prueba con su correspondiente porcentaje de utilidad o pérdida para los grupos de Análisis Petrofísicos (Básicos y Especiales) y de Daño a la Formación. Allí se puede observar que ninguna de las pruebas del portafolio muestra porcentaje de pérdida.

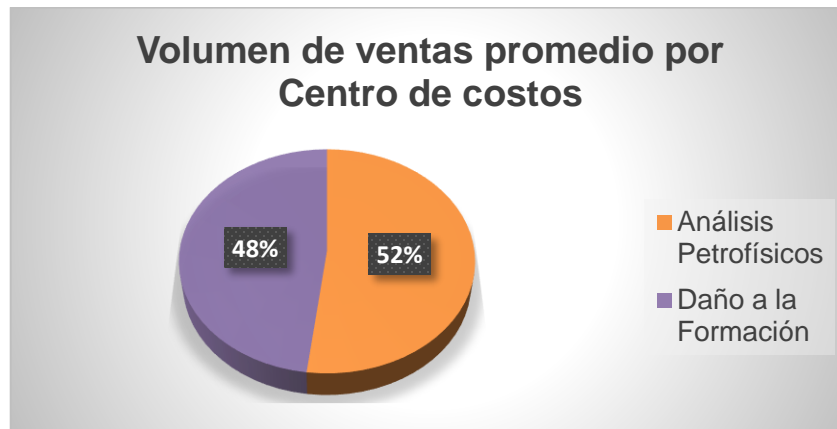
Tabla 27. Comparativo Costo unitario vs Precio de venta

TIPO DE PRUEBA	PRUEBA	COSTO UNITARIO	PRECIO DE VENTA	DIFERENCIA	% DE UTILIDAD O PÉRDIDA	UTILIDAD PROMEDIO POR TIPO DE PRUEBA	
ANÁLISIS PETROFÍSICOS	BÁSICOS	Corte de muestras con keroseno	\$26.141	\$34.000	\$7.859	23%	24%
		Corte de muestras con nitrógeno líquido	\$70.127	\$110.000	\$39.873	36,25%	
		Corte de muestras con salmuera	\$20.994	\$34.000	\$13.006	38%	
		Determinación de densidad de grano	\$24.346	\$28.000	\$3.654	13%	
		Determinación de permeabilidad al aire	\$26.307	\$34.000	\$7.693	23%	
		Determinación de porosidad	\$26.236	\$34.000	\$7.764	23%	
		Limpieza de muestras (API <12)	\$75.692	\$120.000	\$44.308	37%	
		Limpieza de muestras (API 20 Y 32)	\$51.503	\$60.000	\$8.497	14%	
		Limpieza de muestras (API 12 Y 20)	\$57.550	\$72.000	\$14.450	20%	
		Limpieza de muestras (API 32 Y 42)	\$30.304	\$37.000	\$6.696	18%	
Saturación de fluidos	\$46.670	\$54.000	\$7.330	14%	38%		
ESPECIALES	Determinación de viscosidad	\$953.394	\$3.300.000	\$2.346.606		71%	
	Permeabilidades relativas PY-TY (LIQUIDO-LIQUID)	\$1.592.064	\$3.000.000	\$1.407.936		47%	
	Presión capilar	\$896.964	\$1.100.000	\$203.036		18%	
	Prueba en celda de volumen total	\$1.187.119	\$1.300.000	\$112.881		9%	
	Restauración de mojabilidad	\$952.939	\$1.100.000	\$147.061	13%		
Tensión interfacial	\$163.821	\$540.000	\$376.179	70%	39%		
DAÑO A LA FORMACIÓN	Adsorción dinámica	\$4.174.386	\$10.300.000	\$6.125.614		59%	
	Capacidad disolución 1 mineral 1 tiempo	\$284.906	\$578.000	\$293.094		51%	
	Caracterización de fluidos de formación	\$299.352	\$580.000	\$280.648		48%	
	Compatibilidad en aguas	\$795.498	\$1.365.000	\$569.502		42%	
	Conductividad en aguas	\$13.545	\$19.800	\$6.255		32%	
	Desplazamiento por día (24 horas)	\$513.070	\$935.000	\$421.930		45%	
	Disolución en asfaltenos	\$37.344	\$63.000	\$25.656		41%	
	Eficiencia dinámica	\$697.303	\$1.800.000	\$1.102.697		61%	
	Estabilidad térmica fluidos fracturamiento 1 día	\$1.325.241	\$1.965.590	\$640.349		33%	
	PH/T (GR C) en aguas	\$13.193	\$17.600	\$4.407		25%	
	Prueba de emulsión	\$428.384	\$570.000	\$141.616		25%	
	Prueba de mojabilidad visual	\$287.616	\$420.000	\$132.384		32%	
	Prueba de sludge	\$300.968	\$525.000	\$224.032		43%	
	Resistividad en aguas	\$16.739	\$19.800	\$3.061		15%	
	Tasa crítica de fluidos de formación	\$1.883.286	\$2.630.000	\$746.714	28%		
Velocidad de disolución	\$568.705	\$945.000	\$376.295	40%			

Con este comparativo se muestra que los resultados de la herramienta son coherentes con la realidad debido a que los precios establecidos para el portafolio son afines a los precios del mercado y la industria de los hidrocarburos no contempla dentro de su cadena valor, procesos o servicios que generen pérdida, la rentabilidad del sector es alta.

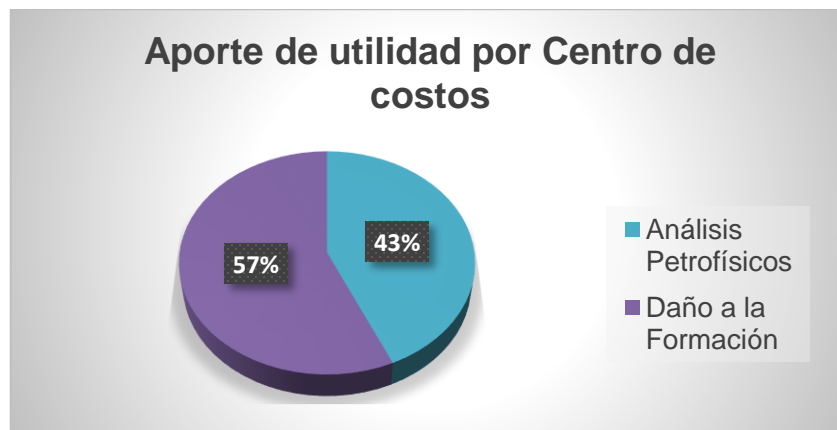
Adicionalmente se realizó un análisis de utilidad / pérdida para los grupos de pruebas que conforman el portafolio de servicios:

Ilustración 9. Volumen de ventas promedio por centro de costos



Como se puede ver en la ilustración 9, el centro de Daño a la Formación mostraba un porcentaje menor de participación por ventas respecto de los Análisis Petrofísicos, sin embargo, los resultados de la estructura muestran que Daño a la Formación es el centro que mejor utilidad promedio mensual genera (ver ilustración 10), principalmente debido a los altos precios de venta que manejan sus pruebas, los cuales oscilan entre los \$19.800 y los \$10'300.000 mientras que el centro de análisis petrofísicos maneja precios entre los \$34.000 y los \$3'300.000

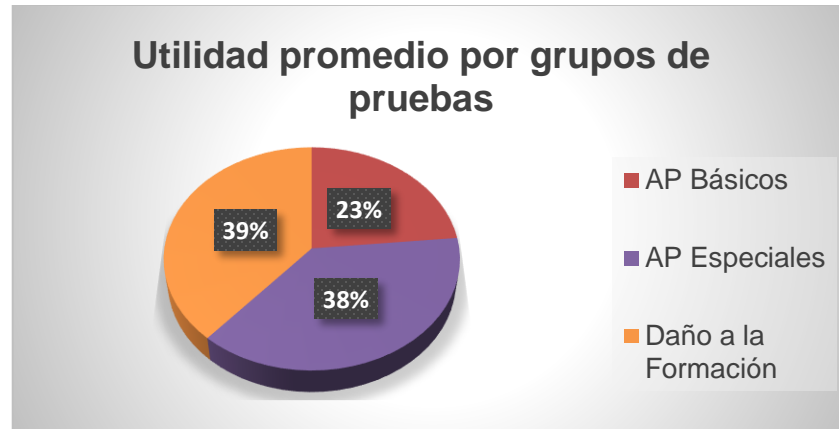
Ilustración 10. Aporte de utilidad por Centro de costos



En la ilustración 11 se puede observar que los porcentajes de utilidad promedio de cada grupo de prueba, muestran que son los análisis petrofísicos especiales las

pruebas que más aportan a la utilidad general del funcionamiento del Laboratorio, esto podría deberse a que algunas de sus pruebas aportan una utilidad superior al 70% mientras que los análisis petrofísicos básicos y las pruebas de daño a la formación muestran utilidades de máximo 23% y 61% respectivamente.

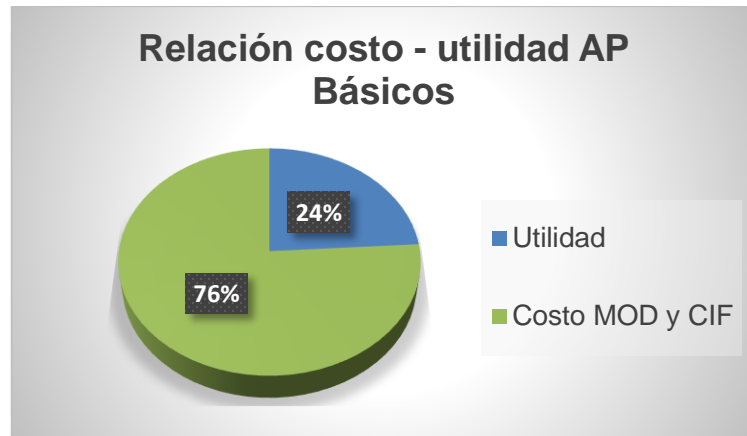
Ilustración 11. Utilidad promedio por grupos de pruebas



Si bien el grupo de daño a la formación ocupa el segundo lugar en el aporte de la utilidad, es importante mencionar que dentro de este grupo se encuentran dos pruebas con alta frecuencia de realización y pruebas con precios de venta de venta altos lo cual le permite tomar ventaja sobre el grupo de análisis petrofísicos básicos.

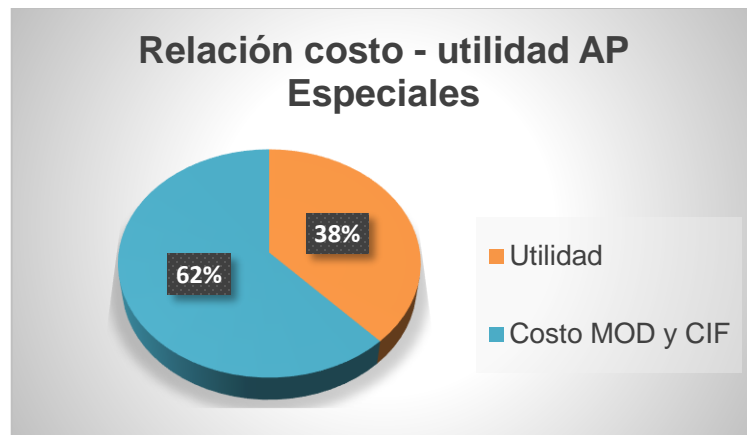
Finalmente, dentro del análisis de resultados se realizó una relación costo – utilidad promedio mensual. En términos generales las ilustraciones 12, 13 y 14 muestran que el costo unitario (mano de obra directa y costos indirectos de fabricación) está absorbiendo más del 50% del precio de venta para cada grupo de pruebas.

Ilustración 12. Relación costo - utilidad Análisis petrofísicos básicos



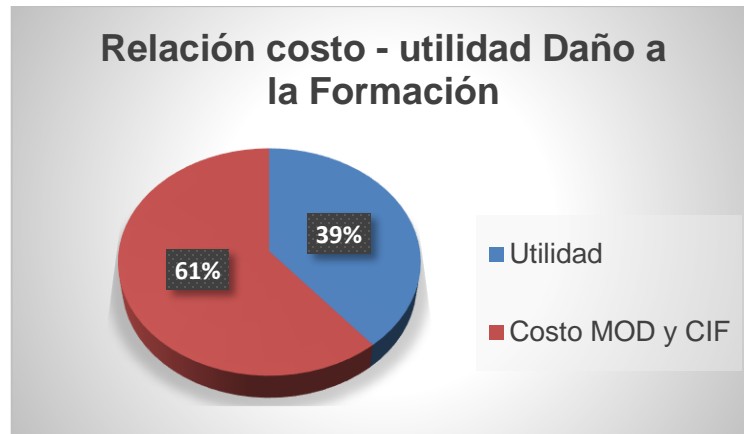
Este grupo de pruebas básicos presenta una frecuencia de realización promedio mensual buena de sus pruebas, sin embargo los precios de venta no superan por mucho el costo en que se incurre para su ejecución y se muestra como el grupo de pruebas con el mayor porcentaje de absorción del costo.

Ilustración 13. Relación costo - utilidad Análisis petrofísicos especiales



En el grupo de análisis petrofísicos especiales el escenario de la utilidad mejora pues tres de las seis pruebas que lo conforman muestran utilidades superiores al 40% y aun cuando la frecuencia de realización de estas tres pruebas no sea alta, el precio de venta alto lo compensa.

Ilustración 14. Relación costo - utilidad Daño a la formación



El caso del grupo de pruebas de daño a la formación es muy similar al de análisis petrofísicos especiales, la mitad de sus pruebas reportan utilidades superiores al 40% y con un máximo del 61% subsanando la baja frecuencia de realización de algunas pruebas las cuales se realizan de 2 a 10 veces por año y la gran cantidad de horas hombre empleadas en la ejecución de varias de las mismas.

7. CONCLUSIONES

- Se conocieron los procesos desarrollados en la prestación de servicios y se construyó el diagrama de procesos para el Laboratorio de donde se concluyó que el alcance de la estructura de costos sería solo para el proceso misional de servicios de pruebas y análisis.
- Se calculó la duración total en horas de cada prueba como parte del diagnóstico realizado a los servicios de portafolio seleccionados de donde se concluye que todo el personal del Laboratorio tiene una dedicación de tiempo completo en jornada laboral de ocho horas diarias.
- Se identificaron los recursos que intervienen durante la prestación de servicios y se concluye que respecto a los tres elementos de costo característicos de un sistema de costo, para la estructura de costos del Laboratorio no aplican los materiales directos, que la mano de obra directa comprende a los 7 técnicos que intervienen en la ejecución de las pruebas y que existen 16 factores que componen los costos indirectos de fabricación.
- Se analizaron los sistemas de costeo existentes y se concluye que el modelo de costeo basado en actividades (Costeo ABC) es la alternativa que mejor cumple con las necesidades y el funcionamiento para el costeo de las pruebas del Laboratorio de Análisis Petrofísicos y Daño a la Formación debido principalmente a que dicho sistema está enfocado hacia las empresas prestadoras de servicios.
- Debido a la diferencia en el objeto de estudio de las pruebas de análisis petrofísicos (muestras de roca) y las pruebas de daño a la formación (fluidos de operación de Workover y perforación), se concluye que la estructura de costos está definida para dos centros de costo, uno por cada grupo de pruebas.

- Se estandarizaron las tareas de cada centro de costos para definir actividades a través de las cuales se cargaron los elementos de costo a cada prueba del portafolio de servicios.
- El diseño de la estructura en la herramienta ofimática de Excel, logró establecer un costo unitario para cada prueba del portafolio, el cual representa el coste real en que se incurre durante la prestación de los servicios, involucrando todos los elementos de costo incluidos los costos indirectos de fabricación.
- El área de Daño a la formación es el centro de costos que mayor utilidad promedio mensual genera, contrario al centro de costos de análisis petrofísicos que mensualmente presentaba el mayor porcentaje de ingresos por ventas.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la dirección del Laboratorio tenga en cuenta la información generada por la herramienta para tomar de decisiones administrativas que reduzcan el impacto de los elementos de costo en el precio de venta, beneficiando al cliente con los servicios de alta calidad prestados y con un precio de venta competitivo en la industria de los hidrocarburos.
- Para las pruebas que muestran bajo porcentaje de utilidad, se recomienda que la dirección del Laboratorio realice una revisión detallada de los elementos de costo que intervienen en su ejecución y tome decisiones que permitan mejorar la relación costo – precio de venta.
- Se recomienda que la dirección del Laboratorio designe una persona para alimentar la herramienta y con base en la información entregada por la estructura de costos, se generen informes periódicos que contribuyan en la toma de decisiones gerenciales enfocadas a la disminución de los costes y el incremento del aporte de utilidad para el mayor aprovechamiento de los recursos.
- Para que la estructura continúe siendo funcional con los datos de costo unitario que arroja, se recomienda que el profesional del Laboratorio encargado de administrar la herramienta de costeo, alimente el archivo maestro de información con los datos más recientes que se tengan sobre los elementos de costo, para que la dirección pueda tomar decisiones acertadas basadas en información actualizada.
- Debido al crecimiento en infraestructura tecnológica, se recomienda que la dirección del Laboratorio establezca tiempos de trabajo en las actividades definidas, para las futuras pruebas que se incluyan en el portafolio, esto con el fin de alimentar la estructura y que la información arrojada sobre el costo unitario de operación

permita establecer un precio de venta cumpliendo con las expectativas del mercado y del Laboratorio.

- Debido a que el alcance de este proyecto solo contempló al proceso misional de servicios y pruebas de análisis en el diseño de la estructura, se recomienda que entre el director del Laboratorio y el profesional encargado de la administración de la herramienta se aplique el modelo de costo para los procesos de soporte a la formación y de investigación siguiendo la metodología propuesta en este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

CONTADURÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Marco de referencia para la implantación del sistema de costos en las entidades del sector público [En línea]. Bogotá, D.C: 2008 [Citado el 25 de agosto de 2014] Disponible desde internet: <http://www.contaduria.gov.co/wps/wcm/connect/f6178d42-abf3-4a9f-a78e-52470d242414/MarocRefencia_SistCostos.pdf?MOD=AJPERES>

GÓMEZ ROA, Laura Andrea. Diseño de un sistema de costos ABC para la empresa Salsamentaria de Santander. Trabajo de grado Ingeniera Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2014

HEREDIA GUTIERREZ, Dioblado César. Metodología para implantar un sistema de costeo ABC a la industria de la confección. Dictamen Libre [En línea], Edición N° 7 [Citado el 10 de agosto de 2014]. Disponible desde internet:<<http://www.unilibrebaq.edu.co/unilibrebaq/revistas2/index.php/dictamenlibre/article/view/90/83>>

HORNGREN, Charles. DATAR, Srikant. FOSTER, George. Contabilidad de costos. Un enfoque gerencial. 12ª edición. México: Pearson Educación, 2007. p. 145

LEÓN, Oscar. Administración Financiera-Fundamentos y Aplicaciones. 4 ed. Prensa Moderna impresores, p. 447

PABÓN, Hernán. Fundamentos de Costos. 4 ed. Bucaramanga: Ediciones Universidad Industrial de Santander, 2009. 19 p.

RALPH S., Polimeni. FRANK J., Fabozzi. Et al. Contabilidad de costos. 3ra edición. Bogotá D.C.: McGraw-Hill, 1997. p.11

RAMIREZ, Carlos Vicente. GARCÍA, Milton. PANTOJA, Cristo Ramón. Fundamentos y técnicas de costos [En línea]. Cartagena de Indias: 2010 [Citado el 12 de agosto de 2014]. Disponible desde internet: <http://www.unilibrectg.edu.co/Descarga/PDF/Ciencias_Admon_y_Contables/libro_de_costos_finald.pdf>

SÁNCHEZ BARRERA, Yohanna Margarita. Diseño e implementación de un sistema de costos para la empresa Penagos Hermanos y Cía Ltda. Trabajo de grado Ingeniera Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2013

VILLANUEVA PARADA, Rubén Darío. Diseño e implementación de una estructura de costos para los procesos administrativos y operativos de la empresa G&M Suministros y Logística Empresarial S.A.S. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, 2013

ANEXOS

Los anexos pueden ser consultados en la Sala Base de Datos Biblioteca UIS.