

La Universidad Santo Tomás, informa que el autor Javier Alfonso García Carvajal, ha autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Bibliotecas Bucaramanga

Evaluación de la eficiencia de los servicios de laboratorios en el ICP

Javier Alfonso García Carvajal

Trabajo de grado presentado para optar el título de Magister en Administración

Director

Oscar Manrique Salas

Ingeniero Industrial - MBA

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División De Ciencias Económicas Y Administrativas

Facultad de Economía

2015

Agradecimientos

Agradezco al ingeniero Luis Fernando Peña por sus orientaciones y el acompañamiento dentro del instituto y a cada uno de los jefes de laboratorio que amablemente contribuyeron en la recolección de información.

A la empresa Ecopetrol S.A. por la oportunidad brindada para adelantar estos estudios de Maestría.

A cada uno de mis compañeros de estudio y de trabajo que acompañaron cada uno de los esfuerzos y dedicación aportada para el feliz término de esta etapa de mi vida.

Tabla de Contenido

	Pág.
1. Evaluación De La Eficiencia De Los Servicios De Laboratorios En El ICP	14
1.1 Definición Del Problema	14
1.1.1 Sistematización del problema	19
1.2 Justificación	19
1.3 Objetivos	20
1.3.1 Objetivo general.	20
1.3.2 Objetivos específicos.	20
2. Marco Referencial	21
2.1 Marco Conceptual	21
2.2 Marco Teórico	22
2.2.1 Medición de la eficiencia	22
2.2.2 Medición comparativa de la eficiencia	24
2.2.3 Comparativo de los métodos paramétricos y no paramétricos	26
2.2.4 El análisis envolvente de datos (DEA).	27
2.3 Estado Del Arte	32
2.3.1 Estudios sobre eficiencia	32
2.3.2 Variables contempladas en estudios de eficiencia de unidades prestadoras de servicios con la técnica DEA	36
3. Método	41
3.1 Tipología De La Investigación	41
3.2 Censo Y Muestra	41
3.3 Selección De Variables	43

3.3.1 Variables de entrada	43
3.3.2 Dimensiones o expectativas de la calidad del servicio	44
3.4 Formulación De Hipótesis	45
3.5 Operacionalización De Variables	45
3.6 Proceso Metodológico Y Análisis De La Información	46
3.6.1 Técnicas de análisis	46
3.6.2 Herramientas	48
4. Tabulación y Análisis De Datos	51
4.1 Percepción De La Calidad Del Servicio De Los Laboratorios Del ICP	51
4.1.1 La percepción de la calidad del servicio por factores	51
4.1.2 La percepción de la calidad del servicio de los laboratorios	64
4.2 Indicadores De Eficiencia Comparados Para Los Laboratorios Del ICP	66
4.2.1 Laboratorios con los niveles de eficiencia máximo como referentes de eficiencia en los laboratorios del ICP	67
4.2.2 Evaluación del nivel de eficiencia de los laboratorios del ICP como indicador en la toma de decisiones sobre tercerización	71
5. Discusión De Las Hipótesis	74
5.1 Validación De La Hipótesis Sobre La Calidad Del Servicio	74
5.2 Validación De La Hipótesis Sobre La Medición De La Eficiencia	74
6. Conclusiones	77
7. Recomendaciones	81
Referencias Bibliográficas	82

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Relación de laboratorios, pruebas y tamaño de la muestra	42
Tabla 2. Resultados del cálculo del coeficiente de Pearson para la aplicación de la prueba de confiabilidad del cuestionario	49
Tabla 3. Estadísticas descriptivas de los factores de calidad del servicio según la percepción de clientes internos	51
Tabla 4. Valores promedio total y por factores de la calidad del servicio de los laboratorios internos del ICP	64
Tabla 5. Resultados de la aplicación de la técnica DEA orientada al output	66
Tabla 6. Tabla de frecuencias de los datos de eficiencia de los laboratorios del ICP	72
Tabla 7. Ranking de los laboratorios según el indicador de eficiencia simple y complejo (método DEA)	75
Tabla 8. Resultados de la prueba de hipótesis para igualdad de distribución entre la simple y la eficiencia comparada con el método DEA	76

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Esquema general de un CPP y una frontera de eficiencia utilizados para calcular los indicadores de eficiencia comparada del método DEA	30
Figura 2. Modelo general de los insumos y productos de los servicios prestados por los laboratorios del ICP	47
Figura 3. Diagrama de caja y bigotes para las respuestas obtenidas en los factores de la calidad del servicio	52
Figura 4. Diagramas de caja y bigotes para los aspectos relacionados con la confiabilidad	54
Figura 5. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto veracidad y cumplimiento de las especificaciones	55
Figura 6. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto coherencia con otras pruebas	55
Figura 7. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto provisión de pruebas encadenadas	56
Figura 8. Diagramas de caja y bigotes para los aspectos relacionados con la confiabilidad	57
Figura 9. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto interés en atender las inquietudes y necesidades del cliente	58
Figura 10. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto interés el servicio a la menor brevedad	59
Figura 11. Diagramas de caja y bigotes para los aspectos relacionados con la Comunicación	60
Figura 12. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto suficiencia del análisis y resultados de las pruebas	60
Figura 13. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto facilidad para coordinar con los funcionarios del laboratorio	61

Figura 14. Diagramas de caja y bigotes para los aspectos relacionados con la Flexibilidad	62
Figura 15. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto admisión de solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones	63
Figura 16. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto pertinencia del tiempo de respuesta	63
Figura 17. Gráfica comparativa entre el costo promedio del laboratorio y la eficiencia técnica comparada	69
Figura 18. Gráfica comparativa entre el tiempo de entrega y la eficiencia técnica comparada	70
Figura 19. Gráfica comparativa entre la calidad del servicio y la eficiencia técnica comparada	71

Lista de Anexos

Anexo A. Listado de servicios y/o pruebas ofertados por los 21 laboratorios internos en el ICP	87
Anexo B. Resultados de la encuesta generados por la página www.onlineencuesta.com	104

Resumen

El trabajo presenta la evaluación de la eficiencia de los laboratorios del Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) como una propuesta para analizar la posible tercerización de estos servicios.

La presentación de esta evaluación incluye capítulos explicativos sobre el contexto en el cual se genera esta necesidad, referentes teóricos para tender el método utilizado y el desarrollo del análisis.

En el primer capítulo se pueden encontrar las exposiciones de los motivos que dieron lugar a la evaluación de la eficiencia y cuál es la expectativa de estos resultados.

Los aspectos teóricos para comprender el método utilizado se pueden encontrar en parte del marco referencial del segundo capítulo y en todo el capítulo tercero.

Dentro del capítulo segundo también se aborda un estado del arte que expone los antecedentes del método de Análisis Envolvente de Datos (DEA) en el análisis de eficiencia y en la industria del Petróleo.

El capítulo cuatro entrega el desarrollo del análisis, el cual viene organizado siguiendo primero los dos primeros objetivos sobre la calidad del servicio, los laboratorios con la mejor eficiencia, y por último el objetivo general sobre la evaluación de la eficiencia de los laboratorios.

El capítulo cinco realiza una discusión sobre las hipótesis que inicialmente se plantearon acerca de la calidad del servicio y la eficiencia de los laboratorios.

Se concluye al final que existen oportunidades de mejora tanto en la calidad del servicio como en la eficiencia de los laboratorios y que mejoras aplicadas en la primera variable inciden satisfactoriamente en la segunda.

Introducción

El Instituto Colombiano del Petróleo de Ecopetrol S.A. (ICP) desarrolla continuamente procesos de mejoramiento de la eficacia y eficiencia de sus operaciones. Dentro de estos procesos se han considerado desde la década de los noventa la estrategia de tercerización de servicios. Esta estrategia ha evolucionado desde la tercerización basada en un outsourcing en sitio o contratos de prestación de servicios internos hasta la tercerización por fuera de las instalaciones. En el año 2010 se planteó la idea de llevar esta estrategia para los laboratorios internos para enfrentar la congestión operacional del exceso de demanda interna de sus servicios. Esta decisión no resulta fácil por las diferentes implicaciones que esta conlleva, implicaciones que fueron analizadas en un estudio desarrollado por un funcionario de los laboratorios y además egresado de la Maestría en Administración de la Universidad Santo Tomás sede Bucaramanga.

El estudio mencionado dejó como recomendación la evaluación de la eficiencia de los laboratorios incluyendo otras variables adicionales al tiempo de entrega debido a la variedad de la naturaleza de las pruebas en cada laboratorio.

Una revisión de la literatura demuestra que efectivamente la evaluación de la eficiencia ha sido un tema de desarrollo para considerar múltiples variables y mejorar su valoración. Estos estudios incluyen en su mayoría temas de economía pero también de procesos organizacionales como los laboratorios. Sobre los laboratorios, los estudios más relevantes se encuentran sobre evaluación de la eficiencia en laboratorios clínicos. En el campo de la industria del petróleo esta área operacional no ha sido abordada pero sí existen estudios sobre evaluación de la eficiencia para pozos de petróleo.

Después de asegurarse que la evaluación de la eficiencia es pertinente tanto para laboratorios como para la industria del petróleo, el proyecto busca entregar un indicador de eficiencia que incorpore varios aspectos asociados a los recursos y resultados de los laboratorios internos del instituto. Actualmente se utiliza como indicador de eficiencia el tiempo de entrega, pero existen dos inconformidades sobre este indicador: a) por la misma dimensión de las actividades de crecimiento de la empresa Ecopetrol S.A. en la mayoría de los casos este indicador se encuentra por encima del estándar y ha perdido su utilidad; b) se

presume que este indicador simple puede estar subvalorando el trabajo de algunos laboratorios y sobreestimando el de otros al no incorporar otros aspectos ; c) desde que se ha venido analizando las posibilidades de outsourcing en el instituto se hace necesario determinar la eficiencia de los laboratorios para incorporarlo como un criterio de decisión; laboratorios o pruebas que puedan ser más eficientes mediante prestación de servicios externos deberían replantearse dentro de la estructura del instituto.

Dentro de los aspectos asociados a los resultados de los laboratorios se determinó la calidad del servicio percibido por los clientes internos, y aunque este aspecto exigió una buena parte de la investigación y del documento no constituye una finalidad en si del proyecto sino un insumo para su fin.

El cálculo de la eficiencia se realiza utilizando una metodología no paramétrica que compara la eficiencia entre las unidades incorporadas en el análisis denominada Análisis Envolvente de Datos (DEA por sus siglas en Inglés). En el proceso de adecuación metodológica para el cálculo de la eficiencia comparada se utilizó como variable output la calidad del servicio, la cual fue determinada a través de una encuesta de nueve preguntas.

Estas preguntas obedecen a cuatro factores que se tienen en cuenta para determinar la percepción de la calidad del servicio: confiabilidad, responsabilidad, comunicación y flexibilidad.

Los indicadores de eficiencia comparada que se entregan son aplicables tanto si se utilizan en algún modelo multicriterio para evaluar la prioridad del outsourcing en los procesos de laboratorio como sí son utilizados para adelantar programas de mejoramiento. Estos programas de mejoramiento se verán nutridos porque la eficiencia ha sido calculada asumiendo como output el nivel de calidad del servicio, el cual ha sido desglosado a su vez en los factores de confiabilidad, responsabilidad, comunicación y flexibilidad. Un laboratorio podrá adelantar programas de mejora prioritarios para aumentar su nivel de calidad desarrollando programas en los factores con menor percepción de calidad del servicio. En la medida que se aumente la percepción de calidad del servicio se aumentará la eficiencia de los laboratorios.

Las conclusiones del trabajo permiten demostrar que la evaluación de la eficiencia utilizando varias variables a través del método DEA genera resultados diferentes si se

evalúa la eficiencia con base en una única variable o índice. Y que en el caso de los laboratorios del ICP, su nivel de eficiencia comparado entre sí demuestra muchas posibilidades de mejoramiento.

1. Evaluación De La Eficiencia De Los Servicios De Laboratorios En El ICP

1.1 Definición Del Problema

El estudio de la eficiencia de los procesos empresariales ha venido tomando gran importancia en la medida que las empresas contemplan la posibilidad de ceder estos procesos a otras empresas mediante contratos de outsourcing motivados por la reducción de costos vía una mayor productividad o una mejor calidad ofrecida por la empresa contratada. Para que una empresa cualquiera pueda tomar la decisión de descentralizar alguno de sus procesos debe contar con herramientas que le permitan analizar la eficiencia relativa de dichos procesos, de tal manera que la descentralización se convierta en un aumento de productividad agregada de todo su sistema de operaciones. En este orden de ideas, el problema que se presenta en este trabajo expone la necesidad de evaluar la eficiencia de los servicios prestados por los laboratorios internos del Instituto Colombiano del Petróleo de Ecopetrol (ICP) para utilizarla como uno de los criterios de decisión sobre la conveniencia en la tercerización de estos servicios. Esta intención de tercerización en el ICP ha venido siendo por varios años una decisión que no ha sido fácil de asumir por la complejidad en las implicaciones que esta conlleva, sin embargo su interés radica en la utilidad estratégica para el instituto al permitir concentrar su atención en los procesos considerados su eje principal: la investigación.

En el ICP, la estrategia de Tercerización ha sido utilizada para diferentes fines desde su fecha de creación el 11 de junio de 1985. A principios de los años 90 se congeló la nómina de Ecopetrol y el ICP debió recurrir a otras formas de contratación de profesionales para fortalecer la I+D a través del soporte técnico de los laboratorios especializados, pero conservando los procesos de desarrollo metodológico de pruebas en manos de funcionarios directos. El tipo de contratación inicial consistía en prestación de servicios cuya legalización se hacía por medio de cuentas de cobro que cada contratista pasaba a Ecopetrol por sus servicios prestados mensualmente; sin embargo esta práctica no era bien vista por la organización pues dejaba espacios para el surgimiento de algunos problemas de tipo legal. Por lo tanto, se inicia un convenio con la UIS para contratar personal asociado a

FUNDEUIS; paralelamente se presenta la creación de pequeñas empresas unipersonales y cooperativas como otra forma jurídica de prestar los servicios. Posteriormente y debido a la problemática de contratar con una gran cantidad de pequeñas empresas se solicitan nuevas condiciones de contratación para obligar a las actuales empresas a asociarse en nuevas entidades jurídicas con mayor capacidad de respuesta en temas como la calidad, la salud ocupacional y el cumplimiento de la legislación. Estas empresas se vuelven robustas y son seleccionadas hoy en día por medio de un proceso licitatorio para los laboratorios pertenecientes a los procesos UP y Down.

La estrategia de tercerización que hoy se utiliza en el ICP es propia del tipo especial de outsourcing denominado Contratación Staff (Rodenes et al., 2010), sin embargo, ésta es aún débil porque el personal proveído es insuficiente y los tiempos para legalizar los contratos no son oportunos. Por lo tanto, desde el 2010 se viene contemplado la posibilidad de una tercerización tipo Outsourcing Puro, es decir, donde el servicio no se preste en sitio sino por fuera de la empresa y a través de un contrato inter-empresarial con empresas externas al ICP.

La idea de un outsourcing puro no es una opción apoyada en su totalidad por directivos y otros funcionarios del ICP, lo que ha estimulado a quienes son partidarios a mantener el debate en los comités dentro del ICP y apoyarse de estudios y análisis investigativos como el desarrollado por el funcionario del ICP y egresado de la Maestría en Administración de la Universidad Santo Tomás (USTA), Luis Fernando Peña (Peña, 2012), y de otro tipo de consultoría realizada con asesores externos al ICP.

Durante el transcurso del proceso de convencimiento organizacional de la necesidad y utilidad de un outsourcing puro en el ICP, a comienzos del año 2013 el instituto inició una reestructuración organizacional orientada por las altas directivas de Ecopetrol que llevó el tema del outsourcing puro como uno de los cambios importantes para ayudar a superar el debate que se estaba surtiendo. De esta nueva fuerza impulsora nace la necesidad de perfeccionar los criterios de selección de los procesos a tercerizar incluyendo la solución que Peña (2012) sugirió para los servicios o pruebas prestadas por los laboratorios internos del instituto; propuesta que requiere dos mejoras: 1. Detallar el análisis de eficiencia de los laboratorios como criterio decisional de tercerización, ya que se espera dar prioridad para

tercerizar aquellos laboratorios o servicios con niveles de eficiencia inferiores; y 2. Estructurar o definir los lineamientos legales para proteger la propiedad intelectual de Ecopetrol que se produce cuando emigra información o material del ICP hacia las empresas prestadoras del outsourcing. La primera mejora es la que espera superar este trabajo.

Actualmente, el ICP cuenta con 21 laboratorios, de los cuales 14 están acreditados bajo la norma ISO 17025 por parte de la Superintendencia de Industria y Comercio, y 7 más están en proceso de acreditación, garantizando así la confiabilidad y competitividad de los resultados con estándares internacionales. Estos procesos son soportados por recurso humano calificado y capacitado ya sea contratado directamente o a través de firmas contratistas. Entre pruebas y servicios prestados por los 21 laboratorios suman en total 660 diferentes servicios distribuidos por laboratorio como se presenta en la Tabla 1 y una lista más detallada se provee en el Anexo A.

El trabajo de Peña (2012) presenta la primera propuesta sobre el proceso y los criterios más apropiados para decidir qué pruebas, servicios o laboratorios deberían ser tercerizados de las operaciones del ICP y suplir el servicio de esta prueba a través de la modalidad de outsourcing. Los criterios de evaluación que fueron aplicados por Peña (2012) son: a) eficiencia (medida por la proporción de tiempo promedio empleada en la prueba con respecto a un tiempo estándar), b) la demanda del servicio, c) la relación del servicio con la investigación y proyectos del ICP, d) la relación del servicio con la estrategia de Ecopetrol, e) la vulnerabilidad de la propiedad intelectual de Ecopetrol al tercerizar el servicio, y f) el grado de dependencia del servicio con otras pruebas (llamado en el ICP con el nombre de pruebas encadenadas o tren de pruebas).

A pesar de que el estudio de Peña (2012) entregó una propuesta completa para la evaluación de la conveniencia de tercerizar cada prueba de laboratorios en el ICP, también dejó como recomendación de mejora el perfeccionamiento de la valoración del criterio eficiencia de tal manera que fuese un indicador con capacidad de incorporar las múltiples variables asociadas a la eficiencia de una prueba de laboratorio y no simplemente como se hizo en el trabajo de Peña (2012) donde sólo se incluyó como variable input el tiempo promedio empleado en prestar cada servicio.

Al igual que el problema de la evaluación de la eficiencia en los servicios internos prestados por los laboratorios del ICP, otras evaluaciones de eficiencia entre grupos de empresas, departamentos funcionales, o instituciones gubernamentales que han sido abordados en otros estudios implican la revisión de múltiples variables o en otras palabras la aplicación de múltiples criterios (Sarache y otros, 2004). Esta característica hace compleja dicha evaluación, pero que por lo general puede ser superada mediante la aplicación de alguna técnica de análisis multicriterio. Shirouyehzad y otros (2010:2) ofrecen un listado de las técnicas de análisis multicriterio que pueden ser utilizadas en estos casos.

A pesar de la disponibilidad de técnicas de análisis multicriterio, sus resultados pueden acompañarse de debilidades para la toma de decisiones, ya que el resultado de la evaluación mediante el análisis multicriterio por ejemplo termina siendo un promedio de todos estos criterios, por lo que se tiende a aceptar implícitamente alguna característica de la unidad organizacional que no es benéfica. Para entender lo anterior con un ejemplo, considérese la evaluación de proveedores con los múltiples criterios: costo, tiempo de entrega, calidad del producto y atención del vendedor; se puede llegar a la decisión mediante técnicas de análisis multicriterio que un proveedor X obtiene el mejor promedio de evaluación pero que éste tiene la evaluación más baja en la calidad del producto pero su promedio es el más alto porque los demás criterios compensan su deficiencia.

Otra dificultad que debe ser superada a la hora de evaluar la eficiencia se relaciona con el indicador de desempeño que se utilice como patrón de comparación en el análisis. Bajo la taxonomía de Berg (2010) lo más apropiado para evaluar la eficiencia del conjunto de servicios prestados por los laboratorios del ICP es encontrar una función que genere un indicador agregado mediante la comparación de los insumos y productos de cada uno de estos servicios y/o laboratorios, y el uso de la comparación de desempeño mediante la encuesta de percepción de sus usuarios. Otras opciones no son útiles como por ejemplo, el uso de un referente teórico porque no éste no existe en la literatura disponible, o el uso de indicadores parciales o de una métrica de los procesos porque cada servicio y/o laboratorio tiene funciones y recursos diferentes que impregnan una complejidad que no hace viable operativamente estos métodos.

Con el uso de una función generadora de un indicador agregado se satisface la necesidad de un análisis multicriterio y se mitiga la debilidad de este tipo de análisis referente a la elección de un nivel de eficiencia con variables débiles; y con la comparación del desempeño mediante una encuesta de percepción se logra estandarizar las salidas de desempeño de la multiplicidad de diferentes servicios prestados.

Teniendo en cuenta lo anterior, Kleinsorge y otros (1989) realizaron un estudio sobre los métodos utilizados para la evaluación de proveedores y administración logística, encontrando que el Análisis Envolvente de Datos (DEA por sus siglas en inglés), que surgía en la década de los ochenta como una herramienta para la toma de decisiones basada en la eficiencia de cada actor en la cadena de suministro se posicionaba como una de las técnicas que mejor se adaptaba para superar la dificultad de elegir una unidad organizacional de entre varias y evitar la debilidad de elegir una unidad organizacional como la más eficiente cuando se puede sacrificar una característica de alto interés para la empresa.

La intención entonces de este trabajo es la de determinar la eficiencia de cada servicio prestado por los laboratorios que actualmente operan internamente en el ICP mediante la comparación relativa entre la percepción de la calidad del servicio que actualmente ofrecen y las variables representativas de su operación. Esta intención puede resumirse en la pregunta de investigación:

¿Cuál es el nivel de eficiencia de los servicios que ofrecen los laboratorios internos en el ICP para contribuir en el análisis decisional sobre cuáles de ellos pueden ser tercerizados por medio de un outsourcing puro?

El estudio es importante porque a) provee información de la eficiencia de cada laboratorio del ICP, la cual puede ser utilizada tanto para las decisiones de tercerización si se da el caso como para realizar seguimiento y control sobre la prestación del servicio; b) puede ser considerado un análisis pionero para medir la eficiencia de servicios tanto en el instituto como en otras organizaciones de la región. De esta manera, se espera que el trabajo no solo sea un aporte para el ICP sino que también se convierta en un referente para que otras empresas regionales realicen mediciones comparativas de la eficiencia de sus diferentes unidades funcionales o de negocio, sea que se encuentren en un proceso

decisional de tercerización o como un instrumento de gestión para dirigir las mejoras hacia las áreas con mayor oportunidad de mejora.

1.1.1 Sistematización del problema

Pregunta General: ¿Cuál es el nivel de eficiencia de los laboratorios internos del ICP que permita ser utilizado como un indicador que contribuya en el análisis decisional sobre cuáles de ellos pueden ser tercerizados por medio de un outsourcing puro?

Preguntas Específicas:

¿Cuál es la percepción de la calidad del servicio ofrecido por los laboratorios del ICP por parte de las dependencias que los utilizan para ser utilizado como referente de salida en la prestación del servicio de los laboratorios?

¿Cuáles son los laboratorios con el nivel máximo de eficiencia en el ICP que puede utilizarse como referente para establecer los niveles de eficiencia comparada de los demás laboratorios?

1.2 Justificación

El presente trabajo tiene su justificación para el ICP porque constituye un instrumento para mejorar la toma de decisiones en el proceso de selección de los servicios de laboratorio que deben ser tercerizados. La información sobre la eficiencia de los servicios del ICP es necesaria, en primera instancia, para apoyar las decisiones de descentralización de estos servicios, y en segunda instancia para tener un referente de las mejoras disponibles en términos de capacidad de trabajo de los laboratorios que redunden en el máximo objetivo buscado, dedicar los laboratorios para la función misional del instituto que es la investigación y el desarrollo (I&D).

La realización de este trabajo es imperativo para el ICP porque en estos momentos se encuentra en reestructuración y las decisiones de outsourcing son una de las primeras consideraciones para permitir las nuevas orientaciones misionales, encontrando un

ambiente de facilitación de estos procesos de indagación sobre la pertinencia de estas tácticas administrativas. Además, la información requerida para encontrar las respuestas a las preguntas de investigación se basan en datos que se pueden obtener de los registros de seguimiento a los procesos de los laboratorios y a una encuesta de percepción de la calidad del servicio que puede ser aplicada a los funcionarios que trabajan en las dependencias que reciben estos servicios.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Evaluar el nivel de eficiencia de los laboratorios internos del ICP para ser utilizado como un indicador que contribuya en el análisis decisional sobre cuáles de ellos pueden ser tercerizados por medio de un outsourcing puro

1.3.2 Objetivos específicos.

Determinar la percepción de la calidad del servicio prestado por los laboratorios del ICP por parte de las dependencias que los utilizan para ser utilizado como un referente de salida en la prestación del servicio de los laboratorios.

Determinar los laboratorios con el nivel máximo de eficiencia dentro del conjunto de servicios prestados en el ICP que son referente para establecer los niveles comparados de eficiencia de los demás laboratorios.

2. Marco Referencial

2.1 Marco Conceptual

La productividad es una medida de la eficiencia en una operación, y consiste en la habilidad para producir el mayor resultado posible con los recursos disponibles, o en otra perspectiva, utilizar el mínimo de recursos para dar un resultado deseado según la tecnología disponible. La administración de la productividad en el caso de los servicios del ICP le brindará capacidad de respuesta en el ambiente competitivo actual de la industria y le ofrecerá disponibilidad de tiempo para que sus recursos humanos se concentren en actividades misionales (Farrel, 1957).

Otro concepto de importante reconocimiento en el análisis de la productividad, es el de ineficiencia, el cual es una medida de la distancia, en este caso de un servicio, del nivel de resultados que se dan frente a otro con la mejor tecnología disponible. Estas diferencias se atribuyen a las habilidades gerenciales de sus líderes y de los operarios.

La improductividad o ineficiencia genera altos costos, ya sea por un uso excesivo de recursos, lo cual se conoce como ineficiencia técnica o por un uso equivocado en la proporción de las entradas, conocido como ineficiencia por asignación.

La definición más aceptada al término de eficiencia reza “es la obtención de la mayor cantidad de producto obtenido a partir de un conjunto de insumos” (Farrel, 1957). Esta definición lleva implícita la necesidad de establecer una relación entre el producto final y los insumos que permita reconocer el estado de la eficiencia, y además señala que en sus orígenes resaltan la aplicación del concepto en la producción industrial, como un parámetro para reconocer el rendimiento favorable de los sectores industriales.

Desde esta perspectiva la eficiencia incluye como productos e insumos los precios y los costos de producción respectivamente, demarcando el comportamiento decisional de los administradores de empresas, quienes intentan mantener la eficiencia dentro de un mismo nivel mediante la combinación de insumos (costos), así por ejemplo, si el costo de la mano de obra aumenta se esperaría que el administrador reduzca el consumo de mano de obra con un incremento en el consumo de capital por ejemplo de tal manera que se mantenga el nivel

de eficiencia típico o normal. No obstante se es realista que no todos los casos tienen la oportunidad de lograr o mantener este equilibrio. A este proceso se le conoce como reasignación eficiente de los insumos (costos). Usando esta situación y comparando con el contexto de la eficiencia en los laboratorios del ICP, el producto puede ser la satisfacción en el servicio prestado por éstos y los insumos corresponden a los precios o costos incurridos para prestar dicho servicio.

La incorporación de costos y precios en el análisis de eficiencia es conocida como eficiencia asignativa, y cuando se habla de insumos y productos se denomina eficiencia técnica. En el caso que se contemplen las dos concepciones se hablará de una eficiencia económica o total.

La eficiencia y la productividad han sido temas importantes de la economía que incluso rigen las transacciones comerciales internacionales y las decisiones empresariales sobre el qué producir y cómo. Uno de los derivados del análisis empresarial basado en la productividad y eficiencia es el outsourcing, el cual es una práctica administrativa que busca mejorar la eficiencia de la empresa mediante la contratación de terceros para realizar procesos internos.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Medición de la eficiencia

Para efectuar la medición de la eficiencia es necesario utilizar bases de desempeño normales, es decir un patrón de comparación que permita reconocer cuando se es eficiente y cuando no. De la misma manera cuando se evalúa la eficiencia en un grupo de entidades lo que se realiza es una recopilación de las mejores prácticas entre estas entidades competidoras para ser usada como referencia del nivel de eficiencia.

La siguiente es una taxonomía de los enfoques de medición del desempeño con los cuales se pueden establecer los referentes de eficiencia (Berg, 2010):

1. Indicadores parciales: utilizan la razón o proporción como medida

2. Indicadores totales o agregados: mediante la determinación de una función de los costes o producción de varias unidades se identifican las mejores prácticas relativas.

3. Comparación con un ideal teórico: construido generalmente en las etapas de diseño de los proyectos

4. Métrica de procesos: mediante el análisis y medición de los procesos productivos actuales se pueden establecer nuevos parámetros rectores de desempeño.

5. Comparación de desempeño como es percibido en encuestas: las percepciones, preocupaciones y dificultades que un consumidor o cliente requiera o perciba se pueden convertir en los niveles de desempeño que una empresa debería proveer.

Sea cualquiera los indicadores utilizados, éstos pueden ser medidos a partir de los insumos, los productos, los insumos y los productos, o cualquiera de ellos en un único instante de tiempo o como una serie de ellos a lo largo del tiempo (Mantri, 2008).

Para la medida de la eficiencia a partir de los insumos, ésta se define describiendo requerimientos de insumos para un nivel de producto determinado (ejemplo: materias primas por unidad producida). Esta medida es útil cuando no se pueden disminuir o aumentar los productos.

La medida de eficiencia a partir de los productos busca aumentar la producción sin un aumento de los insumos. Se mide generalmente en unidades producidas por unidades de insumos. Este tipo de eficiencia depende más directamente de las tecnologías utilizadas para lograr la producción que de estrategias para utilizar menos insumos.

En el enfoque de medición que incluye tanto insumos como productos permite la mejora de la eficiencia por las dos vías, sea por disminución de insumos para un mismo nivel de producción, o un aumento de producción con los mismos insumos. La medida se puede dar como en los dos casos anteriores dependiendo del tipo de mejora en la eficiencia según sea por ahorro de insumos o aumento de producción.

El último tipo de medición de la eficiencia, a lo largo del tiempo, sencillamente presenta o analiza cualquiera de los indicadores anteriores pero en una secuencia temporal.

Más adelante se detalla que la base metodológica de este trabajo es una técnica conocida como DEA, la cual utiliza tres conceptos de eficiencia bien diferenciados (Mantri, 2008): a) la eficiencia técnica, b) la eficiencia precio y c) la eficiencia global.

La eficiencia técnica es aquella que establece la proporción de uso entre las entradas (inputs) y salidas (outputs) de un proceso. La eficiencia precio también es llamada eficiencia asignativa y corresponde a la proporción de costo que se invierte en un proceso con respecto al menor costo posible. La eficiencia global es un indicador combinado que resume los dos anteriores indicadores de eficiencia y se calcula mediante la multiplicación de los mismos.

2.2.2 Medición comparativa de la eficiencia

Hablar de medir la eficiencia puede referirse a una unidad productiva o a un grupo de ellas. Cuando se refiere al segundo sentido se habla de una medición comparativa de la eficiencia. Esta definición también puede encajar en la taxonomía de Berg (2010) sobre la medición del desempeño como la búsqueda de un indicador total o agregado. Esta situación encaja en las condiciones de medición de la eficiencia en los servicios prestados por los laboratorios del ICP, donde se requiere medir la eficiencia pero debido a la ausencia de un patrón estándar debe utilizarse una medición comparativa.

Entre las técnicas utilizadas para la medición comparativa de la eficiencia se encuentran:

1. Medida de Productividad Parcial: esta medida consiste en calcular una razón o cociente entre productos e insumos. En el caso de los servicios prestados por los laboratorios del ICP una medida de productividad parcial podría ser: a) Pruebas por empleado: número de pruebas realizadas / número total de empleados utilizados en el laboratorio que realiza la prueba; b) Pruebas por dependencia: número de pruebas realizadas / número de dependencias que utilizan los laboratorios en el ICP

2. Medidas de eficiencia media: Las medidas de eficiencia media son también razones o cocientes entre costos totales y producción. En el caso que se está analizando en el ICP un indicador de eficiencia media puede ser por ejemplo: Costo medio por unidad de prueba: Costos totales asociados a un laboratorio / número total de pruebas realizadas

Los dos métodos anteriores son utilizados para comparar la eficiencia de manera directa entre una unidad u otra, sin embargo para que sea válida esta comparación es

importante que los sistemas que se comparan sean similares al menos en estructura, funciones y propósitos. Sin embargo, en el caso de los laboratorios del ICP las siguientes características entre éstos no cumplen con esta condición, lo que origina que otros métodos sean requeridos: cada laboratorio realiza operaciones con herramientas y técnicas diferentes, la cantidad de pruebas y su complejidad son diferentes, y la infraestructura de cada laboratorio tiene tecnologías y tiempo de existencia diferentes.

La solución para estas condiciones es utilizar métodos comparativos a partir de fronteras de eficiencia, los cuales se basan en la generación de una función de costos o de producción a partir de la información disponible de los sistemas a comparar. Esta función permite generar no solo la medida de eficiencia buscada sino también un ranking de eficiencia.

La medida de eficiencia en este caso corresponde a la distancia entre la medida de productividad parcial o de eficiencia media de cada elemento o unidad analizada y la frontera de eficiencia. Aquellas distancias que se encuentren más alejadas de las mejores prácticas que marcan la frontera corresponden a unidades más ineficientes y en el caso contrario son eficientes.

3. Fronteras no paramétricas: corresponden a técnicas de medición de la eficiencia que utilizan fronteras para soportar la comparación entre elementos o unidades pero dicha frontera corresponde a una función de insumos o de producción que no tiene una fisonomía definida para representar idénticamente las mejores prácticas. La técnica más utilizada para analizar la eficiencia con fronteras no paramétricas es conocida como Data Envelopment Analysis (DEA, o Análisis Envolvente de Datos en español).

En el DEA se construye una unidad virtual para comparar a todas las demás unidades y de esta manera determinar la eficiencia comparativa. Esta unidad virtual se construye como la media ponderada a partir de los datos de las unidades involucradas en el análisis y mediante programación lineal elaborar una envolvente de las medidas de eficiencia de todas estas unidades. Esta envolvente no es exactamente una función de los insumos o del producto sino una serie de segmentos lineales cuyos vértices o puntos inicial y final corresponden a unidades con los mayores niveles de eficiencia. Las demás unidades

tendrán menores niveles de eficiencia o ineficiencia, medida como se ha comentado por la menor distancia entre la frontera y la unidad.

4. Fronteras determinísticas y estocásticas: contrario a las fronteras no paramétricas se encuentran las fronteras paramétricas, en las cuales la frontera se construye uniendo varias de las unidades en análisis las cuales al ser unidas por una línea siguen una función determinada, sea esta cuadrática, lineal, cúbica, exponencial, logarítmica u otra más compleja.

2.2.3 Comparativo de los métodos paramétricos y no paramétricos

Los métodos paramétricos pueden ser determinísticos o estocásticos según sean aplicados a poblaciones totales de unidades analizadas o a una pequeña muestra de una población respectivamente. También pueden ser diferenciados estos dos tipos de métodos por la exclusión o incorporación respectivamente de un parámetro de error aleatorio en el cálculo de la medida de distancia de cada unidad a la frontera. Otra manera de expresar esta diferencia es mediante la función que describe la frontera; en los métodos determinísticos esta función es exacta y en los estocásticos a la función se le agrega una variable aleatoria que corresponde a la explicación de resultados de eficiencia fortuitos.

Una diferencia más de los métodos paramétricos de aquellos no paramétricos es que en los primeros la frontera corresponde a los puntos eficientes y todos aquellos por dentro de ella son ineficientes, mientras que en los segundos la eficiencia y la ineficiencia se dan dependiendo de si la distancia de cada punto a la curva de frontera es positiva o negativa.

De los métodos no paramétricos el más conocido es el DEA y de los paramétricos el método de los mínimos cuadrados. El Cuadro 1 presenta un comparativo de ventajas y desventajas de los métodos paramétricos y no paramétricos.

Cuadro 1.

Comparativo de ventajas y desventajas entre métodos paramétricos y no paramétricos para el cálculo de la eficiencia comparativa

Métodos	Ventajas	Desventajas
No Paramétricos	No requiere ningún supuesto a priori sobre la especificación (forma funcional) de la función (comportamiento de los datos).	Utiliza para la estimación de la frontera sólo un subconjunto de los datos disponibles (aquellos que determinan la frontera)

	Es posible trabajar con muestras de tamaño reducido No realiza ningún supuesto acerca de la forma de la distribución de los residuos. La alta sensibilidad a los valores extremos de las observaciones hace evidentes los errores	En sus formas más habituales no considera errores aleatorios No comprueba si existe una relación estadísticamente significativa entre insumos y productos, suponiendo que exista una relación causal
Paramétricos	Permite separar los efectos de las distintas Variables. Permiten el test de hipótesis, de modo que el margen de error de las estimaciones queda establecido	Hay que tomar muchas decisiones metodológicas para formular el problema. Las fronteras determinísticas utilizan comportamientos medios suponiendo que todas las firmas consideradas en el estudio son económicamente eficientes. Las fronteras estocásticas efectúan una separación de los ruidos y de la eficiencia que se basa en fuertes y arbitrarios supuestos acerca de las distribuciones estadísticas de los residuos. Pueden denominar ineficiencia a una mala especificación del modelo.

Fuente: Elaborado a partir de Cuenca (1995) y Schimdt (1986)

Lo que se puede concluir a partir de la comparación de las ventajas y desventajas de los métodos paramétricos y no paramétricos es que evidentemente los primeros pueden ser más ricos en el análisis debido a que utilizan todos los datos para generar la curva de la frontera de eficiencia y consideran un parámetro aleatorio que permite inducir otras medidas de unidades no incluidas en el análisis preliminar o con éste considerar la posibilidad de obtener eficiencia o ineficiencia por casos eventuales pero que no pertenecen al estado natural del sistema. No obstante, este gran beneficio técnico se obtiene a partir de un esfuerzo de recolección de datos y cumplimiento de requisitos matemáticos que hacen a estos métodos de difícil aplicación o de exigencia profesional, desventajas que no requieren los métodos no paramétricos.

2.2.4 El análisis envolvente de datos (DEA).

En vista de las facilidades de aplicación y de los resultados aceptables que los métodos no paramétricos ofrecen se decide utilizar este tipo de métodos para el estudio. De entre las opciones disponibles como bien se ha dicho el DEA es el método más utilizado y a la vez ofrece versatilidad en las opciones disponibles para ser aplicado.

El Análisis Envolvente de Datos (DEA) tiene sus orígenes en la aplicación sugerida por Farrell (1957) para encontrar una medida relativa de la eficiencia en la producción agropecuaria en los Estados Unidos. En su aplicación inicial, Farrel intenta encontrar la eficiencia total como una medida de una unidad productiva que es tanto eficiente técnicamente como eficiente en precio.

Sin embargo, no fue hasta el año 1989, cuando por primera vez el DEA se aplicó como una herramienta para la toma de decisiones en la evaluación de proveedores, ya sea de productos o de servicios a través de Kleinsorge y otros (1989), quienes ilustraron cómo el DEA se puede utilizar para evaluar el análisis de la distribución de mercancías. Posteriormente se encontraron estudios como el desarrollo por Weber (1996) quien utilizó el DEA para evaluar a los proveedores e identificó cómo el DEA puede ser utilizado para analizar las actuaciones de los vendedores en base a varios criterios.

2.2.4.1 Ventajas del uso de la técnica DEA.

El DEA tiene varios puntos fuertes con respecto a otros instrumentos de análisis comúnmente utilizados en la medición del desempeño, tales como la regresión y el análisis de relación. Estas fortalezas incluyen las siguientes:

1. El DEA no requiere ninguna hipótesis previa sobre la forma funcional entre las entradas y salidas
2. El DEA es capaz de manejar simultáneamente múltiples entradas y múltiples salidas
3. Las entradas y salidas del DEA no necesitan tener métricas consistentes
4. El DEA realiza comparaciones entre elementos similares o combinación de pares
5. El DEA produce una puntuación de eficiencia global que caracteriza a la producción de una unidad entre todas las salidas pertinentes

2.2.4.2 Desventajas de la técnica DEA.

Con la flexibilidad del DEA y su capacidad única para formar una frontera empírica, el DEA tiene aún limitaciones que deben tenerse en cuenta. Estas limitaciones incluyen:

1. El DEA no da cuenta de los errores aleatorios y tal error puede conducir a un resultado inexacto
2. El DEA no es capaz de modelar con precisión los pequeños tamaños de las muestras
3. El DEA sólo proporciona una puntuación de eficiencia relativa, no una frontera teórica
4. Es un análisis retrospectivo y no permite proyecciones futuras.

2.2.4.3 Funcionamiento de la técnica DEA

El funcionamiento de la técnica DEA viene asociado con algoritmos matemáticos propios de la investigación de operaciones, los cuales en sus detalles se escapan del alcance técnico desarrollado durante la Maestría en Administración, pero que su concepto de aplicación es fácilmente comprensible y aprovechable para la toma de decisiones de un directivo. La exposición del funcionamiento de los conceptos de la técnica DEA es el objetivo de este apartado, los cuales se basan en la explicación registrada en el libro de Mantri (2008).

Los siguientes son los conceptos y/o principios básicos de la técnica DEA: a) la medida de eficiencia se basa en la relación entre los inputs y los outputs de un proceso que es efectuado por varias unidades de análisis; b) esta relación es de tipo proporcional, ya sea radial o no radial; las proporciones radiales son las de interés en este trabajo; c) los inputs y outputs de cada unidad de análisis generan un vector de datos que constituyen una de las posibilidades de producción del proceso analizado y que en conjunto constituyen el Conjunto de Posibilidades de Producción (CPP); d) dentro del CPP existen algunos vectores de datos que se encuentran en los límites de máxima eficiencia con respecto a los demás vectores de datos; estos vectores constituyen la frontera de eficiencia, es decir, la zona en la que todos los vectores de datos deberían ubicarse para alcanzar la máxima

eficiencia; e) la distancia de un vector de datos a la frontera de eficiencia define su nivel de eficiencia comparada con respecto a los vectores de máxima eficiencia de la frontera de eficiencia.

Para comprender los anteriores conceptos y la forma en se aplican en la técnica DEA, se utiliza la Figura 1.

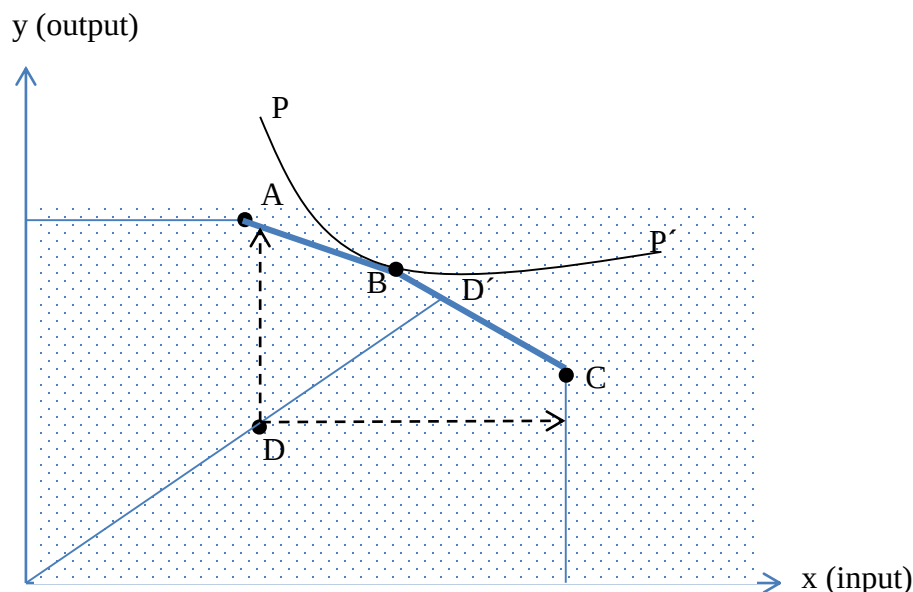


Figura 1. Esquema general de un CPP y una frontera de eficiencia utilizados para calcular los indicadores de eficiencia comparada del método DEA

En la Figura 1 se ha esquematizado un CPP basado en un proceso en el que se tiene en cuenta un input (eje horizontal) y un output (eje vertical). Cada punto de la trama corresponde a un vector de datos que se constituye de un input y un output, y para el cual se le ha asociado un valor de eficiencia basado en una proporción radial (y/x , por ejemplo).

Supóngase que del CPP los vectores denominados A, B y C tienen los valores de eficiencia de proporción radial más altos frente a todos los demás vectores, entonces, al unir estos puntos se crea la denominada frontera de eficiencia, la cual es un referente de la máxima eficiencia que cada vector podría lograr alcanzar, es decir, si se toma el vector de datos denominado D, se puede observar que se encuentra distante de la frontera de eficiencia y que la distancia DD' es la opción de mejora que podría lograr en términos de eficiencia basado en el input y output analizado.

Esta es la manera como esquemáticamente trabaja la técnica DEA, encuentra los vectores de datos con la mayor eficiencia posible y compara los demás vectores con este referente para definir un indicador de eficiencia comparada.

La forma como el algoritmo de la técnica DEA trabaja para establecer la frontera de eficiencia y posteriormente entregar los indicadores comparados de cada vector de datos es algo más compleja matemáticamente hablando pero, afortunadamente la existencia de software aplicado hace que este trabajo se pueda pensar como un modelo de caja negra donde simplemente se introducen los outputs e inputs y el software entrega los indicadores de eficiencia que se buscan.

2.2.4.4 Orientaciones de los modelos analizados con la técnica DEA

Si se observa el punto que representa el vector de datos D de la Figura 1, teóricamente este vector D puede mejorar su eficiencia desplazándose horizontalmente o verticalmente hasta alcanzar un punto de la frontera de eficiencia, tal como lo señalan las flechas con trazos cortos en color negro. Estas dos posibilidades o una combinación de las dos han llevado a considerar que la técnica DEA como modelo puede generar indicadores de eficiencia bajo estas tres consideraciones: a) modelos que se orientan en indicadores de eficiencia controlados por las entradas (Inputs), es decir cuyo análisis busca encontrar respuestas o resultados desde las entradas; b) modelos que se orientan en indicadores de eficiencia controlados por las salidas (Outputs), cuyo análisis se concentra en las salidas; y c) modelos que manejan una orientación mixta, es decir salidas y entradas (Inputs-Outputs).

Otra forma de diferenciar las orientaciones del modelo DEA es mediante la forma como se busca la eficiencia: los modelos orientados al Input buscan llegar a la frontera de eficiencia al reducir las entradas para obtener el mismo nivel de Outputs, mientras que los modelos orientados al Output buscan lo mismo pero aumentando las salidas con el mismo nivel de inputs. Los modelos orientados al Input-Output buscan la frontera de eficiencia con una mezcla de las estrategias de los otros dos modelos.

En el primer apartado se habló de los indicadores de eficiencia. El método DEA utiliza los tres tipos de indicadores, de eficiencia, de costos o asignación, y globales. Los

indicadores de eficiencia se obtienen comparando la posición de cada vector de análisis con respecto a la frontera de eficiencia y los indicadores de costos comparando cada vector de análisis con respecto a la curva de isocostos (curva PP' en la Figura 1) (Mantri, 2008).

Existe otra tipología que se utiliza en los modelos con el método DEA y se refiere a los rendimientos a escala. Esta tipología clasifica los modelos en rendimientos a escala constante y variable. Por rendimientos se quiere decir la forma como incide los inputs sobre los outputs en el modelo, la cual puede ser constante o variable.

2.3 Estado Del Arte

2.3.1 Estudios sobre eficiencia

La búsqueda de antecedentes sobre análisis en la eficiencia de laboratorios de prueba para la industria del petróleo fue infructuosa, es decir, no se logró obtener artículos desde las bases de datos de Direct Science e IEEE relacionadas con este interés.

La búsqueda produjo como resultado que existe antecedentes para estudiar la eficiencia de laboratorios médicos o clínicos, y de universidades.

Una de las características concluyentes sobre la eficiencia estos laboratorios es la diversidad de metodologías utilizadas. Algunos realizan comparaciones simples sobre nivel de servicio atendido, tiempo del servicio y recursos utilizados entre laboratorios o utilizando un mismo laboratorio antes y después de alguna reforma, o realizan análisis utilizando múltiples variables y metodologías complejas de la eficiencia.

Para una mejor comprensión sobre los enfoques e intereses en los resultados de estos estudios se realiza una describen por secciones en lo que resta de este ítem. En cada sección se dan ejemplos de los estudios desarrollados pero la intención es entregar un ejemplo más no desarrollar un inventario ya que estos estudios no tratan específicamente de laboratorios de pruebas para el sector petrolero. Es de aclarar que aunque no cumplen este último aspecto su revisión es utilizada como un referente ante la ausencia de trabajos específicos en el área.

2.3.1.1 Estudios de eficiencia en laboratorios médicos o clínicos

Los estudios sobre eficiencia en laboratorios médicos o clínicos se caracterizan por: a) el análisis de la eficiencia después de la implementación o rediseño de las instalaciones o adquisición de equipos para el laboratorio; b) innovación en la gestión o administración de los procesos para mejorar la eficiencia; c) evaluación del tiempo de respuesta o atención a los clientes.

Estudios sobre la eficiencia para conocer el resultado después de una implementación, rediseño de instalaciones o adquisición de equipos se han realizado en Japón, Tatsumi, Orkuda & Tsuda (1999) fueron los primeros en realizar este tipo de análisis motivados por una creciente transformación de los laboratorios clínicos dentro de los hospitales y clínicas japoneses de grandes centros a pequeñas unidades denominadas laboratorios integrados cuya diferencia radica en que los segundos atienden pocas pruebas pero en un menor tiempo. Para el estudio utilizan comparaciones estadísticas básicas. Los resultados esclarecen que los laboratorios integrados son más costosos en términos unitarios por servicio pero son más eficientes en la atención del servicio, el cual es de gran interés para las clínicas y hospitales debido a los cambios en el sistema de salud japonés surgidos en la década del 90 en donde se estableció la prioridad de un servicio inmediato para la atención de situaciones propias de las características de riesgo del país como los terremotos, los ataques con gas y la intoxicación alimentaria.

Los estudios para desarrollar innovación en la gestión de los laboratorios para mejorar su eficiencia son relativamente nuevos. Recientemente Plenabi, Zaninotto & Faggian (2014) realizaron un estudio sobre los laboratorios clínicos en Europa para determinar la influencia de la gestión en el servicio de pruebas antes (cuando se solicita), en el desarrollo y en la entrega de resultados sobre la eficiencia de estos laboratorios en términos de costos por prueba y la calidad ofrecida a los pacientes. Esta gestión es denominada en palabras de los autores sin recurrir a la traducción como Utilization Management (UM). La UM en términos operativos tiene que ver con actividades como la mensajería unificada de las pruebas y sus resultados, la consolidación y creación de redes entre los mismos laboratorios para administrar y obtener economías de escala, y el enriquecimiento de la comunicación

entre profesionales de la salud. Algunos de los errores más comunes que afectan la eficiencia de estos laboratorios son las solicitudes de pruebas equivocadas, el uso de reactivos inapropiados y las solicitudes de consultas o tratamientos adicionales. El estudio dio como resultado que los laboratorios que han agregado la UM en sus actividades de gestión muestran mejoras en la eficiencia en términos de costos por prueba y calidad.

En España, Salinas et al. (2011) realizan un estudio enfocado en la evaluación de la en el tiempo de respuesta de atención de pruebas en los pacientes en ocho laboratorios clínicos de la comunidad Valenciana que atiende a ocho departamentos de salud con un total 2'014.475 habitantes. Para el análisis se utilizaron los registros históricos de la atención de pruebas de los ochos laboratorios para construir indicadores sobre el porcentaje de pruebas que fueron atendidas en los tiempos estándar previstos. Esta medida de la eficiencia es simple y utiliza el producto o resultado como referencia. El estudio de benchmarking sirvió para mostrar la gran disparidad de tiempos de respuesta que se entregan a los diferentes departamentos de salud de la Comunidad Valenciana. Se propuso una clasificación de laboratorios para atender segmentos específicos de clientes para evitar la continua adaptación de los procesos y conseguir una mayor satisfacción del cliente.

2.3.1.2 Estudios de eficiencia en laboratorios de universidades

El único estudio reportado sobre la eficiencia de laboratorios en universidades fue el realizado por Wang, Cui & Yang (2007).

Su intención es medir la eficiencia de los laboratorios utilizando un sistema de indicadores simples que permita clasificarlos en tres niveles de eficiencia: bueno, aceptable y pobre. El sistema de indicadores incluye las siguientes razones: número de docentes por laboratorio, número de tecnologías por laboratorio, número de actividades de investigación por laboratorio, número de proyectos con enfoque social por laboratorio, y número de horas-hombre dedicadas a actividades de docencia por laboratorio. Estos indicadores se tomaron de 41 laboratorios de universidades y de un total de 211 proyectos en curso dentro de estos laboratorios.

Debido a las características de evaluación cualitativa de la eficiencia que utiliza el estudio, la técnica DEA no era viable y en su lugar utilizaron un modelo de evaluación de vectores multicapa.

Los resultados del estudio concluyen como en otros estudios sobre la pertinencia de la técnica utilizada, siendo el resultado positivo para este caso, además de presentar los resultados de clasificación de los 41 laboratorios según el nivel de eficiencia cualitativo establecido a priori en el estudio.

2.3.1.3 Uso de la técnica DEA en análisis de eficiencia para la industria del petróleo

Las aplicaciones de la técnica DEA en la industria del petróleo se han enfocado en establecer la eficiencia de los campos de exploración y producción a partir de los indicadores de costos y producción. Estos estudios son aún más importantes para esta industria porque el mayor interés hoy en día recae en el aumento de la producción, la cual depende del desarrollo de la eficiencia de los campos de exploración y producción.

El uso de la técnica DEA en la industria del petróleo ha sido de interés para investigadores y profesionales que continuamente desarrollan mejoras en su aplicación con el objetivo de precisar sus resultados. Un ejemplo de esta afirmación lo constituye el estudio de Hanrui & Xun (2011) en donde se contrastan los resultados de aplicar la técnica DEA original con una variación denominada Bootstrap, la cual es una técnica estadística basada en el muestreo por repetición de datos empíricos y estimadores relativos que mejoran la precisión del valor crítico y el intervalo de confianza en los resultados de la técnica DEA. Las conclusiones del estudio de Hanrui & Xun basados en la comparación de estas dos técnicas con los datos de eficiencia de 13 campos de petróleo entre los años 2003 a 2007 afirman que el uso de técnicas de muestreo aleatorio incluidas en la variación Bootstrap-DEA permite reconocer patrones en el comportamiento de la eficiencia más precisos que la técnica original.

Otros estudios presentan propuestas sobre la aplicación del DEA, como Wang & Song (2011) quienes presentan una propuesta de un sistema de indicadores de evaluación de la

eficiencia de campos de petróleo sometidos al desarrollo de su productividad utilizando como base la técnica DEA y modelos de super eficiencia para analizar la toma de decisiones sobre las mejoras a implementar en busca de nuevos niveles de productividad. Los modelos de super eficiencia permiten proyectar la eficiencia probable que se adquiere con las mejoras y de esta manera establecer la decisión de cuáles de estas mejoras son más provechosas para el sistema de producción de un campo petrolero.

Además de las aplicaciones directas de la técnica DEA para la producción del petróleo, otros estudios se realizan con esta técnica como el análisis de la eficiencia económica de los países con relación al consumo del petróleo interno (Nouri et al., 2013).

2.3.2 Variables contempladas en estudios de eficiencia de unidades prestadoras de servicios con la técnica DEA

2.3.2.1 Variables inputs

Ante la imposibilidad de encontrar antecedentes sobre estudios de laboratorios de pruebas que permitan tomar como referencia la aplicación del DEA y las variables utilizadas para la industria del petróleo se decidió aprovechar la experiencia de otros estudios similares. De entre los estudios de evaluación de la eficiencia que aplican el DEA como técnica de análisis los más cercanos a las características de los laboratorios del ICP son aquellos que evalúan la eficiencia de proveedores de servicios ya que los laboratorios son a la final un prestador de servicios interno para el ICP.

En el Cuadro 2 se resume en la primera columna las variables que han sido utilizadas por varios estudios cuyo interés es la evaluación de la eficiencia del servicio prestado por proveedores, ya sea interno o externos a la empresa, y que emplean el DEA como técnica de medición de la eficiencia. La presentación no analiza cada estudio en particular sino que extrae simplemente las variables utilizadas. En la segunda columna se agregan los estudios representados por sus autores y la fecha de publicación que comparten el uso de cada variable. De esta manera se aprovecha la experiencia de antecedentes investigativos para concluir las variables de referencia para el análisis de eficiencia a efectuar con los

laboratorios del ICP. Esta conclusión se realiza con mejor detalle en el capítulo tercero (Método).

Cuadro 2.

Variables utilizadas por diferentes estudios para realizar un análisis de eficiencia en servicios con el método DEA

Variables	Estudios realizados por autores
Calidad del servicio	Liu et al. (2000), Liu & Hai (2005), Talluri et al. (2006), Garfamy et al. (2006), Ramanathan (2007), Xiaoming Zuo & Lei Zhang (2008)
Precio	Liu et al. (2000), Ahn & Lee (2004), Talluri et al. (2006), Garfamy et al. (2006), Ramanathan (2007), Wu T. & Olsen (2008), Wu (2010)
Tiempo de entrega	Liu et al. (2000), Liu & Hai (2005), Talluri et al. (2006), Wu T. & Olsen (2008), Wu (2010)
Capacidad Técnica	Ahn & Lee (2004), Liu & Hai (2005), Ramanathan (2007), Wu (2010)
Responsabilidad	Liu & Hai (2005)
Servicio postventa	Garfamy et al. (2006), Ramanathan (2007), Wu (2010)
Tasa de rechazos o devoluciones	Wu T. & Olsen (2008), Wu (2010)
Inversión en I+D	Xiaoming Zuo & Lei Zhang (2008)

Fuente: Elaborado por el autor a partir de la revisión bibliográfica

Las variables presentadas en el Cuadro 2 pueden ser catalogadas como variables de entrada (inputs) y salida (outputs) de cada unidad de análisis (laboratorios del ICP). La experiencia de varios de estos estudios, en especial los desarrollados por Xiaoming Zuo & Lei Zhang (2008) y Ramanathan (2007) sugieren que todas las variables excepto la *calidad del servicio* deben ser consideradas como un input que influye sobre esta única variable de salida. Esta decisión es comprensible si se tiene en cuenta que el objetivo final y verdadero de un proveedor (como los laboratorios del ICP) es la satisfacción del cliente y que todos los demás resultados son solo insumos que el cliente utiliza para hacerse a una percepción de esta satisfacción. En el apartado 3.3.1 Variables de entrada del siguiente capítulo se realiza una explicación sobre la elección de los inputs en los laboratorios del ICP que se toman en cuenta para el análisis, además de enseñar su relación con la variable calidad del servicio (Figura 2).

2.3.2.2 Variable output: la calidad del servicio

Dada la importancia de la calidad del servicio como única variable output y de la complejidad que esta representa dentro de la percepción de un cliente se abre la inquietud sobre cómo establecer una medición para este indicador que pueda ser utilizado en la técnica DEA junto con los indicadores de las variables de entrada (inputs) que se decidan (numeral 3.3.1 Variables de entrada). Sobre este aspecto se indagó una revisión de las dimensiones de la calidad del servicio realizada por Shain (2007) y que se enriquece a partir de otros referentes.

Inicialmente se establece una definición como referente. Horovitz (1991) afirma que un servicio es una actividad o serie de actividades de naturaleza más o menos intangible que normalmente, aunque no necesariamente, tienen lugar en las interacciones entre los empleados de los clientes y de servicios y/o recursos físicos o los bienes y/o sistemas del proveedor de servicios, que se proporcionan como soluciones a los problemas del cliente.

Asociado al servicio, al igual que con los productos, se encuentra el concepto de calidad de servicio, el cual fue tomando interés posteriormente a la acogida y auge de la calidad en los productos. Varias son las posiciones sobre la calidad del servicio, algunas concepciones la definen como: la percepción a través de medidas indirectas de la satisfacción del servicio (Montaña y otros, 2010), la atención percibida de un cliente cuando recibe un servicio y su comparación con respecto a la expectativa antes de recibirlo (Cottle, 1991). Esta última concepción ha sido ampliamente utilizada, incluso es el similar del concepto que maneja la ISO 9001 sobre el término calidad y que aplica tanto a empresas de manufactura de bienes como de prestación de servicios: “grado en el que un conjunto de características inherentes a un bien o servicio cumple los requisitos” (ISO, 2008). El conjunto de características inherentes corresponde en el caso de los servicios a la atención percibida por el cliente y los requisitos a la expectativa sobre este servicio.

Una propuesta sobre las dimensiones en las que se puede dividir la calidad del servicio es propuesta por Shahin (2007) y que se basa en establecer las expectativas del cliente como tales dimensiones. No obstante, estas expectativas pueden resultar aun difíciles de reconocer tanto por un analista como para quien se auto-evalúa la percepción de

satisfacción de un servicio. Para superar esta dificultad se aprovechan los resultados de otros estudios de los autores Parasuraman et al. (1985) y Shirouyehzad et al. (2009) quienes especifican con mayor detalle cada expectativa de la propuesta de Shahin (2007). Las expectativas propuestas por Shahin (2007) son: confiabilidad, responsabilidad, competencia, acceso, cortesía, comunicación, credibilidad, confidencialidad y seguridad, entendimiento del cliente, sensibilidad, precio y flexibilidad; pero que cada una puede ser mejor especificada a partir de otros aspectos como lo detalla el Cuadro 3.

Cuadro 3:

Aspectos relacionados con las expectativas en la calidad del servicio

Expectativa	Aspectos Específicos
Confiabilidad	Rendimiento Precisión y confianza Consistencia Entrega completa
Responsabilidad	Disposición a ayudar al cliente Preparación y prontitud
Competencia	Habilidades Conocimiento y profesionalismo del personal
Acceso	Facilidad de contacto Acceso oportuno
Cortesía	Diplomacia Respeto Consideración Empatía
Comunicación	Información persona a persona Disponibilidad de la información
Credibilidad	Honestidad Reputación del servicio Coherencia entre lo ofrecido y lo servido
Confidencialidad y seguridad	Seguridad financiera Seguridad física Reserva
Entendimiento del cliente	Comprensión Atención individual
Sensibilidad	Apariencia del servicio Equipamiento utilizado para proveer el servicio Comodidad de las instalaciones
Precio	Descuentos Valor percibido
Flexibilidad	Flexibilidad en las especificaciones y volumen Rapidez en la prestación del servicio

Fuente: Shahin (2007), Parasuraman et al. (1985) y Shirouyehzad et al. (2009)

El Cuadro 3 ofrece una extensa cantidad de dimensiones y aspectos específicos para analizar o medir la percepción de calidad del servicio por parte de un cliente, pero utilizarlas todas puede resultar agotador tanto para el análisis del estudio como para aplicar una encuesta de satisfacción. Por este motivo en el numeral 3.3.2 Dimensiones o expectativas de la calidad del servicio se especifican las expectativas que se asumen importantes para evaluar la percepción de calidad del servicio de los laboratorios en el ICP.

3. Método

3.1 Tipología De La Investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo porque cumple con los atributos definidos por Reichardt (1986): realiza mediciones controladas, basa sus conclusiones en datos y sus conclusiones son fundamentadas, es repetible en el sentido que otro investigador con el mismo método debería llegar a las mismas conclusiones, y por último, asume una realidad estable.

La investigación es de tipo analítica correlacional según la definición de Grajales (2000) porque: mide el grado de relación y la manera cómo interactúan dos o más variables entre sí. En este caso la relación entre las variables asociadas a la operación de cada prueba de laboratorio y la calidad del servicio percibida por los clientes internos en el ICP.

3.2 Censo Y Muestra

Las unidades organizacionales a analizar son los 21 laboratorios que ofrecen servicios internos al ICP. La Tabla 1 presenta los nombres de los laboratorios y el número de pruebas que se realizan en cada uno de ellos con un total de 660 pruebas. Se tomaron datos de los 21 laboratorios, por lo que se hablará de un censo de la población de laboratorios, pero en el caso de las pruebas de los laboratorios, 660 pruebas es una cantidad que puede retrasar o desperdiciar recursos, por lo tanto se decide que en el caso de las pruebas de laboratorio se aplicará un muestreo.

La siguiente formula se utiliza para calcular el tamaño de una muestra a partir de una población finita.

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot (1-p)}{e^2 \cdot (N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

Las variables de la formula corresponden a:

N = Tamaño de la población de pruebas = 660

P = Probabilidad de Éxito = 0.5

$Q = 1-p$ = Probabilidad de Fracaso = 0.5

E = Error esperado máximo = 5%

Z = Valor de una variable normal estándar para un valor de confianza dado de 95% = 1.96

Al reemplazar los valores en la fórmula se obtiene que para obtener un 95% y un máximo error del 5% se debe tomar una muestra de 243 del total de 660 pruebas de laboratorio.

Tabla 1

Relación de laboratorios, pruebas y tamaño de la muestra

Laboratorios	No. de Pruebas	% participación	No. de Pruebas de la muestra
CRUDOS	111	16,8%	40
AGUAS Y SUELOS	104	15,8%	38
ESPECTROSCOPIA	78	11,8%	29
CROMATOGRAFIA	58	8,8%	21
BIOTECNOLOGIA	41	6,2%	15
INGENIERIA DE MATERIALES	40	6,1%	15
REOLOGIA	28	4,2%	10
ANALISIS PETROFISICOS	27	4,1%	10
DAÑOS A LA FORMACION	24	3,6%	9
GEOQUIMICA	24	3,6%	9
QUIMICA DE PRODUCCION	22	3,3%	8
CATALISIS	20	3,0%	7
MECANICA DE ROCAS	18	2,7%	7
PROCESAMIENTO MUESTRAS GEOLOGICAS	16	2,4%	6
DRX	13	2,0%	5
CRM	8	1,2%	3
MOTORES	8	1,2%	3
RECOBRO MEJORADO	7	1,1%	3
MICROSCOPIA ELECTRONICA	5	0,8%	2
PLANTAS PILOTO	5	0,8%	2
PVT	3	0,5%	1
Total general	660		243

Para escoger las 243 pruebas que serán evaluadas se aplicará el método de muestreo aleatorio estratificado por conveniencia. Los estratos corresponden a cada laboratorio, en donde se tomará una cantidad de pruebas igual a la registrada en la columna “No. de Pruebas de la muestra” que se calculó y registró en la Tabla 1; pruebas que se escogen por conveniencia a partir del criterio “mayor cantidad de pruebas solicitadas en el último año”.

3.3 Selección De Variables

3.3.1 Variables de entrada

Las variables utilizadas como entradas (insumos) deben ser seleccionadas para el análisis en el ICP de tal manera que se adapten a las necesidades del estudio y de la organización. Los siguientes párrafos presentan el análisis para la selección de cada variable.

El precio, que ha sido propuesta en varios estudios (Cuadro 2), es una variable que actualmente se utiliza para llevar un control de costos en cada dependencia del ICP. Cada servicio tiene un precio y cuando una orden es generada también se genera un costo para la dependencia solicitante. Estas características evidencian la viabilidad y pertinencia del uso de la variable precio en el análisis de eficiencia de los servicios prestados por los laboratorios internos del ICP.

El tiempo de entrega, utilizado en varios estudios (Cuadro 2) constituye otro indicador de procesos que se maneja dentro de los laboratorios. Para cada servicio se ha calculado el tiempo estándar normal en el cual debe y tiene la capacidad cada laboratorio. El tiempo real de culminación del servicio se compara con este tiempo estándar y se establece el nivel de cumplimiento del tiempo de entrega. Dada la existencia de información y la importancia del tiempo de entrega se define como una variable a incorporar en el análisis.

La capacidad técnica, utilizado en varios estudios (Cuadro 2) no constituye un diferenciador entre un laboratorio y otro debido a que todos están certificados o en proceso de certificación y no puede verse como un factor agregado sino como el deber ser de cada servicio prestado. No es una variable diferenciadora y por tanto no se incluirá en el análisis.

No obstante sí debe ser una variable a tener en cuenta como Peña (2012) lo hizo sí de evaluar un proveedor externo de los servicios.

La responsabilidad (Liu & Hai, 2005) como más adelante se profundiza es una característica de la calidad del servicio y por ende se incorpora en esta última variable y no como una variable de insumo.

El servicio postventa, analizado en los estudios de varios autores (Cuadro 2), no es una característica asociada a la naturaleza del servicio prestado debido a que el servicio culmina con la entrega de información analizada y de requerirse nueva información ésta se procesa como un nuevo servicio. Por este motivo no se considera importante en el análisis de eficiencia para el ICP.

Debido a que los servicios prestados no constituyen la producción, transformación o producción de un bien sino el análisis de datos o de materiales, los rechazos, incorporados en los estudios de Wu & Olsen (2008) y Wu (2010), no constituyen una característica asociada a la naturaleza de la operación, por lo tanto la tasa de rechazos o devoluciones no constituye una variable de interés en el análisis de eficiencia. No obstante es importante aclarar que eventualmente se puede dar el acto de devolución o rechazo en casos como el análisis de material equivocado que se intercambia por error entre una solicitud y otra, o el rechazo por un análisis incompleto. A pesar de que se dan estas posibilidades de rechazo no se considera un caso crítico o común para que sea incluido en el análisis de eficiencia.

La inversión en I+D (Xiaoming Zuo & Lei Zhang, 2008) es una política del ICP y atañe a todos los servicios y laboratorios por lo tanto no constituye una variable diferenciadora de la eficiencia y no será contemplada.

3.3.2 Dimensiones o expectativas de la calidad del servicio

Para decidir las dimensiones o expectativas que mejor describen la calidad del servicio de los laboratorios del ICP se realizó una reunión con varios líderes de laboratorio para que mediante consenso se determinara cuáles de las dimensiones propuestas por Shahin (2007) deberían ser consideradas en el estudio. Los resultados de este debate hacen parte de las dimensiones de la variable Calidad del Servicio en el Cuadro 4.

3.4 Formulación De Hipótesis

Según la disponibilidad de la información y el conocimiento previo que existía sobre la calidad del servicio y la eficiencia de los laboratorios en el ICP se generó una hipótesis con respecto al objetivo general y otra sobre el primer objetivo específico.

Sobre la calidad del servicio se conocía que no había satisfacción en los tiempos de entrega y que por tal motivo se está considerando los procesos de outsourcing.

Sobre la eficiencia de los laboratorios existe un indicador de razón que se calcula dividiendo el tiempo real sobre el tiempo estándar de cada prueba.

Con base en esta información se formularon dos hipótesis:

- Hipótesis sobre la calidad del servicio: La falta de capacidad para entregar las pruebas en los tiempos requeridos son la mayor fuente de insatisfacción en la calidad del servicio.

- Hipótesis sobre la medición de la eficiencia: Los indicadores de eficiencia calculados con el método DEA generan criterios de evaluación de la eficiencia diferentes a los indicadores típicos utilizados en el instituto basados en la proporción o razón del tiempo de entrega estándar versus el real.

3.5 Operacionalización De Variables

Como se presentó en la Figura 2, la variable dependiente es la calidad del servicio y las variables independientes son el costo y el tiempo de entrega. Para realizar una medición de cada variable se desglosan en componentes que permiten describir su estado con mayor precisión. El Cuadro 4 resume estas especificaciones.

Cuadro 4.
Operacionalización de variables

Variable	Subvariable	Dimensión	Item
Costo	N.A.	Precio interno definido para la prestación del servicio	Valor en pesos establecido por una tabla de presupuestación del ICP
Tiempo de Entrega	N.A.	Tiempo estándar	Días esperados promedio para prestar el servicio según estudio

			previo realizado por el ICP
	N.A.	Tiempo real	Tiempo real promedio según registros del momento de solicitud del servicio y el momento de entrega de los resultados o finalización del servicio
Calidad del Servicio	Confiabilidad	Confianza	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado
		Consistencia	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas
		Entrega completa	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad
	Responsabilidad	Disposición a ayudar	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades
		Preparación y prontitud	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio
	Comunicación	Disponibilidad de la información	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa
		Información persona a persona	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado
	Flexibilidad	Flexibilidad en las especificaciones y volumen	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio
		Rapidez en la prestación del servicio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado

Fuente: El autor

3.6 Proceso Metodológico Y Análisis De La Información

3.6.1 Técnicas de análisis

La primera decisión referente al análisis de información corresponde al tipo de medición sobre la eficiencia de las pruebas y/o laboratorios internos del ICP. Aunque existen opciones sencillas de medir la eficiencia utilizando indicadores que solo incluyen los insumos, estas opciones no son viables para el caso de los laboratorios del ICP porque

existen diferencias muy marcadas entre los insumos que éstos utilizan, obligando a utilizar una medida de eficiencia más compleja. En este sentido los trabajos de Shirouyehzad et al. (2010), Shirouyehzad et al. (2009), y Shirouyehzad et al. (2011) corrobora que esta decisión es apropiada, ya que una evaluación de eficiencia para proveedores, situación que es similar al caso aquí analizado si se concibe que los laboratorios del instituto son proveedores internos del ICP.

Una de las técnicas que permite medir la eficiencia de manera compleja utilizando una combinación de insumos y productos son las técnicas de análisis de fronteras, las cuales son útiles en las siguientes condiciones que se cumplen para el caso de los laboratorios del ICP (Mantri, 2008): es un mercado (organización) que no castiga las prácticas ineficientes pero premia las eficientes, y el interés es determinar donde los recursos son mejor utilizados para considerar mantenerlo y no someterlo a una tercerización.

De las técnicas de análisis de fronteras se decide utilizar el DEA porque es un método no paramétrico que no exige el cumplimiento de condiciones especiales de los datos, las cuales por la naturaleza diversa de cada servicio prestado es difícil que sean cumplidas, así, este método facilita su aplicación a cualquier contexto y evita los esfuerzos de recursos innecesarios (Shirouyehzad et al., 2009; Shirouyehzad et al., 2010).

Con la aplicación del DEA se obtienen los indicadores de eficiencia por laboratorio de forma comparada. La Figura 2 muestra gráficamente la relación entre estas variables, presentando con claridad que los insumos son el costo y el tiempo de entrega y la salida es la calidad del servicio. Las variables de la Figura 2 fueron seleccionadas según los criterios explicados en la sección 3.3 Selección de variables.



Figura 2. Modelo general de los insumos y productos de los servicios prestados por los laboratorios del ICP

Fuente: El autor

El método DEA tiene diferentes variantes. Sobre estas variantes las opciones elegidas para aplicar en este estudio son:

- La orientación del modelo es output, es decir, se espera mejorar la eficiencia de los laboratorios con base en el mejoramiento de la variable de salida, es decir, la percepción de la calidad del servicio, la cual resulta más manejable e incorpora factores asociados a los inputs como la responsabilidad y la flexibilidad.
- Según la tipología de los rendimientos, el modelo DEA que se utiliza es a escala constante con medición de la eficiencia técnica.
- Siguiendo los anteriores parámetros se elige el método DEA-CCR que proporciona medidas de eficiencia radiales, orientación hacia el output, y rendimientos a escala constante (Mantri, 2008).
- Inicialmente se consideró incluir el análisis de eficiencia económica debido a la incorporación de un input basado en los precios (costo) pero aún no existe un modelo DEA desarrollado que se oriente al output e incluya los costos.

3.6.2 Herramientas

3.6.2.1 Para la toma de datos

Para la toma de datos se utilizaron dos fuentes y sus respectivas herramientas: a) las variables de entrada (inputs) fueron tomadas de las bases de datos del instituto y corresponden al histórico de costos y tiempos de entrega registrados para los diversos servicios en los laboratorios del año inmediatamente anterior; b) el nivel de calidad del servicio se obtuvo de la aplicación de un instrumento de recolección de datos que consistió en un cuestionario con una batería de preguntas, cuya estructura es útil para construir índices que son utilizados como una calificación total (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010), en este caso la calificación de la calidad del servicio. En el Anexo B se entregan los resultados de las encuestas.

La batería de preguntas utilizó como categorías de respuesta una escala de Likert de 5 respuestas donde 1 era el valor asociado a la categoría Nunca y 5 el valor asociado a la

categoría Siempre. El índice de calificación total se calculó mediante un promedio de los valores obtenidos en cada una de las preguntas del cuestionario aprovechando la característica aditiva de la escala de Likert (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

La confiabilidad y validez de contenido del cuestionario se determinó de la siguiente manera: a) la validez de contenido mediante el aprovechamiento de la experiencia en otros estudios similares (numeral 2.3.2 Variables contempladas en estudios de eficiencia de unidades prestadoras de servicios con la técnica DEA); b) la confiabilidad del cuestionario se determinó utilizando el procedimiento de medida de estabilidad (Hernández, Fernández & Baptista, 2010) que consiste en aplicar el mismo cuestionario dos veces; en esta ocasión se aplicó la encuesta a 10 funcionarios del ICP tomando una distancia temporal de 15 días para evitar que los encuestados recordarán las respuestas dadas en la primera aplicación; en este procedimiento la confiabilidad se determina por la correlación entre las repuestas de la doble aplicación del cuestionario, para establecer esta correlación se utilizó la prueba del coeficiente de correlación de Pearson según recomendación de Hernández, Fernández & Baptista (2010) para variables ordinales como las que se miden con escalas de Likert (Hernández, Fernández & Baptista, 2010); en la Tabla 2 se muestran los resultados de la prueba, los cuales arrojan con coeficiente de correlación de Pearson de 0,907 que permite determinar un alto nivel de confiabilidad para el cuestionario, es decir, el cuestionario permite obtener aproximadamente los mismos resultados si se aplica múltiples veces.

Tabla 2.
Resultados del cálculo del coeficiente de Pearson para la aplicación de la prueba de confiabilidad del cuestionario

		antes	después
antes	Pearson Correlation	1	,907**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	90	90
después	Pearson Correlation	,907**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	90	90

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Fuente: Calculado con el software SPSS ver 19.0

La herramienta utilizada para la aplicación del cuestionario fue la internet mediante la página www.onlineencuesta.com. El cuestionario puede ser consultado en el link: <https://www.onlineencuesta.com/s/3e1710b>

3.6.2.2 Herramientas Para el análisis de datos con la técnica DEA

Para facilitar la aplicación del algoritmo de la técnica DEA se utilizó el software desarrollado por la Universidad de Nueva Inglaterra (The University of New England) denominado DEAP, cuyo manual fue escrito por el profesor Coelli (1996).

4. Tabulación y Análisis De Datos

4.1 Percepción De La Calidad Del Servicio De Los Laboratorios Del ICP

4.1.1 La percepción de la calidad del servicio por factores

La percepción de la calidad del servicio para los laboratorios del ICP fue cuestionada a los clientes internos de sus servicios mediante un cuestionario que contempla cuatro factores: confiabilidad, responsabilidad, comunicación y flexibilidad (Cuadro 4).

La medición de la percepción de la calidad del servicio se realizó bajo una escala ordinal de 1 a 5 donde 1 indica que nunca se ha recibido la calidad esperada y 5 lo contrario, es decir siempre.

El resultado general de la encuesta indica que en promedio la calidad del servicio prestado por el conjunto de los 21 laboratorios internos del ICP tiene un valor de 3,41 en la escala utilizada de 1 a 5. Este valor puede ser interpretado como que la calidad percibida no es constante ya que el valor de 3 fue establecido como la categoría “Algunas veces Sí y otras veces No” y la categoría 4 como “La mayoría de las veces Sí”, dando a entrever que existen algunas inconformidades pero a la vez existe un nivel aceptable en la prestación del servicio.

Para profundizar sobre el indicador general de la calidad del servicio, en la Tabla 3 se exponen los resultados de la encuesta en cada uno de los cuatro factores considerados y de manera gráfica se pueden visualizar en la Figura 3.

Tabla 3.
Estadísticas descriptivas de los factores de calidad del servicio según la percepción de clientes internos

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Confiabilidad	243	2,33	5,00	3,9835	,55769
Responsabilidad	243	1,00	4,50	2,9156	,71299
Comunicación	243	1,50	5,00	3,5535	,86436
Flexibilidad	243	1,00	5,00	2,9259	,81734
Valid N (listwise)	243			3,4100	

Fuente: Cálculos realizados con el software SPSS versión 19

El factor confiabilidad es el más alto con una calidad valorada en 3,98, seguido por el factor Comunicación con 3,55. En menor calificación se encontraron los factores de Flexibilidad y Responsabilidad con valores de 2,92 y 2,91 respectivamente.

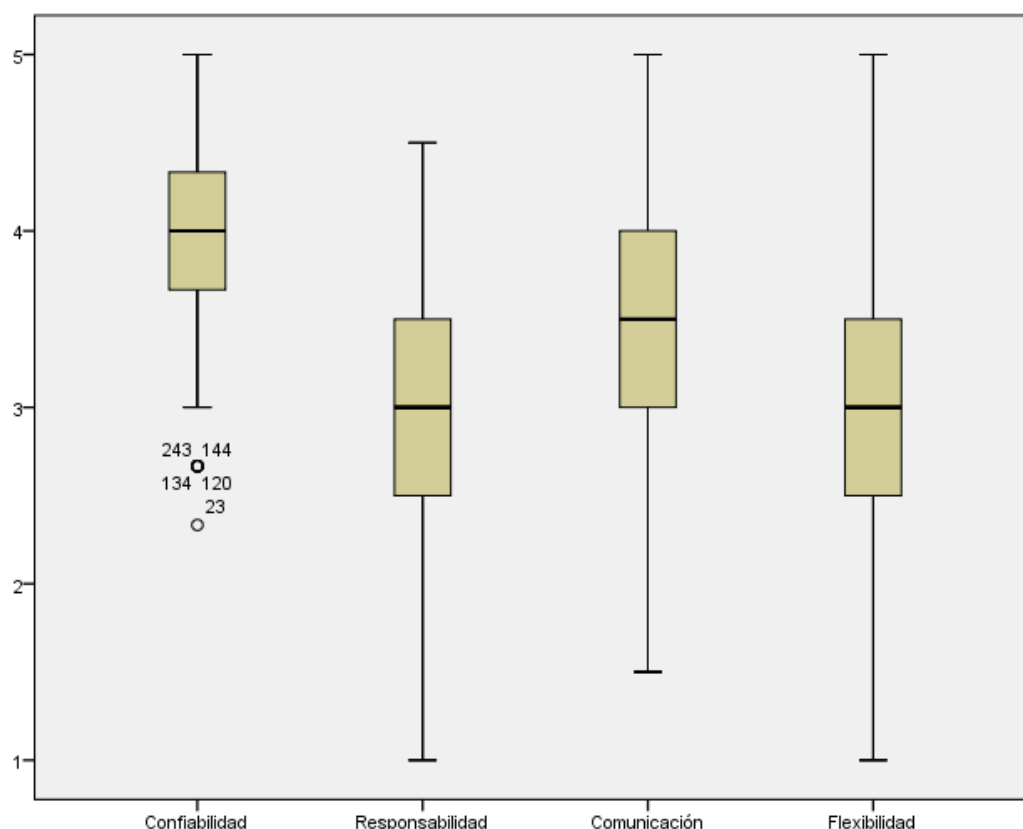


Figura 3. Diagrama de caja y bigotes para las respuestas obtenidas en los factores de la calidad del servicio

Desde el punto de vista de la concentración de las respuestas, la confiabilidad es el factor con menor dispersión con una desviación estándar de 0,55 frente a los mayores valores obtenidos en los demás factores así: Comunicación con 0,86, Flexibilidad con 0,81 y Responsabilidad con 0,71.

Los datos señalan aspectos importantes y coherentes con la realidad. El hecho que la confiabilidad obtenga el mayor valor promedio de calidad del servicio y una menor dispersión es coherente con el hecho que de no existir la confiabilidad en el servicio, ya que la empresa Ecopetrol se vería muy afectada en el rendimiento no solo de las investigaciones

sino de la operación, además, los laboratorios se encuentran certificados y permanentemente son evaluados en estos términos.

Los demás factores tienen dispersiones mayores, y visualmente (Figura 3) muestran que fueron contestados con todos los valores de la escala, desde percepciones de que Nunca fue recibida la calidad hasta el valor categórico de que Siempre ha sido recibida. Estas diferencias no son ajenas a la realidad ni tampoco constituyen aspectos cruciales para la operación pero si para la mejora continua porque son factores que no manejan aspectos técnicos pero sí de procesos y de competencias del personal. La comunicación es un aspecto fuertemente relacionado con las competencias del personal, La responsabilidad es un aspecto relacionado con las competencias del personal, con los recursos y capacidad del laboratorio para atender las solicitudes, y la flexibilidad es aspecto netamente de capacidad del laboratorio.

Resultados un poco más detallados se presentan en los siguientes numerales sobre cada factor y los ítems utilizados para su valoración.

4.1.1.1 Aspectos de calidad sobre el factor Confiabilidad

La confiabilidad es un factor asociado a la calidad del servicio en el ICP porque los resultados de las pruebas realizadas son altamente influyentes en la eficacia del trabajo de los diferentes equipos y funcionarios del instituto y de la empresa Ecopetrol S.A.

Para conocer la percepción de la calidad del servicio se indagó por los aspectos de: veracidad y cumplimiento de las especificaciones, coherencia con otras pruebas y, provisión completa del servicio cuando se requieren pruebas encadenadas.

Ya anteriormente se expuso que la confiabilidad es el factor con mejor nivel de calidad del servicio percibida. Ahora se detallan los aspectos particulares que definen este resultado favorable. El diagrama de caja y bigotes de la Figura 4 compara los tres aspectos de confiabilidad y permite visualmente observar que la provisión de pruebas encadenadas es el aspecto con mejor evaluación (promedio de 4,23) frente a los otros aspectos, veracidad y cumplimiento de especificaciones (promedio de 3,96) y coherencia con otras pruebas (promedio de 3,76).

En las figuras, Figura 5, Figura 6 y Figura 7 se registra un histograma de frecuencias de cada aspecto y los valores promedio y desviación estándar, de los cuales el promedio fue expuesto en el párrafo anterior.

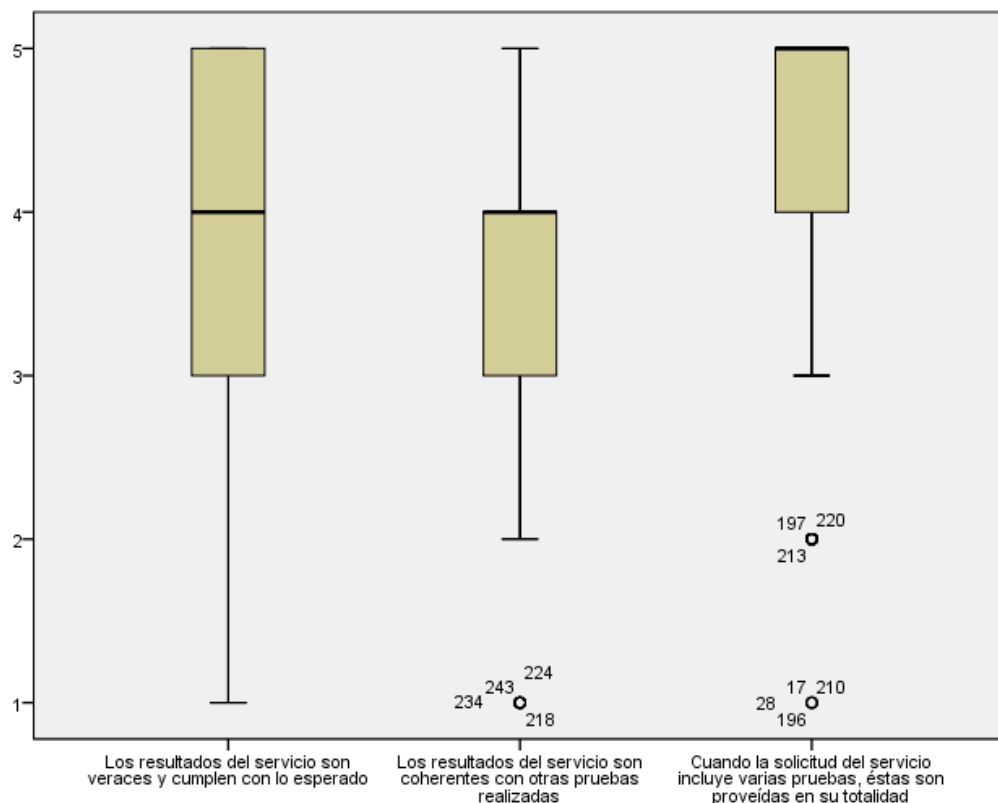


Figura 4. Diagramas de caja y bigotes para los aspectos relacionados con la confiabilidad

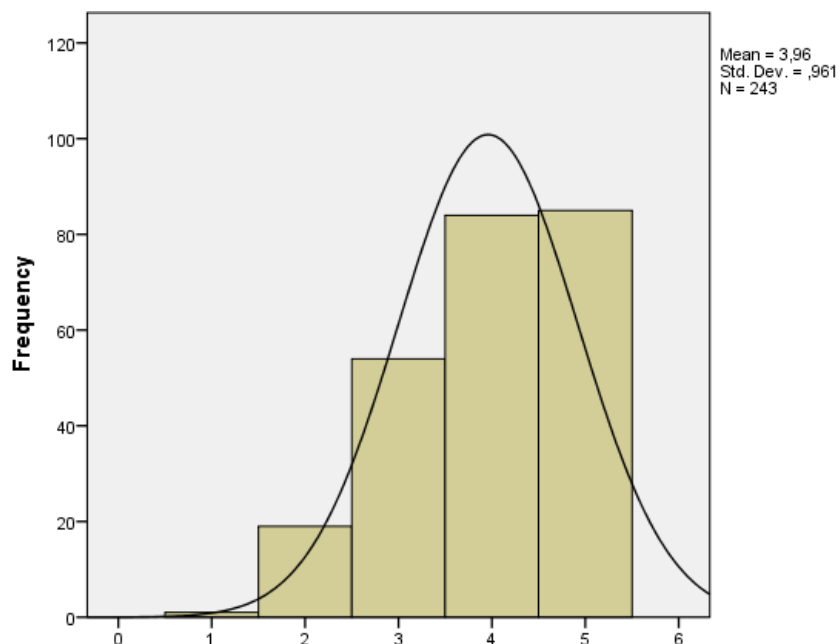


Figura 5. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto veracidad y cumplimiento de las especificaciones

La veracidad y cumplimiento de las pruebas es catalogada en un valor de 3,96 en promedio con una desviación estándar de 0,961, presentando alta concentración entre los valores 3 y 5 (corroborar en el diagrama de caja y bigotes de la Figura 4).

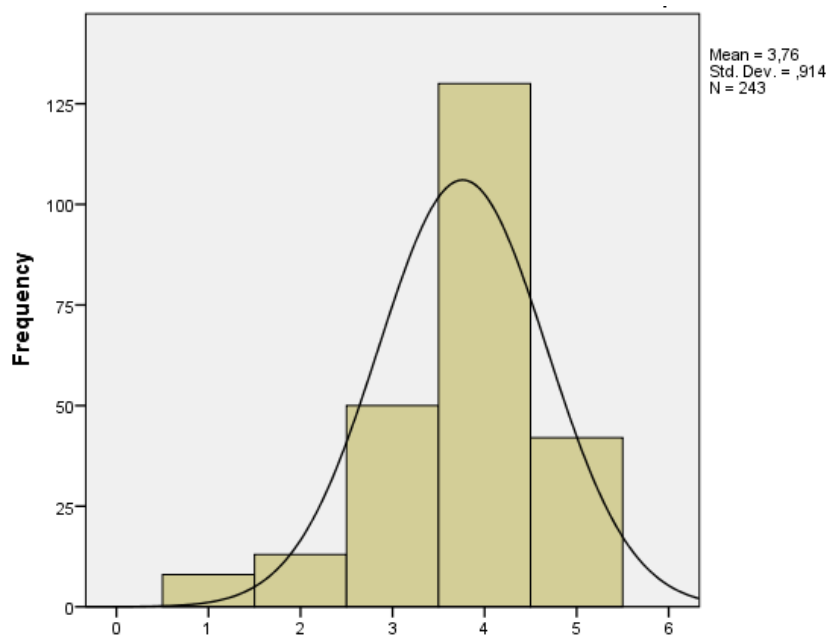


Figura 6. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto coherencia con otras pruebas

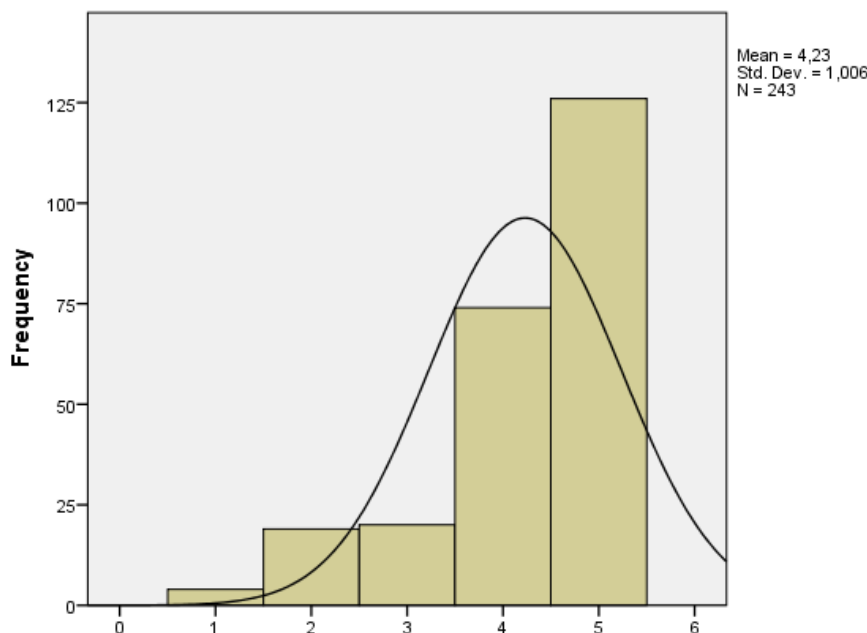


Figura 7. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto provisión de pruebas encadenadas

Diferente resultado se observa en el aspecto sobre la coherencia con otras pruebas con un valor de 3,76 y desviación estándar de 0,914 que presenta mayor concentración únicamente en el valor 4 (Figura 4 y Figura 6) y da oportunidad para mayores resultados en el valor 1. En este orden de ideas, el aspecto provisión de pruebas en cadenas obtiene un mayor promedio de 4,23 porque concentra mayor frecuencia en los puntos 4 y 5 (Figura 7).

Estos valores indican que cualitativamente los mejores resultados en la percepción de la calidad para el factor confiabilidad se deben en mayor parte porque los laboratorios cumplen con la especificación obligatoriamente implícita de responder con todos los servicios requeridos para responder a pruebas encadenadas y que aunque dan respuestas confiables en términos de coherencia con otras pruebas, y veracidad y cumplimiento con las especificaciones, se requieren mayores esfuerzos sobre estos dos últimos aspectos.

4.1.1.2 Aspectos de calidad relacionados con el factor Responsabilidad

La responsabilidad es un factor asociado a la calidad del servicio en los laboratorios del ICP porque influye o se relaciona fuertemente con los tiempos de entrega y la salvaguarda de información y de materiales. Para evaluar este aspecto se indagó sobre dos aspectos: a) interés en atender las inquietudes y necesidades del cliente, y b) interés en atender el servicio en la menor brevedad.

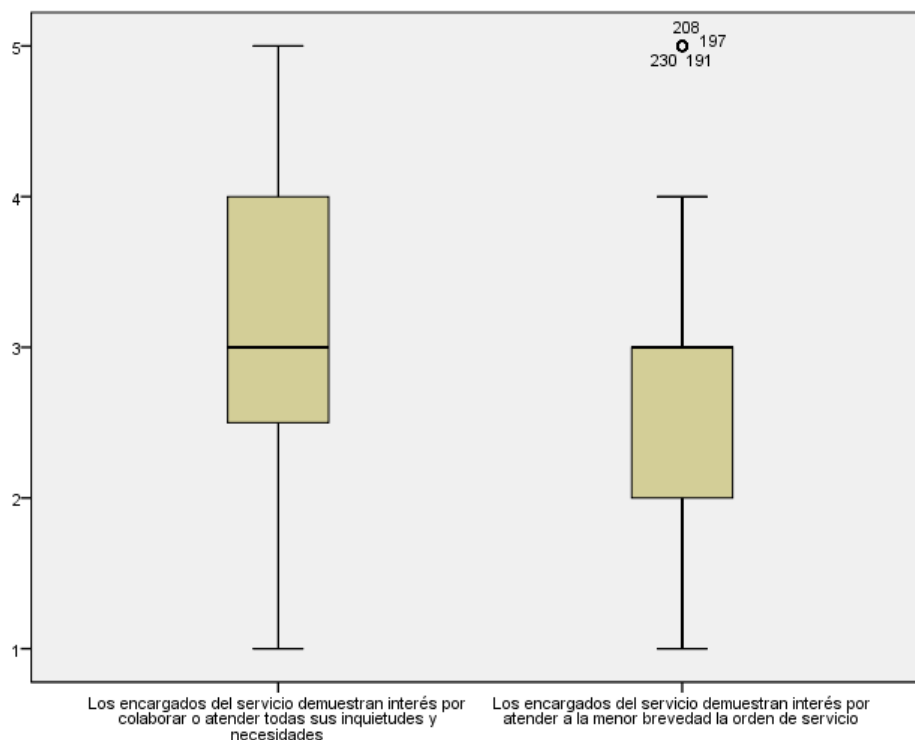


Figura 8. Diagramas de caja y bigotes para los aspectos relacionados con la Responsabilidad

Con la información sobre el promedio y la desviación estándar registrados en la Figura 9 y Figura 10, y la comparación visual entre los dos aspectos se puede interpretar que: a) existe mayor inconformismo en el interés por atender el servicio a la menor brevedad (promedio de 2,73) que en el aspecto interés en atender las inquietudes y necesidades del cliente (promedio de 3,1); b) el inconformismo sobre el interés en atender el servicio a la menor brevedad es más acentuado porque se concentra entre los valores 2 y 3, y una desviación de 1,135 (Figura 8 y Figura 10) mientras que el interés en atender las inquietudes y necesidades tiene una mayor variabilidad con una desviación estándar de 0,966 (Figura 8y Figura 9).

Estos resultados son coherentes con la realidad del instituto. Precisamente, uno de los motivos de todo el proceso de análisis sobre el outsourcing y del que este estudio espera aportar información de la eficiencia de los laboratorios corresponde a las dificultades operativas actuales para atender la demanda de servicios.

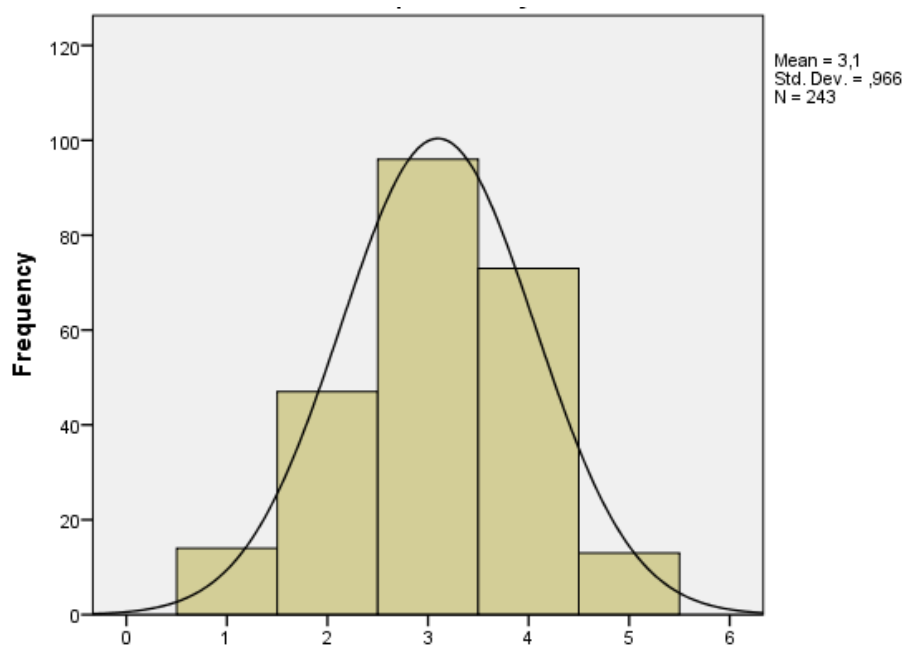


Figura 9. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto interés en atender las inquietudes y necesidades del cliente

Por lo tanto, no es una sorpresa que el aspecto menos calificado por los clientes internos haya sido el del interés en atender a la menor brevedad el servicio con una concentración en los valores 2 y 3.

El aspecto sobre el interés en atender las inquietudes y necesidades presenta mayor concentración de frecuencias en las respuestas 3 y 4 pero resulta también importante que se encuentren respuestas en los demás valores, en especial los valores 1 y 2.

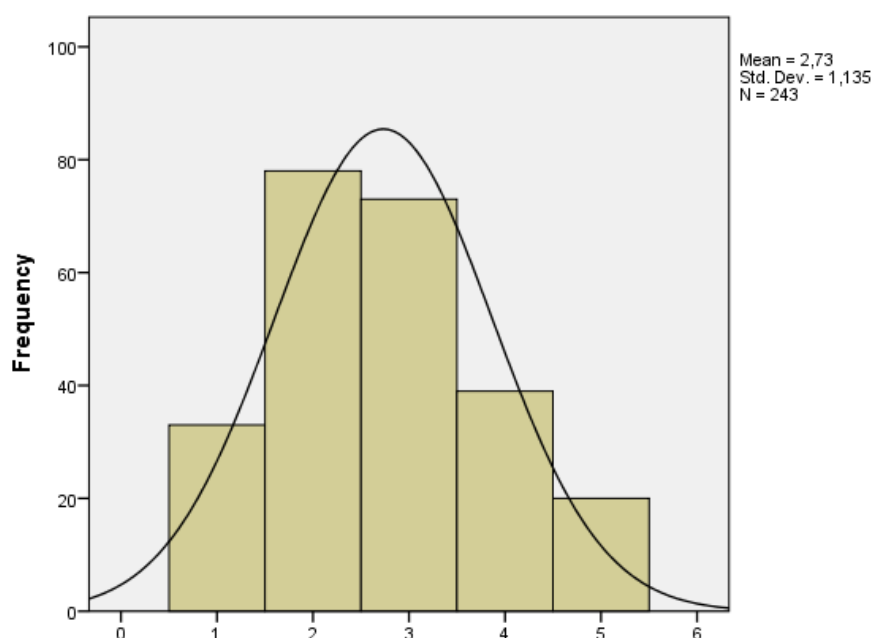


Figura 10. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto interés en atender el servicio a la menor brevedad

4.1.1.3 Aspectos de calidad relacionados con el factor Comunicación

La comunicación ha sido evaluada sobre dos aspectos, uno de comunicación escrita y otro de comunicación oral. Para la comunicación escrita se indagó sobre qué tan suficientes y completos son los informes de análisis y resultados de las pruebas, y para la comunicación oral se indagó sobre la facilidad para coordinar con los analistas del laboratorio. Los valores promedio muestran que el aspecto facilidad para coordinar con los analistas de laboratorio (valor 3,79) se destaca sobre el aspecto informes de análisis y resultados (valor 3,31).

El diagrama de caja y bigotes (Figura 11) muestra lo anteriormente afirmado. La caja del aspecto coordinación con los funcionarios se ubica más arriba que la del aspecto informes de análisis y resultados.

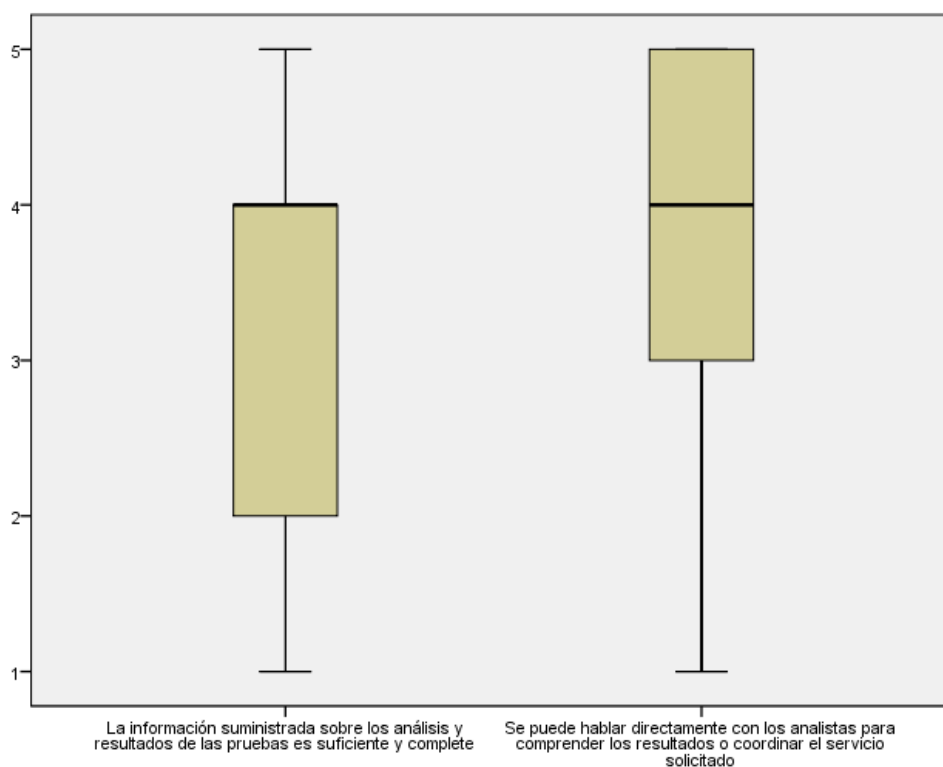


Figura 11. Diagramas de caja y bigotes para los aspectos relacionados con la Comunicación

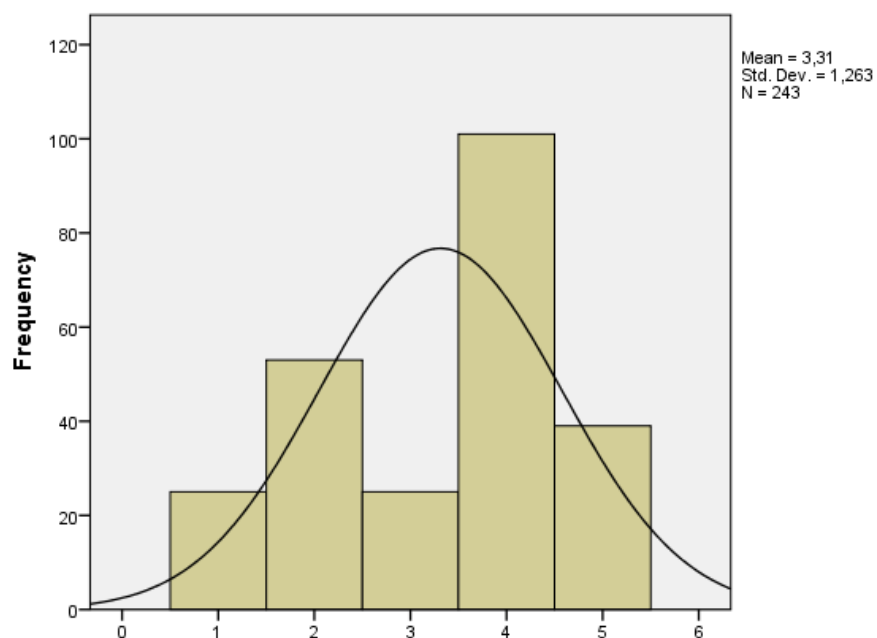


Figura 12. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto suficiencia del análisis y resultados de las pruebas

El aspecto coordinación con los analistas concentra las respuestas en los valores 4 y 5 (Figura 13), lo que permite deducir que existe una tendencia hacia una prestación del servicio cordial, amable y abierta para coordinar el servicio y explicar los resultados. Efectivamente existen otras respuestas en los valores 1, 2 y 3 que deben alertar sobre servicios particulares o tal vez laboratorios donde la atención no es igual de favorable.

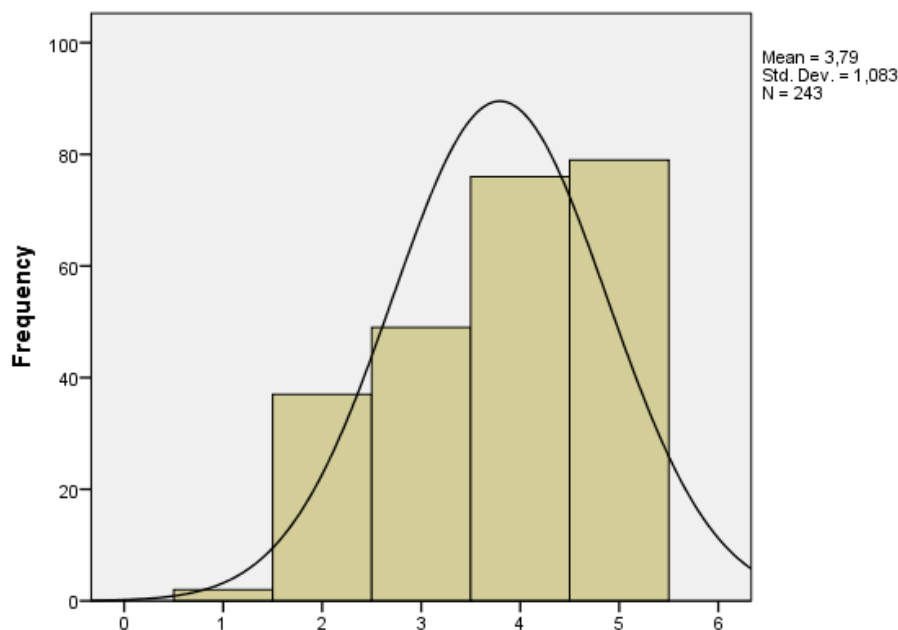


Figura 13. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto facilidad para coordinar con los funcionarios del laboratorio

En el aspecto análisis y resultados de la información las respuestas se concentran en el valor 4 y 2 (Figura 12). El hecho que estos valores no sean contiguos sugiere que existen dos posiciones marcadas, una de satisfacción y otra de insatisfacción. Seguramente se deberá examinar en qué pruebas de laboratorio los informes no son comprensibles o qué tanta información es suficiente.

4.1.1.4 Aspectos de calidad relacionados con el factor Flexibilidad

El factor flexibilidad es importante en la calidad del servicio porque el instituto está viviendo una serie de transformaciones como área promotora de la innovación para

Ecopetrol S.A., las cuales exigen nuevas especificaciones y volumen de solicitudes en las pruebas.

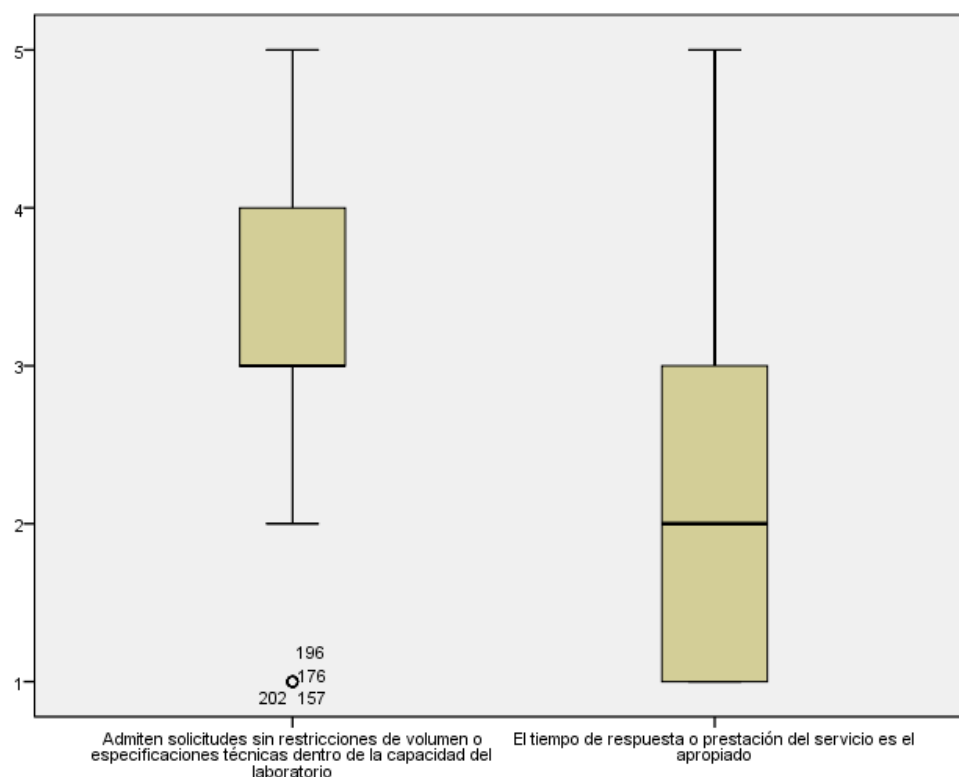


Figura 14. Diagramas de caja y bigotes para los aspectos relacionados con la Flexibilidad

Por este motivo se incluyeron en el análisis los aspectos de admisión de solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones y pertinencia del tiempo de respuesta.

Los resultados muestran que la pertinencia del tiempo de respuesta es muy desfavorable con una valoración promedio de 2,42 (Figura 16) frente al aspecto positivo que muestra la admisión de solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones con un promedio de 3,43 (Figura 15). En la Figura 14 se puede observar cómo la caja del aspecto admisión de solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones se encuentra por encima de la caja del aspecto pertinencia del tiempo de respuesta.

El histograma de frecuencias de la Figura 15 permite ver que las respuestas se acumulan en los valores 3 y 4 sin ser indiferente las respuestas del valor 5 para el aspecto admisión de solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones.

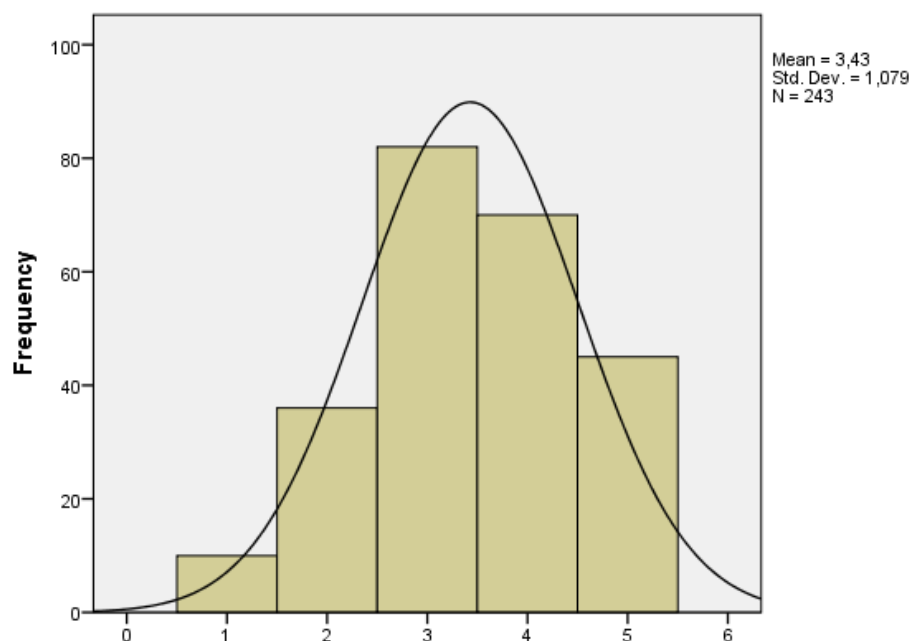


Figura 15. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto admisión de solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones

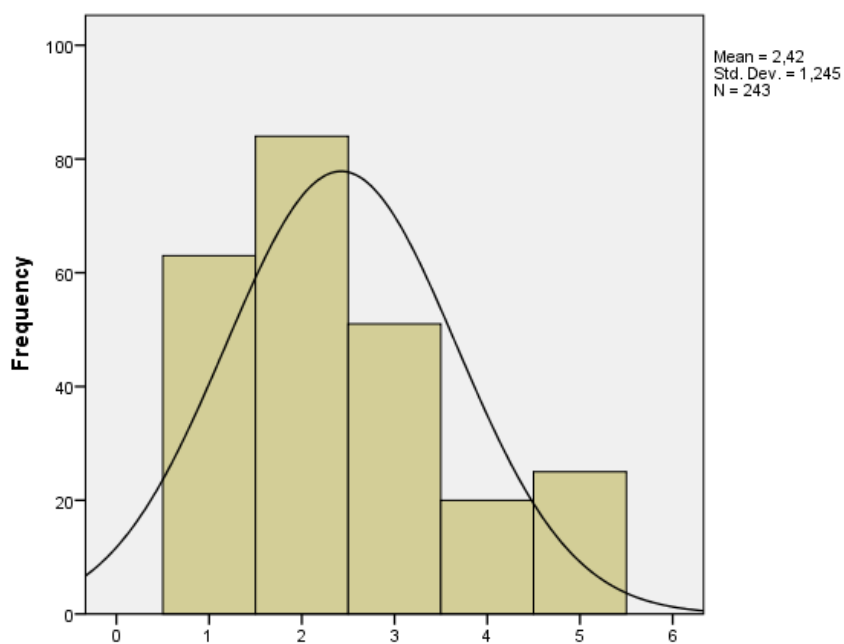


Figura 16. Estadísticas descriptivas e histograma de frecuencias para el aspecto pertinencia del tiempo de respuesta

Estos resultados corroboran que el aspecto tiene una tendencia más hacia la satisfacción que a la insatisfacción.

La Figura 16 muestra el histograma de frecuencias del aspecto pertinencia del tiempo de respuesta donde se puede evidenciar que los valores de respuesta predominantes son el 1 y el 2.

Esta característica evidencia la problemática que se enunció durante el planteamiento de la situación objeto de estudio acerca de la falta de capacidad para cumplir los estándares de tiempos de servicio.

4.1.2 La percepción de la calidad del servicio de los laboratorios

Los indicadores de calidad del servicio del apartado anterior son útiles para generar un diagnóstico general sin detallar cada laboratorio pero considerando diferentes factores. En este apartado se realiza lo contrario, se estudian los indicadores de calidad del servicio especificando su resultado por laboratorio.

Tabla 4.
Valores promedio total y por factores de la calidad del servicio de los laboratorios internos del ICP

Laboratorio	Confiabilidad	Responsabilidad	Comunicación	Flexibilidad	Promedio
	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean
PLANTAS PILOTO	4,50	2,75	3,00	4,00	3,67
QUIMICA DE PRODUCCION	4,00	3,19	4,00	3,06	3,61
ANALISIS PETROFISICOS	4,07	3,05	3,85	2,85	3,52
CRUDOS	4,15	3,04	3,66	2,90	3,52
RECOBRO MEJORADO	4,11	2,67	4,00	2,83	3,48
CATALISIS	3,90	2,86	3,86	3,00	3,46
MECANICA DE ROCAS	4,00	2,93	3,86	2,79	3,46
AGUAS Y SUELOS	3,89	3,07	3,50	3,12	3,45
MICROSCOPIA ELECTRONICA	3,83	4,00	3,50	2,25	3,44
CRM	4,33	2,67	3,50	2,83	3,44
CROMATOGRAFIA	4,06	3,05	3,40	2,90	3,43
ESPECTROSCOPIA	3,95	2,69	3,64	3,17	3,43
BIOTECNOLOGIA	3,84	2,87	3,57	3,03	3,39
DAÑOS A LA FORMACION	4,07	2,78	3,39	2,83	3,36
MOTORES	3,67	2,83	4,00	2,67	3,33

PROCESAMIENTO DE MUESTRAS	3,83	3,08	3,17	2,75	3,28
GEOLOGICAS					
INGENIERIA DE MATERIALES	4,07	2,87	3,20	2,57	3,27
GEOQUIMICA	4,07	2,44	3,39	2,61	3,23
PVT	3,67	2,00	4,50	2,50	3,22
DRX	3,67	3,00	3,30	2,70	3,22
REOLOGIA	3,60	2,55	3,25	2,70	3,09

Fuente: Cálculos realizados con el software SPSS versión 19

Los indicadores de calidad del servicio por laboratorios son en realidad más útiles para el estudio en desarrollo que los indicadores de calidad generales que se presentaron en el numeral anterior, a pesar de que provee discriminación de la calidad por factores. Esto se debe a que los primeros proveen la información necesaria para utilizar en el método DEA y calcular la eficiencia comparada que se ha prometido como resultado final. Los indicadores de calidad generales se presentaron como un subproducto de la investigación que puede llegar a ser útil para la organización si adelanta un estudio posterior sobre estos aspectos.

Para proveer la información que se requiere para la aplicación del método DEA se presenta en la columna denominada Promedio de la Tabla 4 los valores obtenidos en la calidad del servicio en cada uno de los laboratorios. La tabla esta ordenada desde el laboratorio con la mayor calificación hasta el laboratorio con la menor calificación. El laboratorio de Plantas Piloto obtuvo la mayor calificación con un valor de 3,67 y el laboratorio de Reología la menor calificación con 3,09.

También se suministra en la Tabla 4 información sobre la calificación promedio que obtiene cada laboratorio en los cuatro factores analizados: confiabilidad, responsabilidad, comunicación y flexibilidad. Esta información resulta útil para que cada laboratorio tenga una referencia sobre el factor más favorable y aquel menos favorable e incluya de manera asertiva acciones de mejoramiento en la calidad del servicio que a la final impactará positivamente en el indicador de eficiencia que se entrega a través de la técnica DEA como en este trabajo se propone.

El rango obtenido del nivel de calidad del servicio para todos los laboratorios entre los valores 3,09 y 3,67 es una alerta porque ninguno superó el valor de 4. Es decir que el nivel

de calidad de todos los laboratorios no supera la expectativa de calidad, ya que el valor de 3 indica que el cliente interno percibe que “algunas veces Si y otras veces No” se satisface su necesidad.

4.2 Indicadores De Eficiencia Comparados Para Los Laboratorios Del ICP

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la aplicación del modelo DEA – CCR orientado al output para los 21 laboratorios internos del ICP. Los datos en la tabla se han ordenado de manera descendente según el nivel de eficiencia técnica comparada que se obtuvo.

Tabla 5.
Resultados de la aplicación de la técnica DEA orientada al output

Laboratorio	Calidad Servicio	Costo Promedio	Tiempo Entrega (días)	Eficiencia Técnica	Calidad del Servicio Objetivo
CRM	3,45	\$ 53.000	18,75	1,00	4,04
CRUDOS	3,52	\$ 319.188	10,10	1,00	4,14
REOLOGIA	3,09	\$1.393.200	5,50	1,00	3,57
CROMATOLOGRAFIA	3,43	\$ 301.095	16,24	0,771	4,20
GEOQUIMICA	3,23	\$ 327.567	15,19	0,73	3,95
MOTORES	3,33	\$ 422.667	14,34	0,69	4,14
AGUAS Y SUELOS	3,45	\$ 134.763	27,67	0,637	4,38
DRX	3,22	\$ 425.200	16,13	0,627	4,05
INGENIERIA DE MATERIALES	3,27	\$ 201.267	26,56	0,583	4,19
BIOTECNOLOGIA	3,39	\$ 280.867	37,17	0,432	4,71
PVT	3,22	\$1.059.900	21,30	0,413	4,47
ESPECTROSCOPIA	3,43	\$ 135.141	76,58	0,39	4,94
MICROSCOPIA ELECTRONICA	3,45	\$ 601.000	40,02	0,34	4,13
QUIMICA DE PRODUCCION	3,61	\$ 647.049	41,48	0,339	4,50
DAÑOS A LA FORMACION	3,36	\$1.045.111	31,49	0,305	4,20
CATALISIS	3,46	\$ 812.857	65,70	0,221	4,17
ANALISIS PETROFISICOS	3,52	\$1.132.800	56,73	0,22	4,33

PROCESAMIENTO DE MUESTRAS GEOLOGICAS	3,28	\$ 428.000	78,81	0,209	4,80
RECOBRO MEJORADO	3,48	\$7.048.000	31,19	0,208	4,39
MECANICA DE ROCAS	3,46	\$ 747.286	93,56	0,173	4,90
PLANTAS PILOTO	3,67	\$1.064.000	92,36	0,17	4,60

Fuente: datos analizados en el software SPSS versión 19

En la Tabla 5 se presentan todos los datos involucrados en el modelo. El output que corresponde a la calidad del servicio, el costo que corresponde al precio interno de cada prueba, y el tiempo de entrega promedio de los servicios en cada laboratorio medido en días. Las salidas del modelo representadas en el nivel de eficiencia técnica comparada en el rango de 0 a 1, y la columna calidad del servicio objetivo que corresponde a la holgura que puede alcanzarse para llegar a la frontera de eficiencia sin cambiar los inputs, en este caso sin disminuir el costo o el número de días promedio de entrega.

Corresponde esta última columna a un indicador muy importante para trazar los planes de mejoramiento con un objetivo claro sobre hasta dónde puede llegar un plan de mejoramiento de la calidad del servicio y su influencia sobre la eficiencia.

4.2.1 Laboratorios con los niveles de eficiencia máximo como referentes de eficiencia en los laboratorios del ICP

Los laboratorios CRM, Crudos y Reología obtuvieron el máximo valor de eficiencia comparada que se concluye a partir del indicador de Eficiencia Técnica obtenido de 1.0. (Tabla 5).

Estos niveles de eficiencia máxima pueden ser explicados con base en algunos datos característicos. En el caso del laboratorio de CRM, su costo promedio es el más bajo, con \$ 53.000, y el laboratorio de Reología tiene el tiempo de entrega más bajo, con 5,5 días de atención promedio. En estos dos casos se puede inferir que son los laboratorios con mayor eficiencia debido a estas dos características, el costo y el tiempo de entrega

respectivamente. Son entonces estos laboratorios el referente de eficiencia en estas dos variables o características.

El laboratorio de Crudos se caracteriza por dos condiciones: su costo promedio y el tiempo de entrega se encuentran en medio de los indicadores de los otros dos laboratorios eficientes, CRM y Reología, pero su calidad del servicio es la segunda más alta entre todos los laboratorios. De esta manera, se puede inferir que el laboratorio de Crudos es considerado por el modelo DEA como uno de los más eficientes por su capacidad de entregar el mayor output (calidad del servicio posible) a unos costos y tiempos de entrega promedio. Se podría decir entonces que el laboratorio de Crudos es un referente como el más equilibrado en la relación entradas-salidas.

Para una mejor interpretación del comportamiento de las variables costo y tiempo de entrega sobre la eficiencia comparada se presentan las siguientes gráficas.

En la gráfica de la Figura 17 se compara el comportamiento de la eficiencia técnica versus el costo promedio del laboratorio. Los laboratorios se han ordenado del de mayor eficiencia (1.0) al de menor eficiencia (0.17). A simple vista se podría afirmar que en la medida que la eficiencia disminuye aumenta el costo promedio, pero el indicador del coeficiente de determinación arroja un valor de 0,1196 que permite contradecir analíticamente esta relación. Sin embargo, no puede dejarse el análisis hasta este punto porque visualmente se deduce alguna relación.

La Figura 17 también permite ver gráficamente que la relación entre la disminución de la eficiencia técnica y el costo promedio no es clara, pero si se observa con detenimiento, a partir del laboratorio de Microscopia Electrónica aparecen los valores más altos de costo promedio. Para corroborar esto, se calculó el promedio del costo entre los laboratorios con una eficiencia mayor al laboratorio de Microscopia Electrónica y el costo promedio entre los laboratorios con una eficiencia igual y menor a este laboratorio.

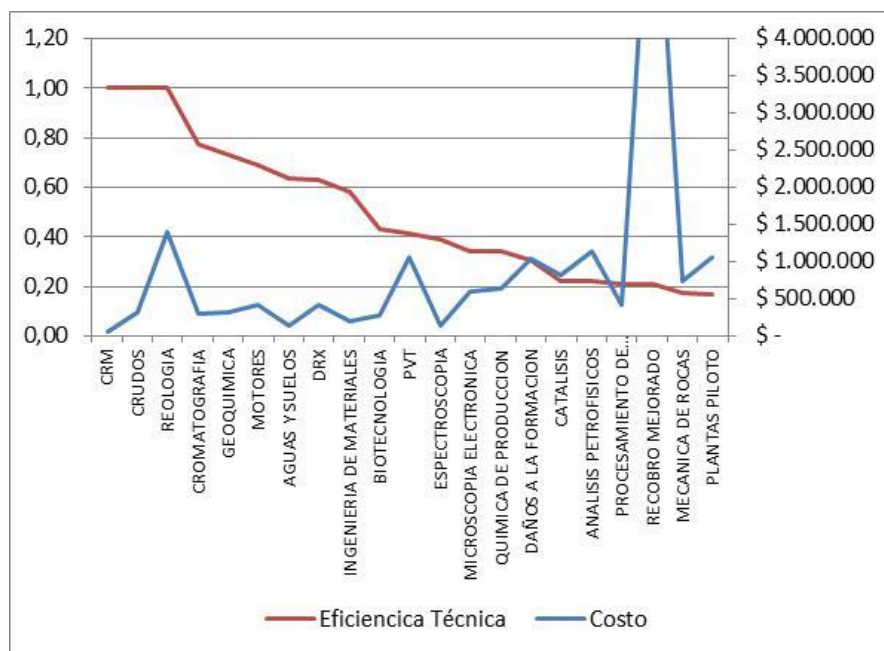


Figura 17. Gráfica comparativa entre el costo promedio del laboratorio y la eficiencia técnica comparada

En el primer grupo, los laboratorios con mayor eficiencia, el costo promedio es de \$ 421.154 y en el segundo de \$ 1'502.900. Claramente este indicador permite deducir que aunque no se puede afirmar que exista una relación clara entre la disminución de la eficiencia de los laboratorios y su costo promedio, sí puede afirmarse que existen mayores costos promedio en laboratorios con menor eficiencia. Efectivamente, uno de los laboratorios de menos eficiencia es el de Recobro Mejorado con el costo promedio más alto de \$7'048.000.

La Figura 18 presenta el comparativo gráfico entre el comportamiento de la eficiencia y el tiempo de entrega. Visualmente se ve con mejor claridad que a medida que disminuye la eficiencia aumenta el tiempo de entrega. El coeficiente de determinación de esta relación es de 0,6719. Aunque no es un valor muy alto es al menos aceptable para afirmar que en la medida que aumenta el tiempo de entrega el modelo DEA genera índices de eficiencia menores para los laboratorios del ICP.

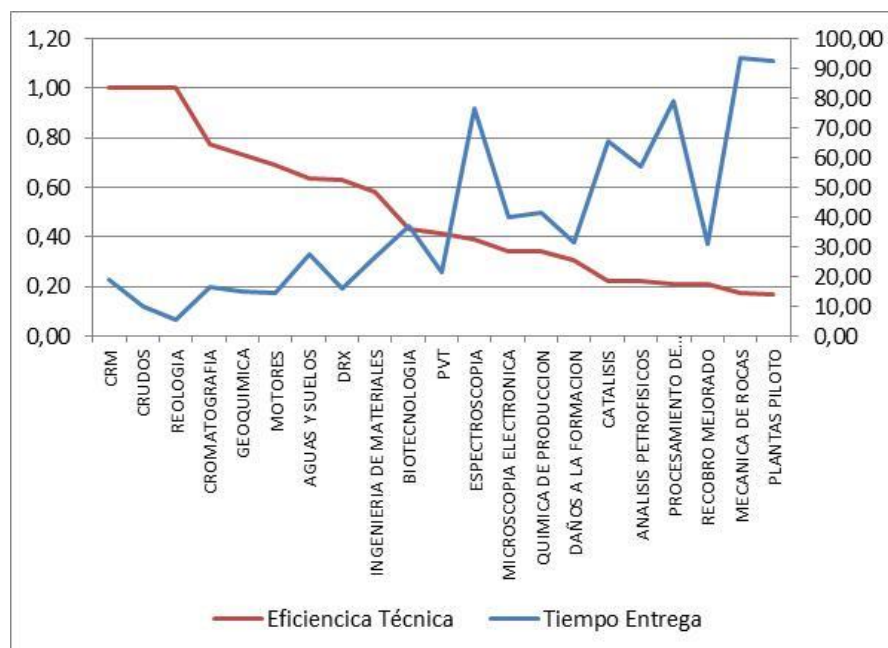


Figura 18. Gráfica comparativa entre el tiempo de entrega y la eficiencia técnica comparada

Efectivamente, entre los tres laboratorios con el máximo nivel de eficiencia de 1.0, el laboratorio de Reología tiene el menor tiempo de entrega con 5.05 días promedio, y los dos últimos laboratorios en nivel de eficiencia tienen los mayores tiempos de entrega, el laboratorio de Mecánica de Rocas con 93,56 días promedio y el de Plantas Piloto con 92,36 días promedio.

En la Figura 19 se presenta un gráfico que compara el comportamiento del indicador de eficiencia y la calidad del servicio. Visualmente no se puede afirmar que exista una relación marcada y el indicador del coeficiente de determinación confirma esto. Este indicador arroja un valor de 0,1505 el cual es muy bajo y permite concluir que efectivamente no existe una relación entre estas dos variables.

En este sentido, no se puede afirmar que la calidad del servicio sea un referente o característica asociada a los niveles de eficiencia.

En resumen, los niveles de eficiencia que se toman como referente dentro de los laboratorios del ICP son los de los laboratorios de CRM, Reología, y Crudos por tener el mayor nivel de eficiencia comparada dentro del modelo DEA aplicado.

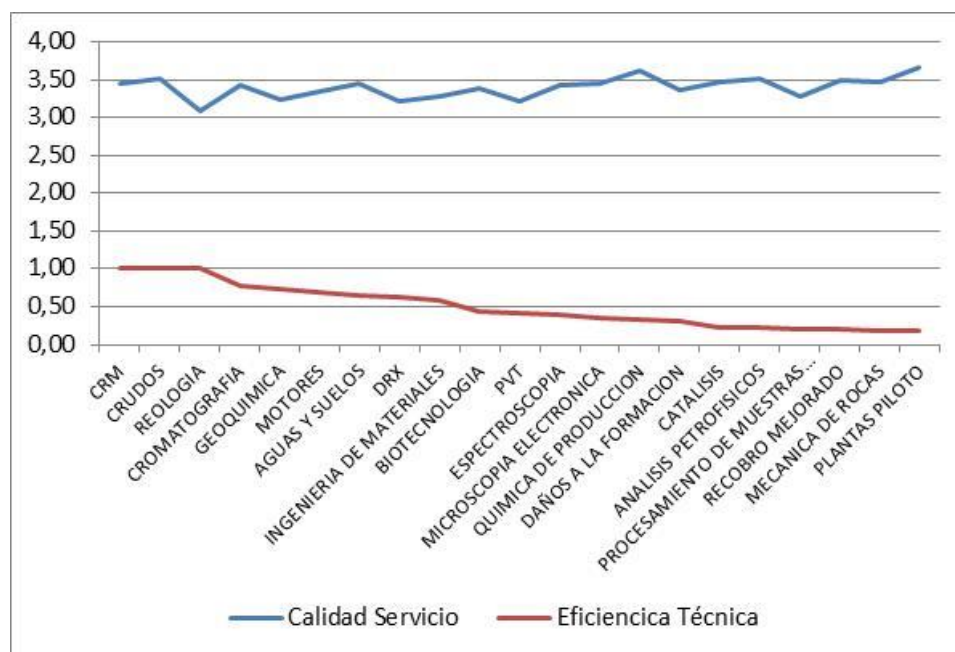


Figura 19. Gráfica comparativa entre la calidad del servicio y la eficiencia técnica comparada

El laboratorio CRM es un referente de eficiencia por su capacidad de generar menores costos, el laboratorio de Reología por su capacidad en el tiempo de entrega, y el laboratorio de Crudos por obtener excelentes resultados de calidad del servicio utilizando insumos, tiempo de entrega y costos, promedio. Este último laboratorio se puede considerar una unidad eficiente y equilibrada.

4.2.2 Evaluación del nivel de eficiencia de los laboratorios del ICP como indicador en la toma de decisiones sobre tercerización

Los indicadores de eficiencia que fueron calculados con la técnica del DEA y que se tabularon en orden descendente en la Tabla 5, como se planteó desde el principio, son indicadores comparados que permiten discernir entre un laboratorio más eficiente que otro pero no permite realizar una evaluación general de la eficiencia de los laboratorios.

Desde el punto de vista comparativo la Tabla 6 permite determinar que el 85,71% de los laboratorios se encuentra por debajo de un nivel de eficiencia de 79,25%, y el 14,29% de estos laboratorios tiene un nivel superior.

Tabla 6.
Tabla de frecuencias de los datos de eficiencia de los laboratorios del ICP

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>% relativo</i>	<i>% acumulado</i>
0,17	1	4,76%	4,76%
0,3775	8	38,10%	42,86%
0,585	4	19,05%	61,90%
0,7925	5	23,81%	85,71%
y mayor...	3	14,29%	100,00%

Bajo la perspectiva de este análisis se puede evaluar la eficiencia de los laboratorios del ICP afirmando que existe oportunidad de mejora en este indicador porque el porcentaje de laboratorios con un nivel de eficiencia inferior a 0,8 es superior al 85%, 85.71% exactamente, el cual puede considerarse alto.

Sobre estas oportunidades de mejora, los indicadores complementarios como el de nivel de calidad del servicio lo confirman. En este indicador el rango de resultados obtenido estuvo entre 3,09 y 3,67, los cuales en el mejor de los casos tienen una oportunidad de mejora de 1,33 puntos, es decir una mejora del 36,24%.

En la Tabla 5 se provee una columna con el nombre “Calidad del Servicio Objetivo” que sugiere el valor máximo de calidad del servicio que puede mejorarse en cada laboratorio si se desea llegar al nivel de eficiencia comparada de 1.0, como los tres laboratorios con mejor indicador (CRM, Reología y Crudos).

Para establecer estas mejoras, el ICP puede utilizar la evaluación de los factores asociados a la calidad del servicio que se presentan en el numeral 4.1.1.

Para dar un ejemplo se toma el laboratorio de Cromatografía que tiene un nivel de eficiencia de 0,771 y un nivel de calidad del servicio de 3,43. Según la Tabla 5, este laboratorio puede mejorar su nivel de calidad del servicio hasta el nivel de 4,20 sin necesidad de modificar sus variables de entrada como el costo y obtener niveles de

eficiencia comparada máximos. Para reconocer las oportunidades de mejora en este laboratorio un analista del instituto se puede dirigir a la Tabla 4 y revisar los indicadores de calidad del servicio de forma detallada por factores. En esta tabla se observa que el aspecto Flexibilidad tiene el menor valor con 2.90, lo que indicaría que la prioridad de este laboratorio para mejorar se encuentra en aspectos sobre la atención específica de condiciones especiales que puedan ser requeridas por los clientes internos, la cual incluye además los tiempos de respuesta.

Sobre este aspecto final, es necesario explicar que el tiempo de entrega es una variable de entrada y como el modelo DEA utilizado está orientado al output se asume que la mejora se enfoca en la calidad del servicio pero ésta última incorpora aspectos sobre el tiempo de respuesta. Entonces, aunque bajo el modelo DEA el tiempo de entrega es estático para la mejora de la eficiencia, en la práctica el mejoramiento del tiempo de entrega será afectado. Esto no constituye una deficiencia en el análisis del modelo DEA sino que al contrario redundará en efectos positivos en la práctica.

5. Discusión De Las Hipótesis

En este capítulo se analiza la información que se ha obtenido en la investigación para revisar la validez de las afirmaciones formuladas en las hipótesis del numeral 3.4.

5.1 Validación De La Hipótesis Sobre La Calidad Del Servicio

La hipótesis enunciada sobre la calidad del servicio afirma: La falta de capacidad para entregar las pruebas en los tiempos requeridos son la mayor fuente de insatisfacción en la calidad del servicio.

Para revisar la validez de esta afirmación se recurre a los valores obtenidos en los cuatro factores evaluados sobre la calidad del servicio en la Tabla 3. De los cuatro factores evaluados, confiabilidad, responsabilidad, comunicación y flexibilidad, existen dos de ellos que consideran aspectos relacionados con los tiempos de entrega. Esos dos factores y sus aspectos son: el factor responsabilidad que considera el aspecto sobre el interés de los encargados de los laboratorios por atender a la menor brevedad el servicio, y el factor flexibilidad que considera el aspecto sobre pertinencia del tiempo de respuesta. Los resultados en estos factores y aspectos corroboran la hipótesis sobre la mayor influencia de la falta de capacidad de entregar las pruebas a tiempo sobre la insatisfacción de la calidad del servicio porque los dos factores anteriormente mencionados arrojaron los menores valores de satisfacción en la calidad del servicio, con índices de 2,91 y 2,92 para la responsabilidad y la flexibilidad respectivamente. Y dentro de cada factor, fueron los aspectos mencionados sobre la entrega a tiempo los que menos satisfacción obtuvieron con índices de 2,73 y 2,42 para los aspectos de interés en atender a la menor brevedad y pertinencia del tiempo de respuesta, respectivamente.

5.2 Validación De La Hipótesis Sobre La Medición De La Eficiencia

La hipótesis enunciada sobre la medición de la eficiencia afirma que: Los indicadores de eficiencia calculados con el método DEA generan criterios de evaluación de la eficiencia

diferentes a los indicadores típicos utilizados en el instituto basados en la proporción o razón del tiempo de entrega estándar versus el real.

Uno de los motivos de esta investigación es la generación de indicadores de eficiencia complejos en el sentido que incorporen mayores criterios para enriquecer la toma de decisiones sobre la tercerización de los laboratorios. En este sentido, el análisis que se venía realizando sobre la eficiencia se basaba en el indicador de eficiencia simple que calcula la proporción del tiempo real de atención de un servicio sobre el tiempo estándar. En la Tabla 7 se presentan estos indicadores de eficiencia en la segunda columna.

Tabla 7.
Ranking de los laboratorios según el indicador de eficiencia simple y complejo (método DEA)

	Eficiencia (Tiempo real/Tiempo estándar)	Ranking de Eficiencia Simple	Ranking de eficiencia complejo (DEA)
MECANICA DE ROCAS	10,1	1	20
QUIMICA DE PRODUCCION	7,9	2	13
ESPECTROSCOPIA	6,3	3	12
AGUAS Y SUELOS	4,0	4	7
ANALISIS PETROFISICOS	3,7	5	17
CATALISIS	3,5	6	15
PLANTAS PILOTO	3,1	7	16
MOTORES	2,9	8	6
CRM	2,6	9	1
BIOTECNOLOGIA	2,4	10	10
CROMATOGRAFIA	2,3	11	4
CRUDOS	1,7	12	2
GEOQUIMICA	1,4	13	5
PROCESAMIENTO DE MUESTRAS GEOLOGICAS	1,4	14	18
INGENIERIA DE MATERIALES	1,2	15	9
DAÑOS A LA FORMACION	1,1	16	14
MICROSCOPIA ELECTRONICA	0,9	17	21
RECOBRO MEJORADO	0,8	18	19
REOLOGIA	0,8	19	3
DRX	0,7	20	8
PVT	0,1	21	11

De nada valdría la pena este estudio si el indicador de eficiencia simple que actualmente se utiliza arroja los mismos resultados que el indicador complejo calculado con el método DEA y la incorporación de los criterios: calidad del servicio, tiempo de entrega y costos. Por este motivo se formuló la comprobación de esta hipótesis.

En la Tabla 7 se presentan dos ranking de eficiencia para los laboratorios, uno que utiliza como criterio la eficiencia simple y otro la eficiencia compleja con el método DEA que se utilizó en esta investigación. Para validar la hipótesis se realizó una comprobación de hipótesis de igualdad de distribución de estos dos ranking utilizando una prueba no paramétrica de Wilcoxon.

La Tabla 8 muestra los resultados de la prueba no paramétrica de Wilcoxon donde el indicador de significancia asintótica de dos colas arroja un valor de 0,985, es decir que para un p-value del 98.5% se rechaza la hipótesis de igualdad de las distribuciones entre el ranking calculado con el índice de eficiencia simple y el calculado con el método DEA.

Tabla 8.
Resultados de la prueba de hipótesis para igualdad de distribución entre la simple y la eficiencia comparada con el método DEA

Test Statistics ^a	
	Eficiencia comparada DEA - Eficiencia simple (razon)
Z	-.019 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,985

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Fuente: Calculado con el software SPSS versión 19

Debido a que se rechaza la hipótesis de igualdad de las distribuciones entre los dos ranking, entonces se corrobora la hipótesis de esta investigación sobre la afirmación que el método DEA utilizado para calcular la eficiencia de los laboratorios del ICP generan criterios de evaluación de la eficiencia diferentes al método simple de hallar la eficiencia con base en la proporción del tiempo real versus el tiempo estándar.

6. Conclusiones

El estudio de la eficiencia comparativa entre diferentes unidades organizacionales es un tema ampliamente abordado en la investigación. Esto incluye los análisis de eficiencia entre organizaciones empresariales, economías regionales, países (Nouri et al., 2013), e incluso entre departamentos de una misma empresa.

Los estudios sobre la eficiencia entre laboratorios de pruebas son menos abundantes y sobre laboratorios de pruebas para la industria del petróleo al parecer nulos. Los estudios de eficiencia entre laboratorios de pruebas con mayor registro son aquellos del sector de la salud (Tsanumi, Orkuda & Tsuda, 1999; Plenabi, Zaninotto & Faggian, 2014; Salinas et al., 2011) y de los cuales se infiere que la ausencia de estudios de eficiencia entre laboratorios para la industria del petróleo constituye una oportunidad para mejorar la toma de decisiones, por lo que su uso para el caso del Instituto Colombiano del Petróleo de Ecopetrol (ICP) se convierte en un factor diferenciador y además un primer ejemplo sobre su aplicación.

No se puede decir que el análisis de eficiencia haya sido ajeno a la industria del petróleo, simplemente se advierte que para el análisis para laboratorios en esta industria no existen registros de su uso pero que ha sido ampliamente registrado para el caso de los campos de producción y exploración (Hanrui & Xun, 2011; Wang & Song, 2011) , los cuales incluyen la técnica DEA que ha sido empleada en el estudio de la eficiencia de los laboratorios del ICP.

La eficiencia para los laboratorios del ICP fue calculada a partir de un indicador comparado que se obtiene de confrontar como inputs los costos y el tiempo de entrega frente a la calidad del servicio como output entre los 21 laboratorios.

La calidad del servicio constituyó la variable más difícil de trabajar porque no existía información sobre ella y por tanto se debió recurrir a una encuesta para su valoración. Las variables de entrada (inputs) se obtuvieron de los registros históricos dentro de los datos administrados por el instituto sobre el tiempo de entrega y el costo estándar calculado previamente para cada servicio ofrecido por los laboratorios.

Aunque la calidad del servicio no constituye el objetivo de este trabajo vale la pena presentar algunas conclusiones sobre ella, las cuales se organizan desde dos enfoques: a) la calidad del servicio vista a partir de los cuatro factores considerados, confiabilidad, responsabilidad, comunicación y flexibilidad; y b) la calidad del servicio obtenida por cada laboratorio.

En el estudio de los factores de calidad del servicio se encontró que la confiabilidad tiene la mejor percepción de calidad en el servicio con un valor de 3,98, el cual se debe mayoritariamente a la importancia que se da a la prestación del servicio cuando se trata de pruebas encadenadas, y que aunque la confiabilidad percibida es favorable en aspectos como la coherencia con otras pruebas y, la veracidad y cumplimiento de las especificaciones, aún se requiere perfeccionar en estos dos últimos aspectos. El hecho que la mejor percepción de calidad se atribuya a la confiabilidad es coherente con las certificaciones que los laboratorios mantienen desde hace varios años.

Con respecto al factor responsabilidad, se obtuvo un promedio de 2,91, el segundo más bajo y se atribuye a los dos aspectos revisados, el interés por atender las inquietudes y necesidades del cliente, y el interés en atender a la menor brevedad el servicio; con mayor debilidad el segundo que el primero. Este resultado es coherente con la situación actual del servicio prestado donde no es posible atender los servicios en el tiempo estándar previamente establecido.

El factor comunicación obtuvo un promedio de 3,55, el segundo después de confiabilidad. El aspecto más importante por mejorar es el de los informes de análisis y resultados de las pruebas, donde se obtuvieron dos posiciones diferenciadas en las respuestas, la de satisfacción y la de insatisfacción. Otra forma de concluir este resultado es afirmar que la comunicación escrita es menos fuerte que la comunicación oral.

El factor flexibilidad obtuvo un promedio de 2,92, el cual corresponde al segundo más bajo de entre los cuatro factores analizados. Sobre este factor se analizaron dos aspectos: la pertinencia del tiempo de respuesta y la admisión de solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones. El primer factor define los bajos valores de flexibilidad y además corroboran la problemática del instituto donde los laboratorios no están cumpliendo a tiempo los estándares prometidos de tiempo de entrega. El segundo aspecto es

medianamente favorable pero probablemente sea una de las influencias para los bajos resultados del primero, ya que la atención de solicitudes sin colocar restricciones a los volúmenes o especificaciones trae consigo mayor trabajo para los laboratorios que impiden la atención oportuna.

Los niveles de percepción de la calidad del servicio por laboratorios no son totalmente satisfactorios porque el rango de los valores obtenidos es de 3,09 a 3,67 en la escala de 1 a 5, por lo tanto la calidad percibida de los laboratorios no alcanza al menos el valor de 4 que puede considerarse en la parte alta de la escala, por lo tanto se evidencia una necesidad de mejora en todos los laboratorios a pesar que en los indicadores generales algunos factores de calidad como la confiabilidad tuvieron mejores resultados.

Con base en los indicadores de calidad del servicio que se recopilaron en la investigación y los indicadores del tiempo de entrega promedio y costo estándar proveído por el sistema de información interno del instituto se aplicó la técnica DEA basada en eficiencia técnica y orientada al output, es decir, los niveles de eficiencia por mejorar se analizan cambiando la calidad del servicio y manteniendo o asumiendo sin cambios el costo y el tiempo de entrega promedios.

Los resultados arrojaron que los laboratorios más eficientes comparativamente hablando con un valor de 1.0 son los laboratorios de CRM, Reología y Crudos, y los menos eficientes son los laboratorios Recobro Mejorado, Mecánica de Rocas, y Plantas Piloto con un indicador de eficiencia comparada de 0.208, 0.173, y 0.17 respectivamente.

Los laboratorios con el nivel de eficiencia comparada de 1.0 son un referente de eficiencia por las siguientes características: en el caso del laboratorio de CRM por sus bajos costos, ya que este laboratorio tiene el costo promedio más bajo con \$53.000. El laboratorio de Reología es el que mejor indicador de tiempo de entrega tiene con 5,5 días promedio. El laboratorio de Crudos se puede considerar como el laboratorio referente con mejor relación entradas-salidas, ya que posee el segundo mayor indicador de calidad del servicio con 3,52 y entradas promedio, con un costo promedio de \$319.188 y un tiempo de entrega de 10,1 días promedio.

Los costos y el tiempo de entrega son influenciados por la naturaleza de las pruebas de cada laboratorio y sesgan la eficiencia cuando se mide con estas variables pero la calidad

del servicio que es la medida de salida utilizada equipara las condiciones de evaluación y permite realizar la valoración de eficiencia comparada.

Esta valoración dió como resultado que el 85,71% de los laboratorios, es decir 18, tienen un nivel de eficiencia por debajo del 80%. Este indicador refleja una gran oportunidad de mejora que se evidencia además por los indicadores de calidad del servicio, los cuales no llegan a tener el valor de 4.0 que corresponde al 80% de la valoración máxima.

Se puede concluir que la evaluación de la eficiencia y de la calidad del servicio a partir de factores y estos a su vez en aspectos de calidad ofrece a los analistas y gestores del mejoramiento de los laboratorios la oportunidad para identificar las brechas de eficiencia que pueden trazarse como retos y la identificación de estos factores y aspectos que mayor incidencia tienen sobre el mejoramiento de procesos cuando son intervenidos.

En el caso presentado en este trabajo investigativo, el análisis de eficiencia permite tomar decisiones sobre las posibilidades de incorporar el outsourcing como una opción de disminución de costos o alternativa estratégica (Linder, 2004) para el ICP. Como opción de disminución de costos, el outsourcing es viable si se toman en consideración la tercerización de pruebas con niveles de eficiencia muy inferiores; niveles que deben ser decididos bajo criterios ejecutivos por las directivas del instituto. Como alternativa estratégica, el outsourcing de los laboratorios permitirá flexibilidad a la organización porque facilita la toma de decisiones operacionales y el flujo de recursos en una u otra dirección.

Otro componente estratégico del outsourcing ha sido expuesto por Quinn (2013) al elaborar una reflexión sobre el conocimiento y su tránsito en estos procesos. Para el caso del ICP, la mejora en la eficiencia a través de la reducción de costos y/o el aumento en la satisfacción en la calidad del servicio debe ser coherente o equilibrada con las transferencias de conocimiento y la apropiación de aquellos nuevos que puedan darse. Al respecto en el anterior estudio de Peña (2012) se hizo advertencia sobre esto y su preocupación fue manejada a través de un filtro previo sobre el listado de laboratorios y/o pruebas que se someten al análisis del proceso de tercerización.

7. Recomendaciones

Debido al carácter cuantitativo que se dió al análisis de la calidad del servicio no es posible generar información más detallada para recomendar mejoras sobre los aspectos relacionados a cada factor de esta variable y por lo tanto se recomienda adelantar un estudio posterior que permita reconocer detalles sobre los diferentes factores y aspectos relacionados con la calidad del servicio. Entre estos detalles se puede contemplar las mejoras en los reactivos utilizados para las pruebas, las técnicas de programación de pruebas y el sistema de prioridades en la asignación de turnos, por dar algunos ejemplos.

Puede recomendarse que de despertar interés en la implementación de mejoras, éstas deberían dar prioridad a los factores que se concluyeron como menos favorables, la flexibilidad y la responsabilidad, los cuales señalan que los funcionarios que utilizan los laboratorios internos del ICP están esperando que los servicios prestados se adapten con mayor facilidad a sus necesidades y se muestre mayor interés por atender estas necesidades e inquietudes en las que se incluye la expectativa de la atención del servicio en el menor tiempo posible.

Los factores menos desfavorables fueron la confiabilidad y la comunicación pero no alcanzaron un promedio de valoración superior al 4.0 por lo que se recomienda incluirlas en la indagación específica de factores y aspectos que permita reconocer la oportunidad de mejora.

Sobre el interés ulterior de tercerización de los laboratorios y/o sus pruebas, se recomienda construir un proceso cauteloso, toda vez que antes de abordar una tercerización se debe indagar por los beneficios que se pueden obtener al aumentar la calidad en la prestación del servicio y su confrontación contra los beneficios que la oferta actual de laboratorios externos puede ofrecer. Sobre este aspecto hay que tener mucha cautela, por cuanto no se divisan laboratorios con más experiencia y certificación en el campo del petróleo y gas que los del instituto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ahn, H. J. & Lee, H. (2004). An agent-based dynamic information network for supply chain management. *BT Technology Journal*, 22(2), 18–27.
- Antràs, P., & Helpman, E. (2006). Contractual frictions and global sourcing (No. w12747). National Bureau of Economic Research.
- Berg, Sandford (2010), *Water Utility Benchmarking. Measurement, Methodologies, and Performance Incentives*, International Water Association (IWA) Publishing, Nueva York, Londres.
- Coelli, T. J., 1996. A Guide to DEAP Version 2.1: A data envelopment analysis (computer) program. Center for Efficiency and Productivity Analysis. University of New England. Working paper, 96(08).
- Cottle, D. W. (1991). El servicio centrado en el cliente: cómo lograr que regresen y sigan utilizando sus servicios. Ediciones Díaz de Santos.
- Cuenca, Alain (1995), *La eficiencia productiva en la gestión pública*, Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública, Universidad de Zaragoza, Zaragoza
- Farrel, M. J. (1957). The measurement of technical efficiency. *JR Statist. Soc. Ser*, 120-3.
- Garfamy, R.M. (2006). A data envelopment analysis approach based on total cost of ownership. *Journal of Enterprise Information Management*, 19(6), 662-678.
- Grajales, T. (2000). Tipos de investigación. On line (27/03/2.000). Revisado el 20 de noviembre de 2013.
http://www.iupuebla.com/Maestrias/M_E_GENERO/MA_Maestria_Genero/Jose_Miguel_Velez/Tipos%20de%20investigacion.pdf
- Hanrui, B. A. O., & Xun, A. N. (2011). Reliability Test on Oil Field Efficiency with DEA. *Energy Procedia*, 5, 1473-1477.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación. México: Editorial Mc Graw Hill.
- Horovitz, J. (1991). La calidad del servicio: a la conquista del cliente; Quality service. McGraw-Hill.
- ISO, E. (2008). 9001: 2008. Quality management systems—Requirements ISO, 9001.
- Kleinsorge, I., Schary, P.B. & Tanner, R. (1989). "Evaluating logistics decisions", International Journal of Physical Distribution & Materials Management, Vol. 19, No. 12, pp. 3-14
- Legaz, S. G. (1998). El Análisis Envolvente de Datos como sistema de evaluación de la eficiencia técnica de las organizaciones del Sector Público: Aplicación en los Equipos de Atención Primaria. Revista española de financiación y contabilidad, (97), 979-1004.
- Linder, J. C. (2004). Transformational outsourcing. MIT Sloan Management Review, 45(2), 52-58.
- Liu, F. H. F. & Hai, H. L. (2005). The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. International Journal of Production Economics, 97(3), 308–317.
- Liu, J., Ding, F-Y. & Lall, V. (2000). Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement. Supply Chain Management: An International Journal, 5(3), 143–150
- Mantri, J. K. (Ed.). (2008). Research Methodology on Data Envelopment Analysis (DEA). Universal-Publishers.
- Montaña, J., Ramírez, E., & Ramírez, H. (2010). Evaluación de la calidad de los servicios públicos domiciliarios. Revista Colombiana de Marketing, 3(5).
- Nouri, J., Hosseinzadeh Lotfi, F., Borgheipour, H., Atabi, F., Sadeghzadeh, S. M., & Moghaddas, Z. (2013). An analysis of the implementation of energy efficiency measures in the vegetable oil industry of Iran: a data envelopment analysis approach. Journal of Cleaner Production, 52, 84-93.

- Ovalle A. M., & Forero Y. (2011). Caracterización del outsourcing en las empresas de Manizales y municipios aledaños. I Foro Intersectorial Unicafam: la investigación y la competitividad MiPyme (pág. 10). Manizales (Colombia): Fundación Universitaria Cafam.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1985). "A conceptual model of service quality and its implications for future research", *Journal of Marketing*, Vol. 49, pp. 41-50
- Peña Luis F. (2012). Start-Up y Protección Intelectual en decisiones de Outsourcing para Servicios Técnicos del Instituto Colombiano de Petroleo (ICP). Tesis de maestría. Universidad Santo Tomás sede Bucaramanga.
- Plebani, M., Zaninotto, M., & Faggian, D. (2014). Utilization management: A European perspective. *Clinica Chimica Acta*, 427, 137-141.
- Quinn, J. B. (2013). Strategic outsourcing: leveraging knowledge capabilities. Image.
- Ramanathan, R. (2007). Supplier selection problem: integrating DEA with the approaches of total cost of ownership and AHP. *Supply Chain Management: an international journal*, 12(4), 258-261.
- Reichardt, C. S. (1986). Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación cualitativa. T. D. Cook (Ed.). Ediciones Morata.
- Rodenes M., Moncaleano G., & Martínez A. (2010). Importancia del outsourcing como apoyo de los servicios a la industria. Impacto y factores críticos. (18 de Mayo de 2010). Recuperado el 2011 de Noviembre de 15, de Ministerio de industria, turismo y comercio de España: <http://www.mityc.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/374/65.pdf>
- Salinas, M., López-Garrigós, M., Yago, M., Ortuño, M., Díaz, J., Marcaida, G., & Uris, J. (2011). Estudio piloto regional de evaluación del tiempo de respuesta de laboratorio según el tipo de cliente. *Revista de Calidad Asistencial*, 26(2), 104-110.

- Sarache, W. A., Burbano, J. C., & Montoya, C. H. (2004). Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio. *Scientia et Technica*, 10(24), 219-224.
- Shahin, A. (2007). In-Flight Service Quality Dimensions: A Comprehensive Review, *International Journal of Excellence in Tourism, Hospitality and Catering*, Vol.1, No.2, pp. 13-27
- Shirouyehzad, H., Hosseinzadeh Lotfi, F., & Dabestani, R. (2009). A data envelopment analysis approach based on the service quality concept for vendor selection. En *Computers & Industrial Engineering*, 2009. CIE 2009. International Conference on IEEE. pp. 426-430.
- Shirouyehzad, H.; Lotfi, F.H. & Dabestani, R., (2010, Julio). Vendors' efficiency measurement; using data envelopment analysis. *Computers and Industrial Engineering (CIE)*, 2010 40th International Conference on , vol., no., pp.1,5, 25-28
- Shirouyehzad, H.; Hosseinzadeh Lotfi; Aryanezhad Mir, & Dabestani Reza. (2011). Efficiency and Ranking Measurement of Vendors by Data Envelopment Analysis. *International Business Research*. Vol. 4. No. 02. 137-146
- Schmidt, Peter (1986), "Frontier production function", *Econometric Review*, 4 (2).
- Talluri, S., Narasimhan, R. & Nair, A. (2006). Vendor performance with supply risk: a chance-constrained DEA approach. *International Journal of Production Economics*, 100(2), 212-222.
- Tatsumi, N., Okuda, K., & Tsuda, I. (1999). A new direction in automated laboratory testing in Japan: five years of experience with total laboratory automation system management. *Clinica chimica acta*, 290(1), 93-108.
- Wang, X., Cui, Y., & Yang, C. (2007). Efficiency Evaluation for University Laboratory Based on Multi-layer SVM Classifier. In *Natural Computation*, 2007. ICNC 2007. Third International Conference on (Vol. 1, pp. 558-561).

- Wang, H., & Song, J. (2011). Oilfield development efficiency evaluation based on DEA. In System Science, Engineering Design and Manufacturing Informatization (ICSEM), 2011 International Conference on (Vol. 1, pp. 74-77).
- Weber, C.A. (1996). A data envelopment analysis approach to measuring vendor performance. Supply Chain Management, 1(1), 28-39.
- Wu, D.D., (2010). A systematic stochastic efficiency analysis model and application to international supplier performance evaluation. Expert Systems with Applications, 37(9), 6257-6264.
- Wu, D. & Olsen, D.L. (2008). Supply chain risk, simulation and vendor selection. International Journal of Production Economics, 114(2), 646-655.
- Xiaoming Zuo & Lei Zhang, (2008). Research on an Optimization Method of Vendor Evaluation Based on DEA. Natural Computation, 2008. ICNC '08. Fourth International Conference on Oct. 2008. vol.6, no., pp. 545-549

**ANEXO A. LISTADO DE SERVICIOS Y/O PRUEBAS OFERTADOS POR LOS 21
LABORATORIOS INTERNOS EN EL ICP**

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
1	AGUAS Y SUELOS	ACIDEZ INTERCAMBIABLE EN SUELOS
2		ACIDEZ TOTAL EN AGUAS
3		ACIDO ACETICO EN AGUAS POR I.C
4		ACIDO BUTIRICO EN AGUAS POR I.C
5		ACIDO FORMICO EN AGUAS POR I.C
6		ACIDO PROPIONICO EN AGUAS POR I.C
7		ALCALINIDAD TOTAL EN AGUAS
8		AMINA TOTAL EN AMINAS
9		ANALISIS DE ACIDOS CARBOXILICOS POR I.C
10		CAPACIDAD INTERCAMBIO CATIONICO
11		CARBONATOS Y BICARBONATOS
12		CARBONATOS Y BICARBONATOS EN SUELOS
13		CARBONILICOS-EMISIONES VEHICULARES-HPLC
14		CARBONO ORGANICO TOTAL AGUA COLORIMETRIC
15		CARBONO ORGANICO TOTAL SUELOS
16		CATIONES INTERCAMBIABLES EN SUELO
17		CIANUROS DISUELTO AGUA COLORIMETRICO
18		CIANUROS EN AGUAS AGRIAS
19		CORO RESIDUAL EN AGUAS COLORIMETRICO
20		CLORUROS EN AGUAS POR I.C.
21		CLORUROS EN AGUAS POR POTENCIOMETRIA
22		CLORUROS EN SOLIDOS POR I.C.
23		CLORUROS EN SOLIDOS POR POTENCIOMETRIA
24		CO2 EN DIETANOLAMINA
25		COLOR EN AGUAS. MET FOTOMETRICO AWWA2120
26		COMBUSTION EXPONTANEA EN SOLIDOS
27		CONDUCTIVIDAD EN AGUAS
28		CONDUCTIVIDAD EN SUELOS
29		CORROSION AL ACERO EN RESPAL
30		CROMO HEXAVALENTE EN AGUAS X COLOROMETRI
31		DBO- DEMANDA BIOQUIMICA DE O2
32		DETERM. COLOR REAL EN AGUAS AWWA 2120B
33		DQO REFLUJO CERRADO POTENCIOMETRICO
34		DQO-DEMANDA QUIMICA DE O2
35		DUREZA AL CALCIO
36		DUREZA TOTAL CALCULADA

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
37		DUREZA TOTAL EN AGUAS
38		FENOLES EN AGUAS
39		FENOLES TIOFENOLES UV-VIS (EN OIL)
40		FLUORURO EN AGUA MET DE ELECTRODO SELECT
41		FLUORURO EN AGUAS POR I.C.
42		FOSFORO DISPONIBLE EN SUELOS
43		FOSFORO DISUELTO EN AGUAS
44		FOSFORO EN ACEITES Y GRASAS NTC 4790
45		FOSFORO TOTAL EN AGUAS
46		G&A-HIDROCARBUROS EN SUEL-LOD GRAV
47		GRASAS-ACEITES EN AGUAS GRAVIMET. A-5520
48		GRASAS-ACEITES EN SUEL-LOD. GRAV. A-5520
49		GYA-HIDROCARBUROS EN AGUAS GRAV
50		GYA-HIDROCARBUROS EN SUEL-LOD GRAV
51		H2S EN SOLUCIONES DE AMINA
52		HIDROCARBUROS EN AGUAS GRAVIMET. A-5520F
53		HIDROCARBUROS NO POLARES EN AGUAS GRAV
54		HIDROCARBUROS NO POLARES EN SUEL-LOD
55		HIDROCARBUROS TOTALES EN SUELOS, LODOS
56		HUMEDAD A 105 GR C EN SUELOS
57		INDICE DE LANGEIER AGUA POTABLE
58		LACTATO EN AGUA POR I.C
59		MARCADOR ECP EN COMBUSTIBLE POR HPLC
60		NITRATOS EN AGUAS I.C.
61		NITRATOS EN AGUAS (FOTOMETRICO)
62		NITRATOS EN SUELOS METODO DE CARON Y BA
63		NITRITOS EN AGUAS (FOTOMETRICO)
64		NITRITOS EN AGUAS I.C.
65		NITRITOS EN SUELOS MÉTODO DEL REACTIVO
66		NITROG AMONIAL ACAL INTERCAMBIABLE POTENCIO
67		NITROGENO AMONIAL ACAL EN AGUAS I.C.
68		NITROGENO AMONIAL ACAL EN AGUAS/POTENCIOME.
69		NITROGENO AMONIAL ACAL INTERCAM. SUELOS I.C
70		NITROGENO KJELDAHL EN LUBRICANTES-MODIF.
71		NITROGENO TOTAL KJELDAHL EN AGUAS
72		NITROGENO TOTAL KJELDAHL EN SUELO
73		OXIGENO DISUELTO EN AGUAS
74		PESO MOLECULAR Y DISTRIBUCION DE P.M.
75		PH / T (GR C) EN AGUAS
76		PH EN RESPEL

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
77		PH O ACIDEZ ACTIVA EN SUELOS
78		PLOMO EN GASOLINA METODO COLORIMETRICO
79		PRETRATAMIENTO DE MUESTRAS DE VEGETALES
80		PRETRATAMIENTO DE SUELOS PARA ANALISIS
81		RAS-RELACION DE SATURACION SODIO(SUELOS)
82		RESERVA ACIDO ALCALI EN RESPAL
83		RESISTIVIDAD EN AGUAS
84		RESISTIVIDAD EN SUELOS
85		SALES ESTABLES AL CALOR
86		SALINIDAD EN SUELOS
87		SALINIDAD EQUIVALENTE EN AGUAS
88		SOLIDOS DISUELTOS EN AGUAS
89		SOLIDOS SEDIMENTABLES EN AGUAS
90		SOLIDOS SUSPENDIDOS EN AGUAS MEMB
91		SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES Y FIJOS
92		SOLIDOS TOTALES EN AGUAS
93		SULFATO EN AGUA POR TURBIDIMETRIA
94		SULFATO EN AGUAS POR I.C.
95		SULFATO EN SOLIDOS POR TURBIDIMETRIA
96		SULFITOS METODO YODOMETRICO (1 ANALISIS)
97		SULFURO EN AGUAS AGRIAS
98		SULFUROS EN AGUAS AGRIAS. MÉTODO CDCL ₂
99		SULFUROS EN AGUAS METODO YODOMETRICO
100		SURFACTANTES ANIONICOS EN AGUAS
101		TEMPERATURA DEL AGUA
102		TEXTURA EN SUELOS
103		TRATAMIENTO MUESTRA SALINAS ANALISIS
104		TURBIEDAD EN AGUAS
105	ANALISIS PETROFISICOS	CORTE DE MUESTRAS CONSOLIDADAS
106		CORTE DE MUESTRAS INCONSOLIDADAS
107		DENSIDAD DE GRANOS
108		FACTOR DE FORMACION (TA Y PS)
109		INDICE RESIST+P.CAP /ACEITE-AGUA (TAYPS)
110		INTERPRETACION PERMEAB. RELATIVAS SENDRA
111		LIMPIEZA DE MUESTRAS
112		MOJABILIDAD / AMOTT-HARVEY (PA Y TA)
113		PERMEABILIDAD ABS. - AGUA/ACEITE (PYYTY)
114		PERMEABILIDAD CONVENCIONAL
115		PERMEABILIDAD EFE. - AGUA/ACEITE (PAYTA)
116		PERMEABILIDAD REL. / E.E. (PY Y TY)

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
117		PERMEABILIDAD RELATIVA / E.N.E. (PA YTA)
118		PERMEABILIDAD RELATIVA / E.N.E. (PY YTY)
119		PERMEABILIDAD Sonda PDPK400
120		POROSIDAD CONVENCIONAL
121		POROSIDAD Y PERMEABILIDAD CMS300
122		PREPARACION DE FLUIDOS
123		PREPARACION Y SATURACION DE MUESTRAS
124		PRES CAP. INYEC. MERCURIO DREN. E IMBIB.
125		PRESION ADICIONAL
126		PRESION CAP. CENTRIF/ACEITE-AGUA PA-TY
127		PRESION CAPILAR INYEC. MERCURIO DRENAJE
128		REGISTRO CORE GAMMA ESPECTRAL POR PIE
129		RESTAURACION DE MOJABILIDAD
130		SATURACION DE FLUIDOS
131		TASA CRITICA DE FLUJO (PY Y TY)
132	BIOTECNOLOGIA	ASLAMIENTO DE HONGOS
133		ANALISIS DE RESTRICCION DE PLASMIDOS
134		CUANTIF LIPIDOS ALGALES MET. BASTIANONI
135		CUANTIF. CARBOHIDRATOS ALGAS MET. DUBOIS
136		DETERMINACION DE PH EN AGUAS
137		ESCALADO POOL DEGRADADOR
138		EVAL COMUNIDADES BIOLOGICAS (MACROFITAS)
139		EVAL COMUNIDADES BIOLOGICAS FITOPLANTON
140		EVAL COMUNIDADES BIOLOGICAS ZOOPLANCTON
141		EVAL. COMUNIDADES BIOLOGICAS (BENTOS)
142		EVAL. COMUNIDADES BIOLOGICAS (MACROINV.)
143		EVAL. COMUNIDADES BIOLOGICAS (PECES)
144		EVAL. COMUNIDADES BIOLOGICAS (PERIFITON)
145		EVAL. DE BIOCIDAS PARA SULFATOREDUCTORAS
146		EXTRACCION DE DNA GENOMICO DE BACTERIAS
147		EXTRACCION DNA SUELOS
148		LIOFILIZACION DE BIOMASA DE MICROALGAS
149		MINIPREPARACION DE DNA PLASMIDICO
150		PCR
151		PCR EN TIEMPO REAL
152		PURIFICACION FRAGMENTOS PCR
153		RECuento BACTERIAS PRODUCTORAS DE ACIDO
154		RECuento BACTERIAS PRODUCTORAS DE LIMO
155		RECuento BACTERIAS TIOSULFATOREDUCTORAS
156		RECuento COLIFORMES Y ESCHERICHIA COLI

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
157		RECuento DE AEROBIOS TOTALES
158		RECuento DE AEROBIOS TOTALES EN GOTA
159		RECuento DE ANAEROBIOS TOTALES
160		RECuento DE BACTERIAS SULFATOREDUCTORAS
161		SORBENTES CAPAC SORCION SET FLUIDOS 6H
162		SORBENTES RESISTENCIA A LA HUMEDAD 48 H
163		SPLP PRECIPITACION SINTETICA EPA/IDEAM
164		SULFUROS EN AGUA POR MEDIO EIS
165		TCLP TOXICIDAD CARACTERISTICA IDEAM-EPA
166		TOXICIDAD AGUDA DAPHNIA PULEX (IDEAM)
167		TOXICIDAD AGUDA EN CAMARON A. SALINA
168		TOXICIDAD AGUDA EN CAMARON DAPHNIA PULEX
169		TOXICIDAD AGUDA SCENEDESMUS SP (IDEAM)
170		TOXICIDAD EN ALGAS SCENEDESMUS SP.
171		TOXICIDAD PECES MOJARRA OREOCHROMIS SP.
172		TRANSCRIP. VARIABLES GEOMORFOLOGICAS
173	CATALISIS	AREA SUPERFICIAL DISTRIBUCION VOLUM PORO
174		AREA SUPERFICIAL MICROPORO ADSORCION N2
175		CALCINACION CATALIZADORES
176		CALCINACION-SDU-PLANTA PILOTO
177		DENSIDAD ESQUELETICA
178		DESAC CICLICA CATALIZADOR UNIDAD CMI/CPS
179		DESACT CICLICA CAT UNIDAD SDU 5000/CPS
180		DESACT HIDROTERMICA CATALIZADOR LABORAT.
181		DESORCION A TEMP PROGRAMADA TPD
182		DETERMINACION DE CARBON TOTAL
183		IMPREGNACION DE NI Y VA (100 GR)
184		IMPREGNACION DE NI Y VA (5000 GR)
185		METODO DE SEPARACION SINKFLOAT
186		PROC PERFILES RENDIMIENTOS PTA PTO FCC
187		PROC RESULT ANALISIS SEG ECAT Y FRESCO
188		PRUEBA DE MICROACTIVIDAD MAT
189		PRUEBA UNIDAD ACE
190		QUIMISORCION DE GASES
191		REDUCC. A TEMP PROGRAMADA TPR
192		TAMIZADO CATALIZADOR
193	CRM	BIFENILOS POLICLORADOS EN ACEITE KIT
194		CLORO RESIDUAL EN AGUAS IN-SITU KIT
195		CONDUCTIVIDAD EN AGUAS IN-SITU
196		MEDICION DE CAUDAL DE AGUAS EN SITU

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
197		OXIGENO DISUELTO AGUAS IN-SITU MULTIPAR
198		OXIGENO DISUELTO EN AGUAS IN-SITU KIT
199		PH / T (GR C) IN-SITU EN AGUAS
200		TURBIEDAD EN AGUAS IN SITU
201	CROMATOGRAFIA	AROMATICOS EN GASOLINAS
202		AROMATICOS VOLAT. EN AGUAS POR GC/FID-HS
203		AROMATICOS VOLAT. EN SOLIDOS GC/FID-HS
204		AZUFRE TOTAL EN GASOLINAS
205		BIFENILOS POLICLORADOS EN ACEITE GC/ECD
206		BIFENILOS POLICLORADOS EN AGUAS GC/ECD
207		BIFENILOS POLICLORADOS EN SOLIDOS GC/ECD
208		BTEX'S EN AGUAS POR GC/FID-HS
209		BTEX'S EN AGUAS POR GC/FID
210		BTEX'S EN SOLIDOS POR GC/FID
211		BTEX'S EN SOLIDOS POR GC/FID-HS
212		DESTILACSIMULAD ALTATEMFRACC 174-700C
213		DESTILACSIMULADA CRUDOS 20-550+C
214		DESTILACSIMULADA DIESEL,JP, KERO,ALC
215		DESTILACSIMULADA FRACCIONES 20-625C
216		DESTILACSIMULADA NAFTA,GASOLINA 20-271C
217		DESTILACSIMULALTATEM FONDOS 100-740+C
218		DESTILACSIMULALTATEM CRUDOS 36-740+C
219		DISTRIB NITROGENOPTOE BULL DIESEL;ALC
220		DISTRIBAZUFRE PTOEBULL DIESEL;ALC
221		DISTRIBUCAZUFRE PTOEBULLIC GASOLINA,NAFT
222		ETANOL EN ETANOL ANHIDRO COMBUSTIBLE
223		FAME EN JET GC-MS NORMA IP-585
224		FAMES TOTALES EN B100 X GC
225		FENOLES EN AGUAS POR GC/FID
226		FENOLES EN SOLIDOS POR GC/FID
227		GAS DE COMBUSTION
228		GAS DE REFINERIA _MAT %MOLAR
229		GAS DE REFINERIA _MAT %PESO
230		GAS NATURAL C6+
231		GAS NATURAL EXTENDIDO C12+
232		GAS REFINERIA % PESO
233		GAS REFINERIA %MOL
234		GASES DISUELTOS EN CRUDOS(C1-7+)
235		GLICERINA LIBRE Y TOTAL EN BIODIESEL XGC
236		GLP,PROPANOS,BUTANOS

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
237		HALOGENADOS PURG. EN AGUAS GC/ECD-HS
238		HC'S EXTRACTABLES EN AGUAS GC/FID
239		HC'S EXTRACTABLES EN SOLIDOS GC/FID
240		HC'S POLIAROMATICOS EN AGUAS GC/FID
241		HC'S POLIAROMATICOS EN SOLIDOS GC/FID
242		HIDROCARBUROS IONES ESPECIF POR GC/MSD
243		HIDROCARBUROS TOTAL CUALITATIVOS GC/MSD
244		IDENTIFICACION AZUFRADOS GASES
245		IDENTIFICACION AZUFRADOS GLP
246		IDENTIFICACION DE AZUFRADOS EN GASOLINAS
247		METANOL EN B100 X GC
248		NITROGENO TOTAL NAFTAFCC,JP,DIESEL,KERO
249		OXIGENADOS EN GASOLINAS
250		PESTICIDAS ORGANOCL. EN AGUAS POR GC/ECD
251		PESTICIDAS ORGANOCL. EN SOLIDOS GC/ECD
252		PESTICIDAS ORGANOCL. EN AGUAS POR GC/FPD
253		PIANO CRUDOS(CARBONO 1-12+)
254		PIANO GASOLINAS OXIGENADAS
255		PIANO GASOLINAS,NAFTAS,ALQUILATOS
256		PIANO GASOLINAS-ETANOL
257		SIM_DIS CUALITATIVO
258		TRIHALOMETANOS EN AGUA POTABLE GC/ECD-HS
259	CRUDOS	ACIDEZ EN TURBOCOMBUSTIBLE D 3242
260		AGUA KARL FISCHER EN CRUDOS D 4377
261		AGUA KARL FISCHER PRODUCTOS-PETRO D 1744
262		AGUA LIBRE Y PARTIC. CONTAM. ASTM D 4176
263		AGUA POR DESTILACION CRUDOS D 4006
264		AGUA POR DESTILACION PROD. PETRO D 95
265		AGUA TITULACION COLUMETRICA ASTM E 1064
266		AGUA Y SEDIMENTO EN COMBUSTOLEO D 1796
267		AGUA Y SEDIMENTO EN CRUDOS D4007
268		AGUA Y SEDIMENTO EN DIESEL ASTM2709
269		ANALISIS PROXIMO DE CARBON Y COQUE D3172
270		AZUFRE EN CARBON Y COQUE ASTM D 4239
271		AZUFRE EN CRUDO Y PROD. DEL PETROLEO
272		AZUFRE EN HIDROCARBUROS LIQUIDOS D-5453
273		AZUFRE PRODUCTOS PETROLEO-LECO D 1552
274		CALOR DE COMBUSTION HIDROCARBURO LIQUID
275		CARBONO, HIDROGENO CH D 5291
276		CARBONO, HIDROGENO, NITROGENO CHN D 5291

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
277		CENIZAS DE CARBON Y COQUE D 3174
278		CENIZAS EN PROD. PETROLEO D 482
279		CENIZAS SULFATADAS D 874
280		CERAS PARAFINICAS EN LIGANTES ASFALTICOS
281		COLOR ASTM D 1500
282		COLOR SAYBOLT D 156
283		CONDUCTIVIDAD ASTM D 2624
284		CONSTANTE DE VISCOSIDAD Y GRAVEDAD
285		CONTAMINATES DESTILADOS MED. Y BIODIESEL
286		CONTENIDO DE ACEITE EN CERAS D 721
287		CONTENIDO DE CERAS EN CRUDOS UOP 46-MOD.
288		CONTENIDO DE SAL EN CRUDOS ASTM D3230
289		CORROSION EN LAMINA DE COBRE D 130
290		DENSIDAD DIGITAL D 4052
291		DENSIDAD DIGITAL D 5002
292		DENSIDAD RELATIVA O GRAVEDAD API D 1298
293		DESHIDRATACION CRUDOS POR DESTIL-4 LTS
294		DESTILACION A PRESION REDUCIDA D 1160
295		DESTILACION CRUDO-20LTS OCENSA D 2892
296		DESTILACION CRUDO-50LTS ASSAY VRM D 2892
297		DESTILACION CRUDO-6LTS OCENSA D 2892
298		DESTILACION HIDR.PESADO ASSAY VRM D 5236
299		DESTILACION HIDR.PESADO ASSAY VRP D 5236
300		DESTILACION HIDR.PESADO OCENSA D 5236
301		DESTILACION P.REDUC (RENDIMIENTO) D 1160
302		DESTILACION PRODUC. DEL PETROLEO D 86
303		DESTILACION RELES-6LTS D 2892
304		DETERMINACION DE AGUAS ASTM E 203
305		DIOLEFINAS CONJUGADAS
306		ESTABILIDAD A OXIDACION GASOLINA D 525
307		ESTABILIDAD OXIDACION BIODIESEL EN 14112
308		ESTABILIDAD OXIDACION DESTILADOS MED2274
309		ESTABILIDAD TERMICA EN DEST MEDIOS D6468
310		FACTOR DE CARACTERIZACION UOP 375
311		GRAVEDAD API-HIDROMETRO D 287
312		GRAVEDAD ESPEC-DENSIDAD EN BITUM D 70
313		HUMEDAD DE CARBON Y COQUE D 3173
314		INDICE CETANO CALCULADO D976 (D86+D4052)
315		INDICE DE CETANO D 4737 (D86 + D4052)
316		INDICE DE VISCOSIDAD D 2270 (V40+V100)

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
317		INDICE REFRACCION A 20 GR C D 1218
318		INDICE REFRACCION A 70 GR C D 1218
319		INDICE YODO EN BIODIESEL Y ESTERES METIL
320		INSOLUBLES EN N-HEPTANO-D 3279
321		INSOLUBLES EN N-HEPTANO-MET. UOP 614
322		INSOLUBLES EN N-PENTANO D 4055
323		INSOLUBLES EN N-PENTANO-HC PESAD UOP 99
324		MATERIA VOLATIL DE CARBON-COQUE D 3175
325		MERCAPTANOS EN COMBUSTIBLES-POTE D 3227
326		MICRODESTILACION DE HIDROCARBUROS P.ATM
327		NITROGENO BASICO EN HIDROCARBURO UOP 269
328		NITROGENO TOTAL TRAZAS EN HC LIQ D-4629
329		NUMERO DE ACIDO ACEITES D 664
330		NUMERO DE ACIDO PROD.PETROLEO D 664
331		NUMERO DE BASE-TIT. POTEN. HCLO4 D 2896
332		NUMERO DE BROMO D 1159
333		PART. CONTAMINANTES DESTILADOS D-6217
334		PENETRACION 25 GR C BITUMENES D 5
335		PENETRACION CERAS A 25 GR C D 1321
336		PESO MOLECULAR X VPO HIDROCARBUROS D2503
337		PODER CALORIFICO DE CARBON Y COQUE D5865
338		PRESION DE VAPOR REID D 323/4953
339		PROPIEDADES ANTIESPUMANTES ACEITES D 892
340		PUNTO DE ABLANDAMIENTO BITUMEN D 36
341		PUNTO DE ANILINA D 611
342		PUNTO DE CONGELACION ASTM D5972
343		PUNTO DE CONGELACION D 2386
344		PUNTO DE FLUIDEZ CRUDOS D 5853
345		PUNTO DE FLUIDEZ PROD.PETROLEO D 97
346		PUNTO DE FLUIDEZ ASTM D5949
347		PUNTO DE FUSION DE CERAS D 87
348		PUNTO DE HUMO D 1322
349		PUNTO DE INFLAMACION TAG CERRADA D 56
350		PUNTO DE NUBE D 2500
351		PUNTO INFLAMACION COPA ABIERTA D 92
352		PUNTO INFLAMACION PENSKEY MARTENS D 93
353		PUNTO NUBE PRODUCTOS PETROLEO ASTM D5773
354		REACCION AL AGUA EN TURBOCOMBUST D 1094
355		RESIDUO CARBON MICRO 10%DESTILADO D 4530
356		RESIDUO DE CARBON MICRO D 4530

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
357		SAL EN CRUDOS ARUBA/ D 512
358		SEDIMENTO POR EXTRACCION ASTM D473
359		SEDIMENTOS POR FILTRACION D4870
360		SEDIMENTOS POTENCIALES ISO 10307
361		SEPARACION AGUA DESTILADOS MEDIOS D7451
362		SEPARACION AGUA EN DIESEL MICROSEP-D7261
363		SEPARACION DE AGUA-MICROSEPAROME D 3948
364		TIPO DE HIDROCARBURO POR FIA D1319
365		VISCOSIDAD CINEMATICA 1 TEMP. D 445
366		VISCOSIDAD CINEMATICA 100 GR C D 445
367		VISCOSIDAD CINEMATICA 40 GR C D 445
368		VISCOSIDAD CINEMATICA 50 GR C D 445
369		VISCOSIDAD CINEMATICA 80 GR C D 445
370	DAÑOS A LA FORMACION	ASFALTENOS EN UN CRUDO A COND. ATMOSF.
371		CONTENIDO DE SOLIDOS Y LIQUIDOS
372		CONTROL CALIDAD MATERIAL DE SOPORTE FRAC
373		CURVAS DE ABSORCION ISOTERMICA
374		DAÑOS A LA FORMAC FLUIDOS PERFORACION
375		DIA QA/QC
376		DISOLUCION EN ACIDO
377		ESTIMULACION ACIDA
378		MEDICION DEL TIEMPO DE SUCCIÓN CAPILAR
379		ONSET DE CRISTALIZACION PARA EDP
380		ONSET DE PRECIPITACION PARA EDA
381		PERDIDA DE FILTRADO HPHT
382		PERDIDA FILTRADO BAJA PRESION Y TEMP
383		PREPARACION 1-4 MUESTRAS EN CILINDROS
384		PRUEBA AZUL DE METILENO SOLIDOS
385		PRUEBA DE AZUL DE METILENO
386		PRUEBA DE REVERSIBILIDAD
387		RESTAURACION DE FLUIDOS
388		SENSIBILIDAD A LOS FLUIDOS DE INYECCION
389		SENSIBILIDAD AL FLUJO EN PLUGS
390		TAMIZADO EN CAMPO
391		TAPONAMIENTO FLUIDOS PERFORACION
392		VISCOSIDAD EN GELES DE FRACTURA
393		VISCOSIDAD PLAST CEDENCIA FUERZA GEL
394	DRX	ANALISIS BASICOS DE CATALIZADOR
395		BULK+FRACCION ARCILLA PROCESO SEPARAC.
396		BULK, ROCA TOTAL

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
397		CALCULO UTC Y TC PARA CATALIZADORES
398		CORRIDA MUESTRA DE CATALIZADORES U.T.C.
399		CORRIDA MUESTRA X DRX 1H(SIN PREP MUEST)
400		FRACCION ARCILLA CON PROCESO SEPARACION
401		GRANULOMETRIA X DIFRACCION LASER
402		IDENTIFICACION DE FASES CRISTALINAS
403		INTEGRACION TAMANO DE PARTICULA >53UN.<
404		OXIDOS Y PRODUCTOS DE CORROSION
405		TAMANO DE PARTICULA (MAYOR DE 53 U)
406		TAMANO DE PARTICULA (MENOR DE 53 U)
407	ESPECTROSCOPIA	ANAL. CUANTITATIVO EN HIDROCARBUROS AA
408		ANAL. SEMICUANTITATIVO ICP/MS
409		ANALIS.CUANTITATIVO CATALIZADORES POR AA
410		ANALISIS CUANTITATI CATALIZADOR ICP-OES
411		ANALISIS CUANTITATI CATALIZADOR ICP/MS-1
412		ANALISIS CUANTITATI CATALIZADOR ICP/MS-2
413		ANALISIS CUANTITATIVO AGUAS ICP-OES
414		ANALISIS CUANTITATIVO COQUE ICPOES
415		ANALISIS CUANTITATIVO CRUDOS ICP-OES
416		ANALISIS CUANTITATIVO DE AGUAS ICP/MS-1
417		ANALISIS CUANTITATIVO DE AGUAS ICP/MS-2
418		ANALISIS CUANTITATIVO DE ROCAS ICP-OES
419		ANALISIS CUANTITATIVO DE SOLIDOS ICP/MS
420		ANALISIS CUANTITATIVO EN AGUAS POR AA
421		ANALISIS CUANTITATIVO EN SOLIDOS POR AA
422		ANALISIS CUANTITATIVO HIDROCARB ICP-OES
423		ANALISIS CUANTITATIVO LUBRICANTES ICPOES
424		ANALISIS CUANTITATIVO ROCAS ICPMS
425		ANALISIS CUANTITATIVO SOLIDOS ICP-OES
426		ANALISIS CUANTITATIVO SOLIDOS ICP/MS-1
427		ANALISIS CUANTITATIVO SOLIDOS ICP/MS-2
428		ANALISIS CUANTITATIVO SOLIDOS ICPOES
429		ANALISIS CUANTITATIVO SUELOS ICPMS
430		ANALISIS CUANTITATIVO SUELOS ICPOES
431		ANALISIS CUANTITATIVO-CRUDOS ICP/MS-1
432		ANALISIS CUANTITATIVO-CRUDOS ICP/MS-2
433		ANALISIS DE ASFALTENOS
434		ANALISIS SAR
435		ANALISIS SARA
436		ANALISIS SARA PREPARATIVO

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
437		AROMATICOS POR UV-VIS
438		ARSENICO EN AGUAS GENERADOR DE HIDRUROS
439		ARSENICO EN ETILENO
440		ARSENICO EN HIDROCARBUROS POR GFAAS
441		ARSENICO EN NAFTAS ICPOES
442		ARSENICO EN SUELOS - GENERADOR HIDRUROS
443		AZUFRE EN HIDROCARBUROS POR FRX D-2622
444		BARIO EN AGUAS POR GFAAS
445		CALCINACION ROCAS (1000°C)
446		CARACT. GASOLINAS METODO INFRARROJO
447		CARACTERIZACION DIESEL METODO INFRARROJO
448		CUANTITATIVO CATALIZADORES ICPOES
449		CUANTITATIVO CATALIZADORES ICPOES (SI)
450		CUANTITATIVO HIDROCARBURO LIVIANO ICPOES
451		CUANTITATIVO HIDROCARBUROS FRX ISO 14597
452		CUANTITATIVO HIDROCARBUROS ICPOES SI, AL
453		CUANTITATIVO HIDROCARBUROS LIVIANO ICPMS
454		CUANTITATIVO LUBRICANTES FRX -ASTM D6443
455		CUANTITATIVO MATERIAL BIOLOGICO ICPOES
456		CUANTITATIVO MATERIAL VEGETAL ICPOES
457		DIGESTION AGUAS (ABIERTA)
458		HIERRO EN AGUAS POR GFAAS
459		HIERRO EN HIDROCARBUROS POR GFAAS
460		MERCURIO EN AGUAS (VAPOR FRIO)
461		MERCURIO EN SUELOS - GENERADOR HIDRUROS
462		MERCURIO MATERIAL BIOLOGICO (VAPOR FRIO)
463		METALES BIODIESEL ICPOES NF 14538
464		NAFTALENOS EN JP POR UV-VIS
465		NIQUEL EN HIDROCARBUROS POR GFAAS
466		PERDIDAS A 525 GR C-LE
467		PLOMO EN AGUAS POR GFAAS
468		PLOMO EN GASOLINA POR FRX -ASTM D5059
469		PLOMO EN GASOLINA-POR A.A
470		PORCENTAJE FAME EN DIESEL POR IR 14078
471		PREPARACION MUESTRA SOLIDA (EXTRACCION)
472		PRETRATAMIENTO DE MUESTRAS DE VEGET.-LE
473		PRETRATAMIENTO DE ROCAS-PULVERIZACION
474		PRETRATAMIENTO DE SUELOS PARA ANALIS.-LE
475		PRETRATAMIENTO MATERIAL BIOLOGICO
476		PRETRATAMIENTO MATERIAL VEGETAL

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
477		SELENIO EN AGUAS GENERADOR DE HIDRUROS
478		SELENIO EN SUELOS-GENERADOR DE HIDRUROS
479		SEMICUANTITATIVO FRX (LIQUIDO)
480		SEMICUANTITATIVO FRX (SOLIDO)
481		TIPO DE CARBONO AROMATICOS METODO SHELL
482		TOMA ESPECTRO FT-IR MUESTRA LIQUIDA
483		TOMA ESPECTRO FT-IR MUESTRA SOLIDA
484		VANADIO EN HIDROCARBUROS GFAAS
485	GEOQUIMICA	ACONDICIONAMIENTO CORE AFLORAMIENTO
486		ALMACENAMIENTO MUESTRAS CRUDOS
487		ANALISIS VISUAL KEROGENO
488		BIOMARCADORES EN FRACC. AROMATICA GC/MSD
489		BIOMARCADORES EN FRACC. SATURADAS GC/MSD
490		BULK OIL PARAMETERS
491		CROMATOGRAFIA LIQUIDA (SAR)
492		CROMATOGRAFIA LIQUIDA SARA
493		DIAMANTOIDES FRACC. SATURADA GC/MSD
494		EXTRACCION BITUMEN
495		EXTRACCIÓN ASE-350
496		HIDROCARBUROS LIVIANOS SUELOS Y SEDIMENT
497		HIDROPIROLISIS
498		ISOTOPOS
499		PIROLISIS ROCK-EVAL-VI CON TOC
500		PIROLISIS ROCK-EVAL-VI SIN TOC
501		PREPARACION MUESTRAS ROCA (OBM)
502		PREPARACION MUESTRAS ROCA (WBM)
503		REFLECTANCIA CARBONES
504		REFLECTANCIA Y ANALISIS VISUAL KEROGENO
505		SEPARACION DE ASFALTENOS
506		TC-LECO
507		TOC-LECO
508		WHOLE OILS POR GC/FID
509	INGENIERIA DE MATERIALES	ADHERENCIA RECUBRIMIENTOS POR SISTEMA
510		ANALIS. COMP QUIMICA ALEACIONES METALICA
511		ANALISIS METALOGRAFICO
512		CICLO DE POLARIZACION
513		COMPRESION (1 PROBETA)
514		CONDUCTIVIDAD EN AGUA IN SITU
515		CORR POR PERDIDA PESO AUTOCLAVE DINAMICO
516		CORROSION POR PERDIDA DE PESO

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
517		CURVAS DE TAFEL
518		DUREZA BRINELL
519		DUREZA DE METALES
520		DUREZA ROCKWELL
521		DUREZA SHORE/IRHD
522		DUREZA VICKERS
523		ESPEORES DE PELICULA SECA POR SISTEMA
524		ESPEORES POR ULTRASONIDO
525		EVAL FQCA DE HIERRO DE LA FASE ACUOSA
526		EVAL.RECUBRIMIENTOS INSPECCION VISUAL
527		EVALUACION FQCA CO2 DE LA FASE ACUOSA
528		EVALUACION FQCA CO2 EN GASES
529		EVALUACION FQCA H2S EN GASES
530		EVALUACIÓN FQCA H2S DE LA FASE ACUOSA
531		IMPACTO (1 PROBETA)
532		IMPEDANCIA ELECTROQUIMICA
533		INSPECCION POR ULTRASONIDO
534		INSPECCION VISUAL
535		LIQUIDOS PENETRANTES
536		MEDIDA DE RUGOSIDAD
537		MICRODUREZA
538		OPERACION MICROSCOPIO ESTEREOGRAFICO
539		PARTICULAS MAGNETICAS
540		PH / T (GR C) IN SITU
541		POROSIDAD DE RECUBRIMIENTOS POR SISTEMA
542		PREFATIGA DE PROBETAS (1) PROBETA
543		PRESION DE OPERACION EN PUNTO DE MUESTRE
544		RESISTENCIA A LA POLARIZACION
545		RESISTENCIA ABRASION RECUBRI. SISTEMA
546		SOLIDOS DISUELTOS TOTALES EN AGUA
547		TENSION ALTA TEMPERATURA (3 PROBETAS)
548		TENSION TEMPERATURA AMBIENTE
549	MECANICA DE ROCAS	BRAZILIAN TEST CONSOLIDADAS
550		BRAZILIAN TEST FRIABLE
551		BULK COMPRESSIBILITY TX FRIABLE PP0 TAMB
552		COMPRESION DIN.TX CONSOLIDADA PP 0 T.AMB
553		COMPRESION DINAMICA UX CONSOLIDADA
554		COMPRESION TX CONSOLIDADA PP 0 T. AMB
555		COMPRESION UX CONSOLIDADAS
556		COMPRESION UX. FRIABLE

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
557		CORTE DIRECTO INCLINADO ACUSTICA TX
558		CORTE DIRECTO INCLINADO ACUSTICA UX
559		CORTE DIRECTO INCLINADO ESTATICA TX
560		CORTE DIRECTO INCLINADO ESTATICA UX
561		ENVOLVENTE FALLA CONSOLIDADA, PP0 T. AMB
562		ENVOLVENTE FALLA FRIABLES PP0 T. AMB
563		M.ELASTICO Y VEL.SP TX FRIABLE
564		PREPARACION MUESTRA CONSOLIDADA
565		PREPARACION MUESTRA FRIABLE
566		SATURACION DE MUESTRAS
567	MICROSCOPIA ELECTRONICA	ANALISIS SEM-EDX-MUESTRA 1 HORA-CON INF.
568		ANALISIS SEM-EDX-MUESTRA 2-H -CON INF.
569		CARACTERIZACION DE POROSIDAD
570		OPERACION EQUIPO RMN (1 HORA)
571		OPERACION MIC-ELECT. 1 HORA
572	MOTORES	ASTM D 6079 ANALISIS DE LUBRICIDAD HFRR
573		ASTM D 6371 TEMP OBTURA FILTRO FRIO CFPP
574		AVIGAS MON-MEZCLA POBRE
575		CURVA DE POTENCIA C. DINAMOMETRICO
576		D 2699 NUMERO DE OCTANO RESEARCH-RON
577		D 2700 NUMERO DE OCTANO MOTOR-MON
578		EMISIONES VEHICULARES C. DINAMOMETRICO
579		PROP. ANTIDESGASTE DE FLUIDO LUBRICANTE
580	PLANTAS PILOTO	HORA OPERACION UNIDAD VISCODELAYED
581		OPER. PLANTA PILOTO FCC-CORR ISOTERMICA
582		OPERACION PTA PILOTO FCC-CORR ADIABATICA
583		PLANTA DELAY COKING POR HORA
584		PLANTA PILOTO DEMEX POR HORA
585	PROCESAMIENTO DE MUESTRAS GEOLOGICAS	ANAL DETALLADO COMPOSIC Y TEX SD RIPIOS
586		ANAL. MICROPALAEONTOLOGICO PALINOMORFOS
587		ANAL. RAPID. COMPOSIC. Y TEXTURAL SD
588		ANALISIS DETALLADO COMPOSIC. TEXTURAL SD
589		ANALISIS DETALLADO COMPOSICIONAL SD
590		MICROTERMOMETRIA DE INCLUSIONES FLUIDAS
591		PETROGRAFIA DE INCLUSIONES FLUIDAS
592		PICKING DE RIPIOS PARA SD
593		PREPARACION MUESTRAS FORAMINIFEROS
594		PREPARACION MUESTRAS PARA KEROGENO
595		PREPARACION MUESTRAS PARA PALINOMORFOS
596		PULIDO PARA VITRINITA

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
597		SECC. DELGADA IMPREG. POROSIDAD
598		SECCION DELGADA PARA INCLUSION FLUIDA
599		TINCION PARA CARBONATOS
600		TINCION PARA FELDESPATO POTASICO
601	PVT	DESHIDRATACION DE MUESTRAS X CALENTAMIE
602		PREP DE MUESTRA PARA ELIMINAR SEDIMENTOS
603		VISCOSIDAD ELECTROMAGNETICA
604	QUIMICA DE PRODUCCION	ABSORCION DINAMICA DE INHIBIDORES 10DIAS
605		ABSORCION ESTATICA - 3PH
606		ANALISIS DE HPAAM
607		ANALISIS DE HPAMM
608		ANALISIS IONICO EN LABORATORIO
609		CAPACIDAD DISOLUCION 1 MINERAL 1 TIEMPO
610		CARACTERIZACION CONVENCIONAL DE ADITIVOS
611		CARACTERIZACION DE AGUAS DE FORMACION
612		CARACTERIZACION DE DEPOSITOS
613		COMPATIBILIDAD SIMULADA ENTRE AGUAS
614		COMPORTAMIENTO DE FASES
615		DETERGENCIA
616		EFICIENCIA DINAMICA
617		ESTAB. TERMICA INHIB. INSCRUSTACIONES
618		EVALUACION DE FLOCULANTES
619		EVALUACION DE SECUESTRANTES DE OXIGENO
620		INTERACCIONES FLUIDO-FLUIDO
621		MOJABILIDAD VISUAL
622		PREDICCION DE FORMACION DE ESCAMAS
623		PRUEBA DE CALIDAD DE AGUA
624		TOLERANCIA DE INHIBIDORES A METALES
625		TOMA DE ESPECTROS FT-IR
626	RECOBRO MEJORADO	EFICIENCIA RECOBRO MEJORADO 1 PLUG 1D
627		PERMEAB EFECT AGUA/ACEITE 1PLUG 1TASA 1D
628		PREPARACION UN FLUIDO INYECCION 1L
629		RECOBRO X INYECCION DE AGUA EN COMPOSITE
630		RECOBRO X INYECCION DE VAPOREN COMPOSITE
631		RECOBRO X INYECCION DE WAG EN COMPOSITE
632		RECOBRO X INYECCION GAS COMPOSITE CORE
633	REOLOGIA	ANALISIS COLOIDES AL MICROSCOPIO
634		COMPORTAMIENTO REOLOGICO ALTA VISCOSIDAD
635		COMPORTAMIENTO REOLOGICO BAJA VISCOSIDAD
636		COMPORTAMIENTO REOLOGICO PARAFINICOS

Consecutivo	LABORATORIO	PRUEBA
637		COMPORTAMIENTO REOLOGICO VISCOELASTICOS
638		CONCENTRACION MISCELAR CRITICA
639		DISTRIBUCION TAMANO DE PARTICULA
640		EFICIENCIA ADIT. ROMPEDORES EMULSION
641		ESTABILIDAD ESTATICA SUSPENSION-EMULSION
642		I-MAT DISTRIBUCION TAMANO DE PARTICULA
643		INDICE DE COQUIZACION POR TITULACION
644		INTERNA FIR AGUA
645		INTERNA FIR DESTILACION
646		INTERNA FIR GRAVEDAD D-287
647		INTERNA FIR GRAVEDAD Y DENSIDAD CRUDOS
648		INTERNA FIR GRAVEDAD Y DENSIDAD DESTILAD
649		INTERNA FIR SEDIMENTOS
650		P-VALUE
651		PH/T (GR C)
652		POTENCIAL Z Y TAMAÑO PARTIC. MICROEMULS
653		POTENCIAL ZETA
654		PREPARACION MEZCLAS DE HIDROCARBUROS
655		PRUEBA MERITO
656		PUNTO DE NUBE Y FLUIDEZ MICROSCOPIO
657		PUNTO DE NUBE Y PUNTO FLUIDEZ DINAMICO
658		TENSION INTERFACIAL
659		TENSION INTERFACIAL POR GOTA GIRATORIA
660		TENSION SUPERFICIAL

Anexo B. Resultados de las encuestas generados por la página www.onlineencuesta.com

Laboratorio	Prueba	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado
AGUAS Y SUELOS	ACIDEZ INTERCAMBIABLE EN SUELOS	4	4	2	4	3	4	5	3	5
AGUAS Y SUELOS	ACIDO PROPIONICO EN AGUAS POR I.C	4	3	5	2	5	2	3	2	1
AGUAS Y SUELOS	ALCALINIDAD TOTAL EN AGUAS	5	4	5	2	3	2	3	5	3
AGUAS Y SUELOS	AMINA TOTAL EN AMINAS	5	4	4	3	3	2	2	4	3
AGUAS Y SUELOS	ANALISIS DE ACIDOS CARBOXILICOS POR I.C	5	4	5	4	2	4	2	3	2
AGUAS Y SUELOS	CAPACIDAD INTERCAMBIO CATIONICO	4	5	4	4	3	3	4	3	5
AGUAS Y SUELOS	CIANUROS DISUELTO AGUA COLORIMETRICO	5	2	4	4	2	4	2	3	1
AGUAS Y SUELOS	CLORUROS EN AGUAS POR I.C.	5	4	4	4	3	4	5	3	2
AGUAS Y SUELOS	COLOR EN AGUAS. MET FOTOMETRICO AWWA2120	5	4	5	3	3	4	4	3	4
AGUAS Y SUELOS	COMBUSTION EXPONTANEA EN SOLIDOS	1	5	2	4	2	5	4	5	3
AGUAS Y SUELOS	CONDUCTIVIDAD EN AGUAS	5	4	5	4	2	5	2	3	2
AGUAS Y SUELOS	CROMO HEXVALENTE EN AGUAS X COLOROMETRI	4	4	5	3	1	1	5	4	2
AGUAS Y SUELOS	DBO- DEMANDA BIOQUIMICA DE O2	5	4	4	4	2	1	5	4	2
AGUAS Y SUELOS	DETERM. COLOR REAL EN AGUAS AWWA 2120B	2	5	4	2	4	2	4	3	1
AGUAS Y SUELOS	DQO REFLUJO CERRADO POTENCIOMETRICO	4	5	4	2	3	2	4	3	5
AGUAS Y SUELOS	DUREZA AL CALCIO	4	4	5	1	3	5	5	4	5
AGUAS Y SUELOS	FOSFORO EN ACEITES Y GRASAS NTC 4790	4	4	1	5	2	4	5	4	5
AGUAS Y SUELOS	GRASAS-ACEITES EN AGUAS GRAVIMET. A-5520	4	4	4	3	4	5	4	2	5
AGUAS Y SUELOS	GYA-HIDROCARBUROS EN AGUAS GRAV	3	4	4	3	2	5	4	3	1
AGUAS Y SUELOS	H2S EN SOLUCIONES DE AMINA	3	4	5	3	1	4	3	2	1
AGUAS Y SUELOS	HIDROCARBUROS EN AGUAS GRAVIMET. A-5520F	4	4	4	4	3	2	4	3	1

Laboratorio	Prueba	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado
AGUAS Y SUELOS	HUMEDAD A 105 GR C EN SUELOS	5	4	5	4	2	2	5	4	3
AGUAS Y SUELOS	INDICE DE Langelier AGUA POTABLE	4	1	2	2	3	5	4	4	4
AGUAS Y SUELOS	LACTATO EN AGUA POR I.C	5	4	5	4	2	3	2	5	2
AGUAS Y SUELOS	MARCADOR ECP EN COMBUSTIBLE POR HPLC	5	4	4	5	1	2	3	4	5
AGUAS Y SUELOS	PH / T (GR C) EN AGUAS	4	3	4	5	3	1	4	3	1
AGUAS Y SUELOS	PLOMO EN GASOLINA METODO COLORIMETRICO	5	5	5	4	1	4	3	2	1
AGUAS Y SUELOS	PRETRATAMIENTO DE SUELOS PARA ANALISIS	4	3	1	4	3	2	3	5	5
AGUAS Y SUELOS	RAS-RELACION DE SATURACION SODIO(SUELOS)	3	5	4	3	3	4	5	4	1
AGUAS Y SUELOS	RESERVA ACIDO ALCALI EN RESPAL	5	4	3	4	3	3	4	3	2
AGUAS Y SUELOS	RESISTIVIDAD EN SUELOS	4	4	5	3	2	4	4	1	5
AGUAS Y SUELOS	SALINIDAD EQUIVALENTE EN AGUAS	4	2	4	2	4	4	3	2	5
AGUAS Y SUELOS	SOLIDOS TOTALES EN AGUAS	4	4	2	5	1	4	2	4	2
AGUAS Y SUELOS	SURFACTANTES ANIONICOS EN AGUAS	3	3	4	4	4	4	3	2	3
AGUAS Y SUELOS	TEMPERATURA DEL AGUA	2	4	4	3	4	2	4	5	3
AGUAS Y SUELOS	TEXTURA EN SUELOS	2	4	4	3	4	4	5	5	2
AGUAS Y SUELOS	TRATAMIENTO MUESTRA SALINAS ANALISIS	3	4	5	4	2	4	5	3	5
AGUAS Y SUELOS	TURBIEDAD EN AGUAS	2	1	5	4	4	2	4	3	1
ANALISIS PETROFISICOS	CORTE DE MUESTRAS CONSOLIDADAS	3	4	5	3	2	4	4	4	1
ANALISIS PETROFISICOS	FACTOR DE FORMACION (TA Y PS)	4	5	5	3	1	2	5	3	2
ANALISIS PETROFISICOS	LIMPIEZA DE MUESTRAS	5	3	3	3	5	4	5	4	3
ANALISIS PETROFISICOS	MOJABILIDAD / AMOTT-HARVEY (PA Y TA)	4	4	3	2	5	4	5	5	2
ANALISIS PETROFISICOS	PERMEABILIDAD REL. / E.E. (PY Y TY)	3	4	5	3	3	5	3	2	3
ANALISIS PETROFISICOS	PERMEABILIDAD Sonda PDPK400	3	4	5	4	4	3	4	5	2

Laboratorio	Prueba	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado
ANALISIS PETROFISICOS	POROSIDAD CONVENCIONAL	4	4	5	3	5	4	4	3	2
ANALISIS PETROFISICOS	PRESION ADICIONAL	5	5	5	2	2	3	4	3	1
ANALISIS PETROFISICOS	REGISTRO CORE GAMMA ESPECTRAL POR PIE	5	3	4	4	3	4	5	5	3
ANALISIS PETROFISICOS	TASA CRITICA DE FLUJO (PY Y TY)	3	3	4	2	2	3	2	2	2
BIOTECNOLOGIA	AISLAMIENTO DE HONGOS	2	4	2	3	5	2	3	4	1
BIOTECNOLOGIA	CUANTIF LIPIDOS ALGALES MET. BASTIANONI	5	4	4	2	4	2	5	4	3
BIOTECNOLOGIA	DETERMINACION DE PH EN AGUAS	3	4	5	4	3	5	3	3	2
BIOTECNOLOGIA	EVAL COMUNIDADES BIOLOGICAS ZOOPLANCTON	4	4	4	2	3	2	4	4	2
BIOTECNOLOGIA	EVAL. COMUNIDADES BIOLOGICAS (BENTOS)	4	3	3	4	5	4	3	2	2
BIOTECNOLOGIA	EVAL. DE BIOCIDAS PARA SULFATOREDUCTORAS	4	4	3	1	2	4	3	3	1
BIOTECNOLOGIA	EXTRACCION DNA SUELOS	3	4	5	3	2	5	4	3	2
BIOTECNOLOGIA	PCR	4	3	4	3	3	2	2	4	4
BIOTECNOLOGIA	PURIFICACION FRAGMENTOS PCR	4	4	5	3	1	4	4	3	1
BIOTECNOLOGIA	RECuento BACTERIAS PRODUCTORAS DE LIMO	5	4	4	3	2	5	4	4	4
BIOTECNOLOGIA	RECuento DE AEROBIOS TOTALES EN GOTA	4	1	5	3	3	4	3	5	4
BIOTECNOLOGIA	SORBENTES CAPAC SORCION SET FLUIDOS 6H	4	4	5	4	1	5	4	4	1
BIOTECNOLOGIA	SORBENTES RESISTENCIA A LA HUMEDAD 48 H	5	4	4	4	2	4	3	3	3
BIOTECNOLOGIA	TCLP TOXICIDAD CARACTERISTICA IDEAM-EPA	3	3	4	3	3	2	4	5	3
BIOTECNOLOGIA	TRANSCRIP. VARIABLES GEOMORFOLOGICAS	4	4	4	3	2	4	4	4	3
CATALISIS	AREA SUPERFICIAL DISTRIBUCION VOLUM PORO	4	5	2	2	3	4	3	5	1
CATALISIS	CALCINACION-SDU-PLANTA PILOTO	4	3	4	3	4	4	3	4	3
CATALISIS	DESAC CICLICA CATALIZADOR UNIDAD CMI/CPS	4	5	5	2	2	4	4	5	3

Laboratorio	Prueba	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado
CATALISIS	DESORCION A TEMP PROGRAMADA TPD	3	2	5	3	3	5	5	1	1
CATALISIS	METODO DE SEPARACION SINKFLOAT	4	4	5	4	1	4	3	4	3
CATALISIS	QUIMISORCION DE GASES	3	4	4	4	2	2	5	3	5
CATALISIS	TAMIZADO CATALIZADOR	4	3	5	4	3	4	4	3	1
CRM	BIFENILOS POLICLORADOS EN ACEITE KIT	5	5	4	2	2	1	3	3	2
CRM	MEDICION DE CAUDAL DE AGUAS EN SITU	5	3	5	4	3	3	5	1	5
CRM	TURBIEDAD EN AGUAS IN SITU	4	3	5	3	2	4	5	4	2
CROMATOGRAFIA	AROMATICOS EN GASOLINAS	3	4	5	4	2	2	5	3	3
CROMATOGRAFIA	AROMATICOS VOLAT. EN AGUAS POR GC/FID-HS	3	4	4	3	3	5	4	4	4
CROMATOGRAFIA	BIFENILOS POLICLORADOS EN SOLIDOS GC/ECD	4	5	4	4	4	5	2	5	2
CROMATOGRAFIA	BTEX'S EN SOLIDOS POR GC/FID-HS	5	5	4	4	3	2	4	4	4
CROMATOGRAFIA	DESTILACSIMULADA CRUDOS 20-550+C	3	4	4	4	4	2	2	4	3
CROMATOGRAFIA	DESTILACSIMULALTATEM FONDOS 100-740+C	3	4	5	2	5	4	5	2	2
CROMATOGRAFIA	DESTILACSIMULALTATEM CRUDOS 36-740+C	4	4	2	3	2	3	2	3	2
CROMATOGRAFIA	ETANOL EN ETANOL ANHIDRO COMBUSTIBLE	4	3	5	5	2	5	4	3	1
CROMATOGRAFIA	FENOLES EN AGUAS POR GC/FID	5	4	4	3	4	1	3	5	3
CROMATOGRAFIA	GAS DE REFINERIA _MAT %MOLAR	4	5	5	2	3	3	5	3	3
CROMATOGRAFIA	GAS DE REFINERIA _MAT %PESO	3	3	4	4	1	5	4	2	3
CROMATOGRAFIA	GAS REFINERIA % PESO	4	5	5	2	3	5	2	2	2
CROMATOGRAFIA	GASES DISUELTOS EN CRUDOS(C1-7+)	5	4	5	3	1	4	4	3	3
CROMATOGRAFIA	HALOGENADOS PURG. EN AGUAS GC/ECD-HS	5	3	5	3	5	4	5	3	1
CROMATOGRAFIA	HC'S EXTRACTABLES EN AGUAS GC/FID	3	2	5	3	3	4	3	2	1
CROMATOGRAFIA	HIDROCARBUROS IONES ESPECIF POR GC/MSD	5	3	5	3	2	4	5	4	5

Laboratorio	Prueba	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado
CROMATOGRAFIA	IDENTIFICACION AZUFRADOS GASES	5	5	3	2	4	1	3	5	2
CROMATOGRAFIA	NITROGENO TOTAL NAFTAFC,JP,DIESEL,KERO	2	3	5	4	4	1	3	3	2
CROMATOGRAFIA	PESTICIDAS ORGANOCL. EN AGUAS POR GC/ECD	5	3	2	2	4	1	5	3	1
CROMATOGRAFIA	PIANO GASOLINAS OXIGENADAS	5	5	4	3	1	1	5	4	1
CROMATOGRAFIA	TRIALOMETANOS EN AGUA POTABLE GC/ECD-HS	5	4	4	3	2	2	4	3	4
CRUDOS	ACIDEZ EN TURBOCOMBUSTIBLE D 3242	5	1	5	3	4	3	4	3	2
CRUDOS	AGUA KARL FISCHER EN CRUDOS D 4377	5	4	5	3	3	4	4	5	3
CRUDOS	AGUA POR DESTILACION CRUDOS D 4006	5	4	5	4	4	3	4	4	2
CRUDOS	AGUA POR DESTILACION PROD. PETRO D 95	3	4	5	4	3	5	2	5	1
CRUDOS	AGUA Y SEDIMENTO EN DIESEL ASTM2709	4	5	4	4	3	5	4	5	3
CRUDOS	ANALISIS PROXIMO DE CARBON Y COQUE D3172	2	5	5	2	3	5	4	3	2
CRUDOS	AZUFRE EN HIDROCARBUROS LIQUIDOS D-5453	5	5	5	4	5	5	5	2	1
CRUDOS	CARBONO, HIDROGENO CH D 5291	5	4	5	1	4	2	2	1	3
CRUDOS	CENIZAS EN PROD. PETROLEO D 482	3	5	5	3	3	3	2	3	2
CRUDOS	CENIZAS SULFATADAS D 874	3	4	5	4	2	4	5	5	1
CRUDOS	COLOR ASTM D 1500	5	3	5	3	2	4	4	2	4
CRUDOS	CONSTANTE DE VISCOSIDAD Y GRAVEDAD	3	4	5	5	4	4	5	2	1
CRUDOS	CONTENIDO DE CERAS EN CRUDOS UOP 46-MOD.	4	3	4	4	2	1	5	4	2
CRUDOS	CONTENIDO DE SAL EN CRUDOS ASTM D3230	5	4	5	2	2	4	4	5	1
CRUDOS	DENSIDAD DIGITAL D 5002	4	4	5	3	4	3	4	2	2
CRUDOS	DESTILACION A PRESION REDUCIDA D 1160	3	4	5	3	2	4	4	5	5
CRUDOS	DESTILACION CRUDO-6LTS OCENSA D 2892	5	5	3	4	2	2	5	4	1
CRUDOS	DESTILACION HIDR.PESADO OCENSA D	5	4	5	1	1	4	3	4	2

Laboratorio	Prueba	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado
	5236									
CRUDOS	DESTILACION RELES-6LTS D 2892	5	4	5	4	1	3	5	5	2
CRUDOS	ESTABILIDAD A OXIDACION GASOLINA D 525	3	3	5	3	2	1	5	3	2
CRUDOS	ESTABILIDAD TERMICA EN DEST MEDIOS D6468	5	3	5	3	3	3	4	3	2
CRUDOS	FACTOR DE CARACTERIZACION UOP 375	4	3	4	3	3	4	3	4	2
CRUDOS	HUMEDAD DE CARBON Y COQUE D 3173	4	3	4	5	2	4	4	3	3
CRUDOS	INDICE DE VISCOSIDAD D 2270 (V40+V100)	5	4	2	3	3	4	4	2	5
CRUDOS	INDICE YODO EN BIODIESEL Y ESTERES METIL	3	3	5	4	2	4	4	3	4
CRUDOS	INSOLUBLES EN N-PENTANO D 4055	2	4	2	2	1	4	2	4	3
CRUDOS	MERCAPTANOS EN COMBUSTIBLES-POTE D 3227	5	4	5	4	4	3	5	4	2
CRUDOS	NITROGENO TOTAL TRAZAS EN HC LIQ D-4629	5	5	5	1	5	5	2	3	4
CRUDOS	NUMERO DE ACIDO ACEITES D 664	5	4	5	3	5	4	3	3	1
CRUDOS	PUNTO DE ANILINA D 611	5	3	5	4	3	4	5	4	1
CRUDOS	PUNTO DE FLUIDEZ CRUDOS D 5853	5	4	5	4	3	2	5	4	2
CRUDOS	PUNTO DE FUSION DE CERAS D 87	4	4	5	3	3	2	2	5	2
CRUDOS	PUNTO DE HUMO D 1322	3	4	4	3	5	3	4	2	5
CRUDOS	PUNTO INFLAMACION COPA ABIERTA D 92	3	4	4	3	2	4	2	5	2
CRUDOS	PUNTO INFLAMACION PENSKY MARTENS D 93	3	3	5	3	1	5	4	3	2
CRUDOS	RESIDUO CARBON MICRO 10%DESTILADO D 4530	3	2	4	3	4	4	4	5	2
CRUDOS	SEDIMENTO POR EXTRACCION ASTM D473	4	4	5	4	3	1	4	2	1
CRUDOS	SEPARACION AGUA DESTILADOS MEDIOS D7451	5	5	5	3	1	4	4	3	2
CRUDOS	TIPO DE HIDROCARBURO POR FIA D1319	5	5	5	3	2	4	4	3	2
CRUDOS	VISCOSIDAD CINEMATICA 80 GR C D 445	2	4	2	4	3	2	5	1	5

Laboratorio	Prueba	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado
DAÑOS A LA FORMACION	ASFALTENOS EN UN CRUDO A COND. ATMOSF.	5	4	5	1	3	3	4	4	2
DAÑOS A LA FORMACION	CONTROL CALIDAD MATERIAL DE SOPORTE FRAC	4	3	5	2	2	4	5	1	5
DAÑOS A LA FORMACION	CURVAS DE ABSORCION ISOTERMICA	3	4	3	3	3	2	5	4	3
DAÑOS A LA FORMACION	MEDICION DEL TIEMPO DE SUCCIÓN CAPILAR	4	4	5	3	3	1	2	2	2
DAÑOS A LA FORMACION	ONSET DE CRISTALIZACION PARA EDP	4	5	3	3	1	4	4	3	1
DAÑOS A LA FORMACION	PERDIDA DE FILTRADO HPHT	5	4	5	3	3	2	5	5	2
DAÑOS A LA FORMACION	PRUEBA DE AZUL DE METILENO	3	4	3	2	4	4	5	3	2
DAÑOS A LA FORMACION	SENSIBILIDAD AL FLUJO EN PLUGS	3	4	5	4	3	2	2	5	1
DAÑOS A LA FORMACION	VISCOSIDAD PLAST CEDENCIA FUERZA GEL	4	4	5	5	2	2	5	5	1
DRX	ANALISIS BASICOS DE CATALIZADOR	2	4	2	2	2	1	5	3	3
DRX	BULK, ROCA TOTAL	3	4	5	4	2	4	4	3	2
DRX	FRACCION ARCILLA CON PROCESO SEPARACION	4	4	4	2	2	5	5	5	2
DRX	IDENTIFICACION DE FASES CRISTALINAS	4	3	5	4	4	1	3	3	2
DRX	TAMANO DE PARTICULA (MENOR DE 53 U)	4	2	5	4	4	2	3	2	2
ESPECTROSCOPIA	ANAL. CUANTITATIVO EN HIDROCARBUROS AA	3	5	3	3	2	2	3	4	3
ESPECTROSCOPIA	ANALIS.CUANTITATIVO CATALIZADORES POR AA	4	3	2	3	2	4	3	3	3
ESPECTROSCOPIA	ANALISIS CUANTITATI CATALIZADOR ICP/MS-1	4	4	4	3	3	4	5	5	4
ESPECTROSCOPIA	ANALISIS CUANTITATI CATALIZADOR ICP/MS-2	2	5	4	2	2	3	5	4	2
ESPECTROSCOPIA	ANALISIS CUANTITATIVO DE AGUAS ICP/MS-1	4	4	4	3	3	3	5	2	3
ESPECTROSCOPIA	ANALISIS CUANTITATIVO DE AGUAS ICP/MS-2	2	3	5	3	2	4	5	4	1
ESPECTROSCOPIA	ANALISIS CUANTITATIVO EN AGUAS POR AA	4	5	5	3	1	4	4	2	1

Laboratorio	Prueba	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado
ESPECTROSCOPIA	ANALISIS CUANTITATIVO EN SOLIDOS POR AA	4	4	5	2	3	2	5	4	4
ESPECTROSCOPIA	ANALISIS CUANTITATIVO ROCAS ICPMS	4	2	4	3	1	1	3	1	2
ESPECTROSCOPIA	ANALISIS CUANTITATIVO SOLIDOS ICP/MS-2	2	4	4	4	1	1	5	4	2
ESPECTROSCOPIA	ANALISIS CUANTITATIVO SUELOS ICPOES	5	4	3	3	5	4	3	5	4
ESPECTROSCOPIA	ANALISIS DE ASFALTENOS	5	4	5	4	3	5	4	5	2
ESPECTROSCOPIA	ANALISIS SARA PREPARATIVO	3	4	5	5	2	2	5	4	1
ESPECTROSCOPIA	ARSENICO EN ETILENO	5	5	4	2	3	2	3	5	3
ESPECTROSCOPIA	ARSENICO EN SUELOS - GENERADOR HIDRUROS	4	5	5	4	3	5	3	4	1
ESPECTROSCOPIA	BARIO EN AGUAS POR GFAAS	5	4	4	5	3	2	1	5	2
ESPECTROSCOPIA	CALCINACION ROCAS (1000°C)	4	4	4	3	5	2	2	2	3
ESPECTROSCOPIA	CUANTITATIVO CATALIZADORES ICPOES	4	4	4	3	2	2	5	2	5
ESPECTROSCOPIA	CUANTITATIVO HIDROCARBUROS FRX ISO 14597	3	4	2	2	1	4	5	3	1
ESPECTROSCOPIA	CUANTITATIVO LUBRICANTES FRX -ASTM D6443	4	4	5	3	1	5	3	5	3
ESPECTROSCOPIA	DIGESTION AGUAS (ABIERTA)	3	4	3	2	2	4	5	4	3
ESPECTROSCOPIA	MERCURIO EN AGUAS (VAPOR FRIO)	4	5	5	2	3	4	4	4	3
ESPECTROSCOPIA	METALES BIODIESEL ICPOES NF 14538	3	4	5	3	5	4	2	4	2
ESPECTROSCOPIA	PERDIDAS A 525 GR C-LE	5	4	2	4	1	4	5	5	3
ESPECTROSCOPIA	PLOMO EN GASOLINA POR FRX -ASTM D5059	5	3	5	1	4	5	5	4	1
ESPECTROSCOPIA	PREPARACION MUESTRA SOLIDA (EXTRACCION)	3	4	5	2	2	2	2	5	4
ESPECTROSCOPIA	PRETRATAMIENTO DE SUELOS PARA ANALIS.-LE	4	4	5	2	2	5	5	5	4
ESPECTROSCOPIA	TOMA ESPECTRO FT-IR MUESTRA SOLIDA	3	2	5	2	4	4	5	1	2
ESPECTROSCOPIA	VANADIO EN HIDROCARBUROS GFAAS	5	3	4	2	2	3	5	4	3
GEOQUIMICA	ACONDICIONAMIENTO CORE AFLORAMIENTO	5	4	4	2	3	5	5	4	2

Laboratorio	Prueba	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado
GEOQUIMICA	BIOMARCADORES EN FRACC. AROMATICA GC/MSD	3	4	3	3	2	1	3	3	1
GEOQUIMICA	CROMATOGRAFIA LIQUIDA (SAR)	5	4	5	1	5	4	3	2	3
GEOQUIMICA	EXTRACCION BITUMEN	4	3	4	3	2	1	3	4	2
GEOQUIMICA	HIDROCARBUROS LIVIANOS SUELOS Y SEDIMENT	5	3	5	3	2	2	5	3	3
GEOQUIMICA	ISOTOPOS	3	4	4	2	2	4	3	3	3
GEOQUIMICA	REFLECTANCIA Y ANALISIS VISUAL KEROGENO	3	4	5	4	2	2	5	3	2
GEOQUIMICA	TOC-LECO	5	5	5	1	2	4	3	3	1
GEOQUIMICA	WHOLE OILS POR GC/FID	4	3	4	4	1	5	3	3	2
INGENIERIA DE MATERIALES	ADHERENCIA RECUBRIMIENTOS POR SISTEMA	5	2	5	1	4	4	4	2	1
INGENIERIA DE MATERIALES	ANALISIS METALOGRAFICO	3	4	5	3	3	4	2	3	1
INGENIERIA DE MATERIALES	CICLO DE POLARIZACION	5	4	5	3	1	4	4	3	1
INGENIERIA DE MATERIALES	CORR POR PERDIDA PESO AUTOCLAVE DINAMICO	5	4	5	4	4	1	2	2	2
INGENIERIA DE MATERIALES	DUREZA SHORE/IRHD	5	2	4	3	5	2	2	2	1
INGENIERIA DE MATERIALES	ESPESORES DE PELICULA SECA POR SISTEMA	3	4	4	4	3	5	5	4	2
INGENIERIA DE MATERIALES	EVAL FQCA DE HIERRO DE LA FASE ACUOSA	3	4	4	3	2	2	5	5	5
INGENIERIA DE MATERIALES	EVALUACION FQCA CO2 DE LA FASE ACUOSA	5	3	5	2	2	2	5	4	2
INGENIERIA DE MATERIALES	EVALUACION FQCA H2S EN GASES	4	4	5	3	2	4	4	3	1
INGENIERIA DE MATERIALES	INSPECCION POR ULTRASONIDO	5	3	1	4	1	2	2	1	1
INGENIERIA DE MATERIALES	LIQUIDOS PENETRANTES	4	4	2	4	5	4	4	4	2
INGENIERIA DE MATERIALES	MEDIDA DE RUGOSIDAD	4	5	3	3	2	2	3	3	3
INGENIERIA DE MATERIALES	PARTICULAS MAGNETICAS	5	4	5	2	3	5	2	4	1
INGENIERIA DE	PRESION DE OPERACION EN PUNTO DE	4	5	5	4	2	4	4	5	3

Laboratorio	Prueba	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado
MATERIALES	MUESTRE									
INGENIERIA DE MATERIALES	TENSION TEMPERATURA AMBIENTE	4	4	5	2	2	1	2	4	2
MECANICA DE ROCAS	BRAZILIAN TEST CONSOLIDADAS	3	4	5	3	2	1	2	1	5
MECANICA DE ROCAS	BRAZILIAN TEST FRIABLE	2	3	4	3	1	4	5	2	3
MECANICA DE ROCAS	COMPRESION DINAMICA UX CONSOLIDADA	2	4	5	2	4	4	5	4	4
MECANICA DE ROCAS	CORTE DIRECTO INCLINADO ACUSTICA UX	2	5	5	3	1	4	4	3	3
MECANICA DE ROCAS	CORTE DIRECTO INCLINADO ESTATICA TX	5	3	5	3	3	4	2	3	1
MECANICA DE ROCAS	PREPARACION MUESTRA CONSOLIDADA	4	4	5	4	3	5	5	3	3
MECANICA DE ROCAS	SATURACION DE MUESTRAS	4	5	5	4	5	5	4	3	1
MICROSCOPIA ELECTRONICA	ANALISIS SEM-EDX-MUESTRA 1 HORA-CON INF.	5	3	5	5	4	4	5	4	1
MICROSCOPIA ELECTRONICA	OPERACION MIC-ELECT. 1 HORA	5	4	1	3	4	4	1	2	2
MOTORES	ASTM D 6079 ANALISIS DE LUBRICIDAD HFRR	4	2	4	3	3	3	4	4	3
MOTORES	D 2699 NUMERO DE OCTANO RESEARCH-RON	5	4	4	3	3	4	4	3	2
MOTORES	D 2700 NUMERO DE OCTANO MOTOR-MON	5	3	2	1	4	4	5	2	2
PLANTAS PILOTO	HORA OPERACION UNIDAD VISCODELAYED	4	5	5	3	2	2	3	3	5
PLANTAS PILOTO	OPER. PLANTA PILOTO FCC-CORR ISOTERMICA	4	5	4	4	2	5	2	3	5
PROCESAMIENTO DE MUESTRAS GEOLOGICAS	ANAL DETALLADO COMPOSIC Y TEX SD RIPIOS	5	4	4	3	1	4	3	5	1
PROCESAMIENTO DE MUESTRAS GEOLOGICAS	ANALISIS DETALLADO COMPOSIC. TEXTURAL SD	5	3	3	5	4	2	2	3	2
PROCESAMIENTO DE MUESTRAS GEOLOGICAS	ANALISIS DETALLADO COMPOSICIONAL SD	3	1	5	3	3	4	5	3	2
PROCESAMIENTO	PETROGRAFIA DE INCLUSIONES FLUIDAS	4	3	5	2	2	2	2	2	2

Laboratorio	Prueba	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado
DE MUESTRAS GEOLOGICAS										
PROCESAMIENTO DE MUESTRAS GEOLOGICAS	SECCION DELGADA PARA INCLUSION FLUIDA	5	4	2	5	2	3	5	5	4
PROCESAMIENTO DE MUESTRAS GEOLOGICAS	TINCION PARA FELDESPATO POTASICO	5	3	5	3	4	4	2	3	1
PVT	PREP DE MUESTRA PARA ELIMINAR SEDIMENTOS	3	3	5	3	1	5	4	3	2
QUIMICA DE PRODUCCION	ABSORCION DINAMICA DE INHIBIDORES 10DIAS	2	5	4	3	4	3	5	5	2
QUIMICA DE PRODUCCION	ANALISIS IONICO EN LABORATORIO	4	1	4	3	3	5	3	3	5
QUIMICA DE PRODUCCION	COMPATIBILIDAD SIMULADA ENTRE AGUAS	5	4	5	4	3	4	5	4	3
QUIMICA DE PRODUCCION	COMPORTAMIENTO DE FASES	5	3	5	3	3	5	5	4	2
QUIMICA DE PRODUCCION	DETERGENCIA	5	4	4	4	2	4	3	3	3
QUIMICA DE PRODUCCION	EVALUACION DE SECUESTANTES DE OXIGENO	2	4	4	2	1	1	5	2	1
QUIMICA DE PRODUCCION	INTERACCIONES FLUIDO-FLUIDO	4	4	5	4	3	4	4	4	1
QUIMICA DE PRODUCCION	TOMA DE ESPECTROS FT-IR	4	4	5	4	5	4	4	5	2
RECOBRO MEJORADO	EFICIENCIA RECOBRO MEJORADO 1 PLUG 1D	5	4	3	4	2	4	5	3	2
RECOBRO MEJORADO	PREPARACION UN FLUIDO INYECCION 1L	4	4	5	3	3	4	5	4	1
RECOBRO MEJORADO	RECOBRO X INYECCION GAS COMPOSITE CORE	4	4	4	2	2	2	4	3	4
REOLOGIA	ANALISIS COLOIDES AL MICROSCOPIO	4	1	5	2	2	3	4	3	4
REOLOGIA	COMPORTAMIENTO REOLOGICO PARAFINICOS	3	5	3	4	3	4	4	4	2
REOLOGIA	DISTRIBUCION TAMANO DE PARTICULA	5	4	4	4	2	4	5	4	3
REOLOGIA	EFICIENCIA ADIT. ROMPEDORES EMULSION	4	5	5	1	4	2	3	4	2
REOLOGIA	INDICE DE COQUIZACION POR TITULACION	2	4	5	4	3	1	2	2	1

Laboratorio	Prueba	Los resultados del servicio son veraces y cumplen con lo esperado	Los resultados del servicio son coherentes con otras pruebas realizadas	Cuando la solicitud del servicio incluye varias pruebas, éstas son proveídas en su totalidad	Los encargados del servicio demuestran interés por colaborar o atender todas sus inquietudes y necesidades	Los encargados del servicio demuestran interés por atender a la menor brevedad la orden de servicio	La información suministrada sobre los análisis y resultados de las pruebas es suficiente y completa	Se puede hablar directamente con los analistas para comprender los resultados o coordinar el servicio solicitado	Admiten solicitudes sin restricciones de volumen o especificaciones técnicas dentro de la capacidad del laboratorio	El tiempo de respuesta o prestación del servicio es el apropiado
REOLOGIA	INTERNA FIR GRAVEDAD Y DENSIDAD CRUDOS	5	2	3	1	2	4	4	4	1
REOLOGIA	P-VALUE	3	3	4	3	3	4	4	3	2
REOLOGIA	POTENCIAL ZETA	4	2	3	2	4	4	4	3	2
REOLOGIA	TENSION INTERFACIAL	3	4	5	3	1	2	3	4	1
REOLOGIA	TENSION SUPERFICIAL	5	1	2	1	2	1	3	4	1