

**ANALISIS DEL SISTEMA DE PRECIOS DE LOS SERVICIOS OFERTADOS POR
EL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS DE LA UNIVERSIDAD
DE NARIÑO**

SEBASTIAN ESCOBAR DELGADO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
SAN JUAN DE PASTO**

2017

**ANALISIS DEL SISTEMA DE PRECIOS DE LOS SERVICIOS OFERTADOS POR
EL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS DE LA UNIVERSIDAD
DE NARIÑO**

SEBASTIAN ESCOBAR DELGADO

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Economista**

Asesores:

Julio César Riascos

Germán Chaves Jurado

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
SAN JUAN DE PASTO**

2017

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado son responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación:

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

San Juan de Pasto, Noviembre de 2017.

RESUMEN

La Sección de Laboratorios de la Universidad de Nariño, es una unidad académica – administrativa que coordina y administra la prestación de los servicios de laboratorios, para los cuales, aún no se ha realizado un análisis económico respecto a los costos por los servicios que ésta ofrece y, por lo tanto, tampoco se tiene certeza de la idoneidad del plan de tarifas que se está manejando, de forma que el presente estudio se fundamenta en estas necesidades.

De esta manera, nace la importancia de la determinación de los costos para cada una de las pruebas que realiza el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, ya que estos permiten conocer el precio real de cada prueba al relacionar los tres elementos del costo: materiales y suministros, mano de obra directa e indirecta y los gastos generales, a partir de los cuales también es posible determinar el margen de utilidad realizando una comparación entre los datos de costos obtenidos con las tarifas establecidas en la actualidad.

Además, teniendo en cuenta que la variable precio es un determinante principal de la demanda y que afecta la posición competitiva de una empresa y su participación en el mercado, se identifican aspectos asociados a la oferta y demanda de estos servicios, con el propósito de estructurar una propuesta de tarifas diferenciales acordes a la misión institucional y que respondan a los principios de eficiencia, calidad y sostenibilidad en la prestación del servicio.

ABSTRACT

The Section of Laboratories of the University of Nariño, is an academic - administrative unit that coordinates and administers the provision of laboratory services, for which, an economic analysis has not yet been carried out regarding the costs for the services it offers. and, therefore, there is no certainty of the suitability of the tariff plan that is being handled, so that the present study is based on these needs.

In this way, the importance of conducting a cost study for the services provided by the Laboratory of Chemical Analysis and Water of the University of Nariño was determined, in order to know the real price of each test when relating to the three cost elements: materials and supplies, direct and indirect labor and general expenses, from which, it is also possible to determine the profit margin by comparing the cost data obtained with the prices currently established.

In addition, considering that the price variable is a main determinant of demand and that affects the competitive position of a company and its participation in the market, in this study are identified the aspects associated with the supply and demand of these services, with the purpose of structuring a proposal of differential tariffs according to the institutional mission and that responds to the principles of efficiency, quality and sustainability in the provision of the service.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	5
4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	7
5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
6. OBJETIVOS.....	9
6.1 OBJETIVO GENERAL	9
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
7. MARCO DE REFERENCIA	10
7.1 MARCO CONTEXTUAL	10
7.2 MARCO CONCEPTUAL.....	11
8. MÉTODOLÓGÍA Y DESARROLLO DEL ESTUDIO.....	15
I. OBJETIVO DE FIJACIÓN DE PRECIOS.....	15
II. OFERTA Y DEMANDA DE LOS SERVICIOS PRESTADOS POR EL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS	15
A. DEMANDA DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO	16
B. OFERTA DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO	19
III. ASPECTOS FUNDAMENTALES RELACIONADOS CON LA ESTIMACION DE COSTOS	21
IV. ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS DE LOS SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS	27
1. ACIDEZ.....	29
2. ALCALINIDAD	32
3. COLOR APARENTE	35
4. COLOR VERDADERO	37
5. CLORUROS	40
6. CONDUCTIVIDAD	43
7. DIÓXIDO DE CARBONO.....	45
8. DUREZA TOTAL	47
9. DUREZA CALCIO.....	50
10. DUREZA MAGNESIO	53
11. CALCIO.....	55
12. MAGNESIO.....	55
13. SÓLIDOS TOTALES FIJOS.....	56

14. SÓLIDOS DISUELTOS	57
15. DETERGENTES	58
16. FÓSFORO TOTAL.....	62
17. TURBIEDAD.....	66
18. ANÁLISIS CON KIT DE HACH.....	68
AMONIO	68
ALUMINIO	70
CARBONO ORGÁNICO TOTAL	72
CLORO RESIDUAL	75
COBRE	77
CROMO HEXAVALENTE.....	79
CROMO TOTAL.....	81
FLUORUROS	83
HIERRO.....	85
MANGANESO	87
ZINC	89
DISPOSICIÓN DE RESIDUOS DE ANALISIS CON KIT DE HACH.....	91
19. NITRÓGENO TOTAL	91
20. AMONIO MÉTODO KJELDAHL.....	95
21. SULFATOS	98
MÉTODO COLORIMÉTRICO.....	98
MÉTODO GRAVIMÉTRICO	100
22. FOSFATOS.....	103
23. NITRITOS	106
24. NITRATOS.....	109
25. pH (Parámetro Acreditado).....	112
26. GRASAS Y ACEITES (Parámetro Acreditado).....	115
27. SÓLIDOS TOTALES (Parámetro Acreditado)	120
28. SÓLIDOS VOLÁTILES	124
29. SÓLIDOS SUSPENDIDOS (Parámetro Acreditado).....	127
30. SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES.....	131
31. SÓLIDOS SEDIMENTALES.....	135
32. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) (Parámetro Acreditado)	138
33. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (Parámetro Acreditado).....	142
34. OXÍGENO DISUELTO.....	153

35. BORO	157
36. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO: COLIFORMES TOTALES, FECALES Y MESÓFILOS	161
V. MÉTODOS DE FIJACIÓN DE PRECIOS	166
VI. SELECCIÓN FINAL DE PRECIOS	172
9. CONCLUSIONES.....	174
10. RECOMENDACIONES	176
REFERENCIAS	177
BIBLIOGRAFÍA.....	179

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Volumen de Trabajo.....	18
Gráfico 2: Tiempo de Análisis de los Parámetros del Paquete de Análisis Físicoquímico y Microbiológico Completo para Agua Potable	20
Gráfico 3: Tiempo de Análisis de los Parámetros de Acuerdo a los Diez Parámetros más Solicitados por los Usuarios.....	19
Gráfico 4: Costos Asociados al Parámetro Acidez.....	31
Gráfico 5: Precios de Competidores para el Parámetro Acidez	32
Gráfico 6: Costos Asociados al Parámetro Alcalinidad	34
Gráfico 7: Precios de Competidores para el Parámetro Alcalinidad	34
Gráfico 8: Costos Asociados al Parámetro Color Aparente	37
Gráfico 9: Precios de Competidores para el Parámetro Color Aparente	37
Gráfico 10: Costos Asociados al Parámetro Color Verdadero	39
Gráfico 11: Precios de Competidores para el Parámetro Color Verdadero.....	40
Gráfico 12: Costos Asociados al Parámetro Cloruros	42
Gráfico 13: Precios de Competidores para el Parámetro Cloruros.....	42
Gráfico 14: Costos Asociados al Parámetro Conductividad	44
Gráfico 15: Precios de Competidores para el Parámetro Conductividad	45
Gráfico 16: Costos Asociados al Parámetro Dióxido de Carbono	47
Gráfico 17: Costos Asociados al Parámetro Dureza Total	49
Gráfico 18: Precios de Competidores para el Parámetro Dureza Total.....	50
Gráfico 19: Costos Asociados al Parámetro Dureza Calcio	52
Gráfico 20: Precios de Competidores para el Parámetro Dureza Calcio.....	52
Gráfico 21: Precios de Competidores para el Parámetro Dureza Magnesio	54
Gráfico 22: Precios de Competidores para el Parámetro Calcio	55
Gráfico 23: Precios de Competidores para el Parámetro Magnesio	56
Gráfico 24: Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Totales Fijos.....	57
Gráfico 25: Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Disueltos.....	58
Gráfico 26: Costos Asociados al Parámetro Detergentes.....	61
Gráfico 27: Precios de Competidores para el Parámetro Detergentes.....	62
Gráfico 28: Costos Asociados al Parámetro Fósforo Total	65

Gráfico 29: Precios de Competidores para el Parámetro Fósforo Total.....	65
Gráfico 30: Costos Asociados al Parámetro Turbiedad.....	67
Gráfico 31: Precios de Competidores para el Parámetro Turbiedad	68
Gráfico 32: Costos Asociados al Parámetro Amonio.....	69
Gráfico 33: Precios de Competidores para el Parámetro Amonio.....	70
Gráfico 34: Costos Asociados al Parámetro Aluminio.....	71
Gráfico 35: Precios de Competidores para el Parámetro Aluminio	72
Gráfico 36: Costos Asociados al Parámetro Carbono Orgánico Total.....	74
Gráfico 37: Precios de Competidores para el Parámetro Carbono Orgánico Total.....	74
Gráfico 38: Costos Asociados al Parámetro Cloro Residual.....	76
Gráfico 39: Precios de Competidores para el Parámetro Cloro Residual.....	76
Gráfico 40: Costos Asociados al Parámetro Cobre	78
Gráfico 41: Precios de Competidores para el Parámetro Cobre.....	78
Gráfico 42: Costos Asociados al Parámetro Cromo Hexavalente	80
Gráfico 43: Precios de Competidores para el Parámetro Cromo IV	80
Gráfico 44: Costos Asociados al Parámetro Cromo Total	82
Gráfico 45: Precios de Competidores para el Parámetro Cromo Total	83
Gráfico 46: Costos Asociados al Parámetro Fluoruros	84
Gráfico 47: Precios de Competidores para el Parámetro Fluoruros	85
Gráfico 48: Costos Asociados al Parámetro Hierro.....	86
Gráfico 49: Precios de Competidores para el Parámetro Hierro	86
Gráfico 50: Costos Asociados al Parámetro Manganeso.....	88
Gráfico 51: Precios de Competidores para el Parámetro Manganeso	88
Gráfico 52: Costos Asociados al Parámetro Zinc.....	90
Gráfico 53: Precios de Competidores para el Parámetro Zinc	90
Gráfico 54: Costos Asociados al Parámetro Nitrógeno Total	94
Gráfico 55: Precios de Competidores para el Parámetro Nitrógeno Total.....	95
Gráfico 56: Costos Asociados al Parámetro Amonio.....	97
Gráfico 57: Precios de Competidores para el Parámetro Amonio.....	98
Gráfico 58: Precios de Competidores para el Parámetro Sulfatos.....	103
Gráfico 59: Costos Asociados al Parámetro Fosfatos	105

Gráfico 60: Precios de Competidores para el Parámetro Fosfatos	106
Gráfico 61: Costos Asociados al Parámetro Nitritos.....	108
Gráfico 62: Precios de Competidores para el Parámetro Nitritos	109
Gráfico 63: Costos Asociados al Parámetro Nitratos	111
Gráfico 64: Precios de Competidores para el Parámetro Nitratos.....	112
Gráfico 65: Costos Asociados al Parámetro pH.....	114
Gráfico 66: Precios de Competidores para el Parámetro pH.....	115
Gráfico 67: Costos Asociados al Parámetro Grasas y Aceites	119
Gráfico 68: Precios de Competidores para el Parámetro Grasas y Aceites.....	120
Gráfico 69: Costos Asociados al Parámetro Sólidos Totales	123
Gráfico 70: Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Totales.....	124
Gráfico 71: Costos Asociados al Parámetro Sólidos Volátiles	126
Gráfico 72: Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Volátiles	127
Gráfico 73: Costos Asociados al Parámetro Sólidos Suspendidos.....	131
Gráfico 74: Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Suspendidos	131
Gráfico 75: Costos Asociados al Parámetro Sólidos Suspendidos.....	135
Gráfico 76: Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Suspendidos Volátiles ..	135
Gráfico 77: Costos Asociados al Parámetro Sólidos Sedimentales.....	137
Gráfico 78: Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Sedimentales	137
Gráfico 79: Costos Asociados al Parámetro DQO	141
Gráfico 80: Precios de Competidores para el Parámetro Demanda Química de Oxígeno .	141
Gráfico 81: Costos Asociados al Parámetro DQO	153
Gráfico 82: Precios de Competidores para el Parámetro DBO ₅	153
Gráfico 83: Costos Asociados al Parámetro Oxígeno Disuelto.....	156
Gráfico 84: Precios de Competidores para el Parámetro Oxígeno Disuelto	157
Gráfico 85: Costos Asociados al Parámetro Boro	160
Gráfico 86: Precios de Competidores para el Parámetro Boro.....	160
Gráfico 87: Costo Unitario de los Parámetros Microbiológicos	165
Gráfico 88: Estimación de Ingresos y Beneficios - Año 2017	171

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Usuarios del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño por Actividad Productiva	17
Tabla 2: Salarios Mensuales Proyectados para el año 2017.....	23
Tabla 3: Costo Total del bloque de Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño Sede Torobajo.	25
Tabla 4: Costos de Funcionamiento del laboratorio de Análisis Químico y Aguas Año 2017.....	26
Tabla 5: Asignación Mensual de costos Administrativos, de Aseo y Vigilancia.....	27
Tabla 6: Laboratorios de Análisis Químico y Microbiológico de Agua para Consumo Humano	29
Tabla 7: Costo Unitario del Parámetro Dureza Magnesio.....	53
Tabla 8: Costo Unitario del Parámetro Sulfatos.....	102
Tabla 9: Volumen aproximado de muestra necesario para obtener un Residuo entre 2.5 mg y 200 mg.....	129
Tabla 10: Cantidades de Reactivos y Muestra.....	139
Tabla 11: Criterios de Aceptación de las condiciones Ambientales	148
Tabla 12: Costo Unitario de los Parámetros Coliformes Totales, Coliformes Fecales y Mesófilos.....	164
Tabla 13: Fijación de Precios de los Servicios Ofertados por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas	168
Tabla 14: Estimación de Costos del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, 2017	169
Tabla 15: Tarifas para Paquetes de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos.....	173

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Parámetros Analizados 2015 – 2017p.....	180
ANEXO 2: Salarios del Personal del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas.....	181

1. INTRODUCCIÓN

El incremento de la competencia, obliga a las empresas a prestar especial atención a un cliente cada vez más exigente, mejor informado y que por lo tanto, exige una mayor calidad a un menor precio.

Por esta razón, nace la importancia de la determinación de precios para cada servicio ofrecido por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, la cual incrementa cada día, debido al desconocimiento de los costos reales en los que se incurre al realizar los diferentes tipos de análisis y el nivel de rentabilidad del laboratorio, lo cual es consecuencia de la falta de un sistema de costeo.

Así, al ser los precios la clave de los ingresos y al mismo tiempo para las utilidades de una empresa, deberían ser capaces de cubrir los costos en los que incurre para la elaboración del bien o la prestación de un servicio, además de incluir un rendimiento justo por el riesgo y esfuerzo.

De aquí la importancia de la determinación de los costos, ya que estos permitirán conocer el precio real de cada prueba al relacionar los tres elementos del costo: materiales y suministros, mano de obra directa e indirecta y los gastos generales, a partir de los cuales se podrá determinar el porcentaje real de rentabilidad de cada una de las pruebas realizadas en el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, al comparar los datos de costos obtenidos con las tarifas establecidas en la actualidad.

Además, la variable precio es también un determinante principal de la demanda, lo que implica que su nivel afecta la posición competitiva de la empresa y su participación en el mercado, de forma que su análisis permitirá identificar aspectos asociados a la oferta y demanda de estos servicios, lo cual en última instancia, permitirá estructurar una propuesta de tarifas

diferenciales acordes a la misión institucional y que respondan a los principios de eficiencia, calidad y sostenibilidad en la prestación del servicio.

2. JUSTIFICACIÓN

La Sección de Laboratorios de la Universidad de Nariño, es una unidad académica – administrativa que coordina y administra la prestación de los servicios de laboratorios, para los cuales, aún no se ha realizado un análisis económico respecto a los costos por los servicios que ésta ofrece y por lo tanto, tampoco se tiene certeza de la idoneidad del plan de tarifas que se está manejando, de forma que el presente estudio se fundamenta en estas necesidades.

Dentro de esta unidad, se encuentra el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, al cual se le otorga una mayor importancia, puesto que se encuentra acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) según la Resolución 3566 del 11 de diciembre de 2014 para parámetros pH, sólidos totales, sólidos suspendidos, grasos y aceites, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y demanda química de oxígeno (DQO) y por esta razón ha sido escogido como objeto de éste estudio.

De esta forma, este estudio se centra en la determinación de los costos asociados a cada uno de los servicios de análisis químico de aguas, tales como la mano de obra, reactivos, vidriería, mantenimiento y calibración, depreciación y reposición de equipos, control de calidad analítico, entre otros, con el fin de determinar su precio de coste y la rentabilidad de las tarifas actuales. Además, a partir de un análisis del mercado, se identificarán aspectos asociados a la oferta y demanda de este tipo de servicios, para finalmente, a partir de la información recolectada, desarrollar una propuesta de tarifas diferenciales acordes a la misión institucional y que respondan a los principios de eficiencia, calidad y sostenibilidad en la prestación del servicio.

De esta forma, este estudio se convierte en un valioso aporte para la Sección de Laboratorios de la Universidad de Nariño, ya que facilitará la reproducción del análisis hacia los demás laboratorios de docencia y proyección social, permitirá desarrollar estrategias

encaminadas hacia la optimización en la prestación de sus servicios y a su vez, contribuirá en el proceso de Acreditación Institucional.

3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En primer lugar, el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, no tiene un sistema contable, de forma que no fue posible determinar los ingresos anuales del laboratorio de forma precisa, aunque se realizó una estimación a partir de los reportes de análisis de muestras y el formato del indicador de Cobertura de código LBE-PRS-FR-199, en el cual se registran aspectos relacionados con la labor que realiza el Laboratorio, incluyendo la cantidad de muestras analizadas, el tipo de usuario, el valor del servicio y otro tipo de información de interés del laboratorio, aunque se pudo evidenciar que en muchos casos estaba mal diligenciada.

En segundo lugar, no existe un sistema de inventarios. La oficina de Depósito de Reactivos se encarga de enviar y registrar el ingreso de este tipo de suministros al Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, sin embargo, al ser recibidos, dejan de tener seguimiento. Además, el sistema utilizado promedia el costo de los reactivos de un mismo tipo a lo largo de los años, de tal forma que no fue posible conocer el costo real de su adquisición. En este sentido, existen grandes dificultades para determinar con exactitud la cantidad y costo de los reactivos que se han utilizado en un periodo determinado.

Adicionalmente, únicamente se pudo acceder a datos del Laboratorio para los años 2015 y 2016, situación que en gran medida limitó el alcance del análisis, ya que resultó ser un obstáculo significativo para encontrar una tendencia, generalización o relación significativa que permitiera realizar proyecciones.

En tercer lugar, el bloque de la Sección de Laboratorios Especializados no cuenta con medidores independientes de agua y energía, de modo que la determinación de estos costos se vuelve especialmente complicada y más aún, si se tiene en cuenta que en él funcionan cinco laboratorios diferentes.

Finalmente, en un entorno empresarial tan competitivo como el vigente en la actualidad, el acceso a la información es especialmente complicado, pues esta se constituye a menudo como una importante ventaja competitiva en el mercado. En este sentido, los competidores, especialmente del sector privado, manifestaron no estar dispuestos a compartir información relacionada a los productos y servicios que ofrecen, argumentando la violación a los procedimientos internos de la organización que esto supondría.

De esta forma, la falta de datos disponibles, sumado a la inexistencia de estudios previos, fueron las principales dificultades para el desarrollo de este estudio.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Para la Sección de Laboratorios de la Universidad de Nariño, dentro de los cuales se encuentra el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, desde que iniciaron su funcionamiento, no se ha realizado un análisis económico respecto a los costos por los servicios prestados, los costos de análisis de muestras, el costo por cada uno de los estudiantes que hacen uso de los laboratorios de docencia, ni mucho menos los beneficios, tanto financieros como sociales y académicos, derivados de sus operaciones.

Adicionalmente, con respecto a los precios establecidos para los servicios que estos laboratorios prestan al público en general, el último plan de tarifas fue modificado en el año 2011 teniendo como referencia el Índice de Precios al Consumidor, por lo cual estas no son acordes a los costos que representan, no están en el rango de precios que establece el mercado y mucho menos, reflejan el esfuerzo y valor agregado que le otorga el reconocimiento institucional y la calidad de los procedimientos que se llevan a cabo dentro del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, lo cual se refleja en la acreditación del Laboratorio otorgada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, situación que está generando pérdidas significativas para la Universidad de Nariño.

5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Este estudio, pretende determinar costos asociados a los servicios ofertados por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, además de realizar un análisis del mercado de este tipo de productos, con el propósito de diseñar una propuesta de tarifas diferenciales que aseguren su eficiencia, calidad y sostenibilidad.

Por esta razón, las preguntas a responder dentro de este estudio son las siguientes:

5.1 PREGUNTA GENERAL:

¿Qué nivel de tarifas es acorde con la misión institucional y a la vez compatible con los principios de eficiencia, calidad y sostenibilidad en la prestación de los servicios de análisis químico de aguas?

5.2 PREGUNTAS ESPECÍFICAS:

¿Cuáles son los costos asociados a cada uno de los parámetros ofrecidos por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño?

¿Cuál es la oferta y la demanda de servicios de análisis químico de aguas?

¿Qué nivel de precios es adecuado para cada uno de los parámetros asociados al análisis de muestras de aguas?

¿Cuál sería la rentabilidad de las nuevas tarifas propuestas a partir de este estudio?

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar una propuesta de tarifas diferenciales acordes con la misión institucional y compatibles con los principios de eficiencia, calidad y sostenibilidad en la prestación de los servicios de análisis químico de aguas.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los costos asociados a cada uno de los servicios que presta el Laboratorio de Análisis Químico de Aguas de la Universidad de Nariño.
- Realizar un análisis del mercado para los servicios de análisis químico de aguas.
- Determinar un sistema de tarifas para el Laboratorio de Análisis Químico de Aguas de la Universidad de Nariño.
- Determinar el margen de contribución de las tarifas propuestas.
- Socializar los resultados obtenidos a partir de este estudio ante los directivos de la Sección de Laboratorios y de la Universidad de Nariño.

7. MARCO DE REFERENCIA

7.1 MARCO CONTEXTUAL

Este estudio se desarrolla en la Sección de Laboratorios de la Universidad de Nariño, la cual es una unidad académica – administrativa que coordina y administra la prestación de los servicios de laboratorios y cuyo objetivo central, es apoyar con calidad y compromiso social, los procesos misionales de docencia, investigación y proyección social, de forma que esta Sección, integra la educación e investigación universitaria a las necesidades regionales y nacionales.

Esta Sección tiene su origen en el año 1962, en el cual se crearon los laboratorios del Instituto Tecnológico Agrícola (ITA) (Actualmente Facultad de Ciencias Agrícolas). Más tarde, la Facultad de Educación creó otros laboratorios para apoyar los programas de licenciatura en física, matemáticas, biología y química y desde entonces, estos han ayudado en las tareas de apoyar las actividades de docencia, confrontar la teoría con la práctica y han facilitado el desarrollo de investigaciones y trabajos de grado (Universidad de Nariño, 2013).

En aquella época, cada facultad administraba sus laboratorios y les suministraba lo necesario para funcionar, sin embargo, esto cambió en el año 1980, cuando el Consejo Superior Universitario creó la Sección de Laboratorios y Equipos, mediante el acuerdo No. 1270 de diciembre 21 de 1970, el cual, al mismo tiempo, establece que el manejo de los servicios de laboratorios y su coordinación se hará de forma centralizada, decisión que fue tomada buscando la optimización del talento humano y un mejor aprovechamiento de los recursos físicos (Universidad de Nariño, 2013).

En 1985, la Sección de Laboratorios se vinculó a las actividades económicas y sociales de la región, prestando servicios de análisis y asesoría técnica relacionada con ensayos y pruebas de laboratorio en las áreas de análisis químico y aguas, análisis bromatológico y análisis de suelos.

No obstante, la Sección no administraba los recursos que generaba por este concepto (Universidad de Nariño, 2013).

En la búsqueda de una mayor eficiencia, eficacia y efectividad en la prestación de los servicios, el Consejo Superior Universitario creó el Fondo de Laboratorios mediante Acuerdo No. 226 de 1995, el cual le ha permitido a la Sección de Laboratorios administrar sus propios recursos y reinvertir los ingresos que obtiene (Universidad de Nariño, 2013).

En el año 2008, la Sección de Laboratorios amplió sus servicios a las áreas de insumos agrícolas, microbiología y control de calidad de alimentos, histopatología, suelos y materiales de construcción.

El Consejo Superior Universitario, en el año 2010, determinó que el rector, en coordinación con la jefatura de la Sección de Laboratorios, autorizaría las tarifas de los servicios de laboratorios, tarea que por muchos años fue competencia del Consejo Superior.

En 2011, la Sección de Laboratorios logró que el Laboratorio de Bromatología y Abonos Orgánicos fuera certificado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) Resolución No. 003540 del 8 de noviembre del 2010 y que el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas fuera Acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Resolución No. 0042 del 25 de enero del 2011 (Universidad de Nariño, 2013).

7.2 MARCO CONCEPTUAL

Existen un conjunto de términos técnicos del área de química que son importantes mencionar para lograr un mayor entendimiento. A continuación, se presenta el glosario de éstos acompañados de una breve explicación:

- **Parámetro:** “Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad física, química y biológica del agua” (Ramos, Sepúlveda & Villalobos, 2003, p18).
- **Analito:** Componente (elemento, compuesto o ion) de interés analítico de una muestra. (Analito, s.f).
- **Reactivo:** Sustancia utilizada en ensayos y análisis químicos que, por su capacidad de provocar determinadas reacciones, permite revelar la presencia o medir la cantidad de otra sustancia (Oxford Dictionaries, s.f).
- **Solución:** Mezcla homogénea de dos o más reactivos (Fiad, 2009).
- **Blanco:** “Agua reactivo (...) que no contiene, por adición deliberada, la presencia de ningún analito o sustancia por determinar, pero que contiene los mismos disolventes y reactivos y se somete al mismo procedimiento analítico que la muestra problema” (Ramos, Sepúlveda & Villalobos, 2003, p14). Generalmente, se utiliza Agua Tipo II y se analiza con el propósito de eliminar lecturas provenientes de las interferencias dadas por solventes y otras impurezas que pueden afectar el valor real del análisis.
- **Patrón:** Disolución estable que contiene una concentración conocida de un elemento o sustancia específica que se emplea para valorar la concentración de otras soluciones (Rojas & Galano, s.f).
- **Muestra:** Cantidad limitada representativa del total de una sustancia o material, que se toma o separa con el propósito de ser sometida a estudio, análisis o experimentación (Oxford Dictionaries, s.f).
- **Duplicado:** Como su nombre lo indica, es una alícuota de la misma muestra, la cual se analiza con el propósito de verificar los resultados.

- **Aforar:** Llevar el volumen de un líquido contenido en un recipiente especial, hasta una marca o aforo (Oxford Dictionaries, s.f).
- **Absorbancia:** Cantidad de luz que es absorbida por una muestra (Moore, 2005).
- **Extrapolar:** Estimar el valor de una variable en función a un conjunto de magnitudes relacionadas (Real Academia Española, 2014).
- **Agua Cruda:** Agua que no ha recibido ningún tipo de tratamiento y que generalmente se encuentra en fuentes y reservas de agua naturales (Agua Bruta, s.f).
- **Agua Potable:** “Aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos, y que no causa efectos nocivos al ser humano” (Ramos, Sepúlveda & Villalobos, 2003, p13).
- **Agua Residual:** Líquido de composición variada proveniente de usos municipal, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de cualquier otra índole, ya sea pública o privada, y que por ese motivo haya sufrido degradación o alteración en su calidad original (Ramos, Sepúlveda & Villalobos, 2003, p13).
- **Lixiviado:** Líquidos que se forman como resultado de pasar a través de un sólido y que arrastran distintas partículas de los sólidos que atraviesa (Najera, s.f).
- **Titulación:** Método de análisis químico cuantitativo que se emplea para determinar con exactitud la concentración de una solución mediante la reacción con una solución de concentración conocida (Fiad, 2009).
- **Inóculo:** Suspensión de microorganismos vivos que se han adaptado para reproducirse en un medio específico (Ramos, Sepúlveda & Villalobos, 2003, p16).
- **Tarar:** Pesar un recipiente antes de ser utilizado en un experimento (Vega & Konigsberg, 2004).

- **Solución Tampón:** También denominada solución reguladora o buffer, “es aquella que se opone a grandes cambios de pH, debidos a la dilución o adición de ácidos o bases fuertes” (Vega & Konigsberg, 2004, p197).
- **Curva de Calibración:** Método empleado en química analítica para determinar la concentración de una sustancia en una muestra (Villanueva & Dosal, 2008).
- **Espectrometría:** Método instrumental empleado en química analítica basado en la interacción de la radiación electromagnética, u otras partículas, con un analito para identificarlo o determinar su concentración (Método Espectrométrico, s.f).

8. MÉTODOLÓGÍA Y DESARROLLO DEL ESTUDIO

Para establecer la política de precios del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, se consideraron diversos factores, los cuales se analizaron de acuerdo a las siguientes etapas:

I. OBJETIVO DE FIJACIÓN DE PRECIOS

Los precios tienen efectos directos sobre los beneficios, los cuales hacen referencia a si estos son capaces de cubrir el costo de fabricar un producto. En la Sección de Laboratorios de la Universidad de Nariño, no se realizó un análisis económico respecto a los costos por los servicios que ésta ofrece y por lo tanto, tampoco se tiene certeza de la idoneidad del plan de tarifas que se está manejando. De esta forma, el objetivo es determinar un sistema de precios eficiente, que garantice la calidad y sostenibilidad de la prestación de los servicios de análisis químico de aguas.

II. OFERTA Y DEMANDA DE LOS SERVICIOS PRESTADOS POR EL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS

El agua es un componente de la naturaleza que ha estado presente en el planeta Tierra desde hace más de 3000 millones de años y que ocupa tres cuartas partes de su superficie. De esta proporción, el agua dulce sólo representa el 2.5% (PNUMA, 2007), aunque menos del 1% está disponible para satisfacer crecientes las necesidades humanas, ya que la mayor parte de ésta se encuentra en forma de hielo (Borràs, 2003).

El incremento de la producción industrial y agropecuaria, registrado en todo el mundo, no sólo representa un aumento de desechos descargados en los cuerpos acuíferos receptores, sino también la adición de nuevos contaminantes (Cardona, 2011). De esta manera, los servicios de análisis químico de aguas, se constituyen en una herramienta para determinar la contaminación

industrial, agrícola y doméstica de las fuentes abastecedoras existentes y permiten desarrollar acciones encaminadas a la protección de tan valioso recurso.

A. DEMANDA DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

La Sección de Laboratorios de la Universidad de Nariño, se constituye como una unidad académica-administrativa que coordina y administra la prestación de servicios de laboratorio, cuyo objetivo central es apoyar con calidad y compromiso social, los procesos misionales de docencia, investigación y proyección social, de forma que esta sección, integra la educación e investigación universitarias a las necesidades regionales y nacionales.

Dentro de ella se encuentra el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, el cual, además de contribuir con los procesos de enseñanza-aprendizaje, apoya el seguimiento, control y vigilancia del Patrimonio Hídrico del departamento de Nariño, tareas que pueden ser desarrolladas por todas aquellas personas naturales o jurídicas a las que les interesa la calidad de este recurso, entre ellas, especialmente, la Corporación Autónoma Regional de Nariño “CORPONARIÑO”, la cual tiene la obligación de “(...) efectuar Programas de Monitoreo de las fuentes hídricas” (Decreto 3100, 2003, p15), bajo los criterios de conocimiento y evaluación de la calidad del agua, según lo requerido en el marco de la normatividad ambiental dentro de las obligaciones del artículo 31 de la ley 99 de 1993 y la ejecución de procesos de ordenamiento de calidad del recurso hídrico desarrollados en corrientes priorizadas, así como dar cumplimiento al Decreto 3930 de 2010 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y otras disposiciones.

El Laboratorio tiene identificados a 536 usuarios potenciales, ubicados en los 64 municipios del departamento, principalmente, en la ciudad de Pasto (38%), Chachagüí (14%), Tumaco (8%) y La Unión (4%).

Tabla 1

Usuarios del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño por Actividad Productiva

<i>Actividad Productiva</i>	<i>%</i>
Unidad Residencial	23,32%
Estación de Servicios	24,07%
Servicios (Restaurantes, Hoteles, Centros Recreacionales, entre otros)	6,53%
Minería	6,16%
Producción Avícola	5,78%
Instituciones Oficiales	5,60%
Construcción	5,41%
Lácteos	5,41%
Matanza de ganado, preparación y conservación de carne	3,36%
Curtiembre	2,24%
Producción Porcina	2,05%
Otros	10,07%

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, 2017.

Adicionalmente, dentro de la demanda potencial, se puede incluir a las 192 empresas, juntas y asociaciones de acueducto y alcantarillado que existen en el departamento. Algunas de ellas, como por ejemplo EMPOALBAN y EMSAN envían muestras mensualmente al laboratorio para que sean analizadas con el propósito de dar cumplimiento a las normas establecidas en cuanto a la calidad del agua potable se refieren.

En este orden de ideas, al dar cumplimiento a sus funciones, el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, en el año 2015, prestó servicios por un valor de \$180.612.424, los cuales corresponden al análisis de 1541 muestras con un total de 13.293 parámetros. Por su parte, en el año 2016 se determinaron 12.526 parámetros, para un total de 928 muestras, lo cual le significó al laboratorio unos ingresos de \$216.922.798.

En total, se atendieron solicitudes de 54 de los 64 municipios que conforman al departamento de Nariño, siendo Pasto el que cuenta con el mayor porcentaje con un 38%, seguido de Sandoná con el 11%, Belén con el 4% y Albán con el 3%. El 41% está integrado por municipios como Tumaco, Sapuyes, Tumaco, Cumbal, Santacruz, Túquerres, Consacá,

Guachucal, Pupiales, San Lorenzo, Policarpa, Buesaco, Ipiales, Tangua, Ricaurte, Potosí, entre otros, los cuales en promedio realizan al menos dos solicitudes de servicios de análisis de aguas al año. Finalmente, el 3% restante corresponde a servicios prestados a usuarios del departamento de Putumayo.

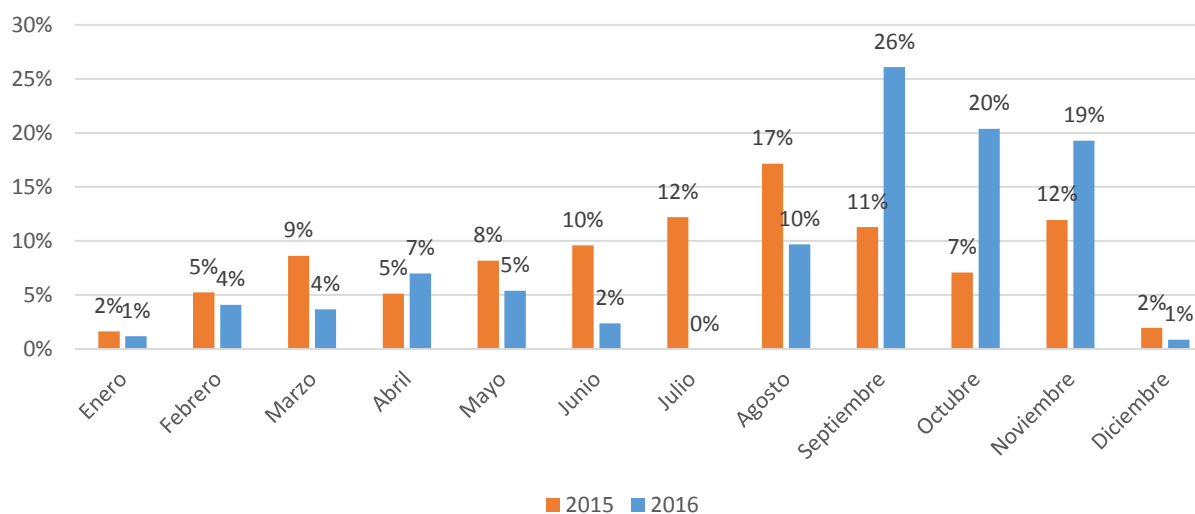


Gráfico 1. Volumen de Trabajo del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas
Fuente: Laboratorio de Análisis Químico y Aguas - Indicador de Cobertura, 2016.

A su vez, en promedio, para los años 2015 y 2016, gran parte de los usuarios fueron externos, entre los que se encuentran empresas oficiales con un 70%, usuarios particulares con el 15% y empresas particulares con el 5%. El 10% restante fueron usuarios internos, quienes recibieron apoyo por parte de la Sección de Laboratorios para el desarrollo de investigaciones y trabajos de grado.

Como era de esperar, el principal usuario externo del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas es CORPONARIÑO, en el marco acuerdos interdisciplinarios con la Universidad de Nariño, para el seguimiento a las fuentes hídricas priorizadas por la corporación, la cual, en 2015, contrató servicios por valor de \$61.008.906 para el análisis de 401 muestras, mientras que en 2016 solicitó el análisis de 356 muestras que representaron unos ingresos de \$154.316.437, es

decir que, para este periodo de análisis, en promedio, más del 50% del total de las ventas del laboratorio provienen de los contratos con esta entidad.

B. OFERTA DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

Actualmente, el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas está en capacidad de realizar 47 pruebas diferentes a muestras de agua potable, cruda, residual o lixiviados.

Se determinó la capacidad operativa del laboratorio, con el propósito de calcular su capacidad utilizada y su potencial, aunque, debido a que la diferencia en el tiempo de análisis de cada parámetro y a que diferentes combinaciones de ellos conllevarían a resultados diferentes, el cálculo de la capacidad operativa, se realizó a partir de dos supuestos que conllevaron a dos resultados similares. El primero de ellos, incluye una estimación a partir de los diez parámetros más solicitados por los usuarios, mientras que la segunda estimación se realiza bajo el supuesto de que los usuarios únicamente solicitan el paquete de Análisis Físicoquímico y Microbiológico Completo para Agua Potable, el cual está compuesto por veinticuatro parámetros. Los resultados se encuentran a continuación:

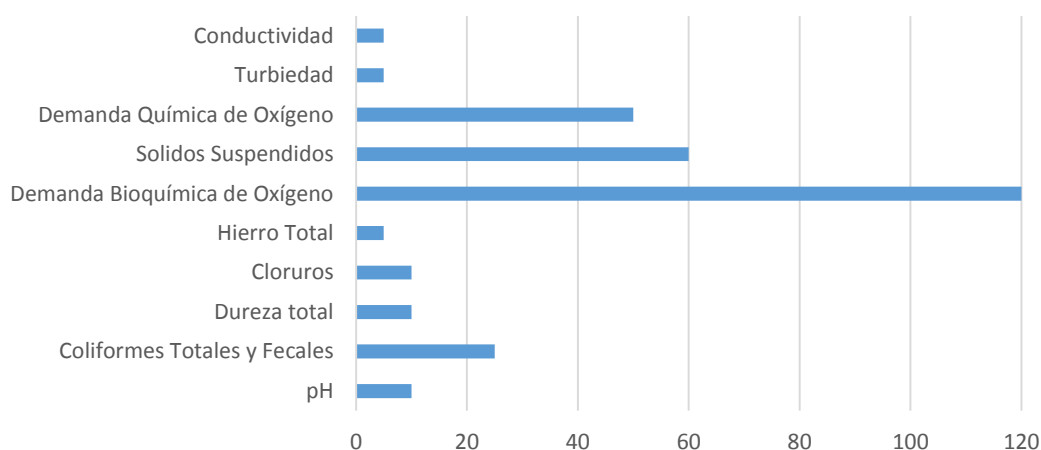


Gráfico 2. Tiempo de Análisis de los Parámetros de Acuerdo a los Diez Parámetros más Solicitados por los Usuarios

Fuente: Esta Investigación.

Al calcular la capacidad operativa del laboratorio a partir de los diez parámetros más solicitados por los usuarios, se encuentra que el tiempo total empleado es de cuatro horas, para un total estimado de 8.880 parámetros analizados en un año.

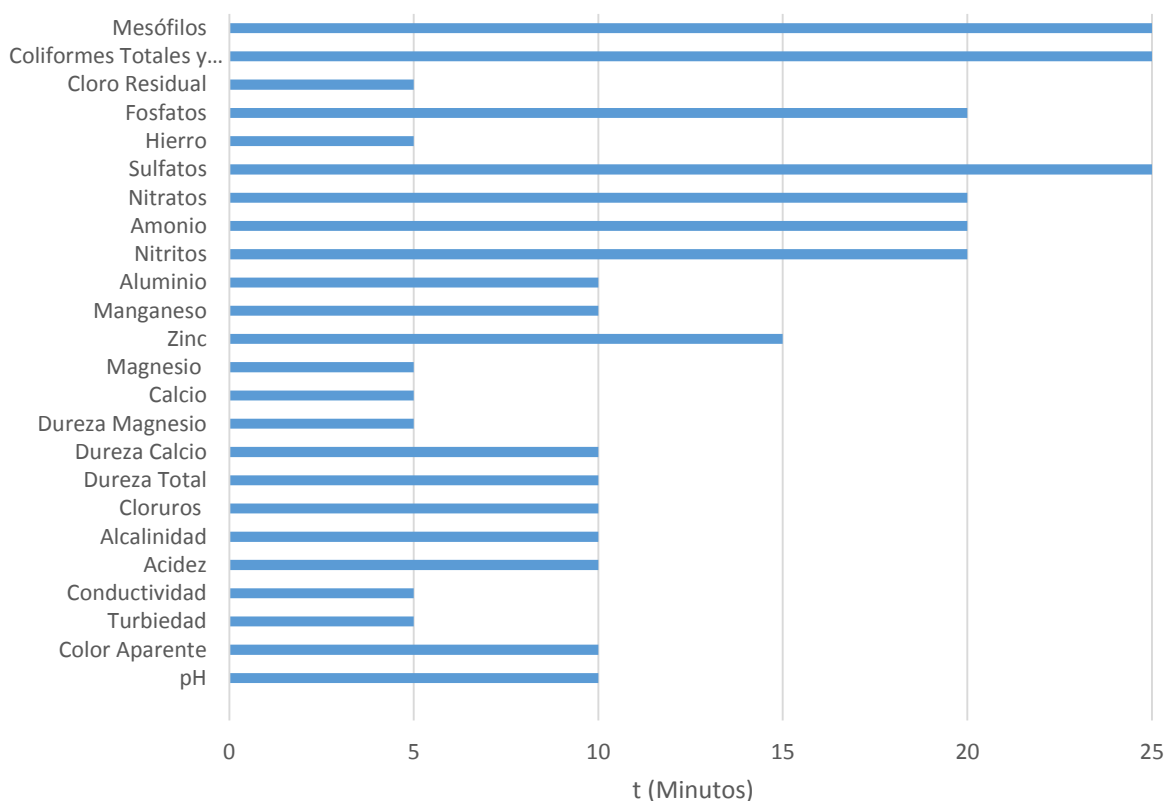


Gráfico 3. Tiempo de Análisis de los Parámetros del Paquete de Análisis Físicoquímico y Microbiológico Completo para Agua Potable
Fuente: Esta Investigación.

Por otro lado, el análisis del Paquete de Análisis Físicoquímico y Microbiológico Completo, para una muestra de agua potable, requiere de cuatro horas, de forma que, al tener en cuenta que en las instalaciones se cuenta con dos laboratoristas que trabajan ocho horas diarias, se podría realizar estas pruebas a un total de cuatro muestras en un día, lo que en un año equivale a 880 muestras y un total de 21.120 parámetros analizados.

En este sentido, aun cuando la cantidad de tiempo empleado es el mismo, la cantidad de ensayos realizados varía significativamente, de tal forma que, para tener una mayor

aproximación a la capacidad operativa del laboratorio, se tuvieron en cuenta los resultados de ventas de los años 2015 y 2016¹, a partir de los cuales, se pudo establecer que el laboratorio tiene la capacidad para analizar aproximadamente 15.000 parámetros al año, es decir, un promedio de 1.500 muestras en el mismo periodo de tiempo, de forma que se puede afirmar que el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, opera a un promedio del 86% de su capacidad.

III. ASPECTOS FUNDAMENTALES RELACIONADOS CON LA ESTIMACION DE COSTOS

Teniendo en cuenta que los costos representan el precio mínimo a los cuales una empresa estaría dispuesta a ofrecer sus productos al público, se procedió a su estimación, para lo cual, se analizó el protocolo de cada uno de los parámetros ofertados por el Laboratorio, con el propósito de determinar sus requerimientos para después expresarlos en términos monetarios.

Cabe resaltar que, dada la complejidad de los procedimientos de cada uno de los parámetros, se presentaron inconvenientes a la hora de contabilizar sus costos, sin embargo, se incluyó el mayor número de criterios al análisis, lo cual permitió obtener unos resultados similares a los precios de los competidores.

Al mismo tiempo, para simplificar el análisis, se formularon los siguientes supuestos:

- En el año se analizará un total de 13.000 parámetros, cifra que fue estimada a partir de la capacidad operativa del Laboratorio y de los resultados de ventas de los años 2015 y 2016.
- Para una muestra determinada, se analiza un solo parámetro siguiendo el Sistema Integrado de Gestión de Calidad, el cual exige la ejecución de un conjunto de controles que permiten garantizar la validez y precisión de los resultados.

¹ Ver Anexo 1: Parámetros Analizados 2015 - 2017

- Los costos fijos se asignan de manera equitativa al total de parámetros que se estima serían analizados en el año 2017.

$$CFu = \frac{\text{Costos Fijos Totales}}{\text{Expectativas de Ventas}}$$

Además, no se incluye en el análisis, la depreciación de aquellos equipos que en términos contables, ya han cumplido su periodo de vida útil, costos que resultaron no ser significativos en términos monetarios y aquellos relacionados con la disposición de residuos tóxicos y el lavado del material de vidriería utilizado.

En términos generales, el costo de cada parámetro se expresa de la siguiente manera:

$$CTp_i = \sum T + S + R + M + E + A$$

Donde:

CTp_i = Costo total del parámetro *i*.

T = Costo del tiempo total empleado en la prestación del servicio.

S = Costo de soluciones químicas requeridas para la determinación del parámetro.

R = Costo de otros reactivos necesarios.

M = Costo de los materiales utilizados.

E = Costos asociados a los equipos empleados en el análisis.

A = Costos Administrativos.

Los elementos necesarios para prestar los servicios de análisis químico de aguas, tales como vidriería, materiales y reactivos, se cotizaron en el mercado y en algunos casos, su costo se tomó de las órdenes de compra realizadas en 2017, de tal forma que este análisis se encuentra a precios del presente año.

Por otra parte, para el cálculo del costo del tiempo total empleado en la prestación de cada servicio, se determinó el salario integral de cada uno de los trabajadores del Laboratorio, el

cual incluye el valor del trabajo ordinario, las prestaciones, primas legales, extralegales, las cesantías y sus intereses, subsidios, suministros en especie y otros beneficios otorgados por la Universidad de Nariño a sus empleados².

El personal del Laboratorio de Análisis Químico de Aguas trabaja 8 horas diarias de lunes a viernes en turnos que van desde las 8:00 a.m. a 12:00 p.m. y de 2:00 a 6:00 p.m. Está compuesto por la coordinadora del mismo, dos laboratoristas encargadas de realizar las diferentes pruebas a las muestras de aguas y una recepcionista de muestras. Adicionalmente, se considera dentro del análisis al jefe y al secretario de la Sección de Laboratorios, aunque al momento de realizar la asignación de su aporte al costo unitario de cada parámetro, se dividió su salario entre el número de laboratorios para los cuales prestan sus servicios.

De acuerdo a la información suministrada por el departamento de Recursos Humanos de la Universidad de Nariño, los salarios proyectados para el año 2017 son los siguientes:

Tabla 2
Salarios Mensuales Proyectados para el año 2017

<i>Cargo</i>	<i>Tipo de Contrato</i>	<i>Salario</i>	<i>Salario Integral</i>
Jefe Sección de Laboratorios	Carrera Administrativa	\$ 2.609.204	\$ 4.801.770
Secretario Sección Laboratorios	Contrato Prestación de Servicios	\$ 1.655.636	\$ 1.755.636
Coordinadora del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas	Contrato Prestación de Servicios	\$ 2.087.488	\$ 2.187.488
Recepcionista del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas	Contrato Prestación de Servicios	\$ 1.154.608	\$ 1.254.608
Técnico Analista del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas	Contrato Laboral	\$ 1.329.541	\$ 2.949.676
Técnico Analista del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas	Contrato Prestación de Servicios	\$ 1.557.504	\$ 1.657.504

Fuente: Esta investigación en base a datos suministrados por el departamento de Recursos Humanos de la Universidad de Nariño.

² Ver Anexo 2: salarios del personal del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas.

Esta información, permite el cálculo del costo del tiempo total empleado en la prestación del servicio de análisis de aguas, para lo cual se tienen en cuenta seis fases:

- A. Cotización de los Servicios del Laboratorio:** La Coordinadora del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas se encarga de responder las solicitudes de los usuarios, realizar una cotización y brindar información acerca del procedimiento a seguir en la prestación del servicio.
- B. Préstamo de Material:** El laboratorista responsable de la recepción de muestras, entrega el material necesario para su recolección, preservación, transporte y custodia y registra la información en el apartado de Préstamo de Material del formato de Muestreo y Aforo de Caudales LBE-PRS-FR-06. Además, el recepcionista comunica al usuario las recomendaciones asociadas con el proceso de recolección de muestras y su cadena de custodia.
- C. Recepción y Remisión de Muestras:** En primer lugar, el recepcionista verifica que las muestras cumplan con las condiciones establecidas por el laboratorio y determina su rechazo o aceptación. Enseguida, procede a su recepción, llevando a cabo un proceso de organización, rotulado, etiquetado y registro en el apartado de Registro de Datos en Campo del formato LBE-PRS-FR-06. Finalmente, las muestras se envían a las áreas de análisis, mediante el registro de remisión código LBE-PRS-FR-143. Todo lo anterior, se realiza de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Instructivo de Manejo de Muestras e Información en el Laboratorio – Matriz Agua LBE-PRS-IN-55.
- D. Análisis de Muestras:** El laboratorista realiza el análisis de los parámetros solicitados para cada muestra y registra los resultados parciales en los formatos de informes de

resultados de las diferentes técnicas utilizadas. En esta etapa se considera el tiempo total real empleado en el análisis de un parámetro para una muestra, es decir, aquel periodo durante el cual el laboratorista está efectivamente ocupado en el tratamiento de la misma. Además, para efectos de este estudio, se realiza el cálculo del costo de esta fase con base al salario de la laboratorista con contrato laboral.

E. Registro de Resultados y Generación de Reporte: Una vez analizada la muestra en el laboratorio, los resultados parciales del análisis de los parámetros solicitados, son enviados a la oficina de recepción para el cálculo del resultado final y la elaboración del formato de Informe de Resultados de código LBE-PRS-FR-26.

Posteriormente, el Informe de Resultados, es revisado minuciosamente por la Coordinadora Técnica del Laboratorio con el propósito de asegurar la no existencia de errores en los resultados de los análisis.

F. Entrega de Resultados: Finalmente, se realiza la impresión y formalización de los resultados y se entregan al usuario acompañados de la encuesta de satisfacción del servicio.

Para establecer el costo de depreciación del área utilizada por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, se tuvo en cuenta la información suministrada por el Fondo de Construcciones de la Universidad de Nariño.

Tabla 3

Costo Total del bloque de Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño, Sede Torobajo

<i>Descripción</i>	<i>Área (m²)</i>	<i>Costo</i>
1° Piso	627,2	\$ 302.184.782
2° Piso	603,5	\$ 290.757.332
Total	1230,7	\$ 592.942.114

Fuente: Fondo de Construcciones Universidad de Nariño, 2017.

Se consideró apropiado promediar el costo del segundo piso del edificio entre el número de laboratorios que desarrollan sus actividades en este, esto debido a que en su mayoría son zonas comunes, es decir, cada laboratorio no posee un área estrictamente definida para llevar a cabo sus operaciones, sino que las realizan en diferentes espacios de esta planta. De este modo, el costo del área utilizada por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas asciende a \$58.151.466, lo cual significa un costo de depreciación anual equivalente a \$2.907.573.

Además, existen costos asociados al funcionamiento del Laboratorio. En primer lugar, se encuentran aquellos asociados con el Programa Interlaboratorio de Control de Calidad del Agua Potable –PICCAP-, y en segundo lugar, los costos de acreditación del Laboratorio.

Tabla 4

Costos de Funcionamiento del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas Año 2017

<i>Descripción</i>	<i>Detalle</i>	<i>Valor</i>	<i>Valor Total</i>
Pruebas Interlaboratorios	Agua Potable	\$ 2.204.000	\$ 10.486.000
	Agua Cruda	\$ 8.282.000	
Auditorias de Acreditación	Externa	\$ 4.680.667	\$ 7.497.333
	Interna	\$ 2.816.667	

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico y Aguas.

Para la asignación del costo unitario de cada parámetro, se recurrió a dividir el valor total de las pruebas interlaboratorios entre el número total de parámetros que se estima serían analizados en el año 2017. Además, los parámetros pH, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Grasas y Aceites y Demandas Química y Bioquímica de Oxígeno, al ser acreditados, generan obligaciones adicionales relacionadas con la auditoria de evaluación de desempeño, las cuales se incluyeron dividiendo su costo total entre la cantidad de análisis estimado de los mismos.

Finalmente, los costos administrativos, de aseo, vigilancia y telefonía, se aplican de forma equivalente realizando un promedio del costo total entre el número de laboratorios que funcionan

en el bloque de Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño, mientras que los costos de energía y agua se calcularon de acuerdo a los requerimientos de cada prueba.

Tabla 5

Asignación Mensual de costos Administrativos, de Aseo y Vigilancia

<i>Asignación</i>	<i>Total Mensual</i>
Cuota de Administración	\$ 655.741
Cuota de Telefonía	\$89.000
Cuota de Vigilancia	\$ 214.151
Cuota de Aseo	\$ 192.373

Fuente: Esta investigación con base a datos suministrados por la Oficina de Recursos Humanos y la Oficina de Servicios Generales de la Universidad de Nariño.

IV. ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS DE LOS SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS

En primer lugar, se presenta el protocolo de análisis de cada parámetro, ya que a partir de éste se realiza la determinación del costo unitario. En seguida, se tienen en cuenta los conceptos de precio mínimo y precio técnico, los cuales constituyen el punto de partida del proceso de fijación de precios, aunque únicamente representan la base de este trabajo, puesto que los límites superiores del precio, son determinados por aspectos del mercado, tales como la demanda y la competencia.

El precio mínimo, es aquel que permite recuperar únicamente los costos variables o valores de reposición de los factores empleados en la producción de forma directa y además, marca el límite por debajo del cual, al Laboratorio, no le interesaría ofrecer sus servicios, salvo casos excepcionales, puesto que fijar un precio inferior, significa no recuperar ni siquiera el valor total de los factores utilizados (De Velasco, 1994). Por otra parte, el precio técnico, corresponde al punto muerto o umbral de rentabilidad para un volumen dado de producción, de forma que el

nivel de ingresos, representa una cantidad equivalente a los costos fijos más los costos variables (De Velasco, 1994). Cabe resaltar, que para este análisis, no se aplicaron los costos fijos sobre las expectativas de ventas individuales de cada parámetro, sino para sumatoria de todos ellos, esto con el propósito de no generar precios demasiado elevados para aquellos servicios que son poco solicitados, como es el caso de cobre y boro, los cuales pueden llegar a ser analizados únicamente en tres ocasiones en un año.

$$\text{Precio M\u00ednimo} = \text{Costo Variable Unitario}$$

$$\text{Precio T\u00e9cnico} = \text{Costo Variable unitario} + \frac{\text{Costes Fijos}}{\text{Expectativas de Ventas}}$$

A su vez, de acuerdo con De Velasco (1994), el punto muerto o situaci\u00f3n de equilibrio de explotaci\u00f3n, se basa en el concepto de contribuci\u00f3n al beneficio, el cual se puede expresar como la diferencia entre el precio y el costo variable unitario, o en t\u00e9rminos relativos, como porcentaje del precio, en cuyo caso se denomina margen de contribuci\u00f3n, el cual representa un exceso de ingresos sobre el costo variable, el cual deber\u00eda cubrir los costos fijos y las utilidades.

$$\text{Mg Contribuci\u00f3n} = \frac{P - CVu}{P}$$

Adem\u00e1s, para complementar el an\u00e1lisis, se incorporan aspectos del mercado, realizado una comparaci\u00f3n de precios con los de otros laboratorios competidores. En este sentido, en el departamento de Nari\u00f1o, de acuerdo con la resoluci\u00f3n 4353 de 2013, siete laboratorios se encuentran autorizados para la realizaci\u00f3n de an\u00e1lisis qu\u00edmico y microbiol\u00f3gico al agua para consumo humano, de los cuales tres est\u00e1n acreditados por el Instituto de Hidrolog\u00eda, Meteorolog\u00eda y Estudios Ambientales. Sin embargo, \u00fanicamente se pudo obtener informaci\u00f3n de la Universidad Mariana y EMPOPASTO, la cual est\u00e1 relacionada con los servicios que prestan y

las tarifas que establecen para cada uno de ellos. Por esta razón, se encontró conveniente analizar la oferta de otras instituciones a nivel nacional, con el fin de comparar sus precios, con los establecidos por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño.

Tabla 6

Laboratorios de Análisis Químico y Microbiológico de Agua para Consumo Humano

<i>Empresa</i>	<i>Ciudad</i>
Empresa de Obras Sanitarias de la Provincia de Obando EMPOOBANDO E.S.P. Laboratorio de Bromatología Salud Pública de Ipiales	Ipiales
Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO S.A E.S.P.* Laboratorio de Análisis Ambiental Universidad Mariana* Laboratorio de Salud Pública de Nariño. Instituto Departamental de Salud de Nariño Laboratorios del Valle Universidad de Nariño*	Pasto

*Laboratorios Acreditados por el IDEAM Fuente: Resolución 4353 de 2013, p7

Una vez determinados los costos de cada parámetro, se presentan gráficamente los niveles de precios de diferentes laboratorios, entre los que se encuentran, el Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Mariana, INGELAB S.A.S de la ciudad de Bogotá, el Laboratorio de Análisis de Aguas de la Corporación Autónoma Regional Río Negro-Nare “CORNARE” de Antioquia, el Laboratorio Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Valle (CVC), el Laboratorio de Control de Calidad de Agua de EMPOPASTO S.A. E.S.P, el Laboratorio Integrado Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de los Andes y el Centro de Laboratorios de la Universidad de Medellín, las cuales sirven de orientación acerca de los precios del mercado y donde las barras de color verde indican que el ensayo posee acreditación de alta calidad.

1. ACIDEZ

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22- 2310-B

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: 10 minutos por cada muestra.

REACTIVOS:

- Ftalato Ácido de Potasio
- Fenolftaleína
- Alcohol Etilico al 95%
- Hidróxido de Sodio 0,1N
- Agua tipo II

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- Patrón Ftalato Ácido de Potasio 0.05N:** Secar de 15 a 20g de Ftalato Ácido de Potasio durante 2 horas. Enfriar en un desecador durante media hora. Disolver 10 ± 0.5 microgramos del reactivo en un litro de agua tipo II.
- Indicador Fenolftaleína:** Pesar 0,5g de Fenolftaleína y diluir en 100ml de Alcohol Etilico.
- Hidróxido de Sodio 0,02N:** Medir 200ml de NaOH 0.1N y aforar a un litro con agua.

MATERIALES:

- 1 Bureta de llenado automático de 25ml con dispensador
- 3 Erlenmeyer 125ml
- 3 Probetas de 100ml
- 1 Pipeta graduada de 2ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 50ml de muestra, 50ml de patrón Ftalato Ácido de Potasio 0.05N y 50ml de agua tipo II (blanco). A cada uno adicionar 3 gotas (0,05ml) de indicador de Fenolftaleína y titular con Hidróxido de Sodio hasta aparición de color rosado.

CÁLCULO:

$$mgCaCO_3/L = \frac{(mL \text{ de titulación de base} - mL \text{ titulación del blanco}) * N * 50.000}{mL \text{ de Muestra}}$$

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos del análisis se eliminan directamente por el vertedero.

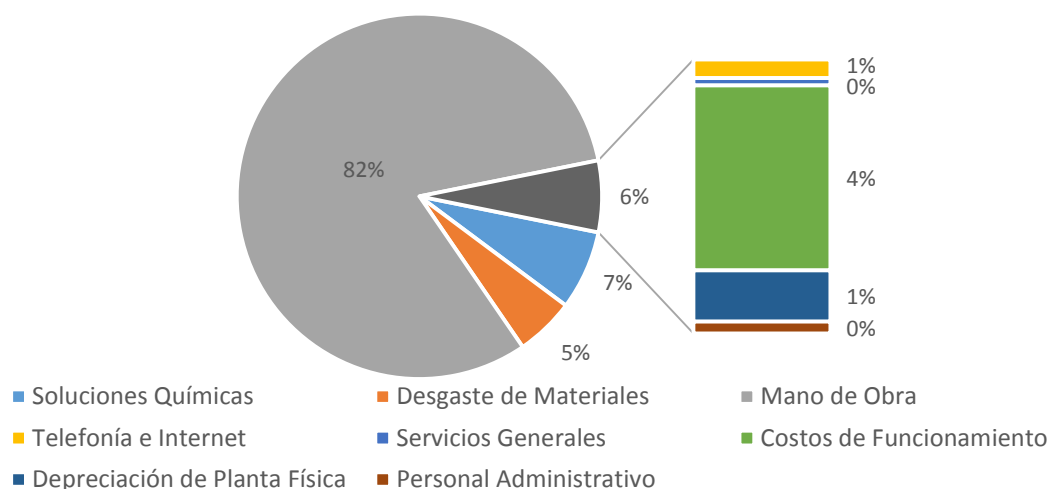
ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Gráfico 4. Costos Asociados al Parámetro Acidez

Fuente: Esta investigación.

El precio mínimo o costo variable unitario de este parámetro es de \$17.678, siendo la mano de obra el costo más significativo, pues representa el 82% del precio técnico. Teniendo en cuenta que el precio de venta al público actual por este servicio de análisis es de \$6.031 pesos, se obtiene como resultado un margen de contribución a -193%, lo cual significa que los ingresos que genera ni siquiera alcanzan para cubrir los costos variables.

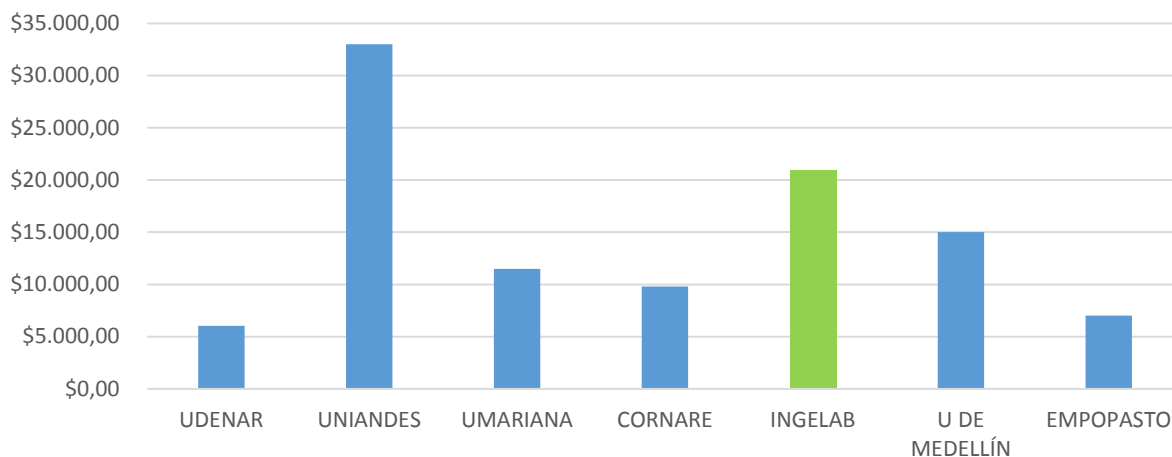


Gráfico 5. Precios de Competidores para el Parámetro Acidez

Fuente: Esta investigación.

Ahora bien, si se toma en consideración los precios de los competidores, se encuentra que la tarifa establecida por la Universidad de Nariño para este parámetro, es en promedio, un 2,7 veces más baja que las de los laboratorios presentados en el Gráfico 5 y en promedio 1,5 veces menor que los precios que manejan EMPOPASTO y la Universidad Mariana.

2. ALCALINIDAD

MÉTODO: Estándar Métodos 2320B

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: 10 minutos por cada muestra.

REACTIVOS:

- Agua tipo II
- Carbonato de Sodio (Na_2CO_3)
- Ácido Sulfúrico 0,1N
- Verde de Bromocresol
- Rojo de Metilo
- Alcohol Etilico
- Tiosulfato de Sodio 0,1N

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- a. Patrón Solución Carbonato de Sodio 1000ppm:** Pesar 0,53g de Na_2CO_3 previamente secado a 250°C por cuatro horas, dejar enfriar en un desecador media hora y finalmente diluir en 500ml con agua tipo II.
- b. Ácido Sulfúrico 0,02N:** Medir 200ml de Ácido Sulfúrico 0,1N y aforar a 1L con agua tipo II.
- c. Indicador Mixto:** Disolver 100mg de Verde de Bromocresol y 20 mg de Rojo de Metilo en 100ml de Alcohol Etílico al 95%.

MATERIALES:

- 1 Bureta de llenado automático de 10ml con dispensador
- 3 Erlenmeyer 125ml
- 3 Probetas de 100ml
- 2 Pipeta graduada de 2ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 50ml de muestra, 50ml de agua tipo II (blanco) y 50ml de Patrón Solución Carbonato de Sodio 1000ppm. A cada uno agregar 3 gotas (0,05ml) de indicador mixto, y si la muestra tiene cloro residual, agregar 3 gotas (0,05ml) de Tiosulfato de Sodio 0,1N. Finalmente, titular con Ácido Sulfúrico 0,02N hasta cambio de color.

CÁLCULO:

$$\text{mgCaCO}_3/\text{L} = \frac{(\text{mL de titulación del ácido} - \text{mL titulación del blanco}) * N * 50.000}{\text{mL de Muestra}}$$

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

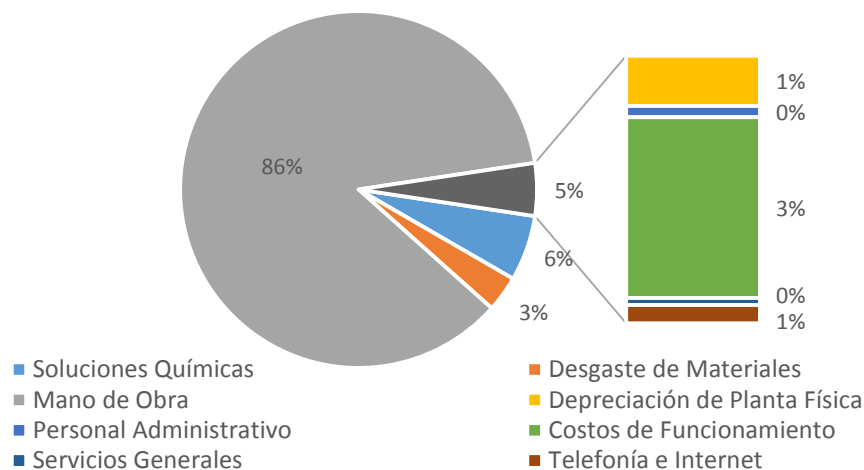


Gráfico 6. Costos Asociados al Parámetro Alcalinidad
Fuente: Esta Investigación.

El parámetro de Alcalinidad tiene un costo variable unitario de \$23.812, siendo la mano de obra el costo más significativo ya que representa el 86% del costo total unitario. Actualmente, por este análisis el Laboratorio está cobrando \$6.031 pesos, una cifra muy por debajo del precio mínimo, y que representa una contribución al beneficio negativa de \$17.781, es decir, un margen de contribución de -295%.

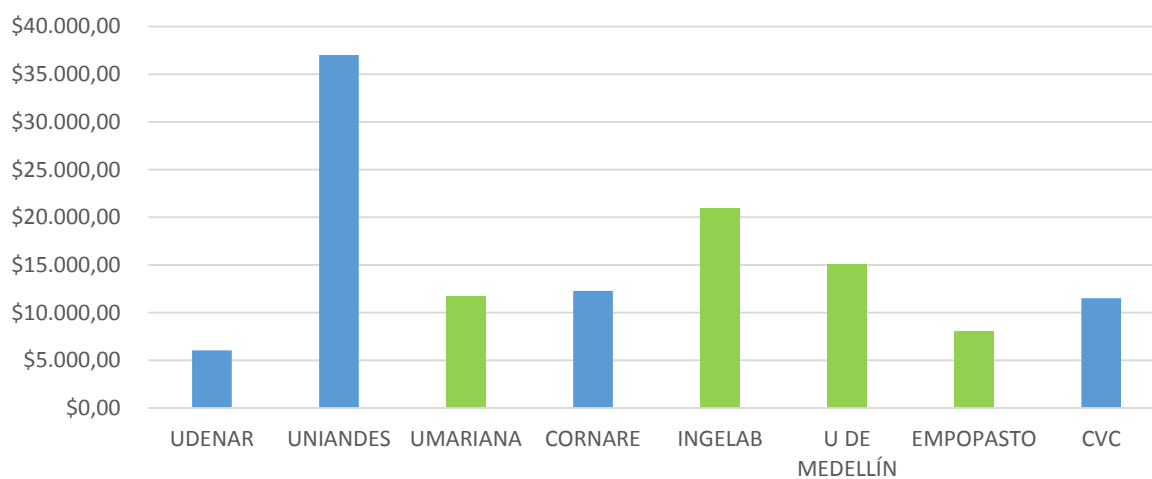


Gráfico 7. Precios de Competidores para el Parámetro Alcalinidad
Fuente: Esta investigación.

Además, la tarifa establecida por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño para este parámetro, es en promedio, un 2,8 veces más baja que en los

laboratorios indicados en el Gráfico 7, y en promedio 1,6 veces menor que los precios que manejan otros laboratorios de la ciudad, aunque es importante mencionar que EMPOPASTO, INGELAB, la Universidad de Medellín y la Universidad Mariana, tienen este ensayo acreditado.

3. COLOR APARENTE

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22- 2120-C

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 15 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Espectrómetro de Barrido Uv/Vis, Lambda II

REACTIVOS:

- Solución Patrón Color 500 UPC
- Agua Tipo II

SOLUCIONES:

- **Solución Patrón de 10ppm:** Medir 2ml de patrón color 500 UPC y diluir en 100ml de agua.
- **Solución Patrón de 20ppm:** Medir 4ml de patrón color 500 UPC y diluir en 100ml de agua.
- **Solución Patrón de 30ppm:** Medir 6ml de patrón color 500 UPC y diluir en 100ml de agua.

Se requiere de 10ml de cualquiera de estas soluciones con el propósito de elaborar la curva de calibración, la cual se realiza cada vez que los laboratoristas consideran necesario o aproximadamente cada 6 meses.

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 80ml de muestra, 80ml de cualquiera de los patrones anteriores y 10ml de agua tipo II. Posteriormente, utilizar el espectrómetro para leer la absorbancia de la muestra. Después se extrapola en la curva de calibración para calcular el resultado.

MATERIALES:

- 1 Celda de Vidrio
- 3 Frasco de polietileno de 100ml

CÁLCULO:

Se realiza por ecuación, la cual resulta del análisis de la curva de calibración.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

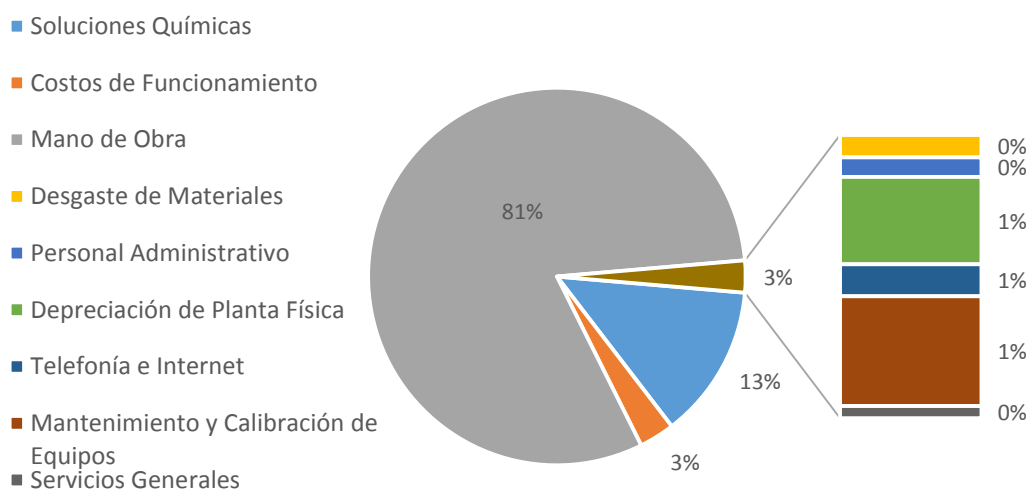
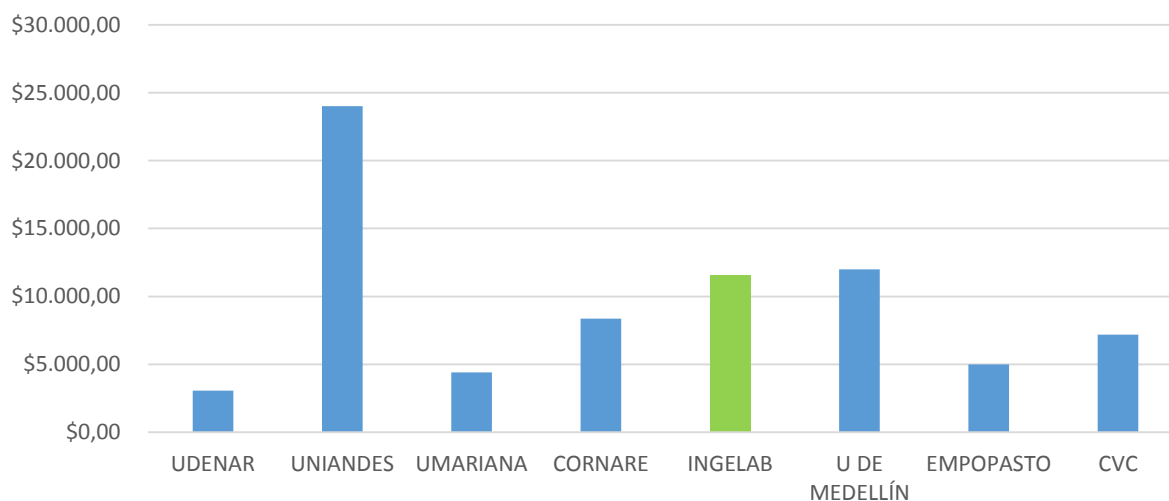


Gráfico 8. Costos Asociados al Parámetro Color Aparente

Fuente: Esta Investigación.

El parámetro de Color Aparente, incluye también costos de mantenimiento y calibración de equipos, aunque estos son reducidos si se comparan con los costos de las soluciones químicas y la mano de obra calificada, la cual nuevamente supera el 80% del costo total. Por otra parte, por este servicio de análisis, el Laboratorio está cobrando \$3.068 pesos, lo cual significa una contribución al beneficio negativa de \$22.007, es decir, un margen de contribución de -717%, el más bajo entre todos los parámetros ofertados por el Laboratorio.

**Gráfico 9.** Precios de Competidores para el Parámetro Color Aparente

Fuente: Esta investigación.

El precio promedio para este parámetro en los laboratorios competidores, es de \$10.356 pesos, mientras que los laboratorios de EMPOPASTO y la Universidad Mariana, este análisis es en promedio 1,5 veces más costoso que en la Universidad de Nariño.

4. COLOR VERDADERO

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22- 2120-C

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 15 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Espectrómetro de Barrido Uv/Vis, Lambda II

REACTIVOS:

- Patrón Color 500 UPC
- Agua Tipo II

SOLUCIONES:

- **Solución Patrón de 10ppm:** Medir 2ml de patrón color 500 UPC y diluir en 100ml de agua.
- **Solución Patrón de 20ppm:** Medir 4ml de patrón color 500 UPC y diluir en 100ml de agua.
- **Solución Patrón de 30ppm:** Medir 6ml de patrón color 500 UPC y diluir en 100ml de agua.

Se requiere de 10ml de cualquiera de estas soluciones, con el propósito de elaborar la curva de calibración, la cual se realiza cada vez que los laboratoristas consideran necesario o aproximadamente cada 6 meses.

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir en frascos de polietileno 80ml de muestra, 80ml de cualquiera de los patrones anteriores y 10ml de agua tipo II. Posteriormente, utilizar el espectrómetro de barrido UV/VIS para leer la absorbancia de la muestra. Después se extrapola en la curva de calibración para calcular el resultado.

MATERIALES:

- 1 Celda de Vidrio
- 3 Frasco de polietileno de 100ml
- Papel Filtro Cualitativo Franja Negra

- 1 Embudo de Vidrio de Tallo Recto 100mm

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 80ml de muestra y filtrar en un embudo con el papel filtro cualitativo franja negra. Además, medir 80ml de solución patrón de 10ppm, 20ppm o 30ppm y 10ml de agua tipo II. Después utilizar el espectrómetro para leer la absorbancia de la muestra y extrapolar en la curva.

CÁLCULO:

Se realiza por ecuación, la cual resulta del análisis de la curva de calibración.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

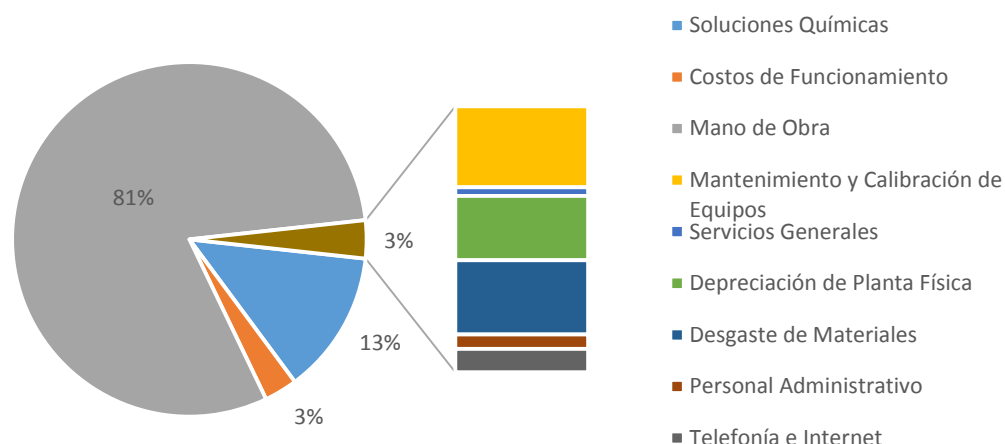


Gráfico 10. Costos Asociados al Parámetro Color Verdadero

Fuente: Esta Investigación.

Este parámetro es muy similar a Color Aparente y su diferencia únicamente se encuentra en el uso de papel filtro, el cual incrementa el costo de los materiales utilizados. Por este servicio de análisis, el Laboratorio está cobrando \$3.386 pesos, tarifa que genera una contribución al beneficio negativa de \$21.982, equivalente a un margen de contribución de -647%.

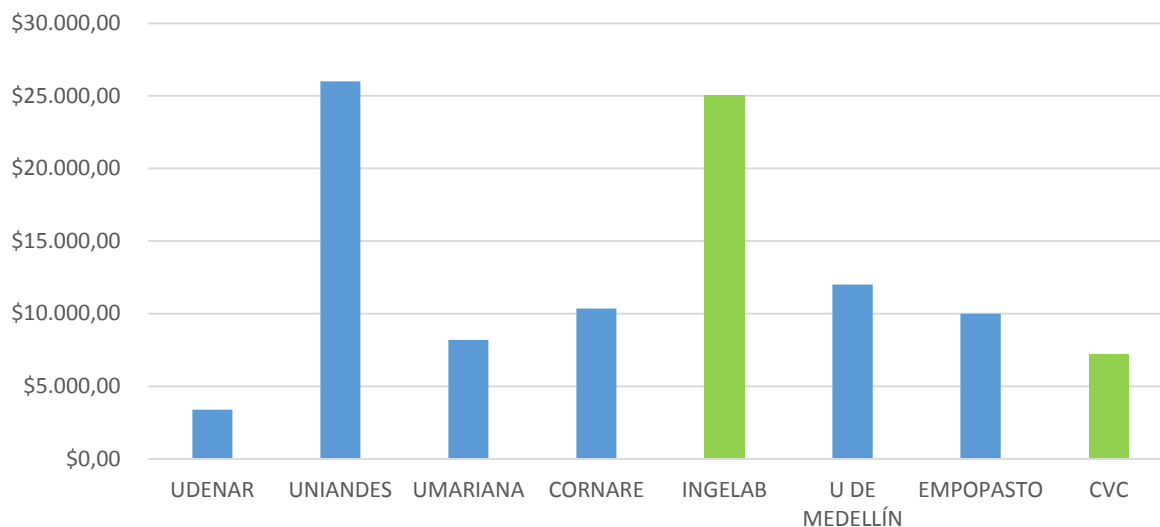


Gráfico 11. Precios de Competidores para el Parámetro Color Verdadero
Fuente: Esta investigación.

La diferencia entre el precio que cobra el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas y los competidores, puede llegar a ser de hasta 668%, mientras que, en promedio, es tres veces más económico adquirir este servicio en la Universidad de Nariño que en los laboratorios de la Universidad Mariana y EMPOPASTO.

5. CLORUROS

MÉTODO: Estándar Métodos 4500 Cl⁻B

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: 10 minutos por cada muestra.

REACTIVOS:

- Cromato de Potasio
- Agua Tipo II
- Nitrato de Plata 0,1N
- Cloruro de Sodio (NaCl)
- Papel filtro cuantitativo franja azul

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- a. Indicador de Cromato de Potasio:** Disolver 5g de Cromato de Potasio en agua tipo II. Adicionar 5ml de Nitrato de Plata 0,1N hasta aforar un precipitado rojo. Dejar filtrar durante 12 horas con papel filtro cuantitativo franja azul y aforar a 100ml con agua.
- b. Solución estándar de Nitrato de Plata 0,0141N:** Medir 141ml de Nitrato de Plata 0,1N y aforar a 1l con agua tipo II.
- c. Patrón Solución estándar de Cloruro de Sodio:** Secar 824g de NaCl a 140°C durante una hora y dejar enfriar en desecador media hora. Posteriormente diluir en un litro de agua tipo II.

MATERIALES:

- 1 Bureta de llenado automático de 10ml con dispensador
- 3 Erlenmeyer 125ml
- 3 Probetas 100ml
- 1 Pipeta graduada de 2ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 100ml de muestra, 100ml de patrón y 100ml del blanco. Adicionar a cada uno 1ml de indicador de Cromato de Potasio y titular con Nitrato de Plata 0,0141N hasta cambio de color.

CÁLCULO:

$$mgCl^{-}/L = \frac{(mL \text{ de nitrato de plata} - mL \text{ titulación del blanco}) * N * 35.450}{mL \text{ de Muestra}}$$

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

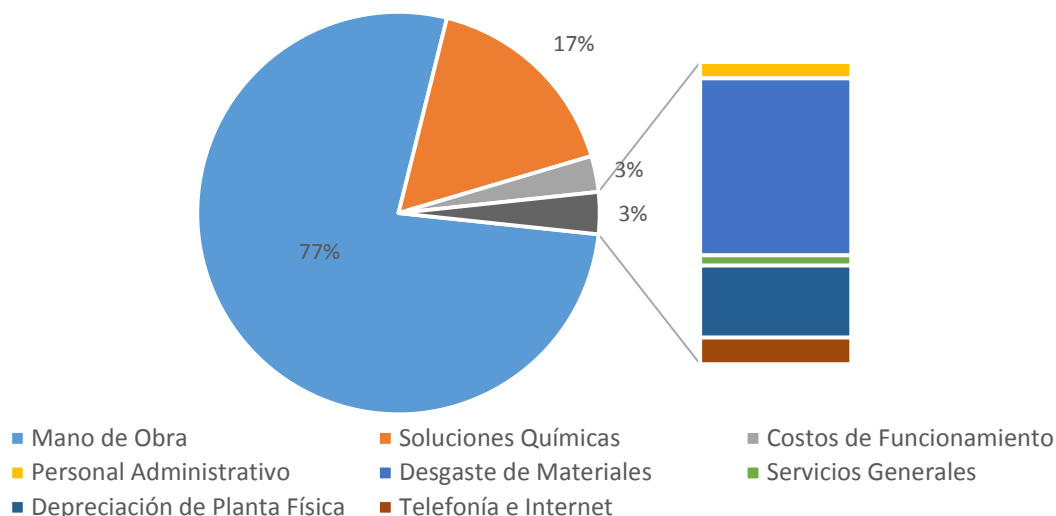


Gráfico 12. Costos Asociados al Parámetro Cloruros

Fuente: Esta Investigación.

Para el parámetro Cloruros, los reactivos llegan a representar el 17% de los costos totales, aunque la mano de obra continúa siendo el costo más elevado. En la Universidad de Nariño, este parámetro tiene una tarifa de \$8.993 pesos, la cual genera una contribución al beneficio negativa de \$17.675, o lo que es lo mismo, un margen de contribución equivalente a -197%.

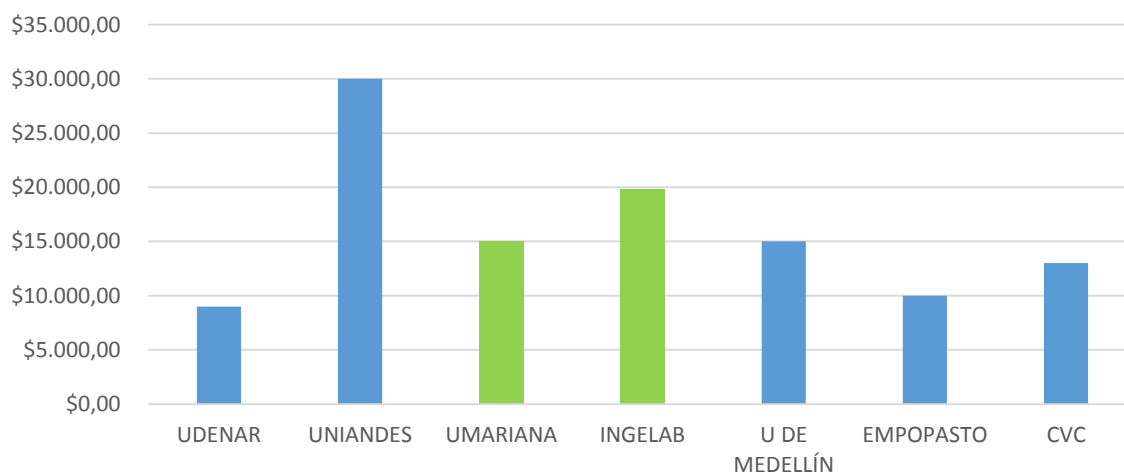


Gráfico 13. Precios de Competidores para el Parámetro Cloruros

Fuente: Esta Investigación.

El precio establecido por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas para éste parámetro, representa en promedio, tan solo la mitad de las tarifas de los laboratorios presentados en el Gráfico 13, siendo la diferencia más grande con el Laboratorio Integrado Ingeniería Civil y

Ambiental de la Universidad de los Andes, cuya tarifa es 3,3 veces más elevada. Tomando como referencia a los laboratorios de la Universidad de Medellín, EMPOPASTO y la Corporación Autónoma del Valle (CVC), la diferencia se reduce hasta un 40%, mientras que si se realiza la comparación con análisis acreditados, esta disparidad en el nivel de precios alcanza el 25%.

6. CONDUCTIVIDAD

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22- 2510-B

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 5 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Thermo Scientific Orion 3 Star Conductivity Portable

REACTIVOS:

- a. Solución de conductividad 1413 μ s/cm
- b. Agua Tipo II

MATERIALES:

- 2 Beaker de 100ml
- 1 Frasco de Vidrio con Tapa
- Frasco Lavador Plástico Graduado de 250ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Agregar en un frasco de vidrio con tapa, 40ml de solución de conductividad 1413 μ s/cm. Esta cantidad de patrón tiene una duración aproximada de un mes.

Para el análisis, medir 50ml de agua tipo II en un beaker de 100ml y enseguida sumergir la sonda durante 5 minutos para que el equipo calcule el resultado. Posteriormente, lavar el electrodo con agua tipo II y realizar el mismo procedimiento para analizar la muestra.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos del análisis se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

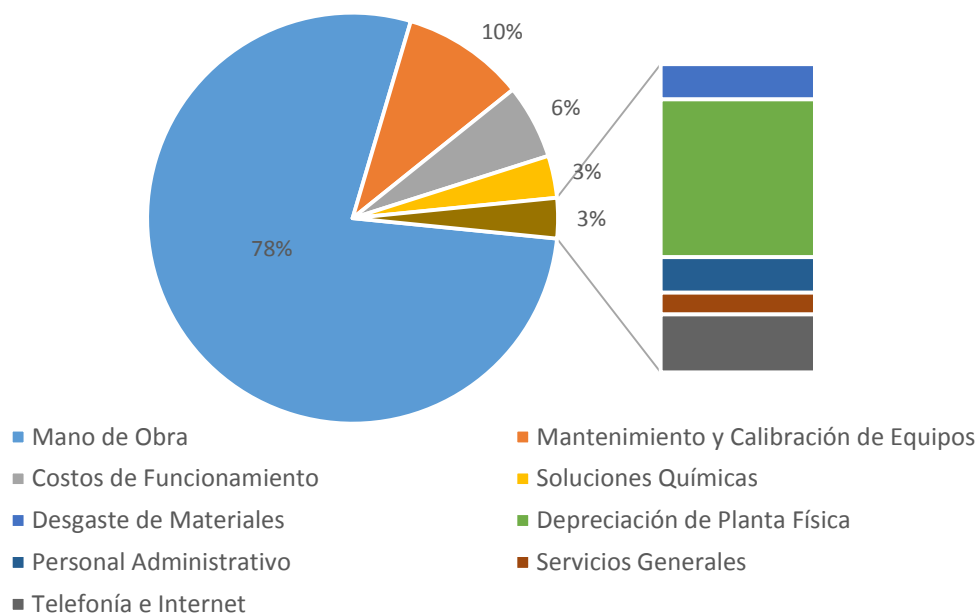


Gráfico 14. Costos Asociados al Parámetro Conductividad

Fuente: Esta Investigación.

El parámetro de conductividad, al ser de medida directa, es decir, que únicamente requiere de un instrumento para determinar el resultado, tiene un costo total unitario de \$13.789, el cual es relativamente menor en comparación con otras pruebas. Sin embargo, la tarifa establecida de \$3.068 en el Laboratorio para este parámetro, no es suficiente para compensar los costos en los que se incurre al prestar este servicio, ya que presenta una contribución al beneficio de -\$8.194, equivalentes a un margen de contribución de -267%.

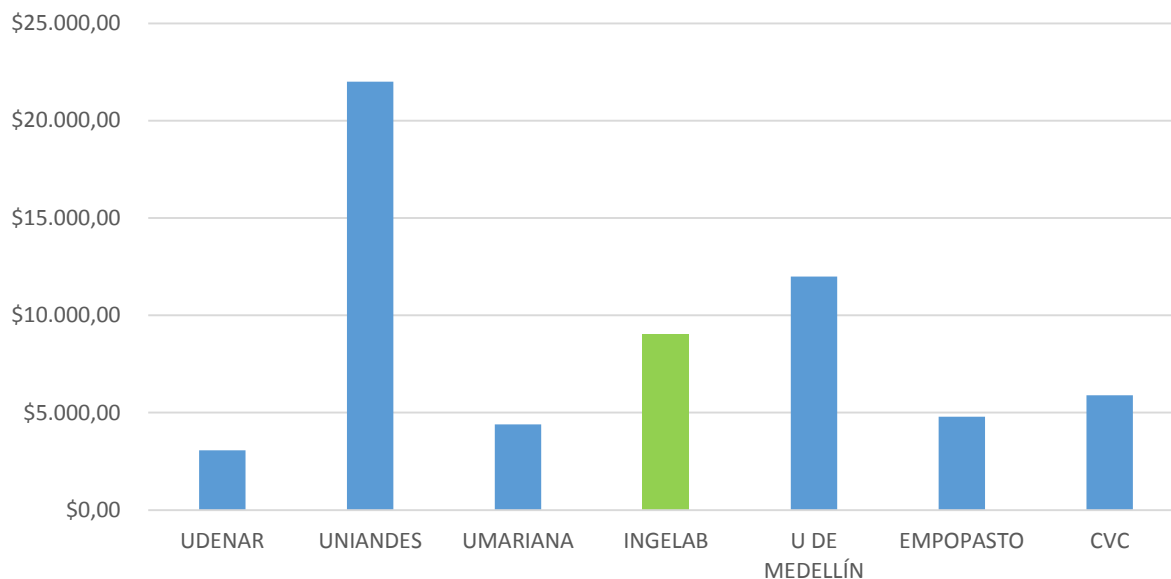


Gráfico 15. Precios de Competidores para el Parámetro Conductividad

Fuente: Esta Investigación.

Si bien la tarifa establecida por la Universidad de Nariño para el análisis de Conductividad es muy baja como para cubrir sus costos, los precios de otros laboratorios tampoco son lo suficientemente elevados como para fijar una tarifa acorde al mercado regional y que permita generar beneficios. Más aún, el laboratorio INGELAB presta este servicio con acreditación de alta calidad y al mismo tiempo posee una tarifa de \$4.789 menos que los costos en los que incurre el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas.

7. DIÓXIDO DE CARBONO

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 21- 4500- CO₂C

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: 10 minutos por cada muestra.

REACTIVOS:

- Fenolftaleína
- Alcohol Etflico
- Hidróxido de Sodio 0,1N

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- a. **Indicador Fenolftaleína:** Pesar 0,5g de Fenolftaleína y aforar a 100ml con Alcohol Etilico.
- b. **Hidróxido de Sodio 0,02N:** Medir 200ml de NaOH 0,1N y aforar a 1L con agua tipo II.

MATERIALES:

- 1 Bureta de llenado automático de 10ml con dispensador
- 3 Erlenmeyer 125ml
- 3 Probetas 100ml
- 1 Pipeta graduada de 2ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 50ml de muestra y de blanco. Adicionar a cada uno 3 gotas (0,05ml) de indicador de Fenolftaleína y titular con Hidróxido de Sodio hasta aparición de color rosado.

CÁLCULO:

$$mgCO_2/L = \frac{(mL \text{ de titulación de base} - mL \text{ titulación del blanco}) * N * 44.000}{mL \text{ de Muestra}}$$

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

INGELAB, es otro laboratorio que también ofrece este parámetro con un precio al público de \$15.919. Por su parte, la Universidad de Nariño presta este servicio de análisis a una tarifa de \$7.194 pesos, la cual nuevamente no es suficiente para cubrir los costos, los cuales alcanzan los \$26.322 y están representados principalmente por la mano de obra calificada, de forma que se obtuvo un margen de contribución negativo de 249%.

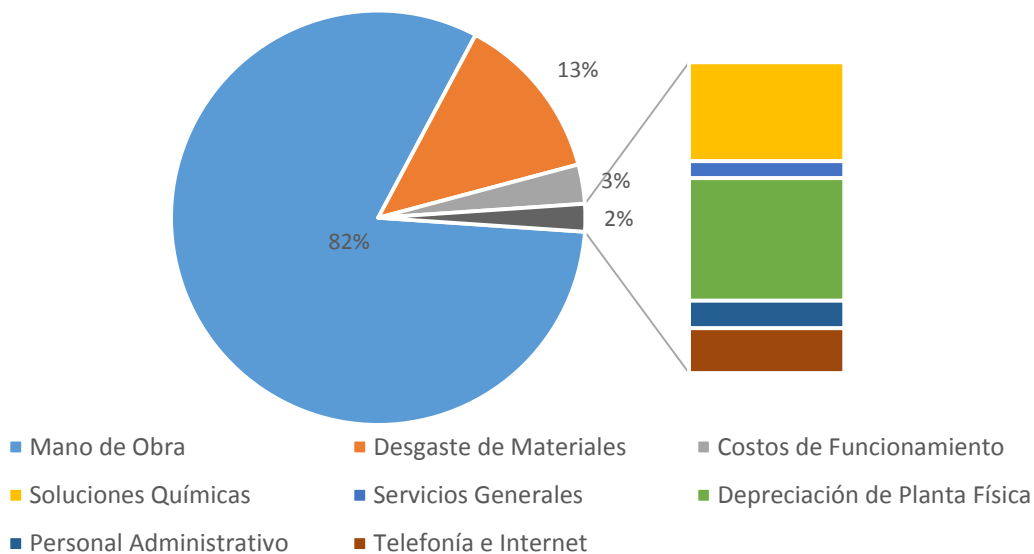


Gráfico 16. Costos Asociados al Parámetro Dióxido de Carbono
Fuente: Esta Investigación.

8. DUREZA TOTAL

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22- 2340C

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 10 minutos por cada muestra.

REACTIVOS:

- Carbonato de Calcio (CaCO_3) anhidro
- Ácido Clorhídrico (HCl) 37%
- Agua Tipo II
- Rojo de Metilo
- EDTA 0,1N
- Negro de Eriocromo T
- Cloruro de Sodio (NaCl)
- Cloruro de Amonio
- Hidróxido de Amonio concentrado

- Sal Disódica de EDTA
- Sulfato de Magnesio heptahidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- Patrón Carbonato de Calcio 1000ppm:** Pesar 0.5 gramos de CaCO_3 anhidro. Adicionar 2ml Ácido Clorhídrico (HCl) 1:1 para disolver. Adicionar agua y calentar hasta su disolución. Agregar una gota de Rojo de Metilo y ajustar a color naranja con Hidróxido de Amonio (aproximadamente 1ml). Diluir en 500ml de agua tipo II.
- EDTA 0.02N:** Medir 200ml de EDTA 0.1N y aforar a 1L con agua tipo II.
- Negro de Eriocromo T (NET):** Mezclar 0.5g de NET con 100g de Cloruro de Sodio (NaCl) previamente secado a 110° durante una hora.
- Solución Buffer:** Disolver 16,9g de Cloruro de Amonio en 143ml de Hidróxido de Amonio concentrado. Disolver 1,179g de sal disódica de EDTA y 780mg de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en 50ml de agua tipo II. Adicionar a la solución anterior. Mezclar y aforar a 250ml.

MATERIALES:

- 1 Bureta de llenado automático de 25ml con dispensador
- 3 Erlenmeyer 125ml
- 3 Probetas 100ml
- 1 Pipeta Aforada de 1ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 50ml de patrón, blanco y muestra. Adicionar a cada uno, 1ml de solución Buffer y el indicador Negro de Eriocromo T (0,1 – 0,2g) y titular gota a gota con EDTA 0,02N. Agitar después de cada adición hasta cambio de color de rosa a azul.

En el proceso de titulación, aproximadamente se utilizan 10ml de EDTA 0.02N, pero la cantidad utilizada depende de cada muestra.

CÁLCULO:

$$mgCaCO_3/L = \frac{(mL \text{ de titulación de EDTA} - mL \text{ titulación del blanco}) * N * 50.000}{mL \text{ de Muestra}}$$

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

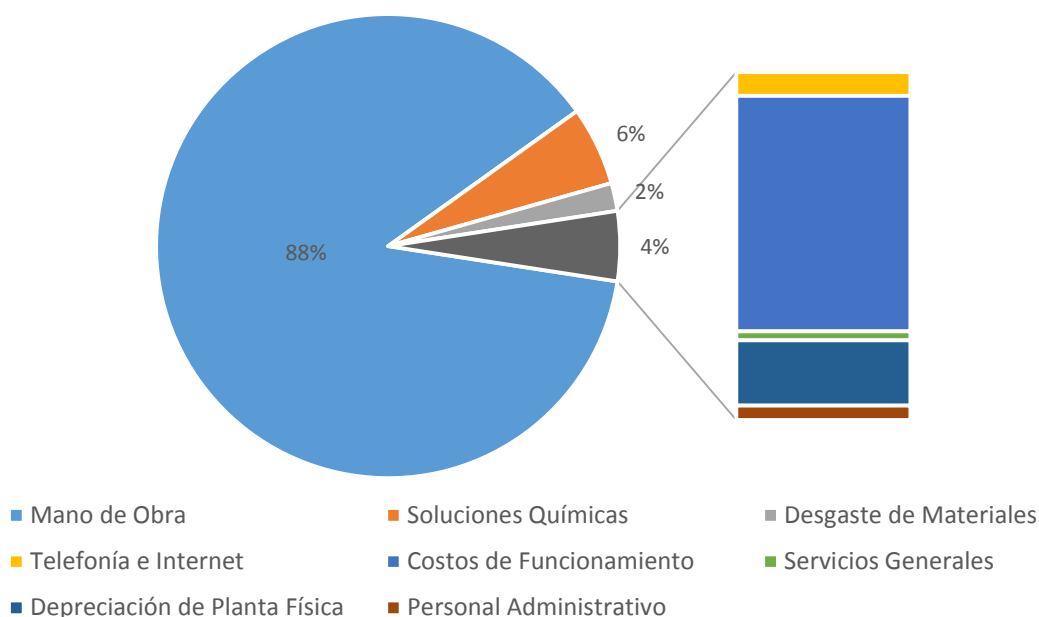


Gráfico 17. Costos Asociados al Parámetro Dureza Total
Fuente: Esta Investigación.

Dureza Total tiene un costo total unitario de \$24.529, siendo el principal costo, la mano de obra calificada, la cual representa el 87,7% del costo total unitario. Por otra parte, para este análisis el Laboratorio tiene una tarifa de \$8.050 pesos, a partir de la cual se obtiene un margen de contribución de -190%. De esta forma, este nivel de precios está generando \$16.479 pesos de pérdidas para la Universidad de Nariño cada vez que éste parámetro es analizado.

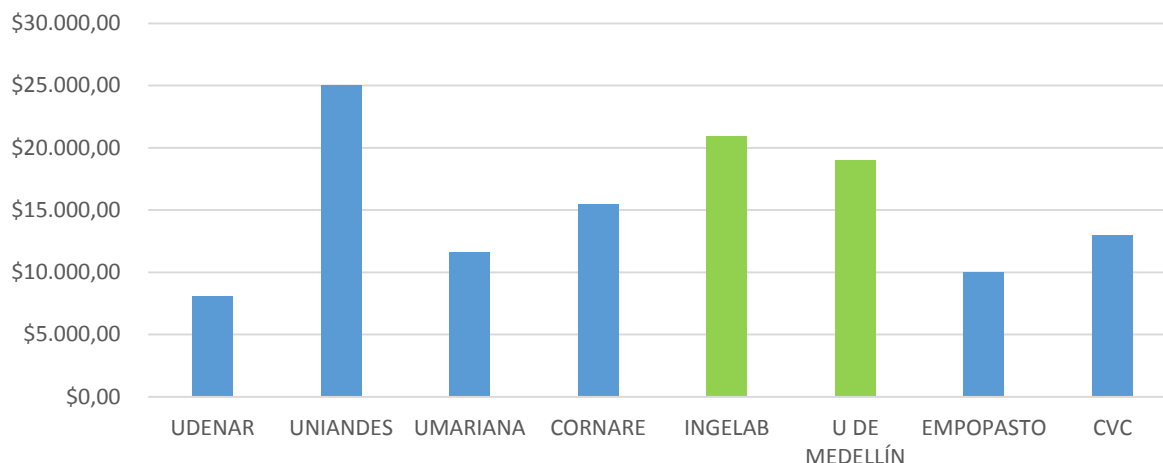


Gráfico 18. Precios de Competidores para el Parámetro Dureza Total
Fuente: Esta Investigación.

El precio promedio de este parámetro en el mercado, cuando no es acreditado, es de \$14.900, es decir 1,85 veces más que la tarifa adoptada por la Universidad de Nariño, aunque para que la prestación de este servicio empiece a significar beneficios para el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, el precio debería fijarse a un nivel cercano al establecido por la Universidad de los Andes, de tal forma que permita cubrir su costo total unitario y además, generar un excedente.

9. DUREZA CALCIO

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22- 3500-CaD

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: 10 minutos por cada muestra.

REACTIVOS:

- Carbonato de Calcio (CaCO_3) anhidro
- Ácido Clorhídrico (HCl) 37%
- Rojo de Metilo
- Hidróxido de Amonio
- EDTA 0,1N

- Murexida
- Cloruro de Sodio (NaCl)
- Hidróxido de Sodio (NaOH)
- Agua tipo II

PREPARACION DE REACTIVOS:

- Patrón Carbonato de Calcio 1000ppm:** Pesar 0.5 gramos de CaCO_3 anhidro. Adicionar HCl 1:1 hasta disolver. Adicionar agua y calentar hasta su disolución. Agregar una gota de Rojo de Metilo y ajustar a color naranja con Hidróxido de Amonio. Diluir a 500ml.
- EDTA 0.02N:** Aforar 200ml EDTA 0.1N a un litro de agua tipo II.
- Murexida:** Mezclar 150mg de Murexida con 100g de Cloruro de Sodio (NaCl) previamente secado a 110°C durante una hora.
- Solución Hidróxido de Sodio 5%:** Disolver 5g de Hidróxido de Sodio (NaOH) en 100ml de agua tipo II.

MATERIALES:

- 1 Bureta de llenado automático de 25ml con dispensador
- 3 Erlenmeyer 125ml
- 3 Probetas 100ml
- 1 Pipeta graduada de 1ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 50ml de patrón, blanco y muestra. Adicionar a cada uno 1ml de solución de Hidróxido de Sodio 5% (pH entre 12 y 13) y entre 0.1g y 0.2g de indicador Murexida. Posteriormente, titular gota a gota con EDTA 0.02N.

CÁLCULO:

$$mgCaCO_3/L = \frac{(mL \text{ de titulación de EDTA} - mL \text{ titulación del blanco}) * N * 50.000}{mL \text{ de Muestra}}$$

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

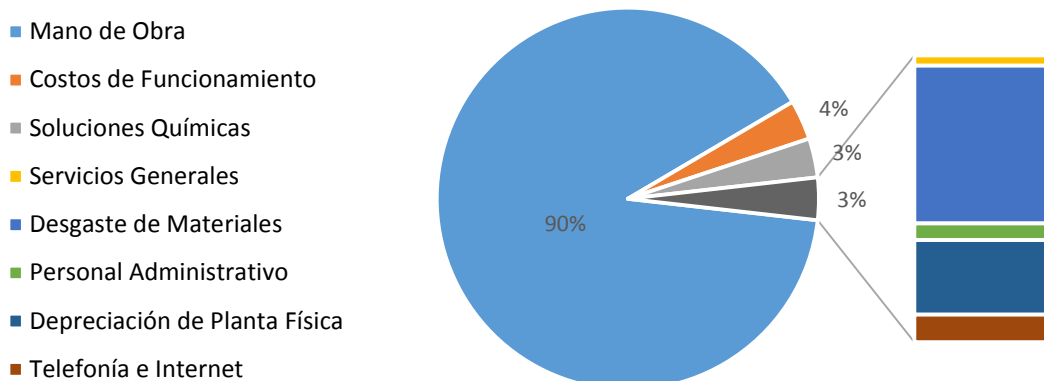


Gráfico 19. Costos Asociados al Parámetro Dureza Calcio
Fuente: Esta Investigación.

Este servicio de análisis químico, con precio establecido de \$6.030 pesos por la Universidad de Nariño, tiene un margen de contribución de -270%, es decir que para empezar generar beneficios, la tarifa tendría que ser incrementada en cerca de \$18.000 pesos, ya que los costos ascienden a los \$23.967.

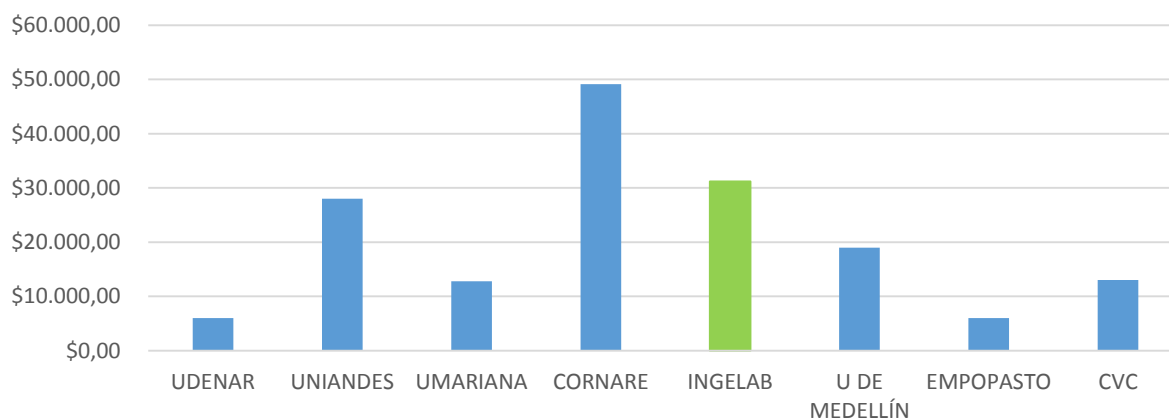


Gráfico 20. Precios de Competidores para el Parámetro Dureza Calcio
Fuente: Esta Investigación.

Los precios para este parámetro, presentan importantes variaciones entre los diferentes laboratorios y la tarifa promedio, cuando éste análisis no es acreditado, es de \$15.760 pesos, es decir un 161% más que la establecida por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño.

10. DUREZA MAGNESIO

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22- 3500-Mg-E

Este parámetro, se determina a partir de una fórmula matemática teniendo en cuenta los análisis de dureza cálcica y dureza total.

$$\text{Dureza Magnesio} = \text{Dureza Total} - \text{Dureza Calcio}$$

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Puesto que este parámetro es el resultado de la aplicación de una fórmula, su costo está representado principalmente por el tiempo que las laboratoristas tardan en realizar su cálculo, revisión y emisión del informe de los resultados, además de la proporción de costos fijos que le corresponde.

Tabla 7

Costo Unitario del Parámetro Dureza Magnesio

COSTOS VARIABLES	
Mano de Obra	\$ 4.609
Sub Total	\$ 4.609
COSTOS FIJOS	
Depreciación de Planta Física	\$ 224
Costos de Funcionamiento	\$ 807
Personal Administrativo	\$ 50
Servicios Generales	\$ 31
Telefonía e Internet	\$ 82
Sub Total	\$ 1.194
TOTAL	\$ 5.803

Fuente: Esta Investigación.

La tarifa establecida por la Universidad de Nariño para este parámetro, permite generar una contribución a los beneficios del laboratorio de \$1.422, es decir, un margen de contribución de 24%.

Del mismo modo, para los parámetros de Calcio, Magnesio, Sólidos Totales Fijos y Sólidos Disueltos, cuya determinación también se basa únicamente en fórmulas aritméticas, los costos son equivalentes y su margen de contribución es en promedio del 53%, aunque los precios establecidos por los competidores e incluso por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, varían de forma significativa.

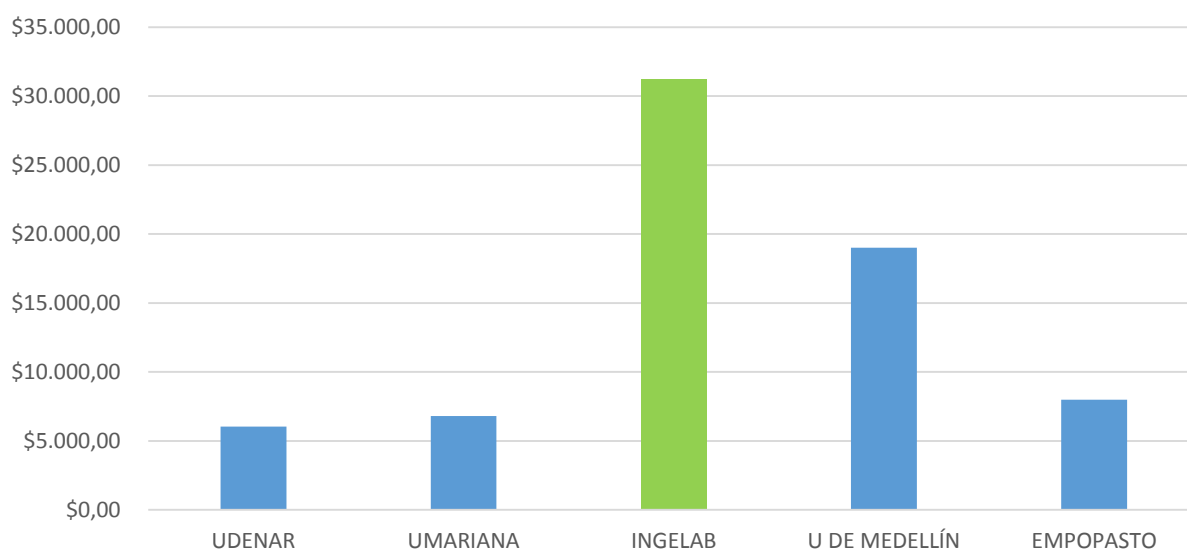


Gráfico 21. Precios de Competidores para el Parámetro Dureza Magnesio

Fuente: Esta Investigación.

Por otro lado, el precio establecido por los competidores para este parámetro es elevado si se tiene en cuenta que su determinación no se realiza de manera convencional, especialmente en la Universidad de Medellín. Esta situación, puede explicar la razón por la cual los precios para los análisis de dureza Calcio y dureza total son bajos en relación a sus costos, es decir, se establece un nivel de precios similar para los tres parámetros de tal forma que sus costos se compensen.

11. CALCIO

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 21- 3500-Ca-D

Del mismo modo que el parámetro Dureza Magnesio, Calcio se determina a partir de una fórmula matemática teniendo en cuenta los análisis de dureza Calcio y dureza total.

$$mgCa/L = \frac{(mL \text{ de titulación de EDTA} - mL \text{ titulación del blanco}) * N * 400,8}{mL \text{ de Muestra}}$$

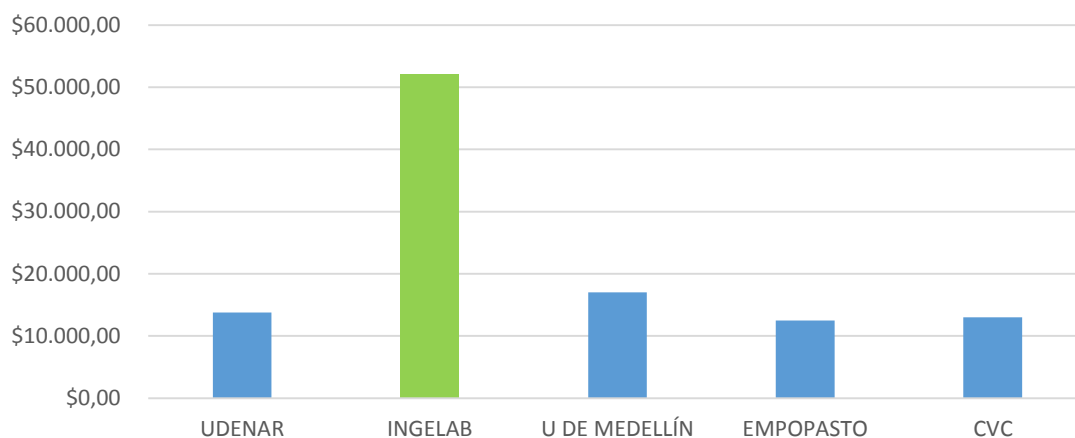


Gráfico 22. Precios de Competidores para el Parámetro Calcio

Fuente: Esta Investigación.

En promedio, en el mercado, la tarifa para este parámetro, cuando no es acreditado, es de \$14.167 pesos, es decir, un 3% más elevada que la establecida por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas. Además, el elevado precio por éste servicio en el laboratorio de INGELAB, se explica tanto por la acreditación de alta calidad del mismo, como por el método empleado para su determinación.

12. MAGNESIO

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22- 3500-Mg-E

Nuevamente, éste parámetro se determina a partir de una fórmula matemática teniendo en cuenta los análisis de dureza Calcio y dureza total.

$$mg\ Mg/L = ((Dureza\ Total\ (CaCO_3) - Dureza\ Calcio\ (CaCO_3)) \times 0,243$$

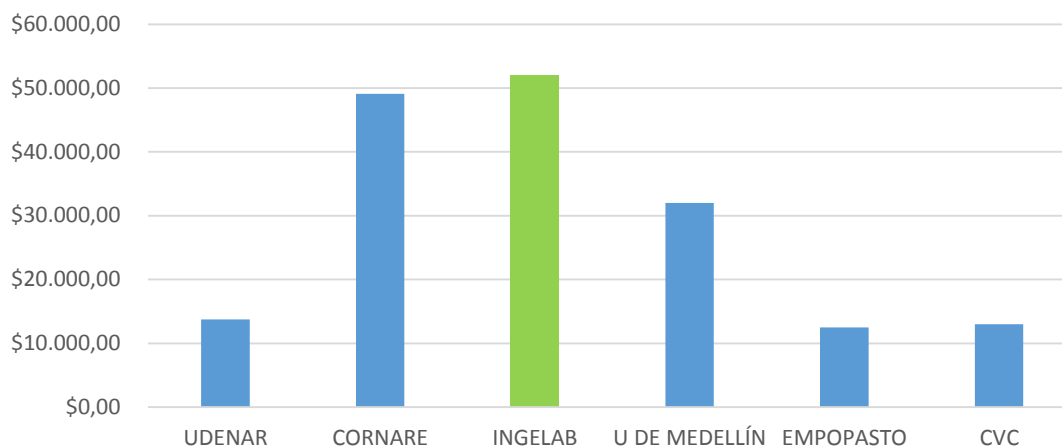


Gráfico 23. Precios de Competidores para el Parámetro Magnesio

Fuente: Esta Investigación.

Calcio y Magnesio, están entre los servicios de análisis de muestras de aguas con los márgenes de contribución más elevados del Laboratorio, ya que, dado un precio establecido en \$13.754 para cada uno de ellos, se genera una contribución al beneficio de \$9.145 pesos por cada parámetro.

Para el caso de Calcio, es evidente como la diferencia en el método empleado para el análisis afecta significativamente los precios. Mientras, que los laboratorios de CORNARE e INGELAB emplean espectrometría de absorción atómica, el resto de ellos determinan la concentración de Magnesio en las muestras a partir de los parámetros de dureza Calcio y dureza total, eliminando los costos asociados a un análisis convencional y permitiendo una reducción de las tarifas; pese a esto, la Universidad de Medellín ha establecido un precio bastante elevado para este servicio.

13. SÓLIDOS TOTALES FIJOS

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 21 2540 E

Esta vez, el parámetro es determinado a partir de los análisis de Sólidos Totales y Sólidos Volátiles mediante el uso de las siguientes fórmulas:

$$mg \text{ sólidos fijos/l} = \text{sólidos totales} - \text{sólidos volátiles}$$

$$mg \text{ sólidos fijos/l} = \frac{((\text{Peso de residuo} + \text{Placa de incineración, mg}) - (\text{Peso de la placa o filtro, mg})) * 1000}{\text{Volumen de la muestra en mL}}$$

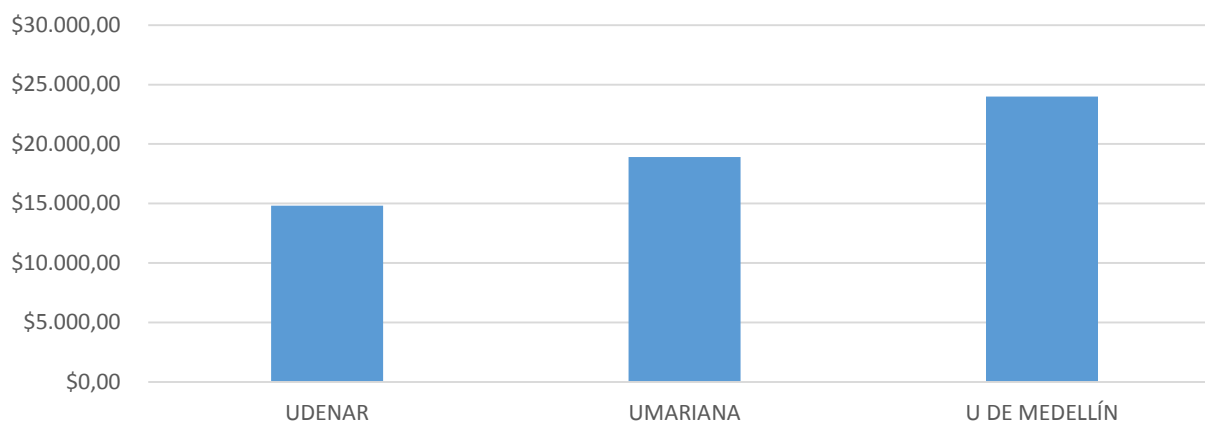


Gráfico 24. Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Totales Fijos

Fuente: Esta Investigación.

Sólidos Totales Fijos, es el parámetro con la más alta contribución unitaria, siendo esta de \$10.203, lo cual significa un margen del 69%. Además, dados los precios establecidos en el mercado, los cuales son hasta un 62% más elevado, existe la posibilidad de elevar la tarifa establecida por el Laboratorio e incrementar así los beneficios.

14. SÓLIDOS DISUELTOS

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 21 2540 C

Este parámetro, se determina a partir de fórmula matemática y del análisis de Sólidos Totales y Sólidos Volátiles:

$$mg \text{ sólidos disueltos/l} = \text{sólidos totales} - \text{sólidos suspendidos}$$

A pesar del bajo precio establecido por la Universidad de Nariño para este parámetro, está generando una contribución unitaria de \$2.797, equivalentes a un margen del 38%, el cual le permite cubrir los costos fijos y además generar beneficios.

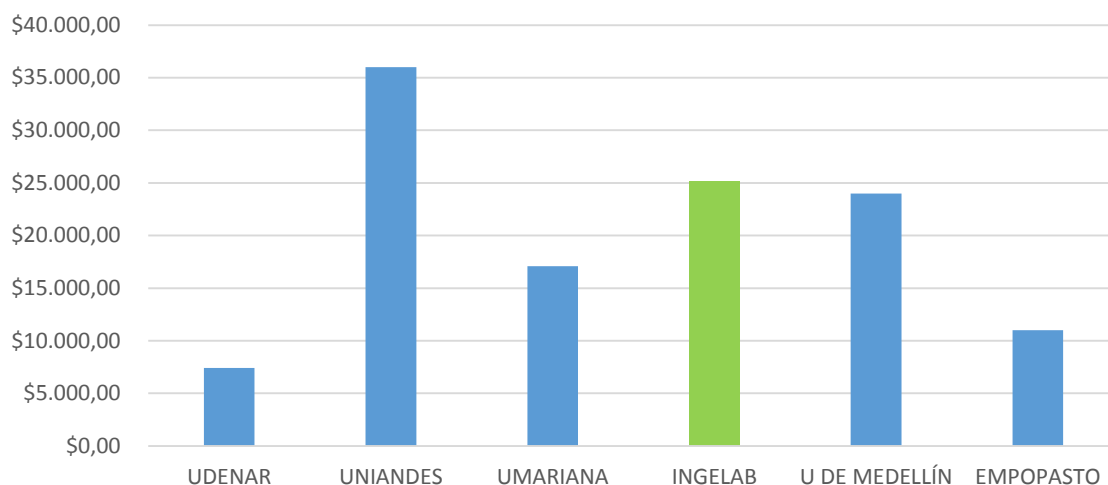


Gráfico 25. Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Disueltos
Fuente: Esta Investigación.

Cabe resaltar, que tanto en el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de Universidad de Nariño, como en el resto de laboratorios presentados en el Gráfico 25, utilizan el mismo método de análisis, sin embargo, la diferencia entre tarifas es bastante amplia, siendo el precio promedio \$22.647, el cual está influenciado principalmente por el precio establecido por la Universidad de los Andes para este parámetro.

15. DETERGENTES

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22- 5540-C

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 20 minutos por cada muestra.

EQUIPO:

- Espectrómetro de Barrido Uv/Vis, Lambda II
- Balanza Analítica Ohaus Pioneer

REACTIVOS:

- Agua tipo II
- Hidróxido de Sodio 0,1N
- Ácido Sulfúrico 1N
- Ácido Sulfúrico concentrado (95% - 97%)
- Cloroformo
- Azul de Metileno
- Fosfato de Sodio Monobásico Monohidratado ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- Laurisulfato de Sodio
- Lana de vidrio

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- Reactivo Azul de Metileno:** Disolver 0,033g de Azul de Metileno en 100ml de agua. Transferir 30ml a un frasco de 1000ml y adicionar 500ml de agua, 41ml de Ácido Sulfúrico 6N, 50g de Fosfato de Sodio Monobásico Monohidratado $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Disolver y aforar a un litro.
- Patrón Laurisulfato de Sodio 0,5N:** Se agrega 0,1g de Laurisulfato de Sodio en un litro de agua. Después de diluyen 10ml de esta solución en 100ml de agua y enseguida se diluyen 5ml de esta última en 100ml de agua. Esta dilución tiene un periodo de caducidad de un día.
- Solución de Lavado de Detergentes:** Adicionar a 500ml de agua 41ml de Ácido Sulfúrico 6N y 50g de Fosfato de Sodio Monobásico Monohidratado $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Disolver y aforar a un litro con agua tipo II.
- Indicador Fenolftaleína:** Pesar 0,5g de Fenolftaleína y diluir en 100ml de Alcohol Etílico.
- Ácido Sulfúrico 6N:** Diluir 168,2ml de Ácido Sulfúrico concentrado en un litro de agua.

MATERIALES:

- 8 Embudos de separación
- 4 Embudo de vidrio de tallo recto
- 4 Balón de 10ml clase A aforado
- 1 Celda de vidrio
- 8 Pipetas graduadas de 10ml
- 3 Pipetas Aforadas 10ml
- 1 Pipeta Aforada 5ml
- 1 Gradilla de madera

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Se miden 10ml de blanco, patrón y muestra. Si la muestra está muy espumosa, es decir, si tiene un alto contenido de detergentes, se toman solo 5ml y se diluyen en 5ml de agua tipo II. Se traslada al embudo y se agregan una o dos gotas (Aproximadamente 0,025ml) de indicador de Fenolftaleína.

Enseguida se agrega al blanco, patrón y muestra, aproximadamente dos gotas de solución de Hidróxido de Sodio 0,1N para que la muestra tome un tono rosado y dos gotas más de Ácido Sulfúrico para que vuelvan a ser incoloras. Después, agregar 3ml de Cloroformo, un mililitro a la vez y con espacios de 30 segundos, durante los cuales se debe agitar para lograr una correcta disolución.

Finalmente agregar 2ml de Cloroformo, agitar y aforar con más de este reactivo hasta llenar el balón.

CÁLCULO:

Se realiza por ecuación, la cual resulta del análisis de la curva de calibración.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Se almacenan en frascos separados de solución acuosa y Cloroformo. Estos residuos se ponen a disposición de EMAS, la cual se encarga de su disposición final.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

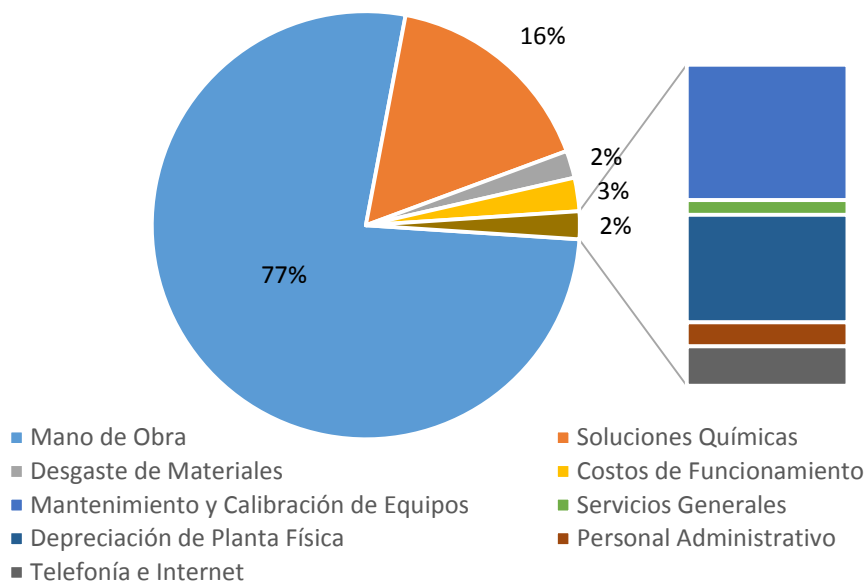


Gráfico 26. Costos Asociados al Parámetro Detergentes

Fuente: Esta Investigación.

Se determinó que el costo total unitario de esta prueba es de \$31.952, mientras que el precio establecido por el Laboratorio es de \$15.869, lo que significa que éste, es un servicio más que está contribuyendo con la pérdida de recursos de la Universidad de Nariño, el cual presenta un margen de contribución de -92%.

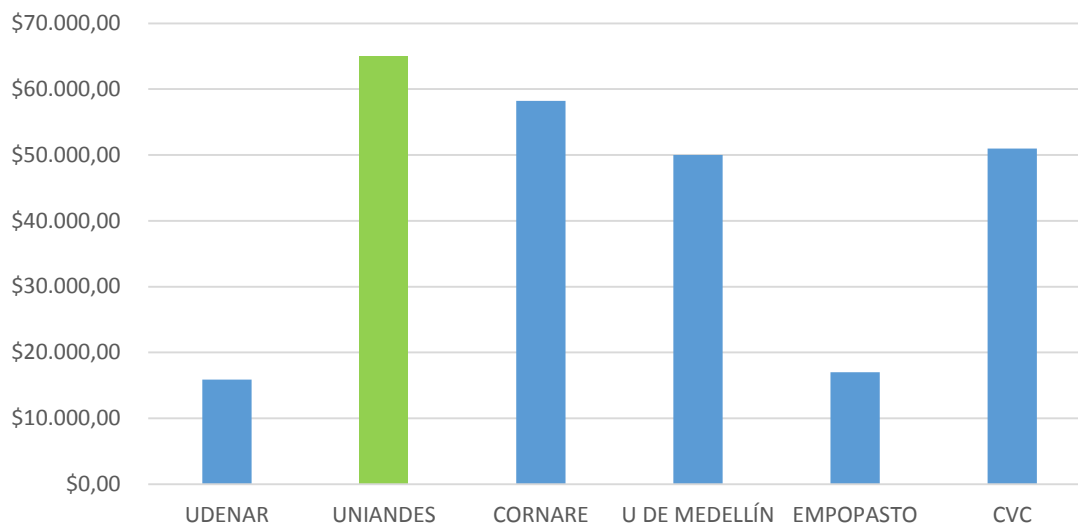


Gráfico 27. Precios de Competidores para el Parámetro Detergentes

Fuente: Esta Investigación.

Las tarifas por este servicio de análisis de aguas en otras ciudades son significativamente elevadas, aun cuando se aplica el mismo método de análisis. En laboratorios de otras regiones, en los que éste ensayo no posee acreditación de alta calidad, el precio promedio es de \$53.075 pesos, mientras que cuando posee esta certificación, éste parámetro puede llegar a ser hasta cuatro veces más costoso que en el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño.

16. FÓSFORO TOTAL

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22-4500-P-D

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 4 horas por lote de 12 muestras.

EQUIPO:

- Espectrómetro de Barrido Uv/Vis, Lambda II
- Balanza Analítica Ohaus Pioneer
- Plancha de Calentamiento
- Plancha de Agitación

REACTIVOS:

- Agua Tipo II
- Ácido Nítrico (HNO_3) concentrado
- Ácido Perclórico (HClO_4) concentrado
- Molibdato de Amonio tetrahidratado ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$)
- Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) 95 - 97%
- Cloruro Estañoso ($\text{SnCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- Glicerol
- Papel filtro franja negra cuantitativo
- Patrón Fosforo 1000ppm

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- Patrón Fosforo 5ppm:** Diluir 5ml de patrón Fósforo 1000ppm en un litro de agua tipo II.
- Patrón Fosforo 1ppm:** Diluir 20 ml de solución patrón Fósforo 5ppm en 100ml.
- Molibdato de Amonio:** Agregar 25g de Molibdato de Amonio tetrahidratado a 175ml de agua tipo II. Diluir 280ml de Ácido Sulfúrico en 400ml de agua. Adicionar el ácido sobre el Molibdato y aforar a un litro.
- Cloruro Estañoso:** Disolver 2,5g de Cloruro Estañoso dihidratado ($\text{SnCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) en 100ml de Glicerol. Calentar en baño maría hasta su disolución.

MATERIALES:

- 3 Erlenmeyer 250ml
- 3 Balones de 100ml
- 3 Balones de 50ml
- 3 Embudos de Tallo Recto

- 5 Pipetas Graduadas de 10ml
- Guantes para altas temperaturas
- Magnetos
- Cronometro
- 1 Celda de vidrio
- 1 Papel Filtro Franja Azul Cuantitativo
- 3 Frascos de Vidrio

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 100ml de muestra, de patrón y blanco. Añadir a cada uno 3ml de Ácido Nítrico concentrado y 3ml de Ácido Sulfúrico concentrado, llevar a digestión durante 8 horas para que se reduzca hasta 20ml. Para el caso de lixiviados, dejar enfriar y agregar 3ml de Ácido Perclórico hasta que aparezcan vapores blancos. Adicionar agua tipo II (aproximadamente 35ml), filtrar y aforar en balón. Tomar 100ml del extracto y adicionar 4ml de Molibdato de Amonio y 0,5ml de Cloruro Estañoso. Desarrolla color entre 10 y 12 minutos después. Enseguida, utilizar el espectrómetro para determinar el resultado.

CÁLCULO:

Se realiza por ecuación, la cual resulta del análisis de la curva de calibración.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

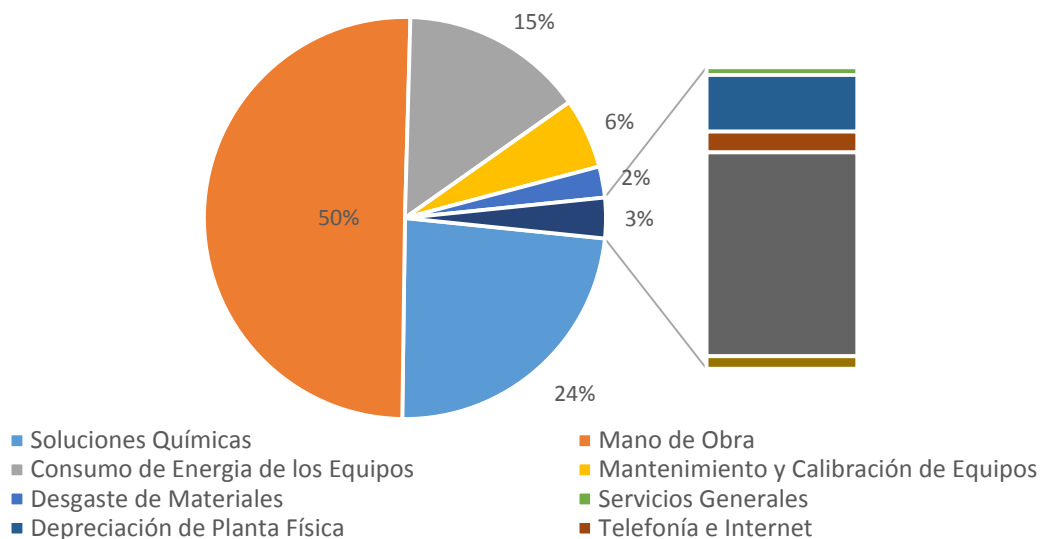


Gráfico 28. Costos Asociados al Parámetro Fósforo Total

Fuente: Esta Investigación.

En este caso, los ingresos que genera el análisis del parámetro Fósforo Total no alcanzan a cubrir ni la mitad de los costos totales, los cuales están representados principalmente por mano de obra con un 50%, las soluciones químicas con un 23,6% y aquellos costos asociados al uso de los equipos con un 20,4%.

Así, con una tarifa establecida en \$15.496 pesos, el Laboratorio está generando una contribución unitaria al beneficio negativa de \$17.943, es decir un margen de contribución de -116%.

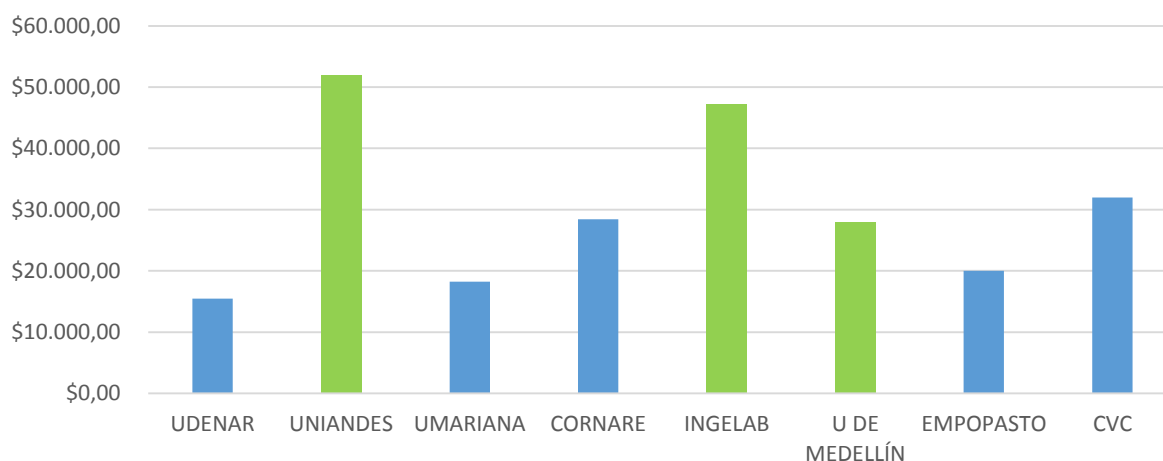


Gráfico 29. Precios de Competidores para el Parámetro Fósforo Total

Fuente: Esta Investigación.

Cuando este parámetro no tiene acreditación de alta calidad, el precio promedio establecido por los laboratorios del Gráfico 29 es de \$24.669, es decir, 1.6 veces más elevado que la tarifa establecida por la Universidad de Nariño, aunque el análisis de este parámetro en los laboratorios de EMPOPASTO y la Universidad Mariana no presenta variaciones tan grandes como con los laboratorios de otras regiones pues en promedio, la diferencia entre precios es en promedio de un 23%.

17. TURBIEDAD

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22 - 2130B

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 5 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Turbidímetro Digital Orbeco Hellige

REACTIVOS:

- Patrón de Turbiedad 0 - 10 NTU
- Patrón de Turbiedad 0 - 100 NTU
- Patrón de Turbiedad 0 - 1000 NTU

MATERIALES:

- 1 Pipeta graduada de 10ml
- 2 Celdas de vidrio

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

El análisis de éste parámetro, únicamente requiere de los patrones de turbiedad 0 - 10 NTU, 0 - 100 NTU y 0 - 1000 NTU, los cuales se utilizan para calibrar el equipo antes de analizar la muestra.

Para el análisis, llenar dos celdas de vidrio, una con 20ml de blanco y otra con 20ml de muestra. Posteriormente, se utiliza el equipo para determinar el resultado.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

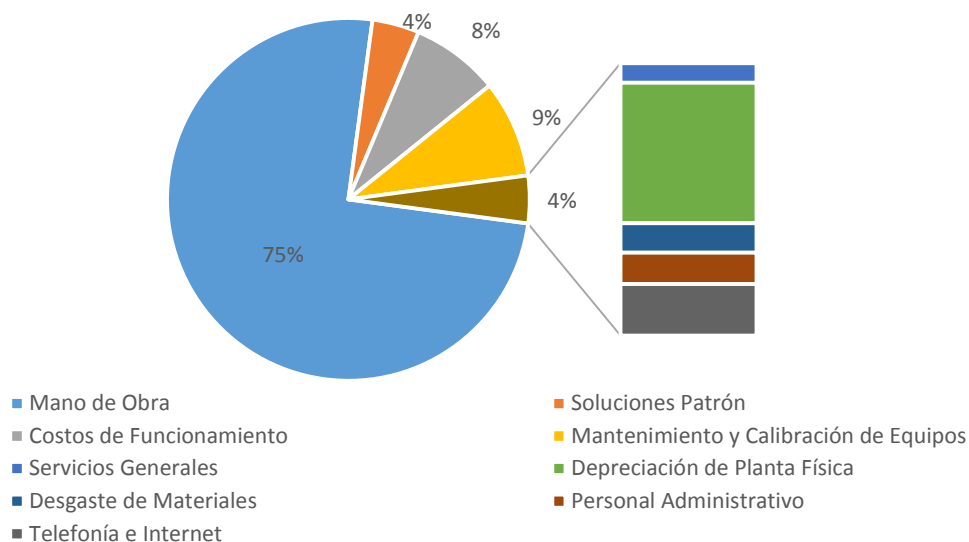


Gráfico 30. Costos Asociados al Parámetro Turbiedad

Fuente: Esta Investigación.

Turbiedad, de igual forma que Conductividad, es un parámetro de medida directa, lo cual hace que su costo sea más bien reducido. Aun así, la prestación de este servicio genera pérdidas para la Universidad de Nariño, ya que con una tarifa fijada en \$3.279 el margen de contribución equivale a -149%.

Como se aprecia en el Gráfico 31, las tarifas para este parámetro son reducidas, incluso en los laboratorios acreditados, lo cual se explica por la simplicidad de su análisis. Sin embargo, dichos precios tienden a ubicarse por debajo de los costos en los que incurre el Laboratorio de la Universidad de Nariño, situación que dificulta la fijación de una tarifa que le permita generar beneficios.

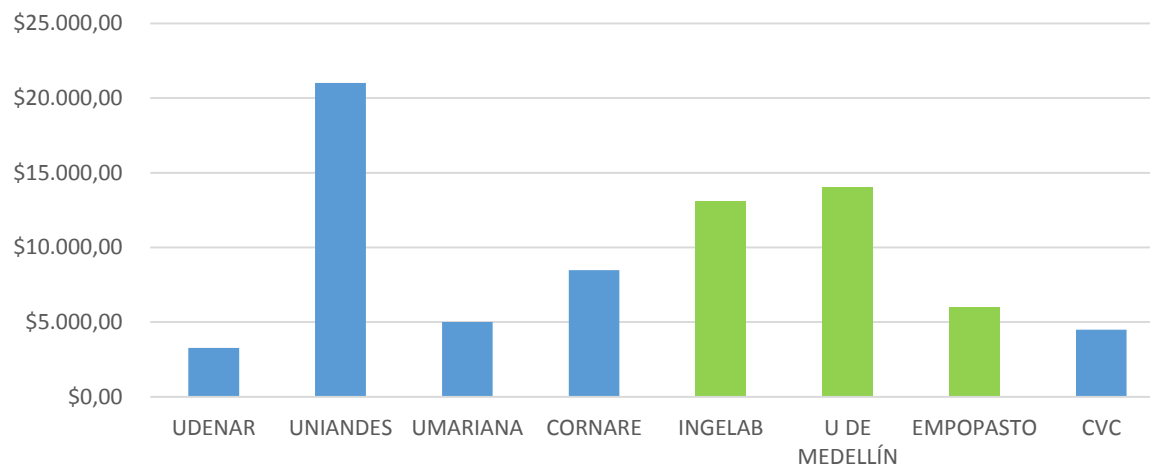


Gráfico 31. Precios de Competidores para el Parámetro Turbiedad
Fuente: Esta Investigación.

18. ANÁLISIS CON KIT DE HACH

AMONIO

MÉTODO: Salicylate Method 8155 HACH

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 10 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Colorímetro HACH DR 890

REACTIVOS:

Este análisis requiere del set de Hach Nitrogen Ammonia, el cual contiene los siguientes reactivos:

- Ammonia Salicylate Reagent
- Ammonia Cyanurate Reagent
- Agua Tipo II.

MATERIALES:

- 2 Pipetas graduadas de 10ml
- 2 Celdas de vidrio de 25ml Hach

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Llenar una celda con 10ml de agua tipo II (blanco) y otro con 10ml de muestra. A cada uno agregar una bolsita del reactivo Ammonia Salicylate y esperar 3 minutos. Enseguida agregar una bolsita de Ammonia Cyanurate a cada frasco y dejar actuar la solución durante 15 minutos. Finalmente utilizar el equipo para calcular los resultados. Si la muestra tiene un elevado contenido de Amonio, es decir por encima de 0,5mg/L, se debe recurrir al Kjeldahl para continuar con el análisis.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

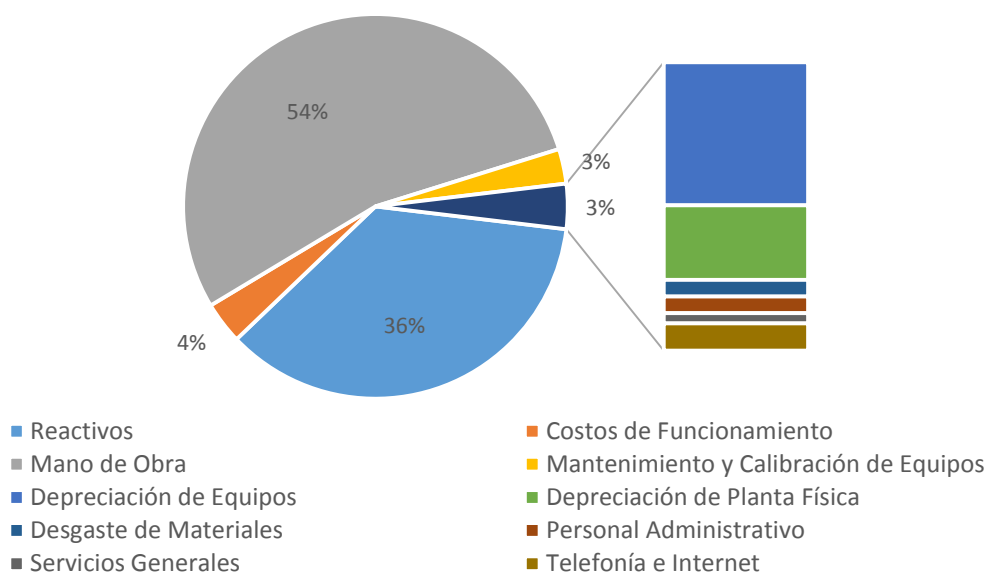


Gráfico 32. Costos Asociados al Parámetro Amonio
Fuente: Esta Investigación.

Los análisis con Set de Hach, se caracterizan por el elevado costo de los reactivos a comparación con los métodos convencionales, sin embargo, la simplicidad del análisis permite disminuir costos de mano de obra.

Actualmente, para éste servicio de análisis, la tarifa establecida por la Universidad de Nariño es de \$16.124, la cual no permite recuperar ni los costos variables en los que se incurre, aunque las pérdidas no son tan elevadas como en otros casos, pues el margen de contribución es de -27%.

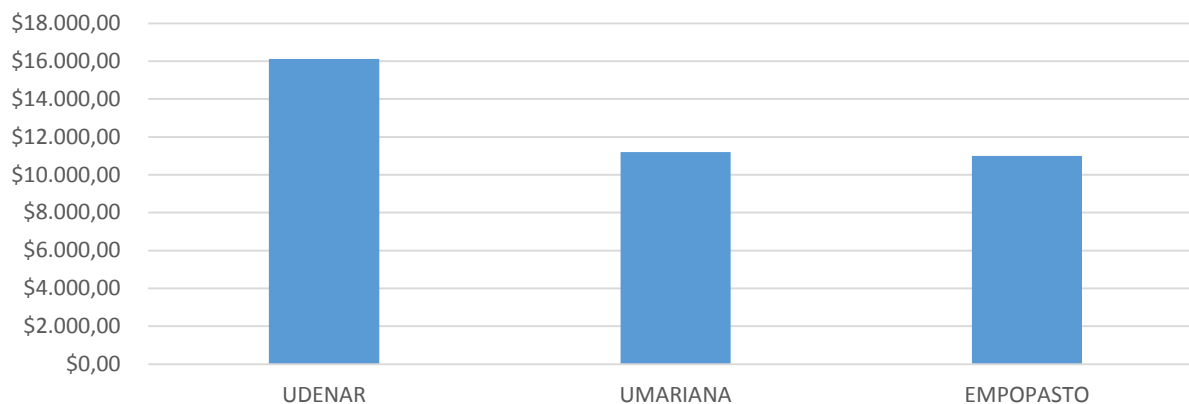


Gráfico 33. Precios de Competidores para el Parámetro Amonio

Fuente: Esta Investigación.

A pesar de que todos los laboratorios de la ciudad de Pasto que prestan este servicio utilizan el método fotométrico, las tarifas establecidas por EMPOPASTO y la Universidad Mariana son en promedio un 31.7% más reducidas que la adoptada por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, de forma que habría que considerar estrategias que permitan disminuir los costos y así afrontar los retos del mercado.

ALUMINIO

MÉTODO: Aluminon Method 8012 HACH

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: 10 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Colorímetro HACH DR 890

REACTIVOS:

Para este análisis se utiliza el set de Hach Aluminum que contiene los siguientes reactivos:

- Ascorbic Acid Powder Pillow
- AluVer® 3 Aluminum Reagent Powder Pillow
- Bleaching 3 Reagent Powder Pillow

MATERIALES:

- 2 Probetas de 50ml

- 2 Celdas de Vidrio de 25ml Hach

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Disolver en 50ml de muestra el contenido de una bolsita de Ácido Ascórbico. Enseguida agregar una bolsita de AluVer® 3 y disolver. Llenar 25ml de la mezcla en una celda de 25ml y al restante agregar una bolsita del reactivo Bleaching 3 (Blanco), agitar durante 30 segundos y llenar la mezcla en una celda de 25ml. Esperar 15 minutos para que el compuesto reaccione. Finalmente utilizar el equipo para calcular el resultado.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

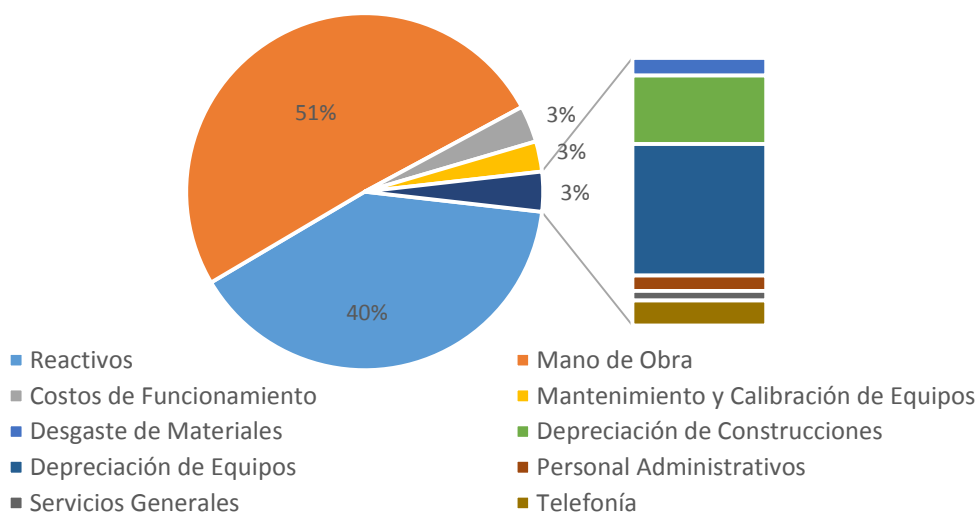


Gráfico 34. Costos Asociados al Parámetro Aluminio
Fuente: Esta Investigación.

Con una tarifa actual fijada en \$13.754 para el parámetro Aluminio, el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas nuevamente está generando pérdidas, pues el margen de contribución para este caso es de -60%, teniendo como principales costos los reactivos y la mano de obra, los cuales tienen un valor de \$21.929.

Por otro lado, los precios de los laboratorios de la Universidad de Medellín, la Corporación Autónoma del Valle e INGELAB, presentan unos precios relativamente elevados a comparación con el resto de laboratorios, pues emplean métodos más complejos para el análisis

de este parámetro. Por su parte, tanto los laboratorios de la Universidad de Nariño, la Universidad Mariana, CORNARE y EMPOPASTO, emplean métodos fotométricos, los cuales son menos costosos y permiten mantener un bajo nivel de tarifas para el público.

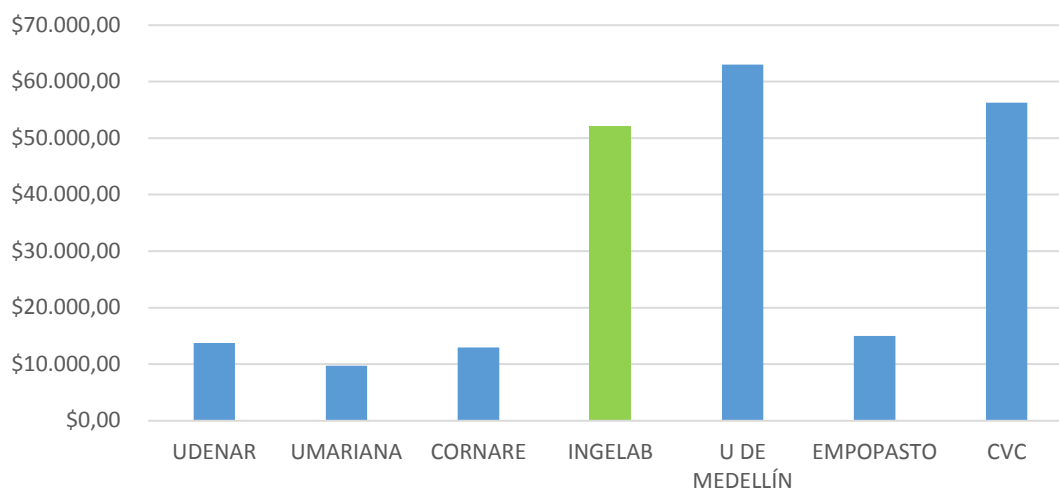


Gráfico 35. Precios de Competidores para el Parámetro Aluminio
Fuente: Esta Investigación.

CARBONO ORGÁNICO TOTAL

MÉTODO: Total Organic Carbon, Low Range Method 10129 HACH

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 30 minutos por cada muestra.

EQUIPO:

- Colorímetro HACH DR 890
- Plancha de agitación
- Termoreactor TR-620 Merck

REACTIVOS:

Para esta prueba se utiliza el Set de reactivos para Carbono Orgánico Total de bajo rango de Hach, el cual permite analizar entre 25 y 50 muestras, dependiendo del número de blancos que sean procesados. Este set incluye los siguientes reactivos:

- Acid Digestion Solution Vials, Low Range TOC

- Buffer Solution, Sulfate
- Indicator Ampules, Low Range TOC
- TOC Persulfate Powder Pillows
- Agua tipo II

MATERIALES:

- 4 Probetas de 50ml
- 1 Pipeta graduada de 2ml
- 4 Erlenmeyer de 50ml
- Embudo (Incluido en el Set de Hach)

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

- ✓ Encender reactor TR 620 Merck. Calentar a 103°C - 105°C
- ✓ Utilizar probetas para llenar 10ml de muestra y patrón en un erlenmeyer de 50ml
- ✓ Agregar 0,4ml de solución buffer
- ✓ Agitar en plancha de agitación a velocidad moderada durante 10 minutos.
- ✓ Marcar 4 tubos de Low Range Acid Digestion Solution, dos para muestra, uno para patrón y otro para blanco.
- ✓ Agregar el contenido de una bolsita de TOC Persulfate a cada uno de los tubos
- ✓ Agregar 3ml de agua tipo II al blanco, muestras y patrón agitar para mezclar.
- ✓ Agregar una ampolleta de Low Range TOC indicator a cada frasco.
- ✓ Poner en el reactor en digestión durante dos horas. Después sacar los tubos y dejar enfriar mínimo una hora.
- ✓ Insertar los tubos en el multiparámetro de HACH previamente limpios y leer el resultado.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Carbono Orgánico Total es el análisis que posee los reactivos más costosos entre todos los parámetros que ofrece el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño y es al mismo tiempo, uno de los pocos con un margen de contribución positivo, pues la tarifa establecida permite que este alcance el 14%, lo cual significa que este servicio cubre la totalidad de sus costos y además, genera beneficios.

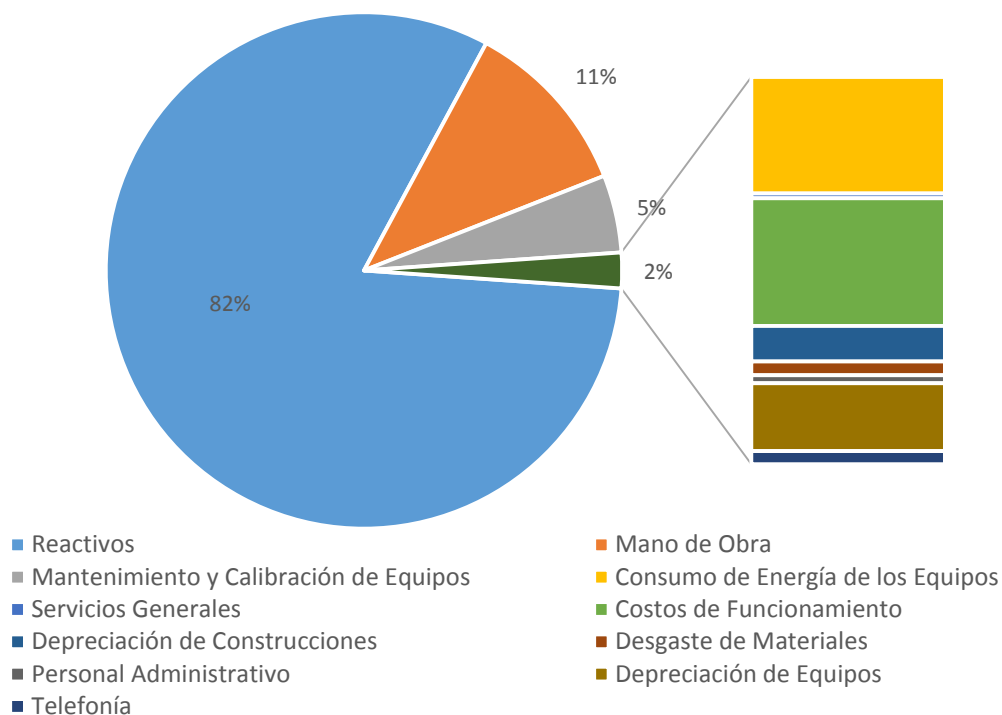


Gráfico 36. Costos Asociados al Parámetro Carbono Orgánico Total

Fuente: Esta Investigación.

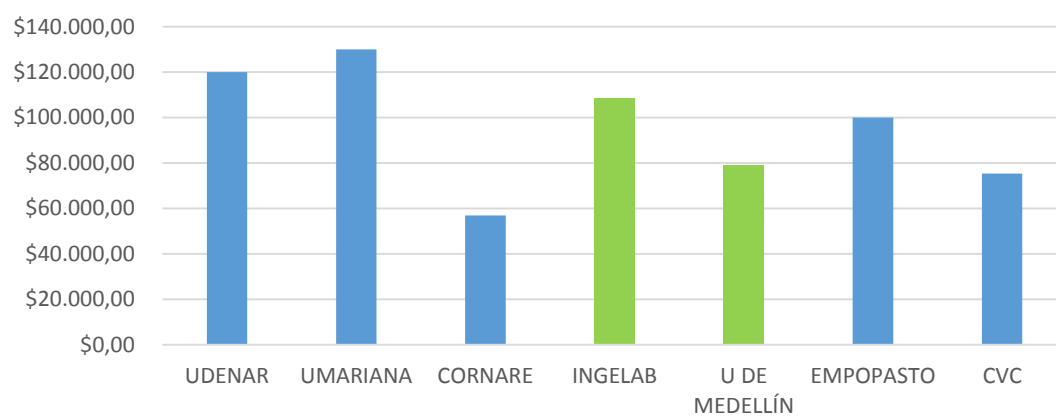


Gráfico 37: Precios de Competidores para el Parámetro Carbono Orgánico Total

Fuente: Esta Investigación.

El precio promedio para el análisis de este parámetro, para laboratorios que no tienen acreditación de alta calidad, es de \$96.450, es decir, un 19.6% menos que la tarifa establecida en la Universidad de Nariño, la cual parecería excesiva si se tiene en cuenta que otros laboratorios con acreditación realizan esta prueba con tarifas menores.

COLORO RESIDUAL

MÉTODO: DPD Low Range Method 8021 HACH, Powder Pillow Procedure

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 5 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Pocket Colorimeter™ II, Chlorine

REACTIVOS:

- a. DPD Free Chlorine Reagent Powder Pillows

MATERIALES:

- 2 Celdas de vidrio de 10ml Hach

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Programar el equipo para el análisis de Cloro residual. Llenar en una celda, 10ml de muestra (blanco) e introducir en el equipo, cubrir con la tapa y presionar la tecla ZERO. En la pantalla aparecerá “0.00”. Enseguida retirar el blanco. Después, agregar a 10ml de muestra una bolsita del reactivo DPD Free Chlorine, agitar durante 20 segundos para disolver y esperar 3 minutos. Nuevamente insertar el frasco en el equipo, tapar y presionar la tecla “READ” para calcular el resultado.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

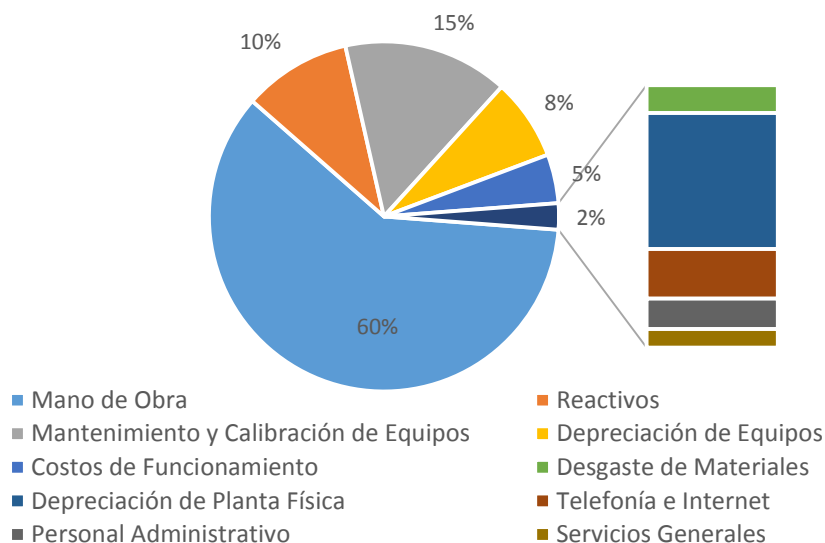


Gráfico 38. Costos Asociados al Parámetro Cloro Residual

Fuente: Esta Investigación.

Con unos costos totales equivalentes a \$17.851 pesos y una tarifa establecida en \$9.945, es evidente que este es un servicio más que está afectando negativamente la situación financiera del Laboratorio, pues su margen de contribución es de -27%.

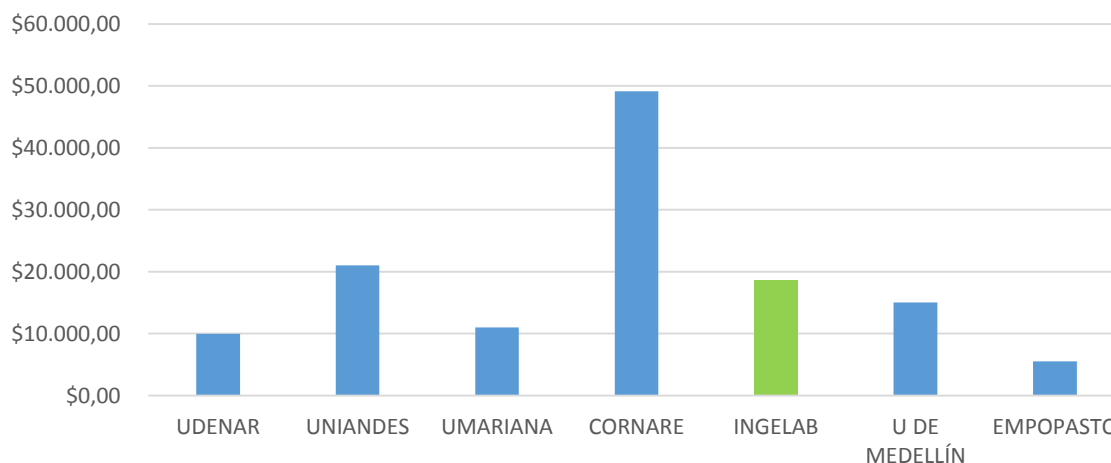


Gráfico 39. Precios de Competidores para el Parámetro Cloro Residual

Fuente: Esta Investigación.

En cuanto a las tarifas establecidas por los diferentes laboratorios, estas no presentan grandes diferencias si no se tiene en cuenta la establecida por CORNARE. En este sentido, el promedio en el mercado está en \$13.514 pesos, cifra que se encuentra por debajo de los costos en los que incurre la Universidad de Nariño al prestar este servicio de análisis.

COBRE

MÉTODO: Bicinchoninate Method 8506 HACH, Powder Pillow Procedure

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 5 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Colorímetro HACH DR 890

REACTIVOS:

- a. CuVer 1 copper reagent powder pillow (HACH).

MATERIALES:

- 2 Celdas de Vidrio de 25ml Hach

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Programar el equipo para el análisis de Cobre. Llenar en una celda 10ml de muestra (blanco) e introducir en el equipo, cubrir con la tapa y presionar la tecla ZERO. En la pantalla aparecerá "0.00". Enseguida retirar el blanco. Después, en otra celda, agregar a 10ml de muestra una bolsita del reactivo CuVer 1 copper reagent, agitar para mezclar y esperar 30 minutos. Finalmente, utilizar el equipo para calcular el resultado.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

La tarifa establecida por el Laboratorio Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño para el parámetro está en \$13.754, mientras que el costo unitario de la prueba asciende a los \$16.590, obteniendo como resultado, un margen de contribución del -4%. Si bien el margen es negativo, las pérdidas por servicio prestado no son tan elevadas para el laboratorio, más aún si se tiene en cuenta que este análisis puede llegar a ser realizado únicamente tres veces en un año.

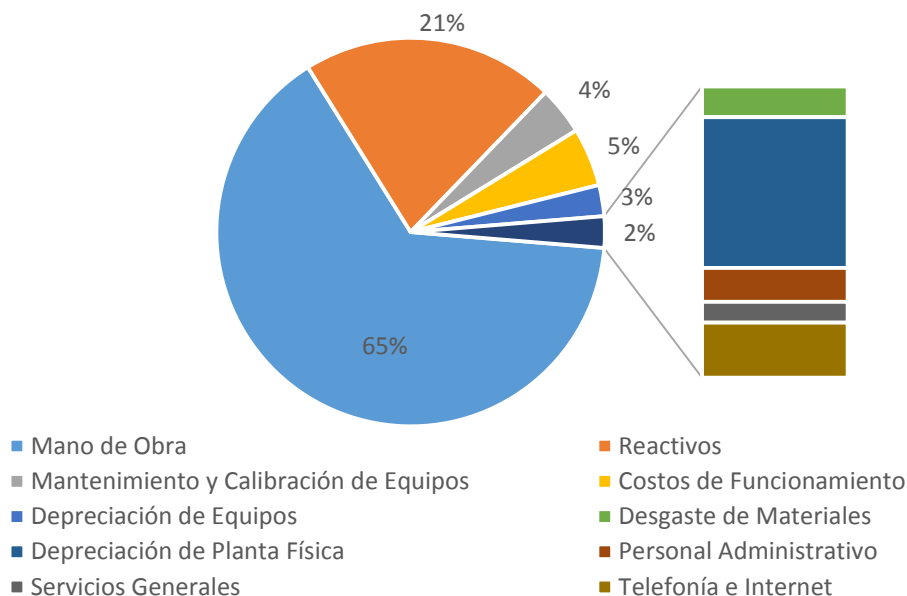


Gráfico 40. Costos Asociados al Parámetro Cobre

Fuente: Esta Investigación.

En este caso, la gran diferencia entre las tarifas establecidas por los diferentes laboratorios se explica por el método utilizado. Mientras que en la Universidad de Nariño el método es fotométrico, en el resto de laboratorios utilizan métodos de espectrometría de absorción atómica, los cuales son más complejos.

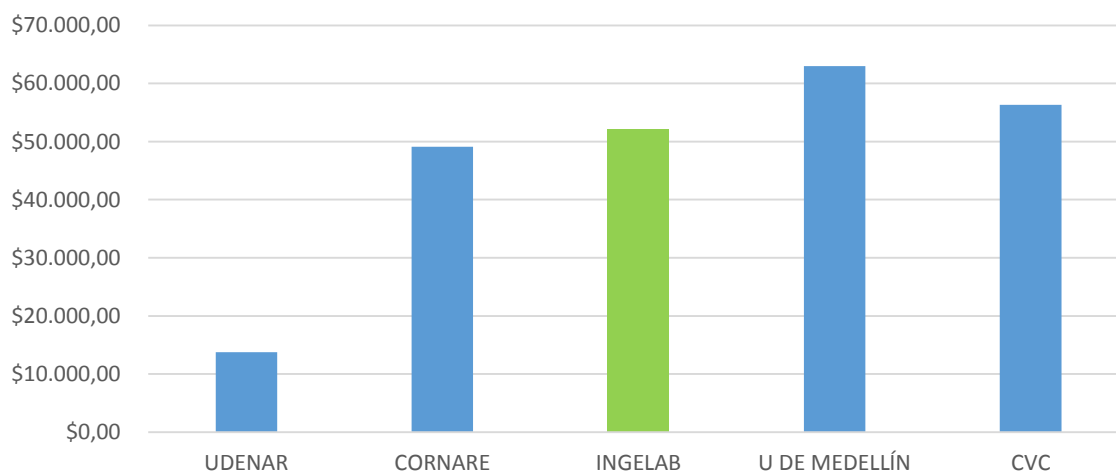


Gráfico 41. Precios de Competidores para el Parámetro Cobre

Fuente: Esta Investigación.

CROMO HEXAVALENTE

MÉTODO: Diphenylcarbohydrazide Method 8023 HACH, Powder Pillows Procedure

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 10 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Colorímetro HACH DR 890

REACTIVOS:

- a. ChromaVer 3 Reagent Powder Pillow (HACH)
- b. Acid Reagent Powder Pillow (HACH).

MATERIALES:

- 1 Celda de Vidrio de 25ml Hach

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Llenar una celda con 10ml de muestra, agregar el contenido de una bolsita del reactivo ChromaVer 3 y esperar 5 minutos. Para el blanco, llenar otra celda con 10ml de muestra y en caso de que esta sea turbia, agregar el contenido de una bolsita de Acid Reagent. Esto asegura que la turbidez disuelta por el ácido del reactivo ChromaVer 3, sea también disuelta en el blanco. Finalmente utilizar el colorímetro de HACH para calcular el resultado.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

La tarifa establecida por la Universidad de Nariño es de \$13.753,7 pesos, mientras que el costo total unitario de realizar esta prueba es de \$20.339, donde los reactivos y la mano de obra calificada representan el 89% del total, de forma que el margen de contribución es negativo y alcanza el 33%.

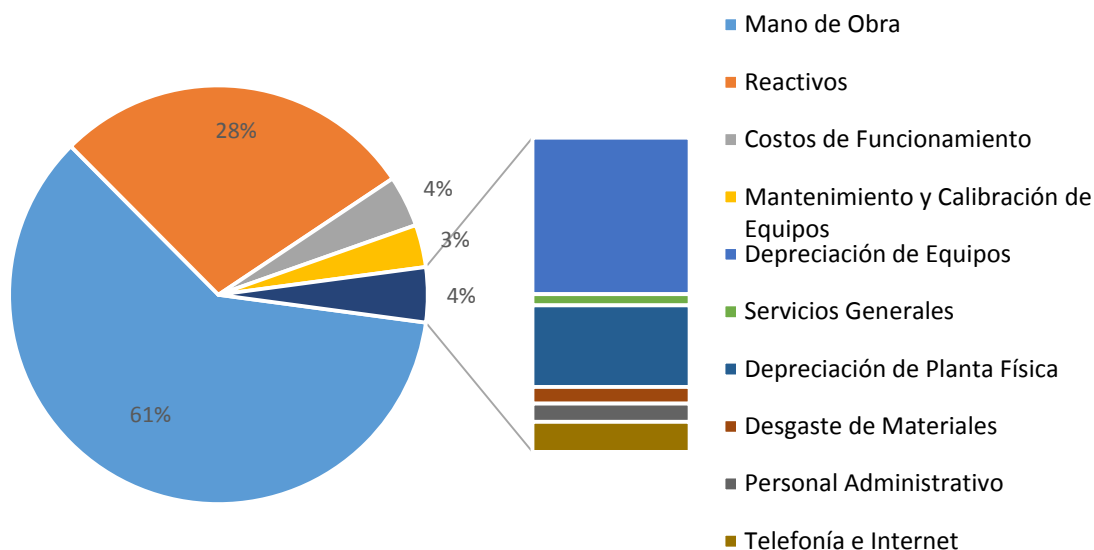


Gráfico 42. Costos Asociados al Parámetro Cromo Hexavalente

Fuente: Esta Investigación.

La diferencia entre los métodos utilizados para el análisis de este parámetro, nuevamente evidencia diferencias significativas en las tarifas adoptadas por los diferentes laboratorios. Así, el empleo del Set de Hach por el laboratorio de la Universidad de Nariño, permite la fijación de una tarifa más accesible para los consumidores.

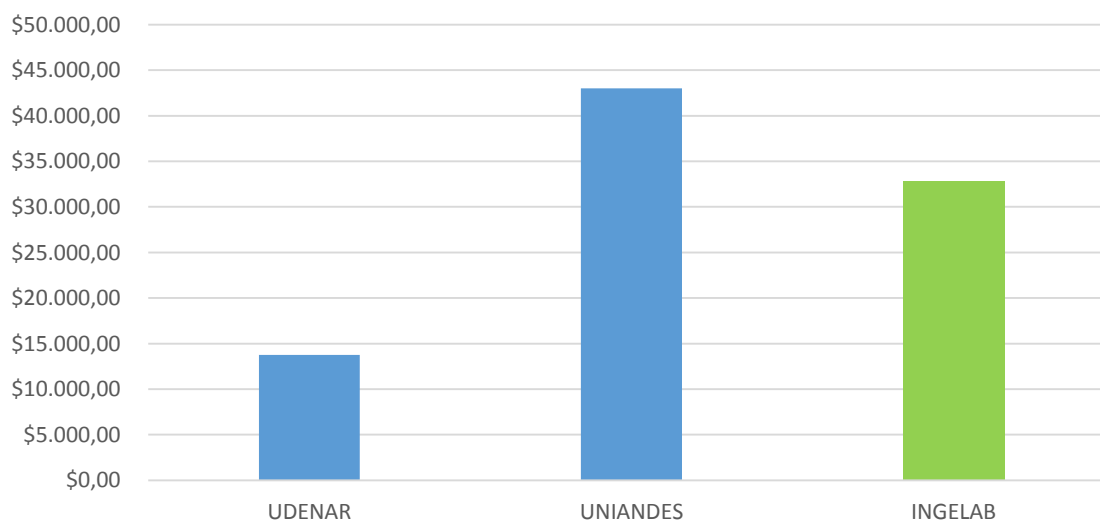


Gráfico 43. Precios de Competidores para el Parámetro Cromo IV

Fuente: Esta Investigación.

CROMO TOTAL

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22 - 3030E
Diphenylcarbohydrazide Method 8023 HACH, Powder Pillows Procedure

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 4 horas por cada lote de 12 muestras.

EQUIPO:

- Colorímetro HACH DR 890
- Planchas de calentamiento

REACTIVOS:

- a. ChromaVer 3 Reagent Powder Pillow
- b. Acid Reagent Powder Pillow.
- c. Ácido Nítrico (HNO_3)
- d. Agua tipo II
- e. Papel filtro cuantitativo franja azul

MATERIALES:

- 2 Erlenmeyer 250ml
- 1 Pipeta graduada de 10ml
- 1 Balón de 100ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 100ml de muestra y agregar 3ml de HNO_3 , llevar a digestión (entre 6 y 8 horas dependiendo del tipo de muestra) y reducción hasta 20ml. Adicionar agua, filtrar y aforar en balón. Enseguida llenar una celda con 10ml de muestra, agregar el contenido de una bolsita del reactivo ChromaVer 3 y esperar 5 minutos. Para el blanco, llenar otro frasco de muestreo con 10ml de muestra y en caso de que esta sea turbia, agregar el contenido de una bolsita de Acid

Reagent. Esto asegura que la turbidez disuelta por el ácido del reactivo ChromaVer 3 sea también disuelta en el blanco. Finalmente utilizar el colorímetro de HACH para calcular el resultado.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

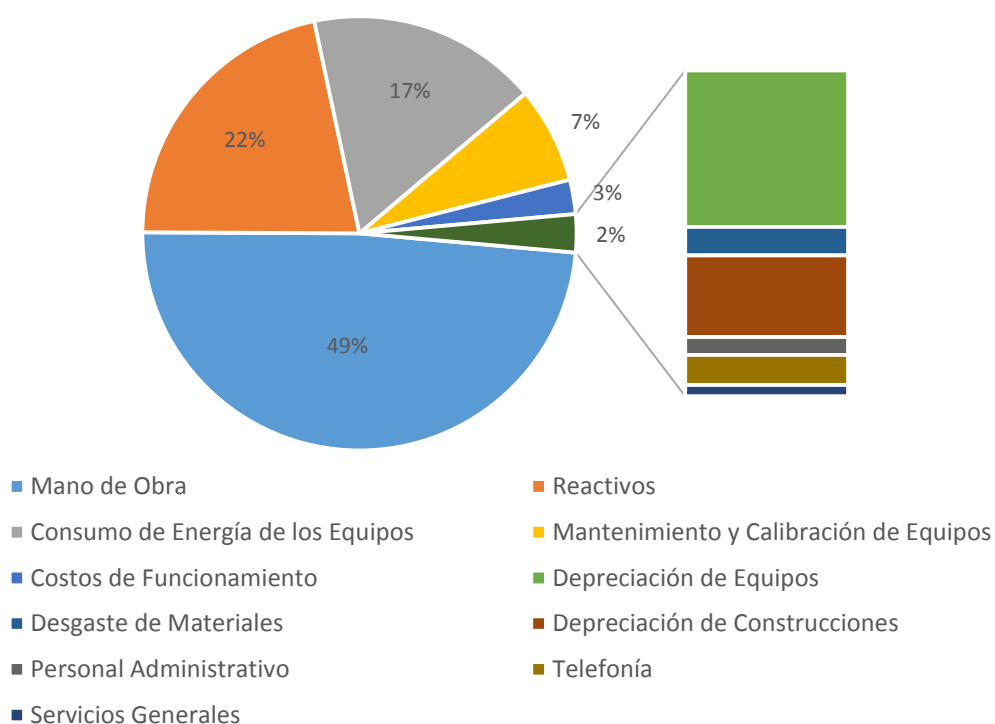


Gráfico 44. Costos Asociados al Parámetro Cromo Total
Fuente: Esta Investigación.

En este caso, la mano de obra calificada, los costos asociados al empleo de equipos especializados y los reactivos que requiere el análisis, suman \$29.871 pesos, sin embargo, únicamente el 46% de esta cifra es recuperada por el Laboratorio, ya que la tarifa establecida por la Universidad para este servicio, es de \$13.754, teniendo como resultado un margen de contribución del -101%.

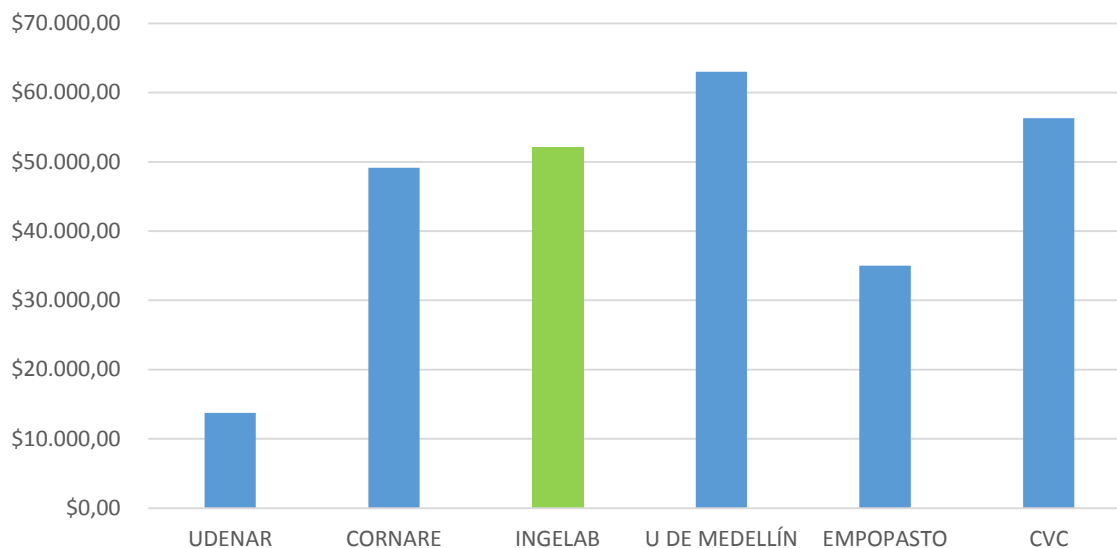


Gráfico 45. Precios de Competidores para el Parámetro Cromo Total

Fuente: Esta Investigación.

Al igual que con Cromo Hexavalente, la diferencia entre los métodos utilizados por los diferentes laboratorios para el análisis de Cromo Total, genera costos diferentes y por lo tanto, tarifas con diferencias significativas. De este modo, el empleo de Set de Hach por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas en lugar de métodos relacionados con espectrometría de absorción atómica, permite que el precio al público de este parámetro pueda ser hasta un 50% menor.

FLUORUROS

MÉTODO: USEPA Direct Measurement ISE Method 8323 HACH, Powder Pillow Procedure

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 10 minutos por cada muestra.

EQUIPO:

- Multiparamétrico portátil HACH HQ 40D
- Plancha de agitación

REACTIVOS:

- Fluoride Standard Solution, 1.0 mg/L as F (NIST) (HACH)

Fluoride Standard Solution, 0.5 mg/L as F (NIST) (HACH)

Fluoride Standard Solution, 2.0 mg/L as F (NIST) (HACH)

b. Fluoride Adjustment Buffer Reagent Powder Pillow

MATERIALES:

- 2 Beaker de 25ml
- 2 Pipetas graduadas de 10ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

Medir 25ml de muestra y de patrón y agregar una bolsita del reactivo buffer de HACH a cada uno, poner en la plancha de agitación un minuto y sumergir la sonda de fluoruros para calcular el resultado.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

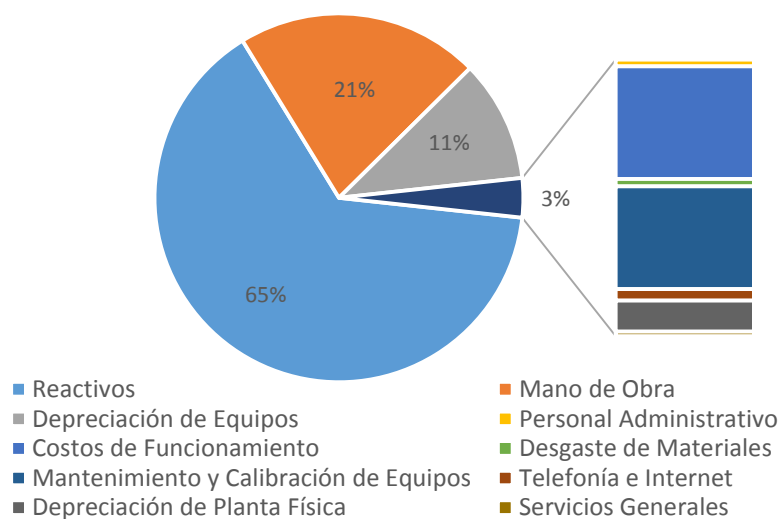


Gráfico 46. Costos Asociados al Parámetro Fluoruros

Fuente: Esta Investigación.

En este caso, los reactivos son el principal costo, pues alcanzan los \$37.136 pesos, seguido por la mano de obra con \$12.290 y aquellos asociados con la utilización de los equipos con un valor de \$6.887 pesos. Sin embargo, la tarifa establecida por el Laboratorio, apenas cubre el 32% de los costos totales, teniendo como resultado un margen de contribución de -167%

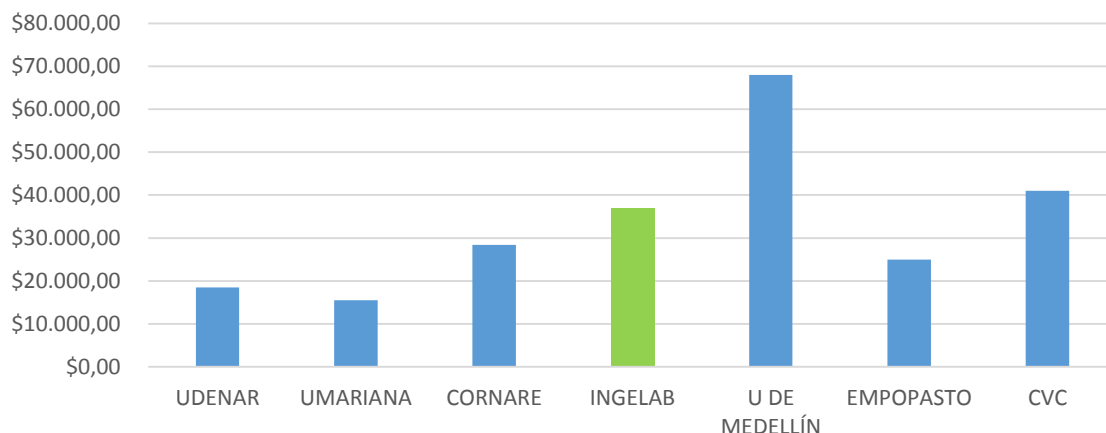


Gráfico 47. Precios de Competidores para el Parámetro Fluoruros

Fuente: Esta Investigación.

En general, las tarifas establecidas por los laboratorios competidores, a excepción de las establecidas por la Universidad de Medellín y la Corporación Autónoma del Valle, se encuentran muy por debajo de los costos en los que se incurre en la prestación de este servicio, ya que éstas no alcanzarían a cubrir ni siquiera los costos de los reactivos y materiales que se consumen al realizar el análisis.

HIERRO

MÉTODO: FerroVer Method 8008, Powder Pillows Procedure

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: 10 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Colorímetro HACH DR 890

REACTIVOS:

- a. FerroVer Iron Reagent Powder Pillow (HACH)

MATERIALES:

- 2 Celdas de vidrio de 25ml Hach

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Agregar el contenido de una bolsita del reactivo FerroVer Iron a 10ml de muestra y utilizar el equipo para hacer la lectura del parámetro.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

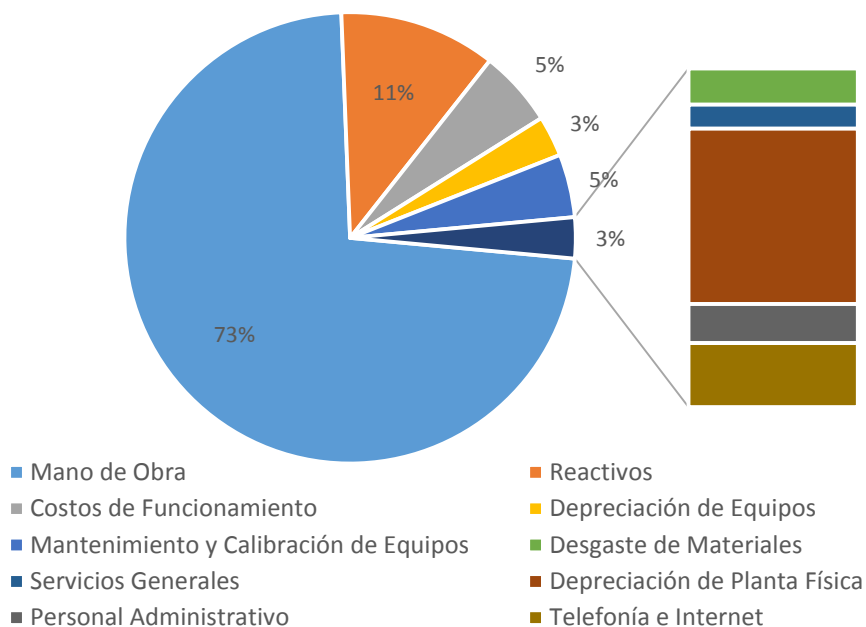


Gráfico 48: Costos Asociados al Parámetro Hierro
Fuente: Esta Investigación.

Se determinó que esta prueba presenta un margen de contribución positivo del 9%, aunque este no es lo suficiente elevado como para cubrir la totalidad de los costos, los cuales alcanzan los \$14.750 pesos.

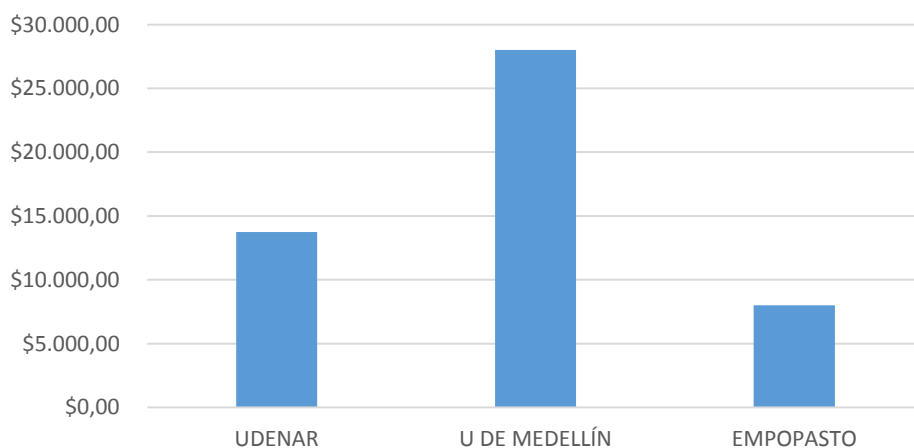


Gráfico 49. Precios de Competidores para el Parámetro Hierro
Fuente: Esta Investigación.

En general, los análisis de metales tienden a realizarse en los diferentes laboratorios mediante métodos de espectrometría de absorción atómica, con precios que van entre los 40.000

y 65.000 pesos, pero los laboratorios de la Universidad de Medellín y EMPOPASTO ofrecen este parámetro con métodos fotométricos, de manera similar al Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, aunque sus tarifas presentan grandes diferencias.

MANGANESO

MÉTODO: PAN Method 8149 HACH

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: 10 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Colorímetro HACH DR 890

REACTIVOS:

- a. 10ml agua tipo II
- b. Ascorbic Acid Powder Pillow (HACH)
- c. Alkaline-Cyanide Reagent (HACH)
- d. PAN Indicator Solution, 0.1%

MATERIALES:

- 2 Celdas de vidrio de 25ml Hach

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Llenar una celda con 10ml de agua tipo II (Blanco) y otra con 10ml de muestra. A cada una agregar una bolsita de Ácido Ascórbico, 12 gotas de Cianuro Alcalino y 12 gotas (0,4ml) de la solución indicador PAN, agitando para mezclar cada vez que se añade un nuevo reactivo. Finalmente, utilizar el equipo para realizar medir los resultados.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Con una tarifa establecida en \$13.754 pesos, el margen de contribución de este parámetro es de -16%, siendo el tiempo empleado por el técnico del laboratorio el costo más elevado, ya que alcanza la cifra de \$12.290.

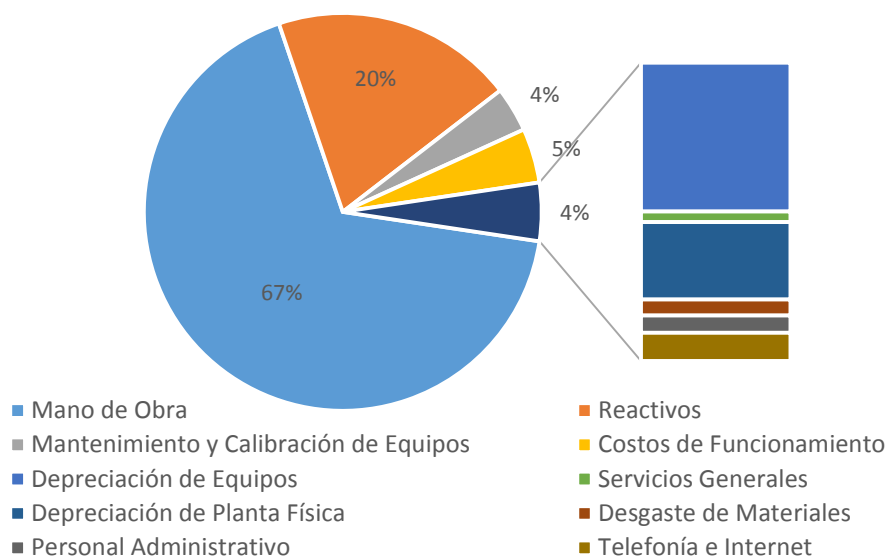


Gráfico 50. Costos Asociados al Parámetro Manganeseo
Fuente: Esta Investigación.

Por otro lado, nuevamente se evidencia la diferencia de tarifas entre los laboratorios de la ciudad y los de otras regiones, los cuales emplean distintos métodos de análisis. Al mismo tiempo, se encuentra que el laboratorio de la Universidad Mariana presta este servicio a un precio inferior, el cual dificulta las condiciones para un eventual incremento de una tarifa para este parámetro.

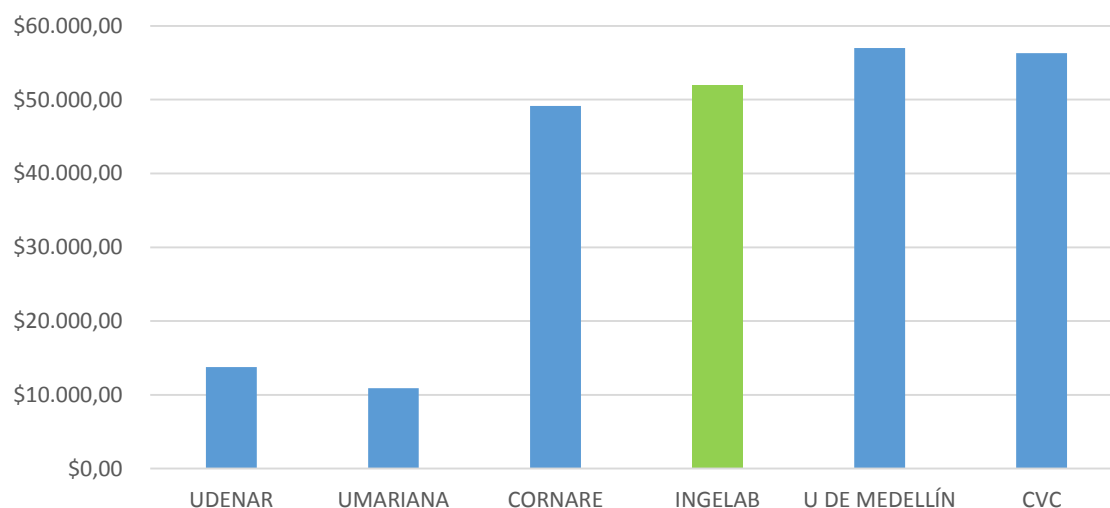


Gráfico 51. Precios de Competidores para el Parámetro Manganeseo
Fuente: Esta Investigación.

ZINC

MÉTODO: Zincon Method 8009 HACH

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: 15 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Colorímetro HACH DR 890

REACTIVOS:

- a. ZincoVer 5 Reagent Powder Pillow (HACH)
- b. Cyclohexanone

MATERIALES:

- 1 Pipeta graduada 2ml
- 1 Pipeta graduada 10ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Llenar 20ml de muestra en una celda de 25ml. Agregar el contenido de una bolsita de ZincoVer 5 y esperar a que se disuelva completamente y el color del agua cambie a naranja. Si la muestra se vuelve azul o café, significa que existe, bien sea una alta concentración de zinc, o algún tipo de interferencia en el análisis. En este caso, diluir la muestra y repetir el proceso. Enseguida, llevar 10ml de la solución naranja a otro frasco de muestreo (Blanco), agregar 0,5ml de Cyclohexanone a la primera solución y agitar por 30 segundos. Finalmente utilizar el equipo para determinar el resultado.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

El parámetro Zinc tiene margen de contribución negativo de 13%, puesto que su tarifa, establecida en \$14.918 pesos, no le permite recuperar ni siquiera los costos variables, los cuales ascienden a \$16.902 pesos, principalmente representados por el tiempo que requiere el analista para determinar la concentración de Zinc a una muestra determinada.

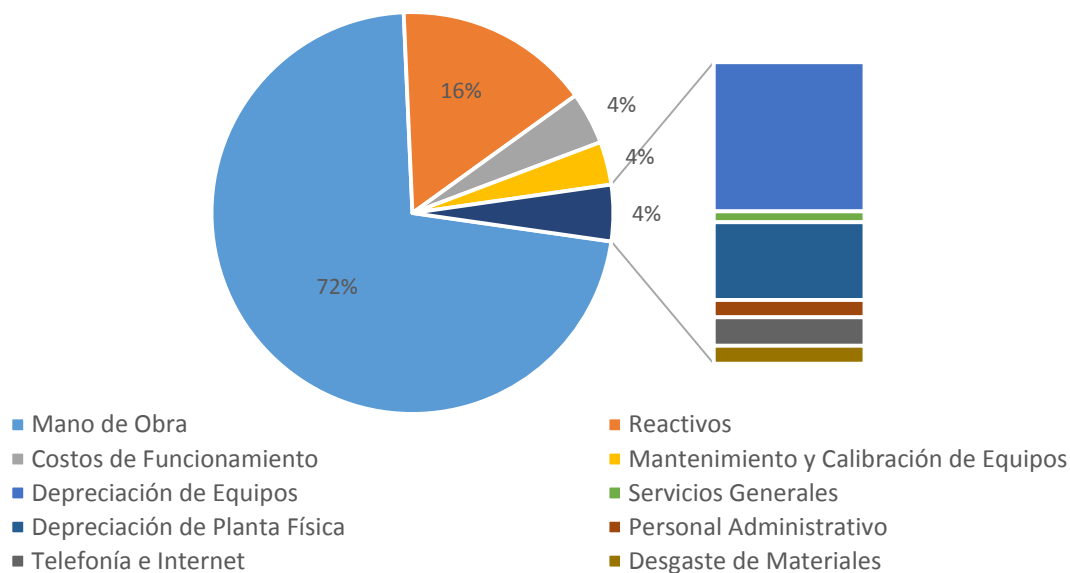


Gráfico 52: Costos Asociados al Parámetro Zinc

Fuente: Esta Investigación.

Zinc, al ser un metal, suele ser analizado en otros laboratorios a partir del método de espectrometría de absorción atómica, lo cual se ve representado en sus elevadas tarifas.

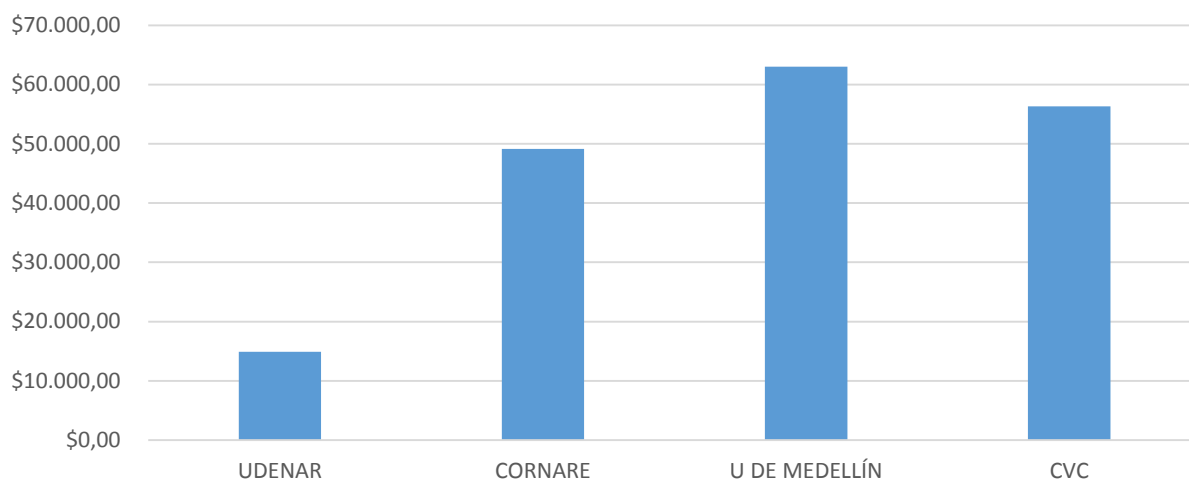


Gráfico 53. Precios de Competidores para el Parámetro Zinc

Fuente: Esta Investigación.

En este sentido, el contar con un método que permita determinar la concentración de este elemento en las muestras de agua a un costo relativamente reducido, se constituye como una ventaja sobre los competidores.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS DE ANALISIS CON KIT DE HACH

Los residuos de los análisis realizados a partir de Set de Reactivos de HACH se almacenan en contenedores separados y posteriormente se ponen a disposición de EMAS.

19. NITRÓGENO TOTAL

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22-4500-N Org-C

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 90 minutos cada muestra.

EQUIPO:

- Microdestilador Labconco
- Microdigestor Kjeldahl
- Balanza Ohaus Pionner

REACTIVOS:

- Sulfato de Potasio (K_2SO_4)
- Sulfato Cúprico ($CuSO_4$) anhidro
- Permanganato de Potasio ($KMnO_4$)
- Selenio
- Hidróxido de Sodio
- Ácido Sulfúrico concentrado 95% – 97%
- Ácido Bórico
- Papel indicador pH
- Azul de Metileno
- Rojo de Metilo
- Alcohol Etfílico 95%

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- a. **Patrón NO₃ 100ppm:** Secar Nitrato de Potasio a 105°C por 24 horas y disolver 0,7218g en un litro de agua.
- b. **Patrón NO₃ 10ppm:** Diluir 10ml de patrón NO₃ en 100ml de agua tipo II.
- c. **Mezcla catalítica:** 100g de Sulfato de Potasio, 25g de Sulfato Cúprico, 7,5g de Permanganato de Potasio, 0,5g de Selenio.
- d. **Solución de Hidróxido de Sodio:** Disolver 400g de Hidróxido de Sodio en un litro de agua.
- e. **Indicador Mixto:** 2 g de Rojo de Metilo y 1 g de Azul de Metileno disueltos en 1000 ml de Alcohol Etílico del 95%.
- f. **Solución de Ácido Bórico:** Diluir 20g de Ácido Bórico agua tipo II y aforar a un litro.
- g. **Ácido Sulfúrico 0,02N:** Medir 200ml de Ácido Sulfúrico 0,1N y aforar a 1L con agua tipo II.

MATERIALES:

- 1 Pipeta graduada de 10ml clase A
- 1 Balón de 50ml
- 1 Balón de 100ml
- 3 Probeta de 100ml
- 1 Dispensador de 5ml
- 1 Beaker de polietileno de 250ml
- 1 Erlenmeyer de 2000ml
- 1 Erlenmeyer de 500ml
- 3 Erlenmeyer de 50ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

En primer lugar, se mide un volumen determinado de muestra, el cual puede ir desde 10ml hasta los 200ml, dependiendo de su tipo; 100ml de patrón Nitrato de Potasio y 200ml de blanco.

El método consta de tres etapas: Digestión, Destilación y Titulación.

- I. **DIGESTIÓN:** En un balón de digestión Kjeldahl se agrega el volumen de muestra escogido, 0,4g de mezcla catalítica y 5ml de Ácido Sulfúrico. Enseguida se lleva a la estufa 3 horas por cada 50ml de muestra con el propósito de producir la descomposición del Nitrógeno.
- II. **DESTILACIÓN:** A la solución resultante de la digestión se le agrega Hidróxido de Sodio al 40% (entre 10 y 50ml dependiendo del tipo de muestra hasta que se genere una coloración café) y enseguida se monta en el Kjeldhal entre 5 y 15 minutos para liberar el Amonio. El resultado de la destilación es retenido en una solución con 5ml de Ácido Bórico y 2 gotas de indicador mixto contenidos en un frasco Erlenmeyer de 50ml. El destilado tiene un pH básico y se debe continuar el proceso hasta que el pH de la solución del Erlenmeyer sea neutro, para lo cual se utiliza papel indicador de pH.
- III. **TITULACIÓN:** Finalmente, para valorar la cantidad de Amonio presente en la muestra destilada se titula con Ácido Sulfúrico 0,02N. La cantidad del titulante necesaria puede variar dependiendo del tipo de muestra, desde 0,5ml para aguas potables, hasta 30ml para muestras más contaminadas.

CÁLCULO:

$$mgNH_3-N/L = \frac{(mL \text{ de Ácido Sulfúrico} - mL \text{ Titulación del Blanco}) * 280}{mL \text{ de Muestra}}$$

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos se neutralizan con otros residuos ácidos y posteriormente se eliminan por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

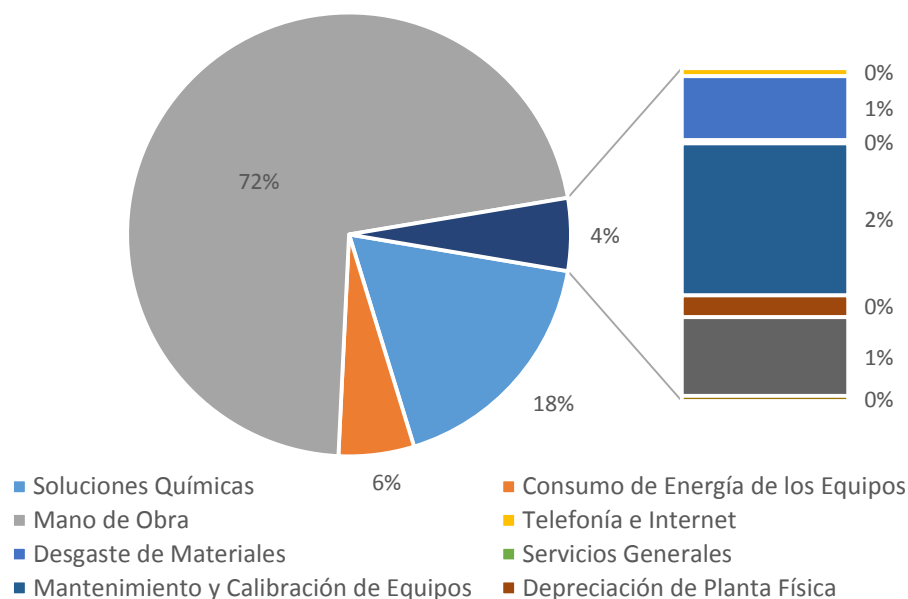


Gráfico 54. Costos Asociados al Parámetro Nitrógeno Total

Fuente: Esta Investigación.

La complejidad del procedimiento de análisis, hace que la mano de obra calificada tenga un costo significativamente elevado, además de llegar a representar el 71,6% del costo total unitario. Por su parte, la tarifa establecida por el Laboratorio apenas cubre el 38% de los costos totales, de forma que se obtiene un margen de contribución de -149%.

En este caso, la tarifa establecida por la Universidad de Nariño para este parámetro es la más baja entre el grupo de laboratorios competidores del Gráfico 55, los cuales tienen precios hasta 4.7 veces superiores y con un promedio de \$ 61.464 cuando el parámetro no es acreditado, valor principalmente influenciado por la tarifa adoptada por el laboratorio de EMPOPASTO.

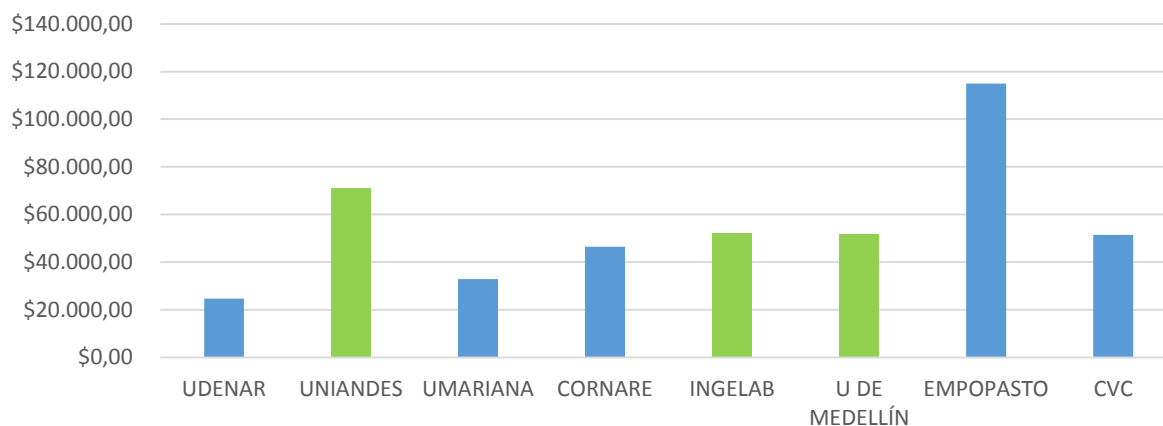


Gráfico 55. Precios de Competidores para el Parámetro Nitrógeno Total

Fuente: Esta Investigación.

20. AMONIO MÉTODO KJELDAHL

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22 - 4500-NH₃

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 30 minutos por cada muestra.

EQUIPO: PREGUNTAR

- Microdestilador Labconco
- Balanza Ohaus Pionner

REACTIVOS:

- Ácido Bórico
- Ácido Sulfúrico concentrado 95 – 97%

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- Patrón NO₃ 100ppm:** Secar Nitrato de Potasio a 105°C por 24 horas y disolver 0,7218g en un litro de agua.
- Patrón NO₃ 10ppm:** Diluir 10ml de patrón NO₃ en 100ml de agua tipo II. Esta solución es el patrón que se utiliza por cada lote de muestras.

- c. **Indicador mixto:** 2 g de Rojo de Metilo y 1 g de Azul de Metileno disueltos en 1000 ml de Alcohol Etílico del 95%.
- d. **Solución de Ácido Bórico:** Diluir 20g de Ácido Bórico agua tipo II y aforar a un litro.
- e. **Ácido Sulfúrico 0,02N:** Medir 200ml de Ácido Sulfúrico 0,1N y aforar a 1L con agua tipo II.

MATERIALES:

- 1 Pipeta graduada de 10ml clase A
- 3 Probeta de 100ml
- 3 Erlenmeyer de 50ml
- Papel Indicador de pH

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 50ml de blanco, 50ml de patrón de Nitrato de Potasio y entre 20ml y 50ml de muestra, dependiendo de su tipo. Posteriormente, destilar los controles y la muestra en una solución de 5ml de Ácido Bórico más dos gotas de indicador mixto hasta 30ml. Enseguida titular con Ácido Sulfúrico 0,02N hasta que la muestra cambie a color rosado.

La cantidad del titulante necesaria puede variar dependiendo del tipo de muestra, desde 1 ml para aguas potables, hasta 30ml para muestras más contaminadas.

CÁLCULO:

$$mgNH_3-N/L = \frac{(mL \text{ de Ácido Sulfúrico} - mL \text{ Titulación del Blanco}) * 280}{mL \text{ de Muestra}}$$

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos se neutralizan con otros residuos ácidos y posteriormente se eliminan por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

El costo unitario de esta prueba es de \$33.911, el cual está representado en un 94% por los costos relacionados con la mano de obra y las soluciones químicas necesarias para determinar la concentración de Amonio en una muestra determinada. Al mismo tiempo, con un precio establecido por el Laboratorio para este parámetro en \$16.125, se comprueba que este es un servicio más que está contribuyendo con la pérdida de recursos de la Universidad de Nariño, pues el margen de contribución llega a ser del -99%.

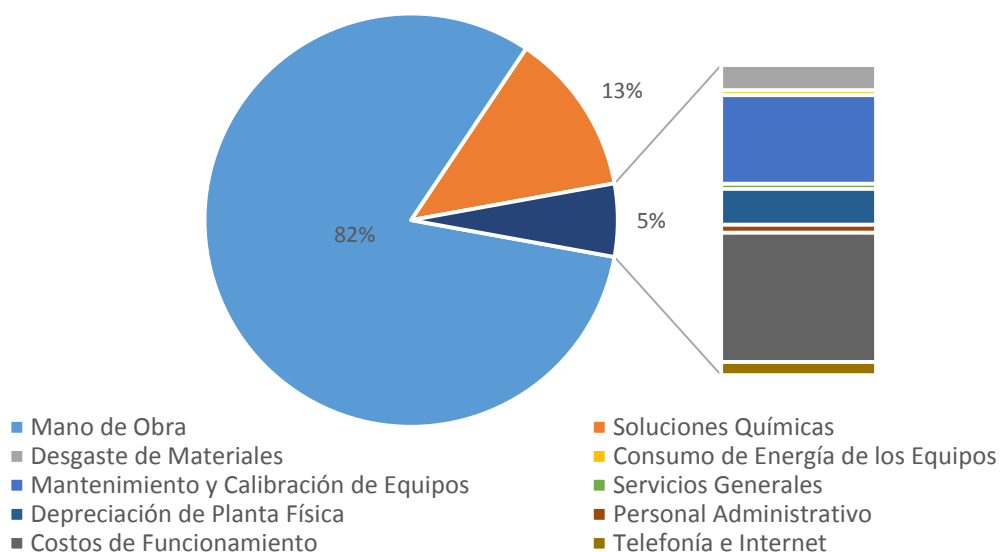


Gráfico 56. Costos Asociados al Parámetro Amonio

Fuente: Esta Investigación.

En promedio, la tarifa para este parámetro, cuando es determinado mediante el método empleado por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, es de \$47.175.

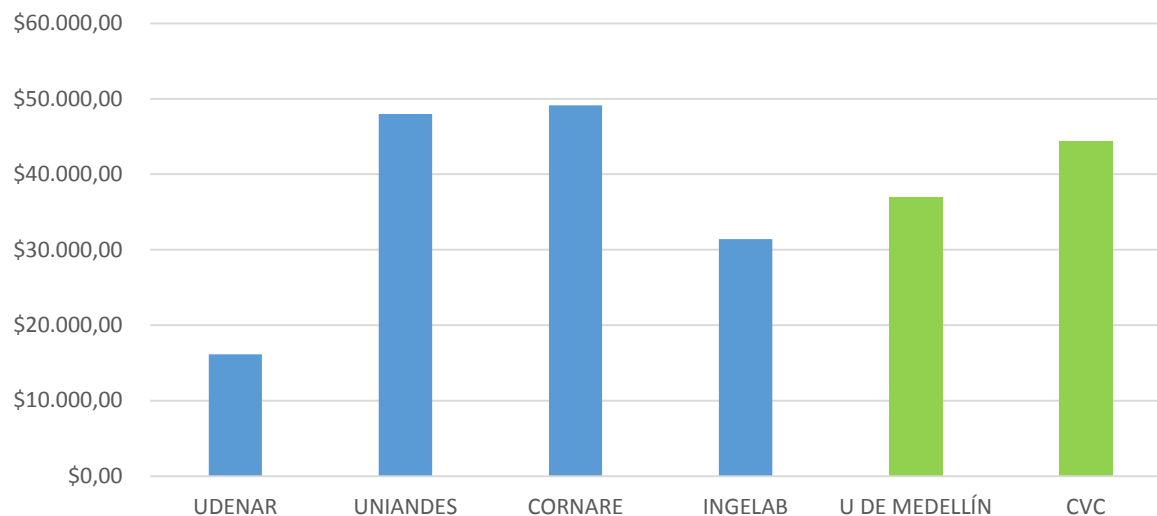


Gráfico 57. Precios de Competidores para el Parámetro Amonio
Fuente: Esta Investigación.

La Universidad de Nariño, ha establecido un precio único para el análisis de este parámetro, aunque su determinación puede ser realizada a partir de dos métodos, los cuales generan costos diferentes. Por lo tanto, el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas debería definir tarifas individuales acordes a cada uno de los procedimientos.

21. SULFATOS

El laboratorio de análisis químico y Aguas puede determinar la concentración de este parámetro a partir de dos métodos diferentes:

MÉTODO COLORIMÉTRICO

Estándar Métodos Ed. 22- 4500-SO₄-E

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 30 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Espectrómetro de Barrido Uv/Vis, Lambda II

REACTIVOS:

- Ácido Sulfúrico 0,1N
- Ácido Acético glacial

- Cloruro de Magnesio hexahidratado ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- Acetato de Sodio ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) anhidro
- Nitrato de Potasio (KNO_3)
- Agua tipo II
- Cloruro de Bario dihidratado

PREPARACIÓN DE REACTIVOS

- Ácido Sulfúrico 0,02N:** Medir 200ml de Ácido Sulfúrico 0,1N y aforar a 1L con agua tipo II.
- Solución patrón de sulfatos de 100ppm:** Medir 10,4 ml de Ácido Sulfúrico 0,02N y aforar a 100ml con agua tipo II.
- Solución Buffer:** Mezclar 20ml de Ácido Acético, 30g de Cloruro de Magnesio hexahidratado, 5g de Acetato de Sodio y 1g de Nitrato de Potasio. Enseguida aforar en un litro de agua tipo II.

MATERIALES:

- 4 Frascos de vidrio de 200ml blanco patrón muestra y duplicado
- 1 Dispensador de 10ml
- 1 Erlenmeyer de 250 ml
- 1 Celda de vidrio
- 1 Pipeta graduada de 10ml
- 1 Pipeta aforada de 10ml
- 2 Balón de 100ml
- Cronómetro

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Se miden 100ml de blanco, patrón y muestra con duplicado, se agregan 20ml de solución buffer, se mezcla y agrega una cucharilla de Cloruro de Bario (0,2376gr). Cinco minutos después se realiza la lectura del resultado con el espectrómetro a 420nm.

CÁLCULO:

Se realiza por ecuación, la cual resulta del análisis de la curva de calibración.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

MÉTODO GRAVIMÉTRICO

Estándar Métodos Ed. 22- 4500-SO42-D

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 2 horas por cada muestra.

EQUIPO

- Mufla
- Balanza Analítica
- Plancha de calentamiento
- Horno

REACTIVOS:

- Cloruro de Bario dihidratado
- Ácido Clorhídrico 37%

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- Solución de Cloruro de Bario:** Disolver 100g de Cloruro de Bario dihidratado en un litro de agua tipo II.
- Ácido clorhídrico 6N:** Mezclar 50ml de Ácido Clorhídrico 37% y 50ml de agua tipo II.

MATERIALES:

- 2 Capsulas de porcelana
- 2 Embudos
- 2 Erlenmeyer de 250ml
- 2 Pipetas graduadas de 10ml
- Papel filtro cualitativo franja negra
- Papel filtro cuantitativo franja azul

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Se evaporan 20ml de la muestra en una cápsula de porcelana a 100°C (30 minutos en horno). Se lleva a calcinación a 550°C (30 minutos en mufla). Enseguida se agrega un mililitro de Ácido Clorhídrico 6N, se agrega agua caliente y se filtra con papel filtro franja negra en un erlenmeyer de 250ml hasta aproximadamente 10ml. A esta solución se le agregan 5ml de solución de Cloruro de Bario. Se lleva a evaporación en plancha de calentamiento hasta reducir a 50ml de muestra. Nuevamente se filtra en caliente con papel filtro franja azul.

Tarado de crisoles: Se colocan los crisoles a 800°C en la mufla 30 minutos, después se dejan enfriar, se pasan al horno de 100°C durante media hora y se llevan al desecador durante media hora; finalmente se pesan y registra el dato como peso inicial. Dentro de estos crisoles ya tarados, se coloca el papel filtro franja azul y se lleva nuevamente a 800°C durante 30 minutos, se dejan enfriar y se continúa con el proceso inicial del tarado.

CÁLCULO:

$$mgSO_4/ml = \frac{((Peso\ Final - Peso\ Inicial) * 0.4115) * (1000/1)(1000/1)}{Volumen\ de\ Muestra}$$

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Las principales diferencias en cuanto a los costos para la determinación de este parámetro a partir de los métodos Colorimétrico y Gravimétrico, están explicados principalmente por la mano de obra calificada, pues este último requiere de un mayor tiempo de análisis, además de los costos asociados al empleo de equipos.

Tabla 8
Costo Unitario del Parámetro Sulfatos

COSTOS VARIABLES	<i>Método Colorimétrico</i>	<i>Método Gravimétrico</i>
Soluciones Químicas	\$ 2.111	\$ 122
Desgaste de Materiales	\$ 193	\$ 2.058
Mano de Obra	\$ 26.117	\$ 55.306
Consumo de Energía de los Equipos	N/A	\$ 5.598
Sub Total	\$ 28.421	\$ 63.084
COSTOS FIJOS		
Mantenimiento y Calibración de Equipos	\$ 282	\$ 2.092
Depreciación de Equipos	N/A	\$ 2.877
Depreciación de Construcciones	\$ 224	\$ 224
Costos de Funcionamiento	\$ 807	\$ 807
Personal Administrativos	\$ 50	\$ 50
Servicios Generales	\$ 31	\$ 31
Telefonía	\$ 82	\$ 82
Sub Total	\$ 1.476	\$ 6.163
TOTAL	\$ 29.897	\$ 69.247

Fuente: Esta Investigación.

La Universidad de Nariño tiene establecida una única tarifa de \$10.156 pesos para el parámetro Sulfatos, es decir que no se tiene en cuenta que cada método cuenta con costos significativamente diferentes. Así, para los métodos Colorimétrico y Gravimétrico, se obtienen márgenes de contribución negativos de 180% y 521%, respectivamente, lo que convierte a este servicio en uno de los que generan las mayores pérdidas para la Universidad de Nariño.

La tarifa promedio para este parámetro se encuentra en \$25.000 pesos y a excepción de EMPOPASTO, los laboratorios utilizan la técnica colorimétrica para su determinación, evidenciando el bajo precio establecido para este ensayo por los laboratorios regionales, el cual puede llegar a ser hasta 4.8 veces más económico.

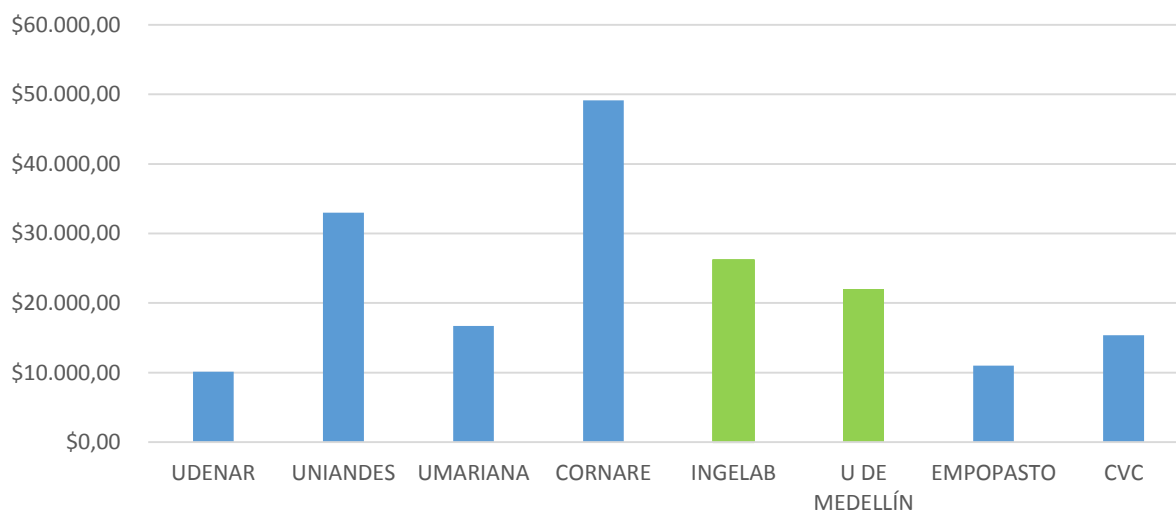


Gráfico 58. Precios de Competidores para el Parámetro Sulfatos
Fuente: Esta Investigación.

. Cabe resaltar, que la Universidad de los Andes y CORNARE han establecido un nivel de precios bastante elevado, sobrepasando incluso a los laboratorios de INGELAB y la Universidad de Medellín quienes, a diferencia de estos primeros, poseen acreditación de alta calidad para el análisis de Sulfatos, haciendo que el servicio que prestan sea más atractivo para los consumidores.

22. FOSFATOS

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22- 4500-P-D

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 20 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Espectrómetro de Barrido Uv/Vis, Lambda II

REACTIVOS:

- Agua Tipo II
- Molibdato de Amonio tetrahidratado ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$)
- Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) 95 - 97%
- Cloruro Estañoso ($\text{SnCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- Glicerol

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- Patrón Fosforo 1ppm:** Diluir 20 ml de solución patrón Fósforo 5ppm en 100ml.
- Patrón Fosfatos 0.3ppm:** Diluir 5 ml de patrón Fósforo 1ppm en 50ml de agua tipo II.
- Molibdato de Amonio:** Disolver 25g de $\text{NH}_4\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ en 175ml de agua tipo II. Diluir 280ml de H_2SO_4 en 400ml de agua tipo II. Adicionar el ácido a la primera solución y aforar a un litro con agua.
- Cloruro Estañoso:** Disolver 2,5g de $\text{SnCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en 100ml de Glicerol. Calentar a baño maría hasta su disolución.

MATERIALES:

- 1 balón de 100ml
- 1 balón de 50ml
- 2 Pipetas graduadas de 10ml
- Cronómetro
- 1 Celda de vidrio
- 3 Frascos de vidrio
- Papel filtro cualitativo franja negra

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

Medir 50ml de muestra filtrada con papel filtro cualitativo franja negra, 50ml de blanco y 50ml de patrón. Agregar a cada uno 2ml de Molibdato de Amonio y 0,5ml de Cloruro Estañoso. Desarrolla color en 10 minutos, enseguida leer en espectrofotómetro a 690nm. Las muestras de aguas residuales o muy concentradas, se diluyen con agua tipo II.

CÁLCULO:

Se realiza por ecuación, la cual resulta del análisis de la curva de calibración.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

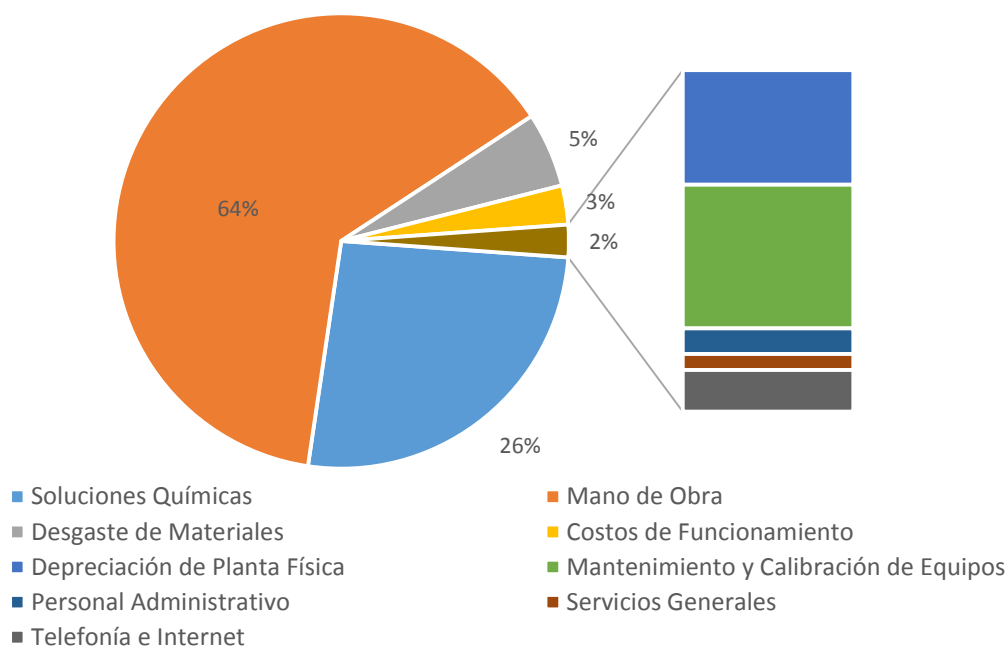


Gráfico 59. Costos Asociados al Parámetro Fosfatos

Fuente: Esta Investigación.

Los principales costos están asociados a la mano de obra y las soluciones químicas empleadas, los cuales representan el 90% del total. A su vez, la tarifa establecida en \$11.850 pesos, no es capaz de cubrir ni siquiera sus costos variables, teniendo como resultado un margen de contribución de -133%.

Por otro lado, las tarifas de los laboratorios presentados en el Gráfico 60 tienden a ser hasta 2.44 veces más elevadas que la establecida por la Universidad de Nariño, aunque a nivel regional, el Laboratorio de EMPOPASTO ofrece este servicio a una tarifa menor, situación que dificulta un eventual incremento de precios, ya que esto implicaría la pérdida de un mayor número clientes.

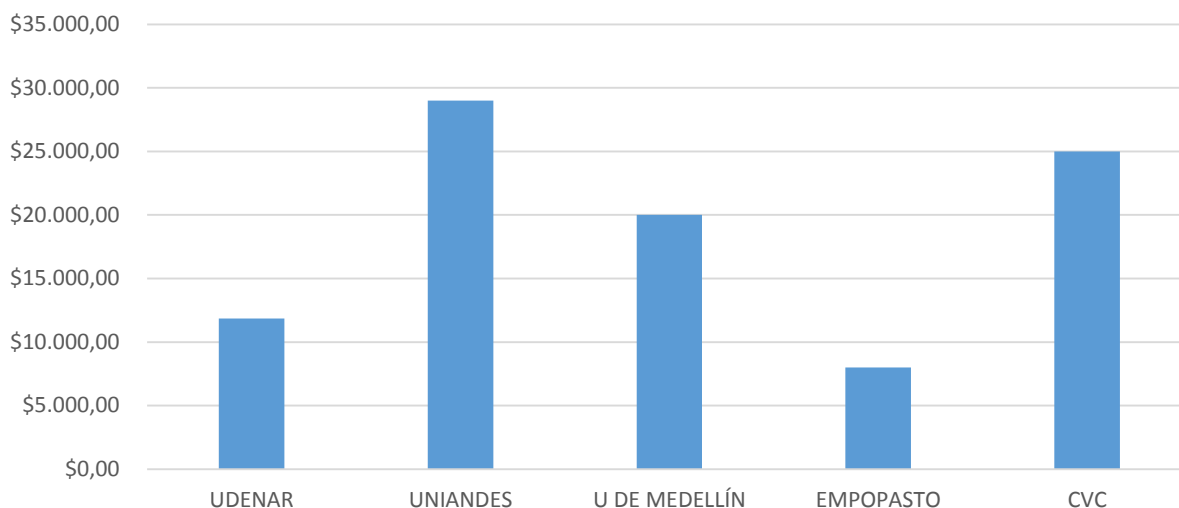


Gráfico 60. Precios de Competidores para el Parámetro Fosfatos
Fuente: Esta Investigación.

23. NITRITOS

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22- 4500-NO₂-B

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 20 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Espectrómetro de Barrido Uv/Vis, Lambda II

REACTIVOS:

- Agua tipo II
- Nitrito de Sodio (NaNO₂)
- Ácido Fosfórico
- Sulfanilamida
- N(1-Naftil) Etilendiamina Diclorhidrato

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- a. **Patrón Stock NO₂ 250ppm:** Disolver 1,232g de Nitrito de Sodio y aforar a un litro con agua tipo II.
- b. **Patrón Stock NO₂ 50ppm:** De la anterior solución tomar 10ml y aforar a 50ml de agua.
- c. **Patrón Stock NO₂ 5ppm:** Tomar 5ml de la solución anterior y aforar a 50ml de agua.
- d. **Patrón Stock NO₂ 0,5ppm:** Medir 5ml del Patrón Stock NO₂ 5ppm y aforar a 50ml de agua.
- e. **Patrón Stock NO₂ 0,5ppm:** Medir 5ml de Patrón Stock NO₂ 0,5ppm y aforar a 50ml.
- f. **Solución Reveladora:** Mezclar 100ml de Ácido Fosfórico a 85%, 10g de Sulfanilamida, 1g de N(1-Naftil) Etilendiamina y aforar a un litro.

MATERIALES:

- 4 Balones de 50ml
- 1 Pipeta Aforada de 10ml
- 3 Pipetas Aforadas de 5ml
- 1 Pipeta Aforada de 2ml
- 1 Celda de vidrio
- 3 Frascos de vidrio
- Papel filtro cualitativo franja negra
- Cronometro

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Filtrar 50ml de muestra con papel filtro cualitativo franja negra y medir 50ml de blanco y de patrón. A cada uno agregar 2ml de solución reveladora. Desarrolla color en 15 minutos,

enseguida leer en espectrómetro a 540nm. En muestras de aguas residuales o muy concentradas, se utiliza agua tipo II para diluirlas.

CÁLCULO:

Se realiza por ecuación, la cual resulta del análisis de la curva de calibración.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Actualmente la tarifa establecida por la Universidad de Nariño para el análisis de este parámetro es de \$11.850, sin embargo, estos ingresos suponen un margen de contribución de -151%, pues el costo total unitario de esta prueba es de \$31.186, de forma que la prestación de este servicio al público está generando pérdidas significativas para el Laboratorio, más aún si se tiene en cuenta que este parámetro es altamente demandado por los usuarios.

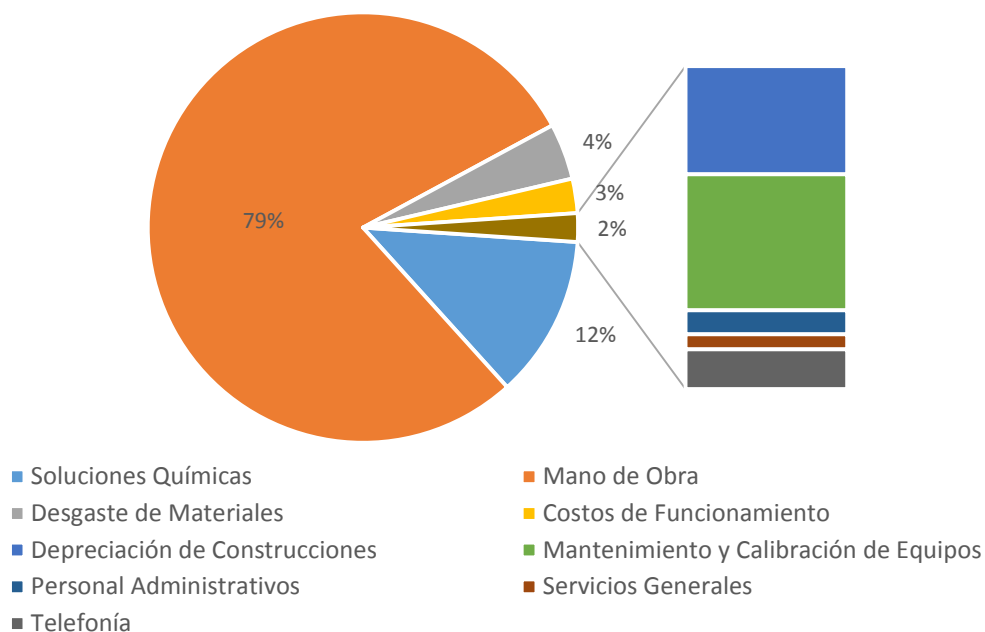


Gráfico 61. Costos Asociados al Parámetro Nitritos
Fuente: Esta Investigación.

A pesar de que el método de análisis es el mismo, las tarifas establecidas por los diferentes laboratorios presentan grandes diferencias. Cuando este parámetro no tiene acreditación de alta calidad, el precio promedio establecido por los laboratorios competidores es de \$20.769, es decir, 1.75 veces más elevado que la tarifa establecida por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, aunque el análisis de este parámetro en EMPOPASTO y en la Universidad Mariana es tan solo un 3% más costoso.

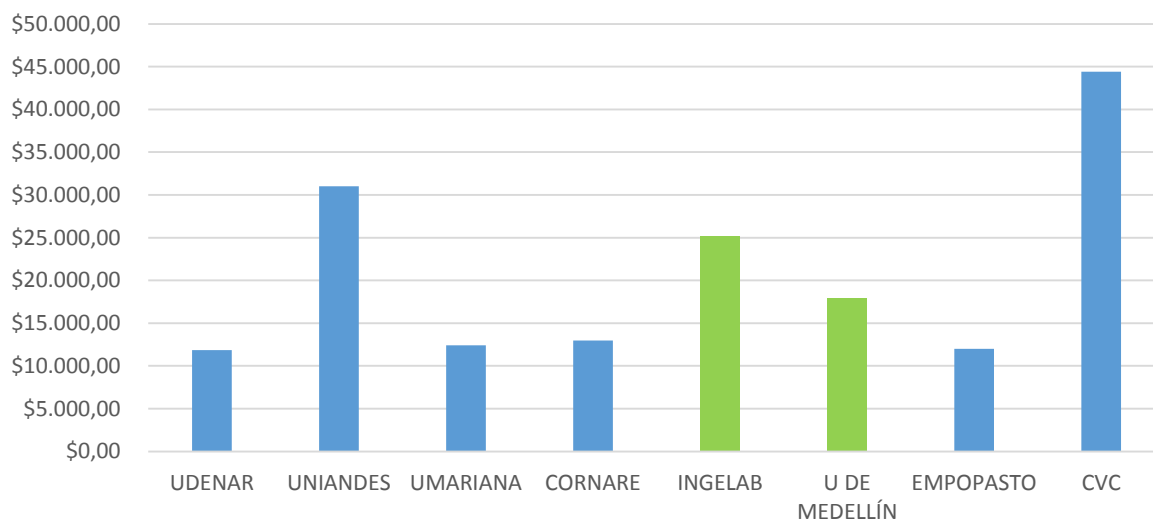


Gráfico 62. Precios de Competidores para el Parámetro Nitritos
Fuente: Esta Investigación.

24. NITRATOS

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22- 4500-NO₃-B

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 20 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Fotómetro Pharo 300 Merck

REACTIVOS:

- Agua tipo II
- Nitrato de Potasio (KNO₃)
- Ácido Clorhídrico 0,1N

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- a. **Patrón NO₃ 100ppm:** Secar Nitrato de Potasio a 105°C por 24 horas y disolver 0,7218g en un litro de agua
- b. **Patrón NO₃ 10ppm:** Diluir 10ml de patrón NO₃ 100ppm en 100ml con agua.
- c. **Patrón NO₃ 0,4ppm:** Diluir 2ml patrón NO₃ 10ppm y aforar a 50ml con agua tipo II.

MATERIALES:

- 1 Celda de cuarzo
- 1 Balón de 100ml
- 1 Balón de 50ml
- 1 Pipeta Graduada de 10ml
- 1 Pipeta Aforada de 10ml
- 1 Pipeta Aforada de 2ml
- Cronómetro
- Frascos de vidrio
- Papel filtro cualitativo franja negra

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 50ml de muestra, de blanco y de patrón y a cada uno agregar 1ml de Ácido Clorhídrico 0,1N y enseguida se lee a una longitud de onda de 220nm y 275nm.

CÁLCULO:

Se realiza por ecuación, la cual resulta del análisis de la curva de calibración.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Los costos de este parámetro son 2.5 veces más elevados que el precio que está cobrando la Universidad de Nariño, donde los costos relacionados con la mano de obra calificada y aquellos asociados al uso de los equipos, son los más significativos, pues representan el 82% del total. En este sentido, el margen de contribución es de -95%.

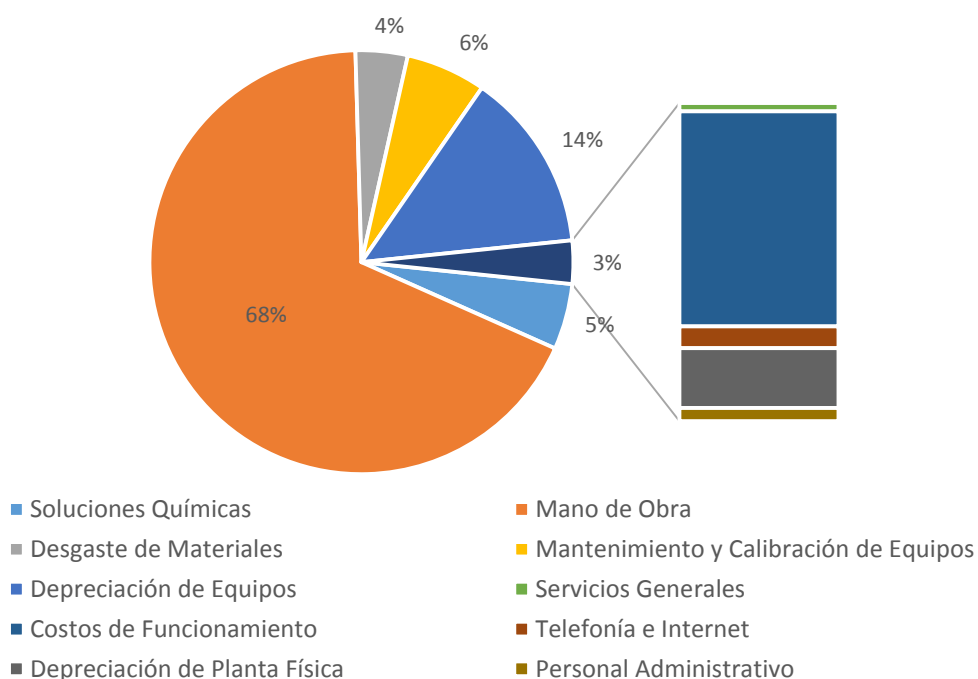


Gráfico 63. Costos Asociados al Parámetro Nitratos
Fuente: Esta Investigación.

Por otro lado, la tarifa promedio en los laboratorios que se muestran en el Gráfico 64 es de \$29.915 pesos, aunque en la ciudad esta cifra disminuye hasta los \$15.250 pesos, es decir, que las tarifas establecidas por EMPOPASTO y la Universidad Mariana, tan solo un 6.8% más elevadas.

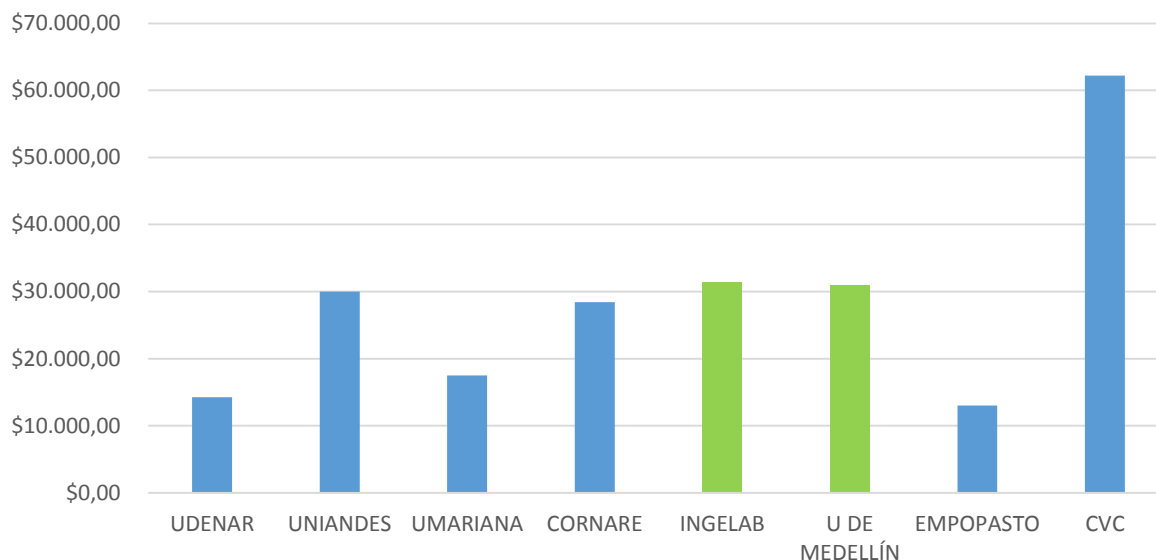


Gráfico 64. Precios de Competidores para el Parámetro Nitratos

Fuente: Esta Investigación.

25. pH (Parámetro Acreditado)

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22 - 4500-H+-B

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 5 minutos por cada muestra.

EQUIPO: Potenciómetro METROHM 691

REACTIVOS:

- a. Solución buffer pH = 9 certificada
- b. Solución buffer pH = 7 certificada
- c. Solución buffer pH = 4 certificada

Se separan en botes de 30ml cada uno y se utilizan para verificar si el equipo está bien calibrado. Estas se cambian aproximadamente cada mes, cuando presentan indicios de contaminación.

- d. **Cloruro de Potasio:** Se adicionan 3ml en el electrodo del pHmetro. Se cambia aproximadamente cada mes, cuando el análisis del pH no sea acertado, o también se agrega conforme se vaya evaporando.

- e. Agua tipo II para lavado del electrodo

MATERIALES:

- Frasco de polietileno con dispensador de 100ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Antes de la determinación del pH, debe verificarse con los patrones de verificación pH 4.00, pH 6.00 y pH 7.00 MERCK; los valores reportados deben estar dentro de la carta de control, de no ser así, realizar cambio de patrones, o calibrar el equipo de acuerdo al instructivo del equipo.

Retirar los electrodos de la solución de conservación de Cloruro de Potasio, lavar y secar con un paño suave, colocar en la solución tampón inicial.

Retirar el electrodo del primer tampón, lavar bien con agua tipo II, secar y sumergir en el segundo tampón. La lectura de pH es estable, cuando desaparece de la pantalla de pH-metro las letras DRIFT. Registrar la temperatura medida. Utilizar el valor de las tablas para el tampón utilizado a la temperatura de la prueba. Extraer el electrodo del segundo tampón, lavar bien con agua tipo II y secar como se indicó antes. De la misma forma, realizar este procedimiento con el siguiente tampón. Si el equipo muestra una respuesta distinta en más de 0.1 unidad del pH esperado, comprobar si los electrodos o el potenciómetro tiene problemas.

Establecer el equilibrio entre electrodos y muestra mediante agitación magnética a velocidad 3, para asegurar su homogeneidad; la agitación debe ser suave para reducir al mínimo el arrastre de Dióxido de Carbono.

Para muestras tamponadas o con gran fuerza iónica, los electrodos deben acondicionarse después de limpiarlos; se introducen en la muestra durante un minuto. Secar y sumergir en otra porción nueva de la misma muestra, finalmente leer el valor de pH.

Con soluciones diluidas, mal tamponadas, es necesario equilibrar los electrodos por inmersión en tres o cuatro porciones sucesivas de la muestra. Finalmente se debe tomar una muestra nueva para medir el pH.

Los electrodos se mantienen húmedos devolviéndolos a la solución de almacenado (KCl).

Repetir la medición con otra porción de la muestra. La lectura no debe diferir en más que 0,1 unidades de pH con respecto del valor registrado, de lo contrario debe repetirse el procedimiento anterior.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos del análisis se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

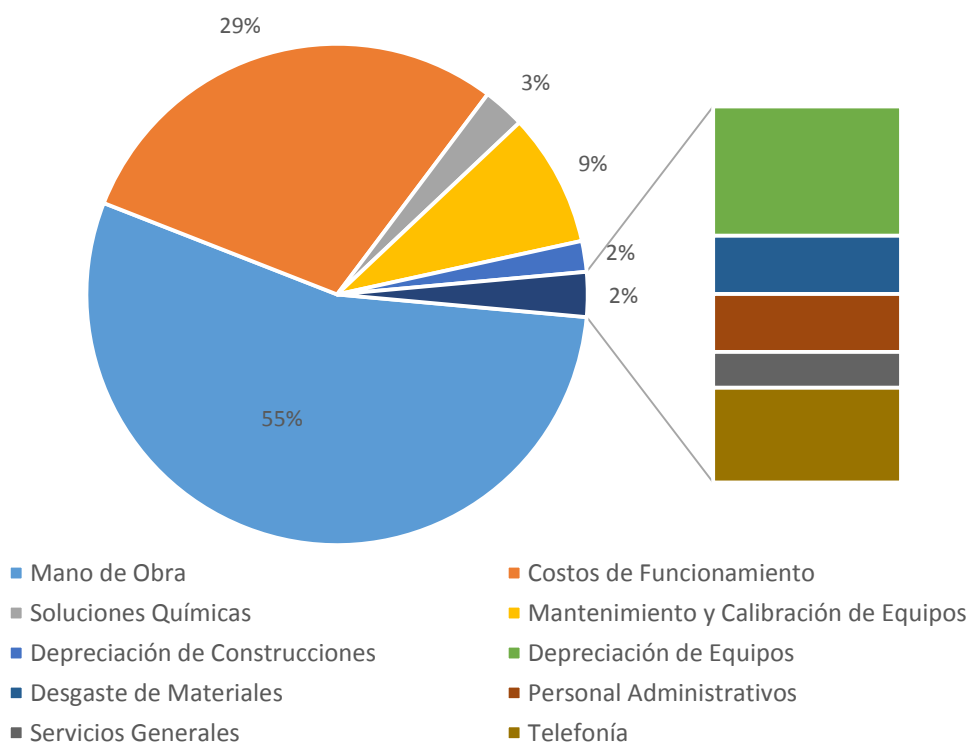


Gráfico 65. Costos Asociados al Parámetro pH
Fuente: Esta Investigación.

La tarifa establecida por la Universidad de Nariño, que es de \$3.068 pesos, es la más baja entre los laboratorios del Gráfico 65, a pesar de que este es un análisis que cuenta con acreditación de alta calidad. Además, este precio no permite cubrir ni siquiera la mitad de los costos variables, los cuales equivalen a \$6.500, teniendo como resultado un margen de contribución negativo de -112%.

Este es el parámetro más solicitado por los clientes del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas y puede llegar a ser analizado hasta 1000 veces en un año. Ahora bien, si se multiplica el número de análisis por las pérdidas en las que se incurre por cada uno de ellos, la cifra puede llegar a superar los \$8.000.000 en un año.

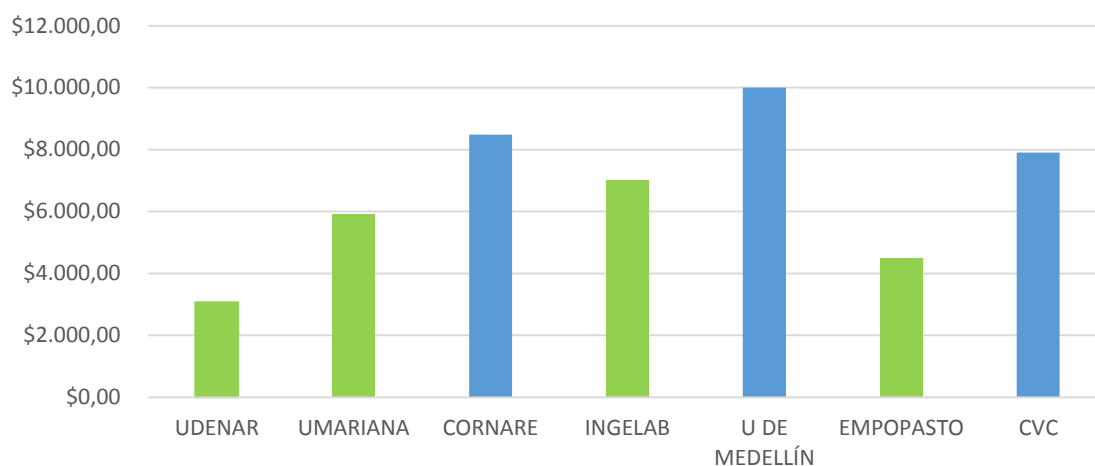


Gráfico 66. Precios de Competidores para el Parámetro pH
Fuente: Esta Investigación.

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, en los laboratorios de otras regiones, los ensayos de pH tienden a ser más costosos, incluso cuando éstos no poseen acreditación de alta calidad en los procedimientos. Esta situación pondría en evidencia las grandes diferencias en tarifas entre los laboratorios de la ciudad de Pasto con los de otras regiones.

26. GRASAS Y ACEITES (Parámetro Acreditado)

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22-5520-D

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 60 minutos por muestra.

EQUIPO:

- Equipo de Extracción Soxhelt
- Bomba de Vacío
- Horno de Secado
- Balanza Analítica

REACTIVOS:

- Ácido Clorhídrico Concentrado (HCl)
- Ácido Sulfúrico Concentrado (H₂SO₄)
- Hexano
- Suspensión de Tierra de Diatomeas-Sílice 10 g/L.
- Ácido Esteárico
- Acetona

PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES:

Se utiliza como patrón de referencia Ácido Esteárico. Se preparan soluciones concentradas de 1000 ppm y de 500 ppm de solución de Ácido Esteárico en Acetona, de la siguiente forma:

- **Solución Patrón de 1000ppm de Acido Esteárico:** Pesar y disolver 0,1g de Ácido Esteárico y aforar a 100ml con Acetona.
- **Solución Patrón de 500ppm de Acido Esteárico:** Pesar y disolver 0.025 g de Ácido Esteárico y aforar a 50 ml con Acetona.

A partir de estas soluciones se preparan los patrones que se analizan con las muestras:

- **Patrón de 20 ppm:** Adicionar 40ml del Patrón de 500 ppm de Acido Esteárico a 958 ml de agua tipo II. Adicionar 2ml de Ácido Sulfúrico para llevar el pH menor a 2 y obtener un volumen final de 1000ml.
- **Patrón de 200 ppm:** Adicionar 40 ml del Patrón de 1000 ppm de Acido Esteárico a 158ml de agua tipo II. Adicionar 2 ml de Ácido Sulfúrico para llevar el pH menor a 2 y obtener un volumen final de 200ml.

MATERIALES:

- Papel filtro cuantitativo franja azul
- Papel corrugado
- Discos de tela Muselina
- 3 Erlenmeyer kitasato de 1000ml
- 3 Embudos de filtración al vacío de 110mm y poros de 1.5mm
- 3 Frasco de vidrio de 1000ml
- Frasco de Vidrio de 500ml
- 2 Beaker de 1000ml
- 1 Balón de 100ml
- 1 Pipeta aforada de 10ml
- 1 Probeta de 100ml
- 1 Probeta de 500ml
- 3 Balones fondo plano
- 3 Condensadores
- Porta muestras

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Si las muestras no han sido acidificadas previamente, acidificar con Ácido Clorhídrico 1:1 Ácido Sulfúrico 1:1 a pH 2 o menor (generalmente 5 ml son suficientes).

Preparar el filtro, que consiste en un disco de tela muselina superpuesto de un papel filtro. Humedecer el papel y la muselina presionando los bordes del papel. Aplicando vacío, pasar 100ml de suspensión de tierra de diatomeas y lavar con un litro de agua. Aplicar vacío suficiente hasta que no pase más agua a través del filtro.

Filtrar la muestra acidificada. Aplicar vacío hasta que no pase más agua a través del filtro. Utilizando pinzas transferir todo el filtro. Añadir el material adherido a los bordes del disco de tela de muselina. Limpiar los bordes, el fondo del vaso recolector y el embudo buchner con piezas de papel filtro humedecido en el solvente de extracción (Hexano), para remover todas las capas de grasa y recolectar todo el material sólido.

Unir las piezas de papel filtro. Enrollar todo el material filtrado que contiene la muestra y elaborar el cartucho de extracción.

Secar el cartucho en el horno a 103°C durante 30 minutos y después ubicarlo en el porta muestras con canicas de vidrio. Pesar el balón de extracción y adicionar 100ml de Hexano. Realizar la extracción de Grasas y Aceites a una velocidad de 20 ciclos/hora por 4 horas, tiempo contado desde el primer ciclo. Recuperar el solvente, enfriar el balón de extracción en el desecador, pesar y determinar el volumen inicial de muestra.

CÁLCULO:

Calcular las grasas y aceites recuperables (G y A) en la muestra mediante la siguiente ecuación:

$$mg \text{ de Grasas y Aceites/L} = \frac{A - B}{V}$$

Donde:

A = es el peso final del balón de extracción (mg)

B = es el peso inicial del Balón de extracción (mg)

V = es el volumen de la muestra, en litros.

Reportar los resultados del análisis en mg/L.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

El Hexano se recupera y puede ser reutilizado en análisis posteriores. Por su parte, los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Los costos más importantes de este parámetro están relacionados con la mano de obra y las soluciones químicas que el procedimiento requiere, los cuales representan el 84.6% del total. Por su parte, la tarifa establecida es de \$14.812 pesos, 5.7 veces menor que las establecidas en otros laboratorios competidores, además de ser una cifra que apenas cubre la cuarta parte de los costos variables, los cuales equivalen a \$59.100, de forma que el margen de contribución es negativo y alcanza el 299%.

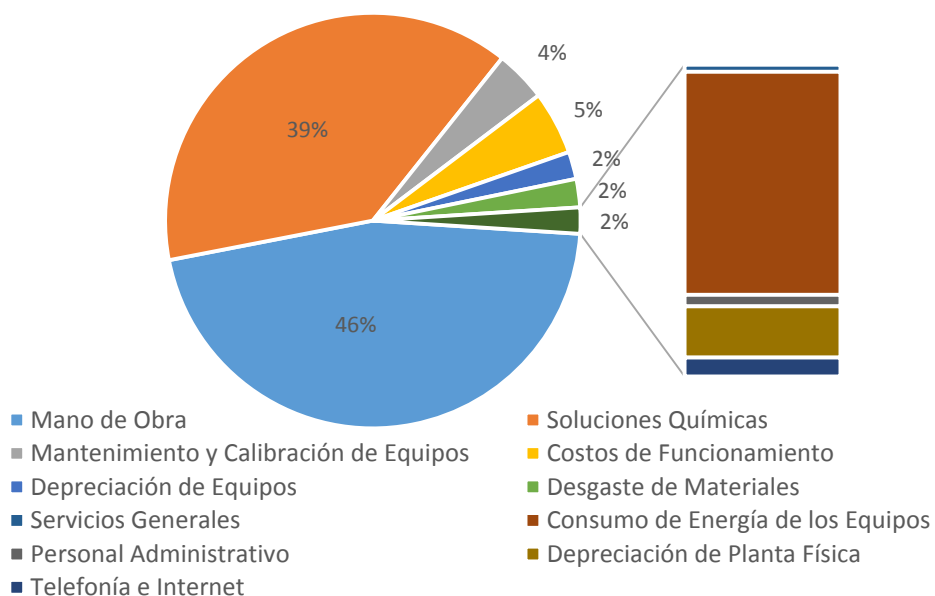


Gráfico 67. Costos Asociados al Parámetro Grasas y Aceites

Fuente: Esta Investigación.

De este modo, si se tiene en cuenta la amplia diferencia entre la tarifa establecida por el laboratorio de aguas de la Universidad de Nariño y los costos en los que se incurre en este análisis, las pérdidas que se generarían en un año, teniendo en cuenta que aproximadamente se podrían llegar a procesar 370 análisis de Grasas y Aceites, superarían los \$19.000.000 de pesos.

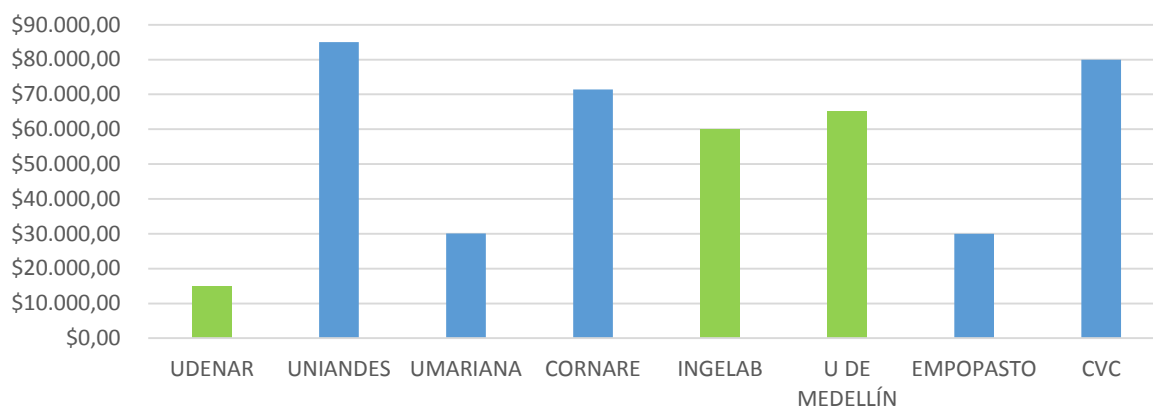


Gráfico 68: Precios de Competidores para el Parámetro Grasas y Aceites
Fuente: Esta Investigación.

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, la tarifa que establece la Universidad de Nariño es menor a la mitad del precio al público establecido por los laboratorios competidores de la ciudad, los cuales ni siquiera poseen acreditación de alta calidad en la prestación de este servicio.

27. SÓLIDOS TOTALES (Parámetro Acreditado)

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22-2540-Sólidos-B Sólidos Totales secados a 103-105°C

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 3 horas por lote de 4 muestras.

EQUIPO:

- Plancha de agitación magnética
- Baño María, para operar a 90°C. Memmert
- Balanza analítica con precisión de 0,0001g Ohaus Pioneer
- Horno para operar a 103-105°C Binder

REACTIVOS:

- a. Agua tipo II
- b. Caolín
- c. Cloruro de Sodio

PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES:

Solución Estándar de 50ppm: Pesar exactamente y disolver 0.025g de Caolín y 0.025g de Cloruro de Sodio en agua tipo II y aforar a un litro.

Solución estándar de 500ppm: Pesar exactamente y disolver 0.25g de Caolín y 0.25g de NaCl en agua tipo II y aforar a un litro.

Los reactivos grados analíticos (Caolín y Cloruro de Sodio) deben secarse a 105°C durante una hora.

Estos patrones se utilizan para determinar 50 ppm y 500ppm de Sólidos totales.

MATERIALES:

- 4 Capsulas de porcelana
- 1 Balón de 1000ml
- 4 Probetas graduada de 100ml
- 4 Magnetos

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Preparación de cápsulas de porcelana: Introducir las capsulas al horno a 103° C - 105° C durante una hora, almacenar y enfriar dentro de un desecador hasta que sea necesario. Pesar las cápsulas inmediatamente antes de su uso y registrar el peso Inicial (W_1).

Análisis de la muestra: Elegir un volumen de muestra que proporcione un residuo entre 2.5 y 200 mg. Colocar un volumen de muestra bien homogenizada en la cápsula previamente pesada

y evaporar hasta sequedad en un baño de vapor. Homogenizar la muestra con un agitador magnético durante la transferencia. Si es necesario, adicionar a la misma cápsula después de la evaporación nuevas porciones de la muestra. Secar la muestra evaporada al menos durante una hora en un horno a 103 – 105°C; enfriar la cápsula en un desecador para equilibrar la temperatura y pesar. Repítase el ciclo de secado, enfriado, desecación y pesado hasta obtener un peso constante o hasta que el cambio de peso sea menor del 4% del peso anterior o de 0.5 mg. Cuando se esté pesando la muestra seca, estar alerta a los cambios de peso debido a la exposición de aire o la degradación de la muestra. Registrar los pesos finales como $W_2(1)$, $W_2(2)$, $W_2(3)$.

CÁLCULO:

Para calcular el contenido de sólidos totales de las muestras, se procede de la siguiente manera:

$$\text{Sólidos Totales} = \frac{(W_2 - W_1) * 1000}{V}$$

Donde:

ST = sólidos totales, en mg/L

W2 = peso de la cápsula con el residuo, después de la evaporación, en mg

W1 = peso de la cápsula vacía, en mg

V = volumen de muestra, en ml

CONTROL DE CALIDAD:

De acuerdo con Rice *et al.*, (2012) es necesario verificar la precisión del ensayo mediante un duplicado de muestra por cada diez muestras analizadas, calcular el Porcentaje de Diferencia Relativa (RPD) el cual no debe ser superior al 10%. Además, por cada lote de muestras, analizar uno de los estándares de control de bajo o alto para Sólidos Totales y correr adicionalmente un Blanco por cada lote de muestras.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

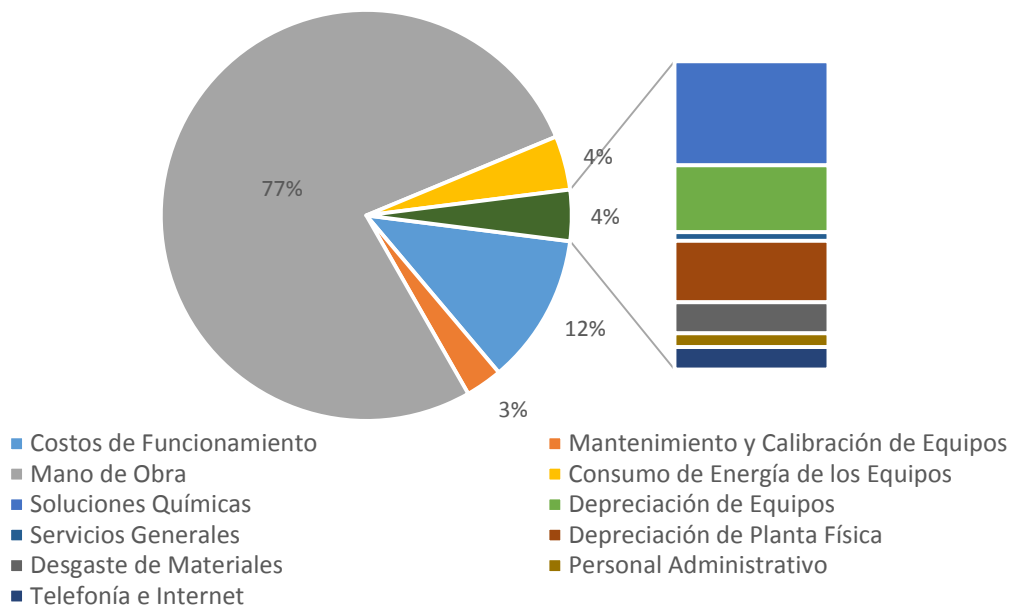


Gráfico 69. Costos Asociados al Parámetro Sólidos Totales

Fuente: Esta Investigación.

Para este parámetro, los costos variables unitarios son de \$23.188, siendo la mano de obra el costo más significativo ya que representa el 77% del costo total unitario. Por otro lado, por esta prueba el Laboratorio tiene establecida una tarifa de \$7.194 pesos, una cifra que se encuentra por debajo del precio mínimo y que representa una contribución al beneficio negativa de \$15.993, equivalente a un margen de contribución de -222%.

Además, la tarifa establecida por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño para este parámetro es, en promedio, 3 veces más baja que las de los laboratorios indicados en el Gráfico 70 y en promedio representa la mitad de los precios que manejan otros laboratorios de la ciudad, aunque es importante mencionar que EMPOPASTO y la Universidad Mariana no tienen este ensayo con acreditación de alta calidad.

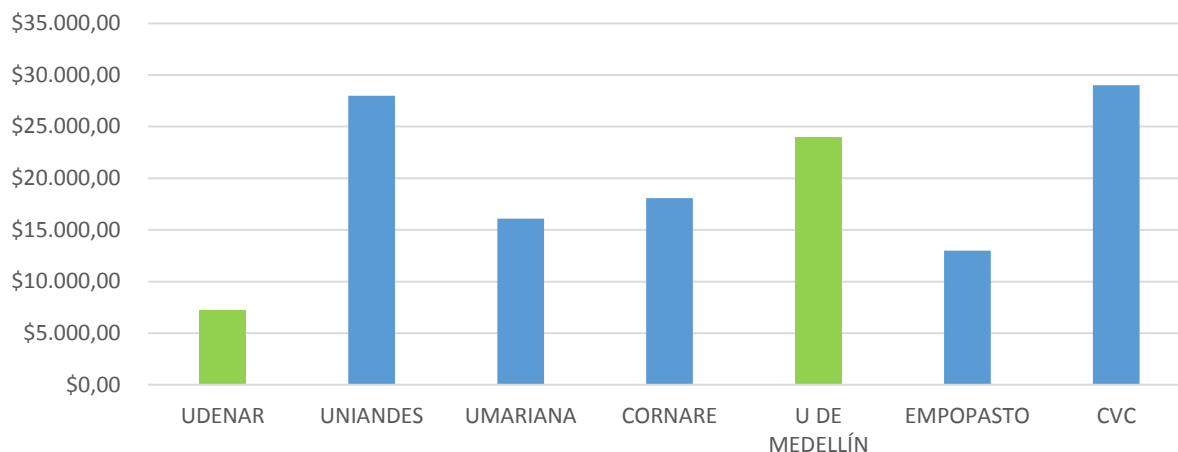


Gráfico 70. Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Totales

Fuente: Esta Investigación.

28. SÓLIDOS VOLÁTILES

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 21-2540-Sólidos-E

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 4 horas por lote de 4 muestras.

EQUIPO:

- Plancha de agitación magnética
- Baño María, para operar a 90°C. Memmert
- Balanza analítica con precisión de 0,0001g Ohaus Pioneer
- Horno para operar a 103-105°C Binder
- Mufla Thomas Scientific

REACTIVOS:

- a. Agua tipo II
- b. Caolín
- c. Cloruro de Sodio

PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES:

Solución estándar de 50ppm: Pesar exactamente y disolver 0.025g de Caolín y 0.025g de NaCl en agua tipo II y aforar a un litro.

Solución estándar de 500ppm: Pesar exactamente y disolver con 0.25g de Caolín y 0.25g de NaCl en agua tipo II y aforar a un litro.

MATERIALES:

- 4 Cisoles Gosch
- 4 Probetas de 100ml
- 4 Pipetas aforadas de 10ml
- 1 Erlenmeyer Kitasato 1000ml
- 1 Filtro Fibra de Vidrio

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Preparación del filtro de fibra de vidrio: Insertar el filtro de fibra de vidrio con la cara rugosa hacia arriba en el equipo de filtración. Aplicar vacío y lavar el disco con tres volúmenes sucesivos de 20 ml de agua tipo II. Continuar con la succión hasta eliminar toda el agua. Descartar el agua de lavado.

Incinerar los residuos generados por los análisis de sólidos suspendidos, totales o disueltos a peso constante en un horno de mufla a temperatura de $550 \pm 50^{\circ}\text{C}$. El horno debe estar a esta temperatura antes de introducir la muestra. Generalmente, la incineración solo requiere de 15 a 20 minutos. Enfríese cápsula hasta que haya disminuido su calor y transferirla a un desecador para proceder a su enfriamiento final en una atmósfera seca, cuidando de no sobrecargar el desecador. Pesar la placa tan pronto como se haya secado para equilibrar la temperatura. Repetir este ciclo de incineración, enfriado, desecación y pesado, hasta obtener un peso constante o hasta que la pérdida de peso sea menor al 4% del peso previo.

CÁLCULO:

$$\text{mg de Sólidos Volátiles} / L = \frac{(A - B) * 1000}{\text{Vol. Muestra, ml}}$$

Donde:

A = Peso de residuo + placa antes de incineración, mg

B = Peso de residuo + placa antes de incineración, mg

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Con un precio establecido por el Laboratorio para este parámetro en \$14.812 y un costo unitario de \$36.102, se comprueba que la prestación de este servicio también está afectando la situación financiera del Laboratorio de Aguas de la Universidad de Nariño, ya que los ingresos no permiten ni siquiera recuperar los costos de la mano de obra calificada, los cuales ascienden a \$21.508 pesos, obteniendo así un margen de contribución negativo que alcanza el 109%.

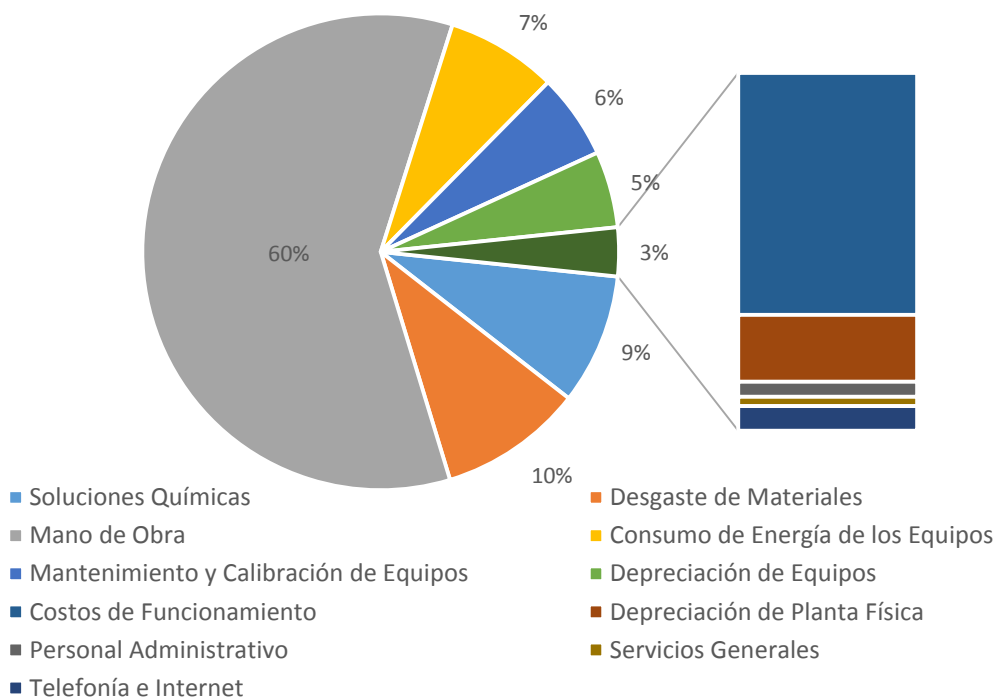


Gráfico 71. Costos Asociados al Parámetro Sólidos Volátiles

Fuente: Esta Investigación.

En promedio, la tarifa que establecen los laboratorios competidores para este parámetro es de \$23.982, es decir, 1.6 veces mayor que la establecida por la Universidad de Nariño aunque, como se puede apreciar en el Gráfico 72, el laboratorio de EMPOPASTO ofrece este servicio a un precio 14% menor y mediante el mismo método de análisis.

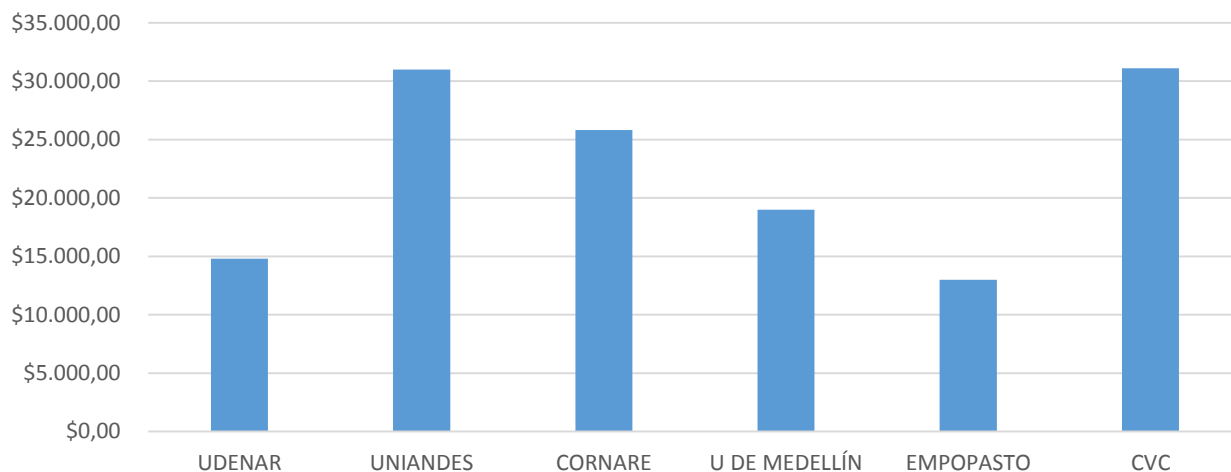


Gráfico 72. Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Volátiles

Fuente: Esta Investigación.

29. SÓLIDOS SUSPENDIDOS (Parámetro Acreditado)

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22-2540-Sólidos-D

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 4 horas por lote de 10 muestras.

EQUIPO:

- Bomba de Vacío
- Plancha de Agitación Magnética
- Balanza Analítica
- Horno de Convección Natural

REACTIVOS:

- a. Agua tipo II
- b. Caolín

c. Cloruro de Sodio

PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES:

Solución estándar de 30ppm: Pesar exactamente y disolver 0.03g de Caolín y 0.03g de NaCl en agua tipo II y aforar a un litro.

Solución estándar de 200ppm: Pesar exactamente y disolver con 0.2g de Caolín y 0.2g de NaCl en agua tipo II y aforar a un litro.

MATERIALES:

- Filtro Fibra de Vidrio
- 4 Cajas de Petri
- 2 Embudo de filtración por membrana
- 2 Balones de 1000ml
- 1 Probeta de 100ml
- 1 Probeta de 250ml
- 2 Pinzas de mano

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Preparación del filtro de fibra de vidrio: Insertar el filtro de fibra de vidrio con la cara rugosa hacia arriba en el equipo de filtración. Aplicar vacío y lavar el disco con tres volúmenes sucesivos de 20 ml de agua tipo II. Continuar con la succión hasta eliminar toda el agua. Descartar el agua de lavado.

Remover el filtro del aparato de filtración y transferirlo a una caja Petri. Secar en un horno a 103 – 105°C por una hora, enfriar en un desecador para equilibrar la temperatura y pesar. Repetir el ciclo de secado, enfriado, desecado y pesado hasta obtener peso constante o hasta que el cambio de peso sea menor del 4% del peso anterior o de 0.5 mg.

Análisis de la muestra: Escoger un volumen de muestra que proporcione entre 2.5 y 200 mg de residuo seco. Si el volumen filtrado no cumple con el rendimiento esperado, incrementar el volumen de muestra hasta un litro. Si la filtración completa tarda más de 10 minutos, incrementar el diámetro del filtro o disminuir el volumen de muestra. Transferir el filtro, al embudo de filtración y adicionar un pequeño volumen de agua tipo II. Agitar la muestra con un agitador magnético, con el fin de obtener partículas de tamaño uniforme. Filtrar el volumen medido de la muestra y lavar con tres volúmenes sucesivos de 10 ml de agua tipo II. Muestras con alto contenido de sólidos disueltos, pueden requerir lavados adicionales. Continúe la succión cerca de tres minutos después de que la filtración se ha completado. Remover el filtro y transferirlo a la caja Petri, secar por una hora en un horno a 103 – 105°C, enfriar en un desecador para equilibrar la temperatura y pesar. Repetir el ciclo de secado, enfriado, desecado y pesado hasta obtener peso constante o hasta que el cambio de peso sea menor del 4% del peso anterior o de 0.5 mg. Registrar como W_2 .

Tabla 9

Volumen aproximado de muestra necesario para obtener un Residuo entre 2.5 mg y 200 mg

<i>Volumen De Muestra (ml)</i>	<i>Concentración (mg/l)</i>
5	20000
10	10000
20	5000
40	2500
50	2000
100	1000
250	400
500	200
1000	100
1000	10

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico y Aguas

CÁLCULO:

Determinar el contenido de sólidos suspendidos totales de las muestras como sigue:

$$SST = \frac{(W_2 - W_1) * 1000}{V}$$

Donde:

SST = sólidos suspendidos totales, en mg/L

W_1 = peso de la caja Petri con el disco, en mg

W_2 = peso de la caja Petri con el disco y el residuo seco, en mg

V = volumen de muestra, en ml

CONTROL DE CALIDAD:

De acuerdo con Rice *et al.*, (2012) es necesario verificar la precisión del ensayo mediante un duplicado de muestra por cada diez muestras analizadas, calcular el Porcentaje de Diferencia Relativa (RPD) el cual no debe ser superior al 10%. Además, por cada lote de muestras, analizar uno de los estándares de control de bajo o alto para Sólidos Totales y correr adicionalmente un Blanco por cada lote de muestras.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Éste parámetro tiene acreditación de alta calidad y sin embargo, la tarifa establecida por la Universidad de Nariño es la más baja entre los laboratorios competidores que se presentan en el Gráfico 74. Con unos costos variables unitarios de \$28.490 y siendo la mano de obra el costo más significativo llegando a representar el 65.7% del costo total unitario, y con un precio al público de \$14.812 pesos, se obtiene una contribución al beneficio negativa de \$22.988, equivalentes a un margen de contribución de -418%.

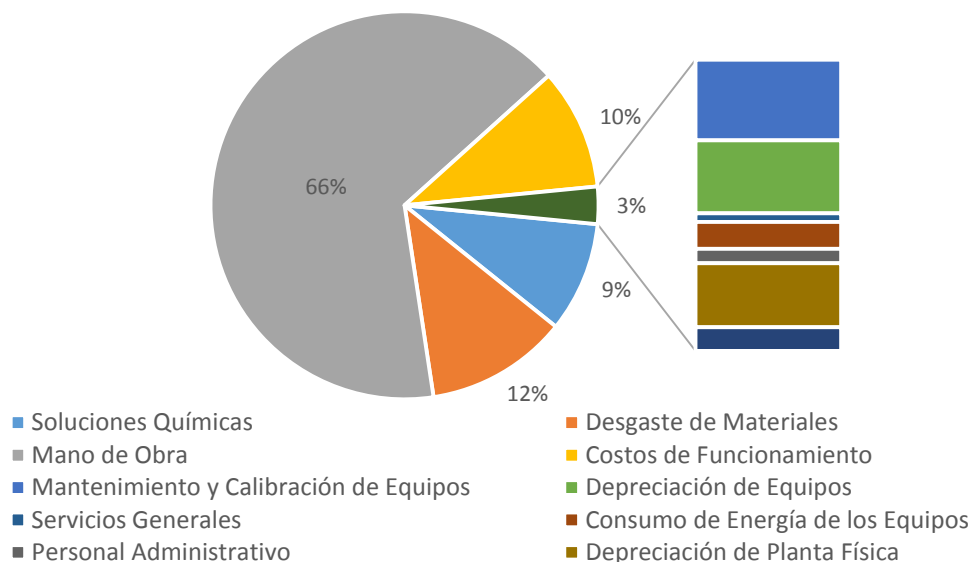


Gráfico 73. Costos Asociados al Parámetro Sólidos Suspendedos

Fuente: Esta Investigación.

Por otro lado, en promedio la tarifa establecida para este parámetro, cuando se cuenta con acreditación de alta calidad, es de \$20.584, cifra que al Laboratorio de Análisis Químico y Aguas no le permitiría recuperar ni siquiera el costo del tiempo empleado por el técnico del Laboratorio, cifra que equivale a \$21.508 pesos.

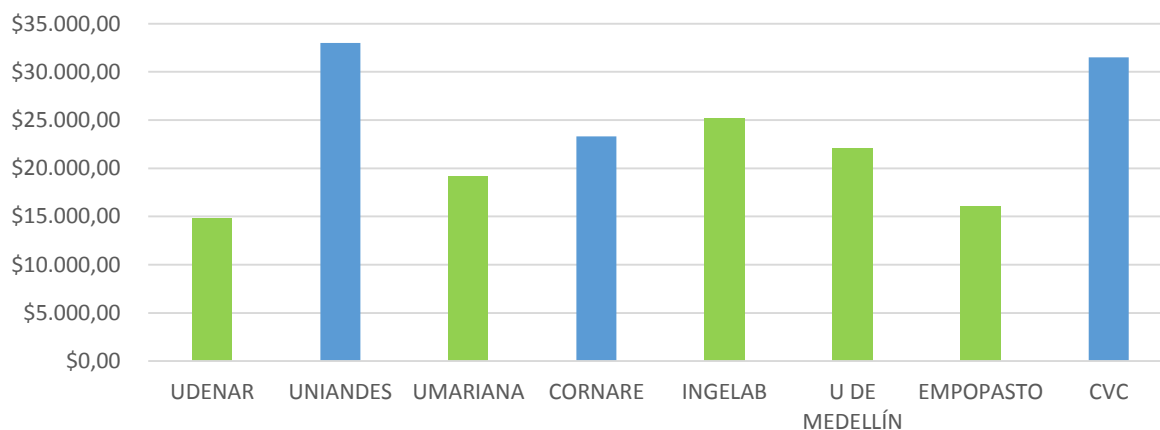


Gráfico 74. Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Suspendedos

Fuente: Esta Investigación.

30. SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES

MÉTODO: Estándar métodos Ed. 22 2540 – Sólidos - D

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 8 horas por lote de 20 muestras.

EQUIPO:

- Bomba de vacío GAST
- Plancha de agitación magnética
- Balanza analítica con precisión de 0,0001g Ohaus Pioneer
- Horno para operar a 103-105°C Binder

REACTIVOS:

- a. Agua tipo II
- b. Caolín
- c. Cloruro de Sodio

PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES:

Solución estándar de 30ppm: pesar exactamente y disolver 0.03g de Caolín y 0.03g de NaCl en agua tipo II y aforar a un litro.

Solución estándar de 200ppm: pesar exactamente y disolver con 0.2g de Caolín y 0.2g de NaCl en agua tipo II y aforar a un litro.

MATERIALES:

- Filtro Fibra de Vidrio
- Embudo de Filtración por Membrana
- 4 Crisoles de Porcelana
- 1 Balón de 1000ml
- 4 Probetas de 100ml ó
- 4 Pipetas aforadas de 10ml
- 1 Erlenmeyer Kitasato

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Preparación del filtro de fibra de vidrio: Insertar el filtro de fibra de vidrio, con la cara rugosa hacia arriba en el crisol Gooch. Aplicar vacío y lavar el disco con tres volúmenes sucesivos de 20 ml de agua tipo II. Continuar con la succión hasta eliminar toda el agua. Descartar el agua de lavado.

Secar el crisol Gooch en una mufla a 550°C por 15 minutos. Enfriar en desecador para equilibrar la temperatura y pesar. Repetir el ciclo de ignición, enfriado, desecado y pesado hasta obtener peso constante o hasta que el cambio de peso sea menor del 4% del peso anterior o de 0,5mg. Se registra en la carta de control como W_1 .

Análisis de muestra: Escoger un volumen de muestra que proporcione entre 2,5 y 200mg de residuo seco. Si el volumen filtrado no cumple con el rendimiento esperado, incrementar el volumen de la muestra hasta 1 litro. Si la filtración completa tarda más de 10 minutos, incrementar el diámetro del filtro o disminuir el volumen de la muestra. Transferir el crisol al equipo de filtración y adicionar un pequeño volumen de agua tipo II. Agitar la muestra con un agitador magnético para obtener partículas de tamaño uniforme. Filtrar el volumen medido de la muestra y lavar con tres volúmenes sucesivos de 10ml de agua adicionales. Continuar la succión cerca de tres minutos después de que la filtración se ha completado. Remover crisol Gooch del equipo de filtración, secar por una hora en un horno a 103 – 105°C, enfriar en un desecador para equilibrar la temperatura y pesar.

Repetir el ciclo de secado, enfriado, desecado y pesado hasta obtener peso constante hasta que el cambio de peso sea menor del 4% del peso anterior o de 0,5mg. Se Registra en la carta de control como W_2 .

Incineración del residuo: Incinerar el crisol con el residuo hasta peso constante en una mufla a temperatura de 550°C. Por lo general, una incineración de 15 a 20 minutos es suficiente para

200mg de residuo. Sin embargo, muestras o un residuo de mayor peso requiere tiempos más largos de ignición. Dejar que el crisol haya disminuido el calor y transferir a un desecador para proceder al enfriamiento final y pesar. Repetir el ciclo de incineración, enfriado, desecación y pesado hasta obtener un peso constante o hasta que el cambio de peso sea menor del 4% del peso anterior o de 0,5mg. Registrar como peso W_3 .

CÁLCULO:

Calcular el contenido de sólidos suspendidos totales de las muestras de la siguiente manera:

$$SSV = \frac{(W_3 - W_2) * 100}{V}$$

Dónde:

SSV = Sólidos suspendidos volátiles en mg/l

W_2 = Peso del crisol con el disco y el residuo, en mg

W_3 = Peso del crisol con el disco y el residuo calcinado, en mg

V = Volúmen de muestra, en ml

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Los costos variables unitarios alcanzan los \$43.357, donde la mano de obra y los reactivos necesarios para realizar la prueba tienen una participación del 88%. Por otra parte, con una tarifa establecida en \$29.517 pesos, cifra que se encuentra por debajo del precio mínimo y que representa una contribución al beneficio negativa de \$13.840, genera un margen de contribución de -47%.

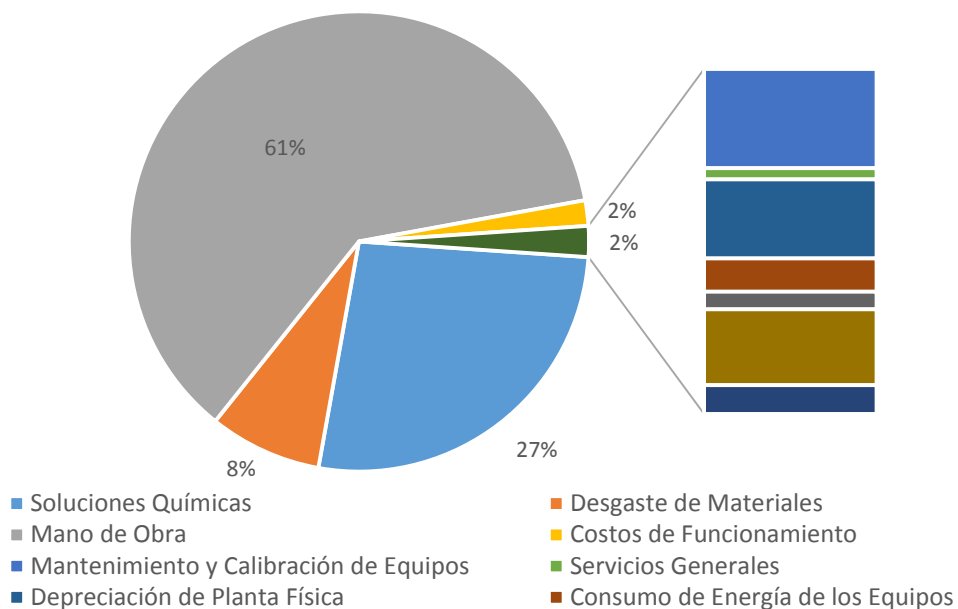


Gráfico 75. Costos Asociados al Parámetro Sólidos Suspendidos

Fuente: Esta Investigación.

Como se aprecia en el Gráfico 76, los precios al público de este parámetro tienden a ser incluso más bajos, situación que afecta la fijación de una tarifa que le permita al Laboratorio de la Universidad de Nariño generar beneficios.

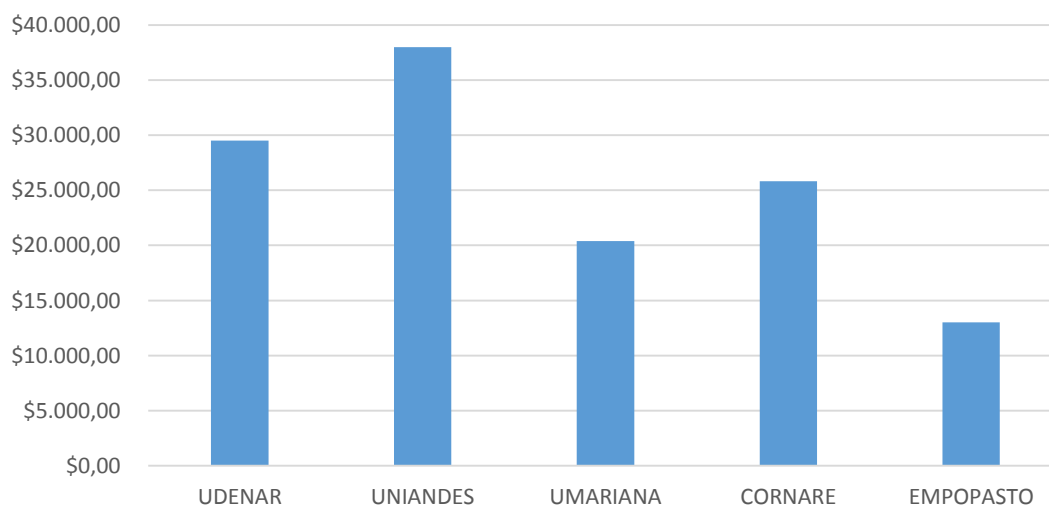


Gráfico 76. Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Suspendidos Volátiles

Fuente: Esta Investigación.

31. SÓLIDOS SEDIMENTALES

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22-2540-Sólidos-F

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 5 minutos por cada muestra.

MATERIALES:

- Cono de Imhoff
- Varilla de vidrio

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Con una muestra bien mezclada, llenar el cono de Imhoff hasta la marca 1-1. Se deja sedimentar durante 45 minutos y posteriormente se remueven suavemente las paredes del cono con una varilla o mediante rotación y se deja en reposo 15 minutos más. Finalmente, se registra el volumen de los sólidos sedimentales del cono como mililitros por litro.

Si la materia sedimentada contiene bolsas de líquido entre partículas gruesas, se evalúa el volumen de aquellas y se resta del volumen de sólidos sedimentados. Si se produce una separación de materiales sedimentables y flotables, no se valoran estos últimos como material sedimentable.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Este análisis es similar a los parámetros de medida directa, es decir, que únicamente requiere de un instrumento para determinar el resultado, razón por la cual posee un costo relativamente inferior. Sin embargo, la tarifa establecida de \$5.501 en el Laboratorio para este parámetro, no es suficiente para compensar los costos en los que se incurre al prestar este servicio, pues el resultado es un margen de contribución negativo de -69%.

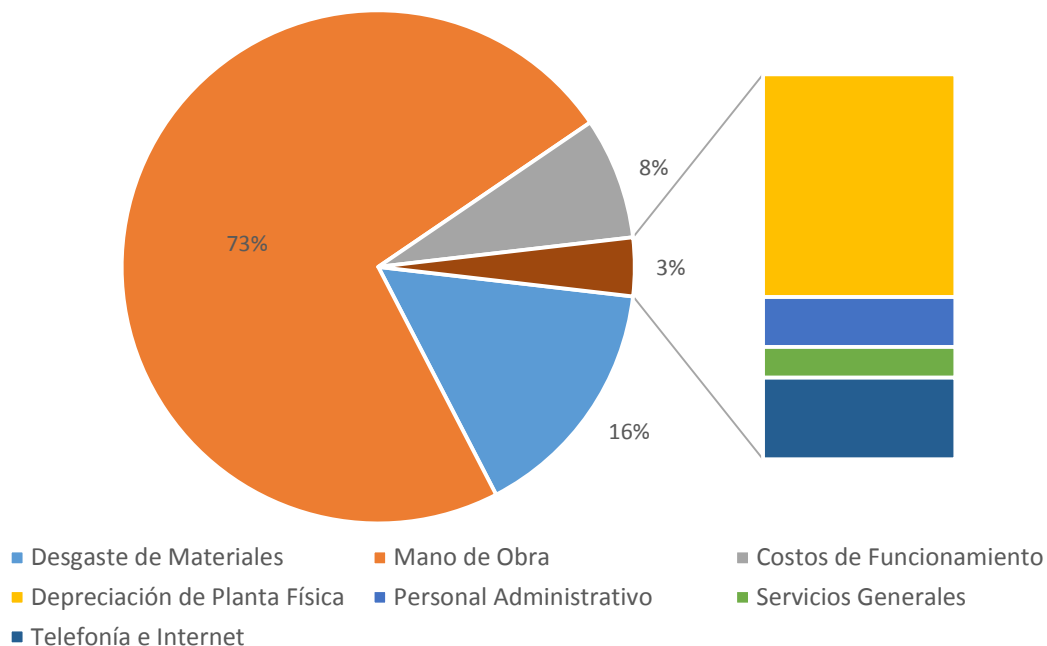


Gráfico 77. Costos Asociados al Parámetro Sólidos Sedimentales

Fuente: Esta Investigación.

Por su parte, los laboratorios competidores en promedio establecen un precio de \$10.877 pesos, valor que podría ser adoptado por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, ya que además de estar al nivel del mercado, permitiría cubrir costos y adicionalmente generar beneficios.

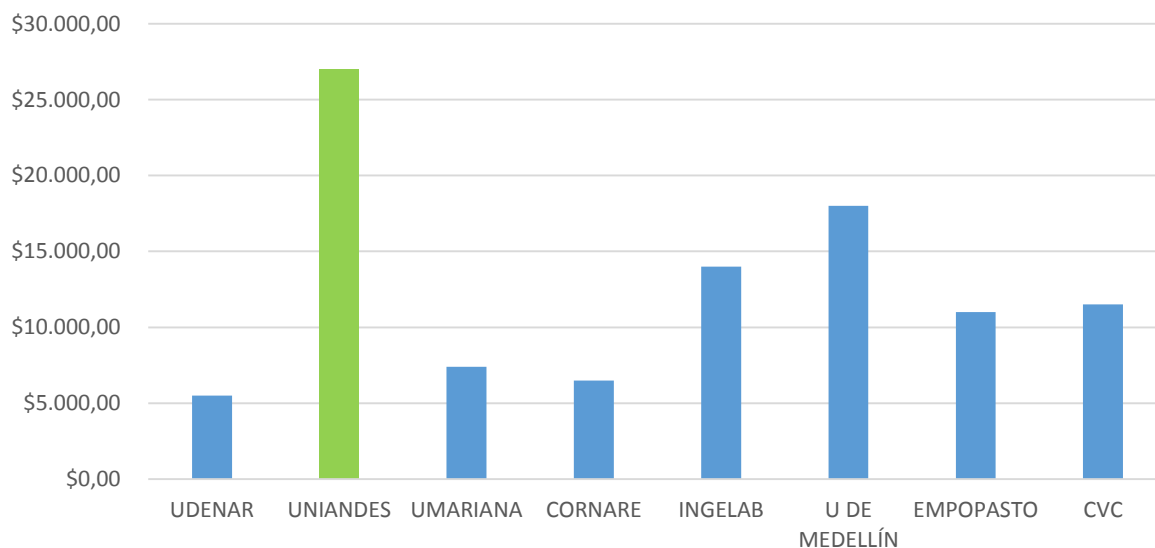


Gráfico 78. Precios de Competidores para el Parámetro Sólidos Sedimentales

Fuente: Esta Investigación.

32. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) (Parámetro Acreditado)

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22-5220- D

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 40 minutos por cada muestra.

EQUIPO:

- Termoreactor TR 620 Merck.
- Espectrómetro de Barrido Uv/Vis, Lambda II
- Plancha de agitación.
- Balanza Ohaus Pioneer
- Horno Binder

REACTIVOS:

- Agua tipo II
- Dicromato de Potasio ($K_2Cr_2O_7$)
- Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) concentrado
- Sulfato de Mercurio ($HgSO_4$)
- Sulfato de Plata (Ag_2SO_4)
- Ftalato Ácido de Potasio

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- Solución de Digestión Alto Rango:** Pesar 10,216g de Dicromato de Potasio previamente secado a 150°C durante dos horas, 167ml de Ácido Sulfúrico concentrado y 33,3g de Sulfato de Mercurio. Disuelva y enfríe a temperatura ambiente y afores hasta 1000ml con agua tipo 2. Se utiliza generalmente para aguas residuales o lixiviados, los cuales presentan alta concentración de materia orgánica.

- b. Solución de Digestión Bajo Rango:** Adicionar a 500ml de agua tipo II, 1,022 g de Dicromato de Potasio, previamente secado a 150°C por dos horas, 167 ml de Ácido Sulfúrico y 33,3 g de Sulfato de Mercurio. Disolver, dejar enfriar a temperatura ambiente y aforar a 1000ml. Se utiliza para muestras de baja concentración de materia orgánica.
- c. Solución Catalizadora:** Pesar 6.8g de Sulfato de Plata y diluir en 2000ml de Ácido Sulfúrico.
- d. Estándar Potasio Hidrógeno Ftalato:** Triturar suavemente y secar el reactivo a peso constante a 110°C. Pesar 340 mg y diluir en agua tipo II. Aforar a 200ml. El PHF tiene una DQO teórica de 2000 mg/L de O₂. Esta solución es estable cuando se refrigera, pero no indefinidamente, estar alerta ante crecimiento biológico. Preparar semanalmente.

MATERIALES

- 3 Pipeta Graduada de 10ml Clase A
- 10 Tubos con Tapa de Digestión 16x100mm.
- 1 Celda de Vidrio

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Precalear el Reactor de Calentamiento durante 30 minutos para que alcance la temperatura de Digestión a 150°C.

Adicionar en tubos de 16x100mm las cantidades indicadas.

Tabla 10

Cantidades de Reactivos y Muestra

<i>Tubo de Digestión</i>	<i>Muestra (ml)</i>	<i>Solución de Digestión (ml)</i>	<i>Reactivo de Ácido Sulfúrico (ml)</i>	<i>Volumen Final (ml)</i>
16x100 mm	2.5	1.5	3.5	7.5

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de Aguas.

Los siguientes controles, se realizan por duplicado para cada lote de muestras:

Blanco sin digestión, blanco con digestión, patrón de 40 ppm para DQO Bajo Rango, patrón de 500 ppm para DQO Alto Rango, una muestra por cada lote de diez muestras.

- **Patrón 40ppm DQO Bajo Rango:** Medir 4ml del patrón de hidrogenoftalato y aforar a 50ml.
- **Patrón 500ppm DQO Alto Rango:** Pesar 0,425g de hidrogenoftalato y aforar a un litro.

Cada muestra debe agitarse por inversión, a fin de asegurar una distribución homogénea del material contenido en el cuerpo del líquido.

Tapar herméticamente la solución y mezclarla vigorosamente.

Introducir los tubos de digestión al Reactor de Calentamiento y someter a reflujo durante 2 horas a 150°C.

Dejar enfriar a Temperatura ambiente y tomar la lectura en absorbancia a 420 y 600nm para bajo y alto rango, respectivamente.

CÁLCULO:

Se realiza por ecuación, la cual resulta del análisis de la curva de calibración.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos contienen cromo y por esta razón se separan, almacenan, rotulados como residuos de metales pesados y se entregan a EMAS para que posteriormente realice su tratamiento.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

La complejidad del análisis y la cantidad de tiempo que requiere este parámetro, hace que su costo sea elevado. En este sentido, la mano de obra calificada representa el 65% del costo

unitario total, aunque el precio al público por este servicio apenas cubre el 39% de los costos variables, lo que da como resultado un margen de contribución negativo equivalente a 157%.

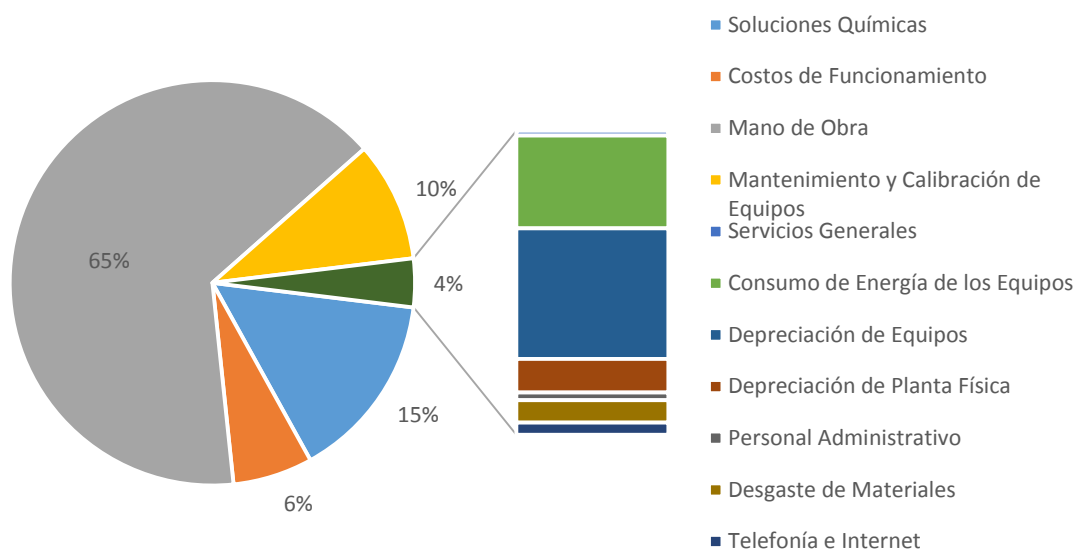


Gráfico 79. Costos Asociados al Parámetro DQO
Fuente: Esta Investigación.

En los laboratorios de otras regiones, este análisis tiene un precio promedio de \$57.450 pesos, es decir, hasta 3.4 veces más costoso que en los laboratorios de EMPOPASTO y la Universidad Marian, e incluso su costo no está fuertemente influenciado por la acreditación de alta calidad, puesto que aun si las corporaciones no poseen este reconocimiento, sus tarifas son muy similares a las de la Universidad de los Andes, INGELAB y la Universidad de Medellín.

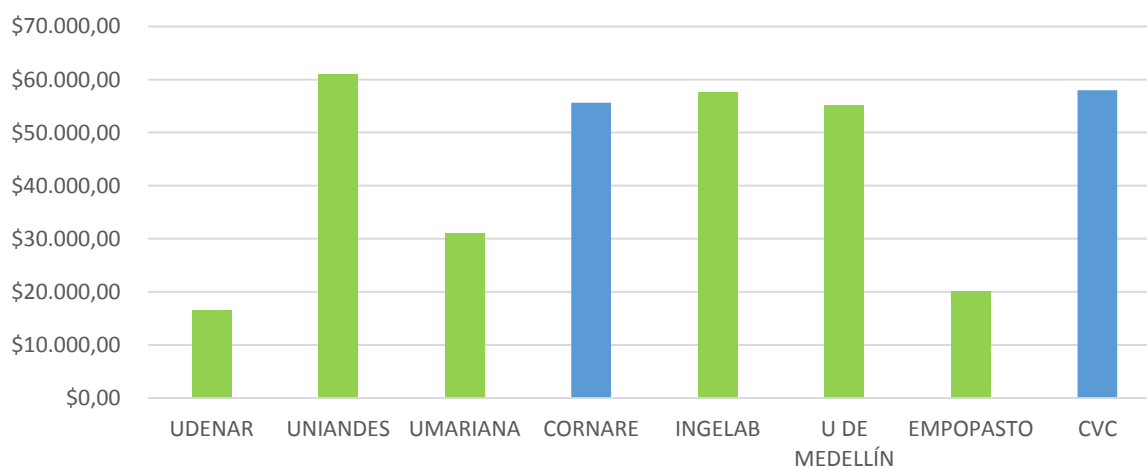


Gráfico 80. Precios de Competidores para el Parámetro Demanda Química de Oxígeno

Fuente: Esta Investigación.

33. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (Parámetro Acreditado)

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22-5210- B

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 2 horas.

EQUIPO:

- Equipo de aireación
- Incubadora
- pH metro METROHM 691
- Balanza analítica con precisión de 0,1 mg.
- Multiparámetro HACH HQ 40D.

REACTIVOS:

- Agua destilada.
- Fosfato Monobásico de Potasio (KH_2PO_4)
- Fosfato Dibásico de Potasio (K_2HPO_4)
- Fosfato dibásico de Sodio heptahidratado ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- Cloruro de Amonio (NH_4Cl)
- Sulfato de Magnesio heptahidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- Cloruro de Calcio anhidro (CaCl_2)
- Cloruro Férrico hexahidratado ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)
- Glucosa grado patrón primario ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)
- Ácido Glutámico grado patrón primario ($\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_4$)
- Ácido Clorhídrico 0,02N
- Hidróxido de Sodio (NaOH) 0,02N

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- a. **Solución amortiguadora de Fosfatos:** Pesar aproximadamente 0,85g de Fosfato monobásico de Potasio, 2,175g de Fosfato dibásico de Potasio, 3,34g de Fosfato dibásico de Sodio heptahidratado y 0,17g de Cloruro de Amonio, disolver en 50ml de agua y aforar a 100ml. El pH de la disolución debe ser de 7,2. Desechar el reactivo (o cualquiera de los siguientes reactivos) si hay algún signo de crecimiento biológico en el frasco de almacenamiento.
- b. **Solución de Sulfato de Magnesio:** Pesar aproximadamente 2,25g de Sulfato de Magnesio heptahidratado, disolver en agua y aforar a 100ml.
- c. **Solución de Cloruro de Calcio:** Pesar aproximadamente 2,75g de Cloruro de Calcio anhidro, disolver en agua y aforar a 100ml.
- d. **Solución de Cloruro Férrico:** Pesar aproximadamente 0,025g de Cloruro Férrico hexahidratado, disolver en agua y diluir a 100ml.
- e. **Patrón de Glucosa-Ácido Glutámico:** Pesar 0,015g de Glucosa anhidra y 0,015g de Ácido Glutámico anhidro, secar una hora a 103°C y dejar enfriar durante 30 minutos. Diluir los reactivos en 100ml. Preparar inmediatamente antes de utilizarla.

MATERIALES

- 14 Botellas Winkler de vidrio para incubación de 300 ml
- 7 Pipetas graduada clase A de 10ml
- 1 Probeta de 250ml
- 1 Probeta de 100ml
- 1 Probeta de 50ml
- 6 Balones aforados de 100ml

- Recipientes plásticos de 20 y 25 litros con llave dispensadora.
- Papel aluminio
- Aireadores para acuario adaptado con piedra difusora.
- 1 Frasco de vidrio de 200ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Preparación de agua para dilución: Preparar el agua de dilución diariamente. Colocar el volumen requerido de agua TIPO II, antes de utilizar el agua de dilución debe ponerse a temperatura ambiente. Saturar con oxígeno aireando con la ayuda de los aireadores de pecera adaptado con difusor, durante una hora por lo menos, antes del llenado de botellas Winkler y se adiciona 1ml/L de cada uno de los siguientes nutrientes al contenedor de agua: solución de Sulfato de Magnesio, solución de Cloruro de Calcio, solución de Cloruro Férrico y solución amortiguadora de Fosfatos.

Inóculo:

- **Fuente de la siembra**

Es necesario contar con una población de microorganismos capaces de oxidar la materia orgánica biodegradable de la muestra. El agua residual doméstica, los efluentes no clorados o sin desinfección, los efluentes de las plantas de tratamiento de desechos biológicos y las aguas superficiales que reciben las descargas de aguas residuales que contienen poblaciones microbianas satisfactorias.

Para tales residuos, sembrar el agua de dilución añadiendo una población de microorganismos. La mejor siembra, es aquella que proviene del efluente de un sistema de tratamiento biológico. Para efectos del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, se utiliza la muestra simple del colector de agua residual

sanitarias ubicado al respaldo del club de Tenis y límite de la Universidad de Nariño sede Torobajo y se emplea el sobrenadante del inóculo escogido, después de dejarlo reposar a temperatura ambiente.

Cuando la muestra presenta alto contenido de biocidas, como Cloro o se sabe de su bajo contenido de materia orgánica, se debe inocular la muestra y de ser necesario, sembrar el agua de dilución.

- **Control del inóculo**

Determinar la DBO_5 del material de siembra como para cualquier otra muestra. Esto es, una siembra control. Determinar el consumo de OD de la siembra, la captación de OD total del agua de dilución sembrada, debe oscilar entre 0.6 mg/L y 1,0 mg/L.

Pretratamiento de la muestra:

- **Muestras con pH ácidos o básicos**

En primer lugar, se debe calcular y ajustar el pH de la muestra debido a que las bacterias se reproducen en un pH entre 6 y 8. Si la muestra no está en este rango se debe ajustar adicionando Ácido Sulfúrico 0,02N o Hidróxido de Sodio 0,02N hasta un pH de 7 a 7,2. El pH del agua de dilución sembrada, no debe verse afectado por la dilución de la muestra.

- **Muestras que contienen Cloro Residual**

Si es posible, evitar las muestras que contengan Cloro Residual, tomándolas antes del proceso de cloración. Si la muestra ha sido clorada pero no hay residuo detectable de cloro, sembrar el agua de dilución. Si hay presencia de Cloro Residual, debe ser eliminado de la muestra y sembrar con inóculo. No se deben analizar las muestras cloradas sin inóculo. En algunas muestras, el Cloro desaparece en el lapso de 1 h a 2 h

después de su exposición a la luz. Esto suele ocurrir durante el transporte o la manipulación de la muestra. Para las muestras en las que el residuo de Cloro no se disipe en un tiempo razonablemente corto, eliminar añadiendo disolución de Tiosulfato de Sodio, mezclar y después de 10 min a 20 min, comprobar el Cloro Residual de la muestra.

La determinación de Cloro Residual se realiza de acuerdo a lo establecido en el protocolo determinación del mismo parámetro.

- **Muestras que contienen otras sustancias tóxicas**

Algunas aguas residuales industriales, por ejemplo, aguas residuales de encurtido, contiene metales tóxicos, tales muestras requieren estudio y tratamiento especial.

- **Muestras supersaturadas con Oxígeno disuelto**

Son muestras que contienen OD por encima de la saturación normal; se pueden encontrar en aguas frías o en aguas donde ocurren procesos fotosintéticos. Para prevenir la pérdida de OD durante la incubación, es necesario llevar la muestra a $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ en un recipiente parcialmente lleno, se invierte y se agita vigorosamente o por aireación limpia con un compresor de aire filtrado.

- **Muestras que contienen Peróxido de Hidrógeno**

Son muestras procedentes del sector industrial del proceso de blanqueamiento en las fábricas de textiles y de papel, las cuales pueden causar niveles supersaturados de oxígeno cuando se realiza la prueba de DBO. Es necesario mezclar vigorosamente por suficiente tiempo los recipientes para disipar el Peróxido de Hidrógeno antes del análisis

de la DBO; se debe verificar la cantidad de Peróxido remanente mediante test específicos como el de Permanganometría y/o Yodometría. Se puede mezclar durante 1 o 2 horas dependiendo de la cantidad de reactivo presente.

- **Inhibición de la nitrificación.**

A las muestras contenidas en botellas de 300 ml se agregan 3 mg de 2-Cloro-6-(Triclorometil)-Piridina (TCMP) o se puede agregar directamente al agua de dilución para lograr una concentración final de aproximadamente 10 mg de TCMP/L. (NOTA: Es posible que la TCMP, se disuelva lentamente y permanezca flotando en la superficie de la muestra; algunas formulaciones comerciales se disuelven más fácilmente pero no son 100% puras, por lo que se debe ajustar la dosificación). Las muestras que requieren el procedimiento de inhibición de la nitrificación incluyen: efluentes tratados biológicamente, muestras inoculadas con efluentes tratados biológicamente y aguas de río, pero no se limitan necesariamente a estas. En el reporte de los resultados registrar el uso del procedimiento de inhibición de la nitrificación.

Técnica de dilución: Las diluciones que dan lugar a un OD residual mayor de 1 mg/L y una captación de OD de al menos 1 mg/L después de 5 días de incubación, producen los resultados más confiables. Hacer varias diluciones (al menos 3) de la muestra preparada para obtener una captación de OD en dicho intervalo. La experimentación con una muestra concreta, permite el uso de un número menor de diluciones. Un análisis más rápido tal como la DQO, presenta una correlación aproximada con la DBO₅ y sirve como una guía para seleccionar las diluciones. En ausencia de datos previos, utilizar las siguientes diluciones: de 0 % a 1 % para los residuos industriales fuertes, de 1 % a 5 % para las aguas residuales sedimentadas y crudas, del 5 % al 25

% para el efluente tratado biológicamente y del 25 % al 100 % para las aguas superficiales contaminadas.

Para diluciones preparadas directamente en botellas Winkler. Se utiliza una pipeta graduada, añadir el volumen de muestra deseado a las botellas individuales de 300 ml. Añadir cantidades adecuadas del material de siembra a los frascos tipo Winkler. Llenar los frascos con suficiente agua de dilución, sembrada si es necesario, de forma que la inserción del tapón desplace todo el aire, sin dejar burbujas. No realizar diluciones mayores de 1:300 (1 ml de la muestra en un frasco). Determinar el OD inicial en cada uno de los frascos de cada una de las diferentes diluciones. En los frascos de los duplicados de cada una de las diluciones, ajustar herméticamente el tapón, poner un sello hidráulico, tapar con el papel aluminio e incubar durante 5 días a 20°C.

Temperatura de las muestras: La temperatura de las muestras en el momento de la siembra debe estar conforme a los criterios de aceptación de las condiciones ambientales y como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 11
Criterios de Aceptación de las condiciones Ambientales

<i>Parámetros de Control</i>	<i>Rango de Aceptación</i>	<i>Unidad de Medición</i>
Temperatura	16.5-23.5	°C

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de Aguas

Determinación del OD inicial mediante el Método de Luminiscencia:

Verificación del instrumento: Medir solución patrón cero de Oxígeno Disuelto mg OD/L y proceder a hacer la lectura de la(s) muestra(s) siguiendo como se describe a continuación:

- Introducir el electrodo previamente lavado con agua TIPO II a la muestra.
- Leer directamente del instrumento la concentración de oxígeno.

Blanco del agua de dilución: Emplear un blanco del agua de dilución como un control aproximado de la calidad del agua de dilución no sembrada y de la limpieza de los frascos de incubación. Junto con cada lote de muestras, incubar el frasco de agua de dilución no sembrada. Determinar el OD inicial y final. El consumo de OD no debe ser mayor de 0,2 mg/L y preferentemente no menor a 0,1 mg/L.

Incubación: Incubar a $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ las botellas de DBO_5 que contengan las muestras con las diluciones deseadas, los controles de siembra, los blancos de agua de dilución y el control de glucosa-ácido glutámico. En caso de no contar con contratapas, diariamente se debe verificar que el sello hidráulico esté intacto en cada botella incubada, agregar agua si es necesario.

Determinación del OD final

Después de 5 días de incubación determinar el OD en las diluciones de la muestra, en los controles y en los blancos. La medición del OD debe ser realizada inmediatamente después de destapar la botella de Winkler, para evitar la absorción de oxígeno del aire por la muestra. La determinación del OD final se realiza según las siguientes indicaciones:

- Verificación del instrumento: Medir patrón 0 mg OD/L.
- Agitar la muestra invirtiendo el Winkler mínimo 10 veces, con esto se elimina el sello hidráulico y evitamos la alteración de la lectura por el OD por el mismo
- Introducir el electrodo previamente lavado con agua TIPO II a la muestra.
- Leer directamente del instrumento la concentración de oxígeno.
- Lavar el electrodo con agua TIPO II entre lectura y lectura para evitar posibles efectos de contaminación.

CRITERIOS DE DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

Se escoge la dilución óptima que cumpla con los siguientes requisitos:

- Valores de OD residual mayor de 1 mg/L después de 5 días de incubación.
- Valores de consumo de OD de por lo menos 1 mg/L después de 5 días de incubación.
- Que el consumo de oxígeno al finalizar el tiempo de incubación, este comprendido dentro del rango del 20 a 80% del total de oxígeno disponible, esto debido a que en este rango de oxígeno disuelto, el crecimiento de los microorganismos es directamente proporcional a la cantidad de materia orgánica disponible.

CÁLCULOS

Calcular la DBO₅ cuando se utiliza inóculo

$$DBO_5 \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(D_1 - D_2) - S(V_s)}{P}$$

Donde:

D₁: es el OD inicial de la muestra, en mg/L;

D₂: es el OD final de la muestra, en mg/L

S: es el consumo de OD del inóculo adicionada a cada botella, S=0 cuando no se adiciona inóculo, en mg/L

V: es el volumen del inóculo adicionado a cada botella

P: Fracción decimal de la muestra utilizada (factor de dilución)

Si el consumo de OD, es menor que 2mg/L y la concentración de la muestra es del 100%, con la corrección de la semilla, el consumo de OD puede ser reportado como la DBO₅ incluso si es menor que 2 mg/L.

Cuando todas las diluciones resultan en un OD residual menor a 1.0mg/L, seleccionar la botella que tienen la más baja concentración de OD (mayor dilución) y reportar como:

$$DBO_5 \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(D_1 - D_2) - S(V_s)}{P}$$

CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de los resultados de esta técnica se procede de la siguiente manera:

- Residual mínimo de Oxígeno Disuelto y consumo mínimo de Oxígeno Disuelto: Únicamente en las botellas, incluidos los controles de inóculo, deben producir un consumo mínimo de Oxígeno Disuelto de 1.0mg/L preferiblemente 2.0mg/L y un residual mínimo de 1.0 mg/L Oxígeno Disuelto después de 5 días de incubación para considerar el dato válido.
- Control de Patrón de Glucosa – Acido Glutámico: Se debe verificar y controlar la técnica con un patrón de referencia, esto es, se corre junto con las muestras por triplicado un estándar de aproximadamente $198 \pm 30,5$ mg/L de DBO₅, Blanco de reactivos (Agua Destilada), e inóculo respectivo, con el fin de comprobar en cada lote analítico la calidad del agua de dilución, la efectividad del inóculo y la técnica analítica mediante determinaciones de la DBO₅ en muestras estándar de concentración conocida. Utilizar la disolución de glucosa-ácido glutámico como disolución madre de control. La glucosa tiene una tasa excepcionalmente alta y variable de oxidación, pero cuando se utiliza con ácido glutámico, dicha tasa se estabiliza y es similar a la obtenida en muchas aguas residuales municipales. Determinar la DBO₅ del patrón de control de glucosa-ácido glutámico y sembrada al 2 % en las botellas Winkler.
- Control del agua de dilución: Con cada lote de muestras incubar una o más botellas de agua de dilución preparada 10.1; el blanco de agua de dilución sirve para verificar la calidad del agua de dilución y la limpieza de las botellas de incubación, determinar el Oxígeno disuelto inicial como se indica en la sección de Determinación del OD

final. El consumo de oxígeno después de los 5 días no debe ser mayor al 0.2mgL, obtener agua de mejor calidad mejorando la purificación o utilizar agua de otra fuente.

- Control de Calidad Analítico: Diligenciar las cartas de control del patrón de DBO₅ y graficar el comportamiento de los patrones.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Los costos más importantes de este análisis, son la mano de obra calificada, las soluciones químicas que requiere y aquellos están relacionados con el uso de los equipos, los cuales representan el 85% del costo total unitario, mientras que la tarifa establecida en \$15.446.8 por la Universidad de Nariño apenas alcanza a cubrir el 20% de este total. De esta manera, el margen de contribución es negativo y alcanza el 249%, lo que convierte a este parámetro en uno de los que generan las mayores pérdidas de recursos del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas.

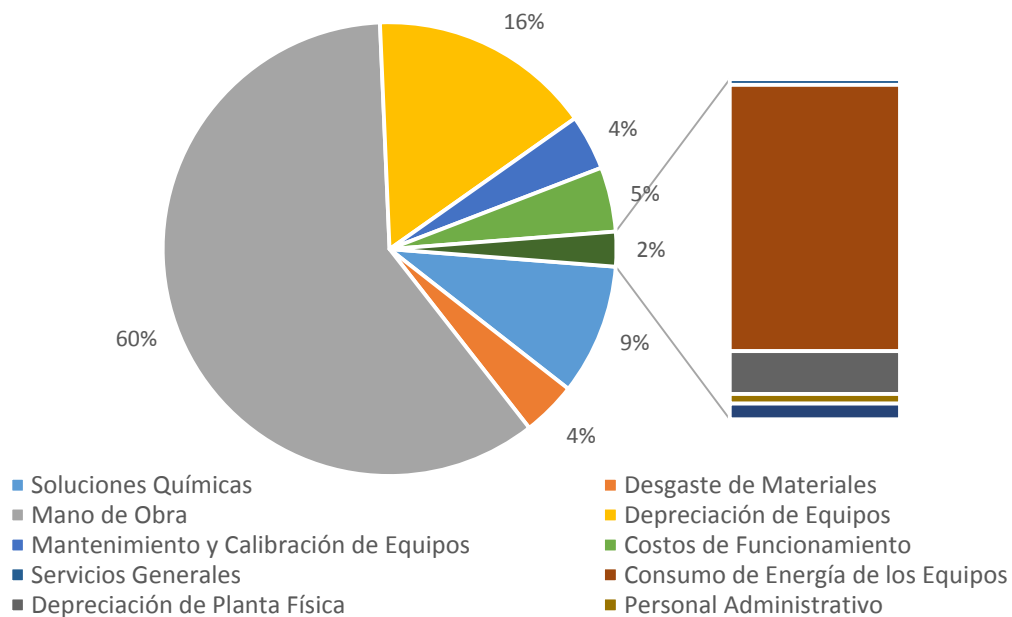


Gráfico 81. Costos Asociados al Parámetro DQO

Fuente: Esta Investigación.

Por otro lado, los laboratorios de la Universidad de Nariño, la Universidad Mariana y EMPOPASTO, en promedio, cobran por este servicio la tercera parte de las tarifas que establecen los laboratorios de otras regiones, aun cuando tienen acreditación de alta calidad.

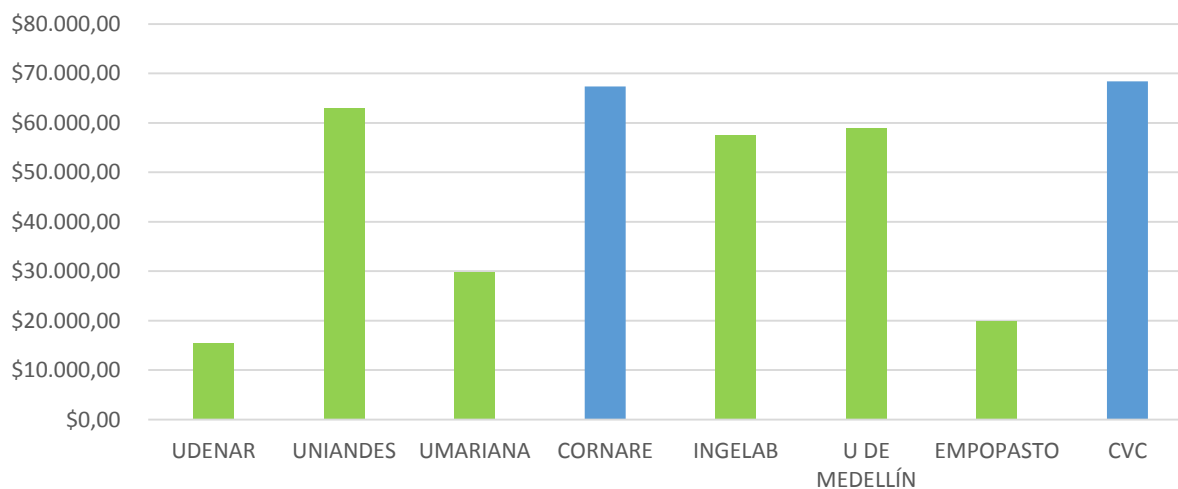


Gráfico 82. Precios de Competidores para el Parámetro DBO₅

Fuente: Esta Investigación.

34. OXÍGENO DISUELTO

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 22-4500-O-C

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 20 minutos por cada muestra.

REACTIVOS:

- Tiosulfato de Sodio 0,1N
- Almidón
- Sulfato de Manganeso ($4\text{H}_2\text{O}$, $2\text{H}_2\text{O}$ ó H_2O)
- Agua tipo II
- Hidróxido de Sodio (NaOH)
- Hidróxido de Potasio (KOH)
- Yoduro de Sodio (NaI)
- Yoduro de Potasio (KI)
- Azida de Sodio (NaN_3)
- Ácido Sulfúrico concentrado (H_2SO_4)

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- Tiosulfato de Sodio 0,025N:** Medir 250ml de Tiosulfato de Sodio 0,1N y aforar a un litro con agua tipo II.
- Almidón 2%:** Pesar 2g de Almidón y diluir en 100ml de agua tipo II.
- Sulfato de Manganeso:** Disolver 480g de $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ó 400g de $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ó 384g de $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ en 800ml de agua tipo II. Se debe calentar en estufa y agitar constantemente para disolver por aproximadamente 3 horas y después aforar a un litro.
- Reactivo de Alkali-Yoduro Nitruro:** Disolver 500g de Hidróxido de Sodio ó 700g de Hidróxido de Potasio y 135g de Yoduro de Sodio ó 150g de Yoduro de Potasio en agua tipo II y aforar a un litro. A esta solución agregar 10g de Azida de Sodio disuelta en 40ml de agua tipo II. (Volúmen final 1040ml).

MATERIALES:

- 1 Bureta de llenado automático de 25ml con dispensador
- 1 Winkler 300ml
- 3 Erlenmeyer 250ml
- 1 Pipeta graduada de 10ml
- 1 Pipeta aforada de 10ml
- 3 Probetas 250ml

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Medir 300ml de muestra. Agregar 1ml de Sulfato de Manganeso y 1ml de reactivo Álcali-Yoduro Nitruro, procurando agitar cada vez que se agrega un nuevo reactivo. Después agregar a la solución 2ml de ácido sulfúrico concentrado, agitar y tapar el Winkler. La muestra tomará un color amarillo quemado.

Tomar 200ml de la solución y agregar Tiosulfato de Sodio 0,025N hasta que cambie a un color amarillo tenue.

Enseguida, agregar 0,5ml de Almidón 2% con lo cual la solución tomará un color azul. Finalmente, titular con Tiosulfato de Sodio hasta que la muestra vuelva a ser cristalina.

CÁLCULO:

Para realizar el cálculo del resultado del análisis, se aplica la siguiente fórmula, tomando como dato de referencia la cantidad de Tiosulfato de Sodio requerido para que la muestra vuelva a ser cristalina:

$$mgO_2/L = \frac{(mL \text{ de Tiosulfato de Sodio}) * N * 8.000}{mL \text{ de Muestra}}$$

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

La prestación de este servicio, tiene un costo variable unitario de \$27.638, siendo la mano de obra el costo más significativo, ya que representa el 85% del costo total unitario. Por su parte, el Laboratorio está cobrando por esta prueba \$12.378 pesos, una cifra menor al precio mínimo y que le representa una contribución al beneficio negativa de \$15.259, es decir, un margen de contribución de -123%.

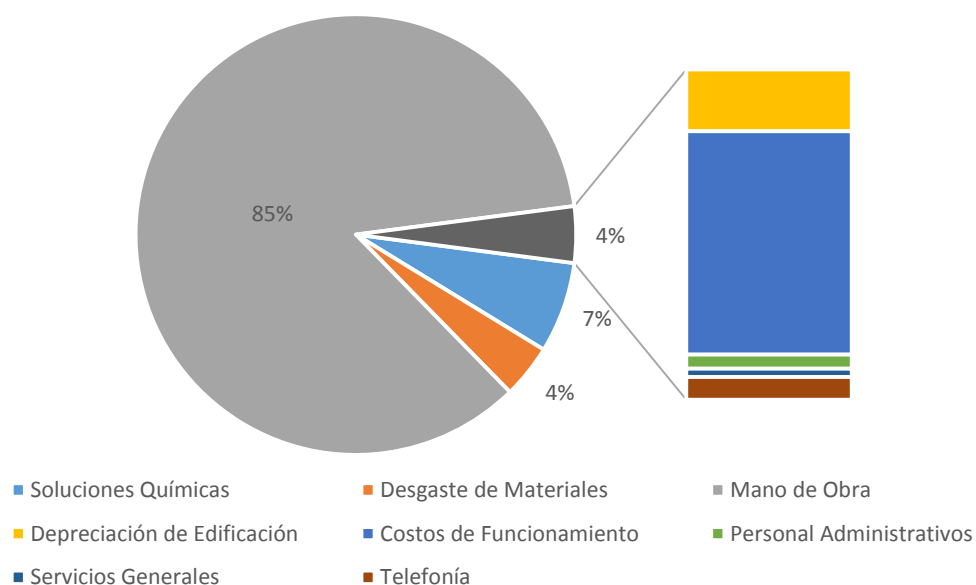


Gráfico 83. Costos Asociados al Parámetro Oxígeno Disuelto

Fuente: Esta Investigación.

Además, la tarifa establecida por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño para este parámetro es hasta, un 2,7 veces más baja que las de los laboratorios indicados en el Gráfico 84, aunque los laboratorios de la Universidad Mariana y EMPOPASTO poseen tarifas en promedio 40% menores que la establecida por la universidad de Nariño.

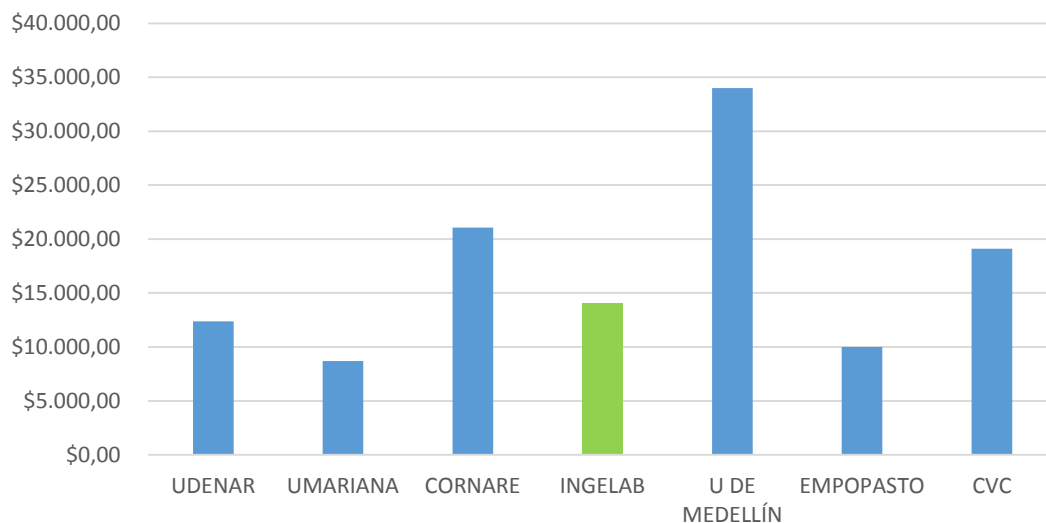


Gráfico 84. Precios de Competidores para el Parámetro Oxígeno Disuelto
Fuente: Esta Investigación.

35. BORO

MÉTODO: Estándar Métodos Ed. 21-4500-B-B

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente una hora por muestra.

EQUIPO:

- Balanza Analítica Ohaus Pioneer
- Baño María Memmert
- Espectrómetro de Barrido Uv/Vis, Lambda II

REACTIVOS:

- Ácido Clorhídrico Concentrado
- Ácido Bórico Anhidro
- Curcumina
- Ácido Oxálico
- Alcohol Etilico

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

- a. **Solución Madre de Boro:** Disolver 571,6 mg de Ácido Bórico anhidro, H_3BO_3 , en agua tipo II y aforar a 1000ml; 1,00ml = 100 μ g de B.
- b. **Solución Patrón de Boro:** Diluir 10ml de la solución madre de Boro en un litro de agua tipo II; 1,00ml = 100 μ g de B.
- c. **Reactivo de Curcumina:** Disolver 40mg de Curcumina y 5g de ácido oxálico en 80ml de Alcohol Etilico. Añadir 4,2ml de Ácido Clorhídrico concentrado, aforar a 100ml con Alcohol Etilico.

MATERIALES:

- 4 Capsulas de porcelana de 100ml
- 4 Pipetas graduadas de 10ml
- 4 Balón aforado de polietileno de 100ml
- 1 Celda de vidrio

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

Tratamiento de las muestras: Llévase con la pipeta 10ml de agua tipo II (Blanco), 10ml de muestra y para la curva de calibración 2,5, 5, 7,5 o 10ml de solución patrón de Boro en cápsulas de porcelana de 100ml. Añadir agua tipo II a cada estándar para completar volumen total a 10ml. Añadir 40ml de reactivo de Curcumina a cada una y gírese suavemente para mezclar bien sus contenidos. Póngase las placas en flotación en baño maría ajustado a $\pm 55 \pm 2^\circ C$ y dejar en reposo durante 80 minutos, que suelen bastar para completar el secado y eliminar el Ácido Clorhídrico. Mantener constante el tiempo de secado para patrones y muestras. Tras enfriar las placas a temperatura ambiente, añadir 10ml de Alcohol Etilico 95% a cada placa y agitar suavemente con una varilla de polietileno para asegurar la completa disolución del producto coloreado de rojo.

Lavar el contenido de las placas en un matraz aforado de polietileno de 100ml utilizando Alcohol Etilico al 95%. Completar hasta el volumen con Alcohol Etilico y mezclar bien por inversión. Leer la absorbancia de patrones y muestras a la longitud de onda de 540nm después de ajustar el blanco reactivo a absorbancia 0. La curva de calibrado es lineal desde 0 a 1,00µg. Hacer lecturas fotométricas en el curso de la hora siguiente al secado de las muestras

CÁLCULO:

Utilizar la siguiente ecuación para calcular la concentración de Boro a partir de las lecturas de absorbancia:

$$mg \frac{B}{l} = \frac{A_2 * C}{A_1 * S}$$

Donde:

A_1 = Absorbancia del estándar

A_2 = Absorbancia de la muestra

C = µg de Boro en el estándar tomado

S = ml de muestra

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS:

Los residuos de las muestras se eliminan directamente por el vertedero.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

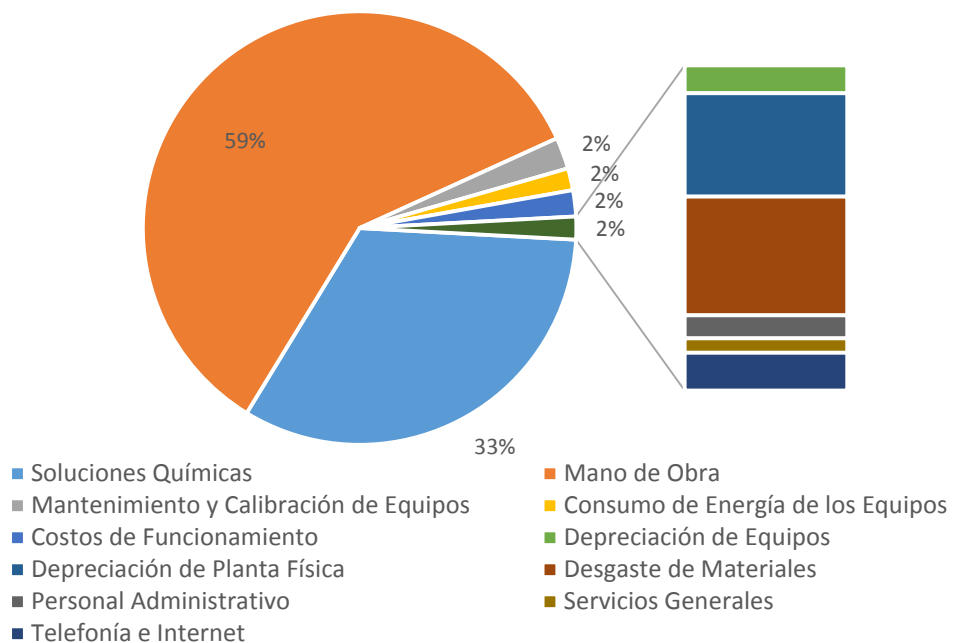


Gráfico 85. Costos Asociados al Parámetro Boro

Fuente: Esta Investigación.

Las soluciones químicas y el tiempo del analista son los costos más significativos de esta prueba, los cuales ascienden a los \$30.167, que equivalen al 92% de los costos totales. La Universidad de Nariño presta este servicio a una tarifa de \$13.754 pesos, la cual únicamente permite cubrir el 35% del costo total unitario, teniendo como resultado una contribución al beneficio de -\$25.347.

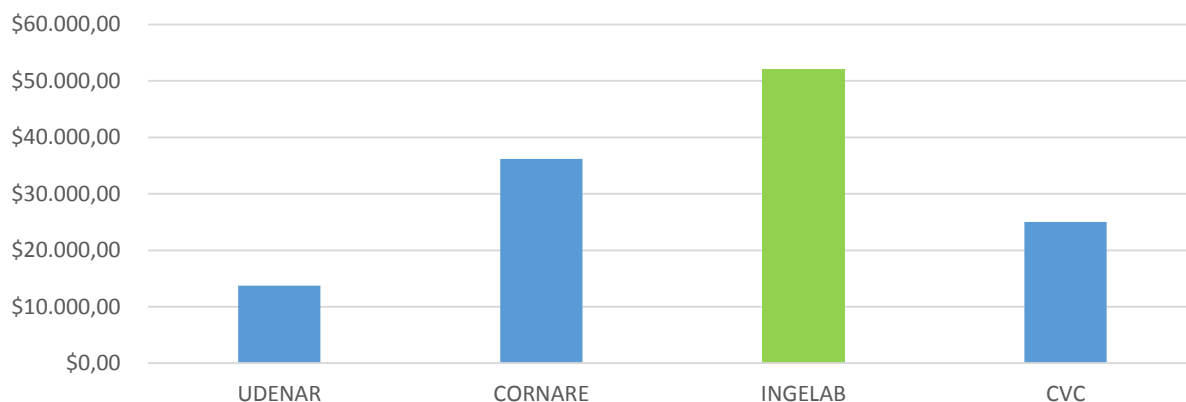


Gráfico 86. Precios de Competidores para el Parámetro Boro

Fuente: Esta Investigación.

Por otra parte, en promedio, la Universidad de Nariño por este ensayo está cobrando menos de la mitad de las tarifas establecidas en los laboratorios de CORNARNE y la Corporación Autónoma Regional del Valle, aunque éstas tampoco permitirían recuperar los costos que le representa al Laboratorio de Análisis Químico y Aguas la prestación de este servicio, ya que estos ascienden a los \$41.252 pesos.

36. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO: COLIFORMES TOTALES, FECALES Y MESÓFILOS

MÉTODO: Filtración por Membrana

TIEMPO ESTIMADO DE ANÁLISIS: Aproximadamente 25 minutos por cada muestra.

EQUIPO:

- Cabina de Flujo Laminar
- Bomba de Vacío
- Incubadora
- Cuenta colonias
- Pipetas automáticas
- Manífol

REACTIVOS:

- a. Agua destilada
- b. Hach's m-ColiBlue24® Broth (Para análisis de Coliformes Totales y Coliformes Fecales)
- c. Tryptone Glucose Extract (TGE) Millipore broth (Para análisis de mesófilos)

MATERIALES:

- Membrana de Filtración 0,45µm
- Pad Absorbente

- Caja de Petri
- Pinzas Esterilizadas
- Embudos de Filtración

PREPARACIÓN DE MATERIALES Y ÁREAS DE TRABAJO:

Cabina de Flujo Laminar: Cada vez que se analiza un lote de muestras, se limpia el área de trabajo. La cabina debe estar estéril y para esto, en primer lugar, se limpia de forma convencional y posteriormente, se esteriliza con luz ultravioleta durante una hora.

Embudos, Cajas de Petri, Frascos de dilución: Estos materiales, en primer lugar, se llevan a lavado. Los frascos de dilución se llenan con agua destilada y enseguida se llevan junto con las cajas de Petri y los embudos, a esterilización en un equipo denominado Autoclave. Finalmente, se secan y se llevan al área de trabajo, donde estarán listos para ser utilizados.

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS:

- Dependiendo de la clasificación de tipo de agua de la muestra, ya sea potable, cruda o residual, se realizan siembras directas, filtrando 100ml de la misma, o se diluyen cuantas veces se considere necesario, utilizando para este proceso, un volumen de 100ml de agua destilada.
- Verter uniforme y cuidadosamente el contenido de una ampollita de medio de cultivo, m-ColiBlue24® o Tryptone Glucose Extract, en una caja Petri con una almohadilla absorbente.
- Preparar el equipo de filtración y colocar el filtro de membrana utilizando pinzas esterilizadas.

- Agitar la muestra para asegurarse de que está correctamente mezclada y filtrarla a través de la membrana. Al terminar el proceso, filtrar 100ml de agua destilada para enjuagar las paredes del embudo.
- Retirar el filtro de membrana cuidadosamente con ayuda de las pinzas y colocarlo en la caja de Petri con el medio de cultivo.
- Introducir la caja Petri a la incubadora a 35°C por 24 horas.
- Finalmente, retirar la caja Petri de la incubadora y con ayuda de un cuenta colonias contar las colonias del filtro de membrana.

ELIMINACIÓN DE RESIDUOS BIOLÓGICOS:

Lavar las cajas Petri y esterilizar los restos de los cultivos bacterianos, para después, eliminarlos de manera convencional en los depósitos de basura.

La autoclave requiere cerca de 500ml de agua destilada por cada uso. Aunque para llenarlo se requieren de aproximadamente 8 Litros. En este, se esterilizan los embudos, frascos con agua destilada y cajas Petri.

DESTILACIÓN DE AGUA:

El técnico del Laboratorio de Microbiología, debe estar presente durante el proceso de destilación de agua para que este se realice correctamente.

Se destilan aproximadamente 10 litros en cerca 2 horas, proceso que se repite semanalmente para realizar el proceso de diluciones y los análisis del Laboratorio de Microbiología. Además, es importante resaltar que para destilar 10 litros de agua se necesitan aproximadamente 200 litros de agua, lo cual supone una gran pérdida del líquido.

ANÁLISIS DE COSTOS Y PRECIOS:

Para los parámetros de Coliformes Totales y Fecales, los costos son 3.2 veces más elevados que el precio que está cobrando el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño, mientras que Mesófilos posee unos costos 1.5 veces mayores a su tarifa establecida, siendo la mano de obra calificada y los reactivos los más significativos, pues representan el 80% del total.

En este sentido, los márgenes de contribución para los análisis de Coliformes y Mesófilos son de -39% y -190%, respectivamente.

Tabla 12

Costo Unitario de los Parámetros Coliformes Totales, Coliformes Fecales y Mesófilos

COSTOS VARIABLES	<i>Mesófilos</i>	<i>Coliformes Totales y Fecales</i>
Reactivos	\$ 10.673	\$ 12.204
Desgaste de Materiales	\$ 2.715	\$ 2.752
Mano de Obra	\$ 24.905	\$ 21.508
Consumo de Energía de los Equipos	\$ 680	\$ 680
Sub Total	\$ 38.973	\$ 37.144
COSTOS FIJOS		
Mantenimiento y Calibración de Equipos	\$ 2.201	\$ 2.201
Depreciación de Equipos	\$ 2.013	\$ 2.013
Depreciación de Edificación	\$ 224	\$ 224
Costos de Funcionamiento	\$ 807	\$ 807
Personal Administrativos	\$ 50	\$ 50
Servicios Generales	\$ 31	\$ 31
Telefonía	\$ 82	\$ 82
Sub Total	\$ 5.408	\$ 5.408
TOTAL	\$ 44.381	\$ 42.552

Fuente: Esta Investigación.

Por otro lado, las tarifas promedio en los laboratorios que se muestran en el Gráfico 87 son de \$57.000 pesos para Coliformes Totales y Fecales y \$27.150 para Mesófilos, aunque en la ciudad, los competidores inmediatos EMPOPASTO y la Universidad Mariana, en promedio establecen unos precios al público de \$38.000 y \$17.900 pesos para estos parámetros

respectivamente, de forma que por estos servicios están cobrando aproximadamente un 30% más que la Universidad de Nariño.

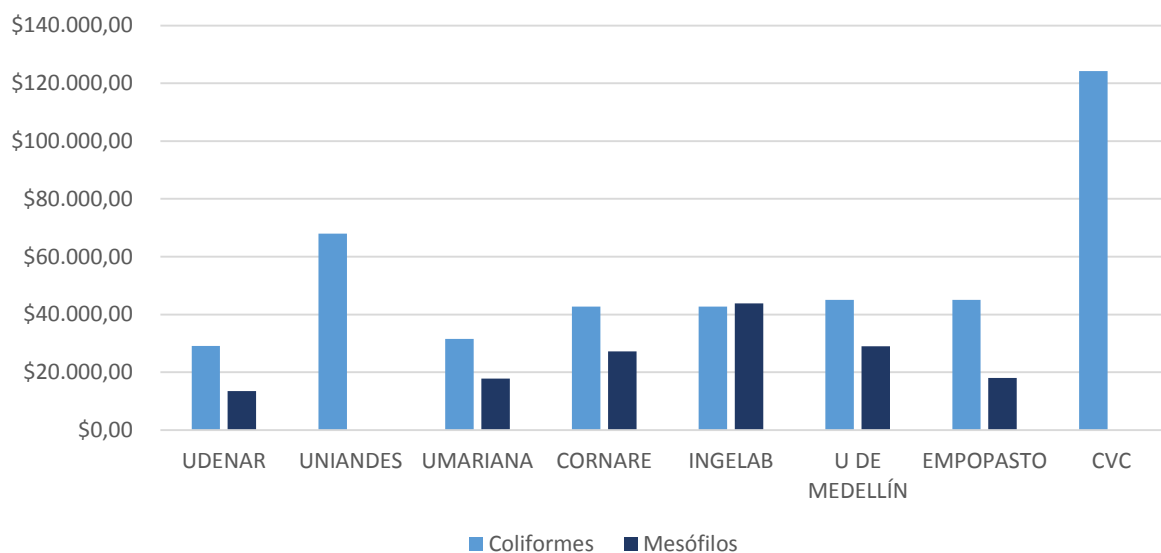


Gráfico 87. Costo Unitario de los Parámetros Microbiológicos

Fuente: Esta Investigación.

Como se pudo observar anteriormente, en promedio, el 88% de los costos asociados al análisis de los parámetros de la matriz agua son variables, de los cuales el 77% corresponden a costos de mano de obra calificada, el 15% al costo de los reactivos empleados en el análisis y el restante, a costos asociados al desgaste de los materiales y al consumo de energía de los equipos.

En cuanto, al costo de la mano de obra calificada para el análisis de las muestras de aguas, es este el principal determinante del elevado costo total unitario de cada parámetro, el cual está directamente relacionado con la cantidad de beneficios que ofrece la Universidad de Nariño y la Sección de Laboratorios a sus empleados con contrato laboral, los cuales llegan a incrementar el salario de los técnicos del laboratorio en un 122%.

Adicionalmente, los resultados indican que el margen de contribución de cada parámetro es en promedio -145%, lo cual significa que los ingresos del laboratorio, en términos generales, no son suficientes para alcanzar a reponer todo aquello que se emplea para la prestación de cada

uno de estos servicios, aunque existen excepciones, como es el caso del parámetro Carbono Orgánico Total, el cual tiene un margen 14%, el cual permite cubrir los costos que le corresponden y adicionalmente generar beneficios para el Laboratorio.

Por otra parte, al comparar en términos generales las tarifas de los diferentes parámetros, se encuentra que los precios por los análisis ofertados por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño son en promedio 2.15 veces más bajos con respecto a la totalidad de laboratorios mencionados, y un 30% más económicos que en los laboratorios de la región, siendo Nitrógeno Total el parámetro que presenta la mayor diferencia, puesto que actualmente se cobra tan solo la tercera parte del precio de los competidores. Además, esta diferencia incrementa si se tiene en cuenta que las tarifas cotizadas de EMPOPASTO, la Universidad Mariana, la Universidad de los Andes, CORNARE e INGELAB no incluyen IVA.

Una vez se han determinado los costos y justificado la necesidad de incrementar los precios para los servicios que oferta el Laboratorio de Análisis Químico Aguas de la Universidad de Nariño, se procede a la composición del nuevo sistema de tarifas, para lo cual se empiezan a considerar aspectos del mercado.

V. MÉTODOS DE FIJACIÓN DE PRECIOS

Una vez conocida la estructura de demanda de los clientes, los costos y los precios de los competidores, se puede empezar a determinar precios. Los niveles de precios de los competidores sirven de orientación, los costos se constituyen como el límite inferior, mientras que la perspectiva que tienen los clientes de las características diferenciales o exclusivas del producto establecen el precio máximo. De esta forma, para el proceso de fijación de precios se seleccionaron los siguientes métodos:

1. Fijación de precios mediante márgenes:

Este es el método más elemental para fijar precios y consiste en sumar un margen de utilidad o sobreprecio, al costo total unitario del producto, el cual resultó de las estimaciones de ventas y producción que se han empleado con el propósito de fijar el costo unitario.

Así, para dar cumplimiento a los principios de eficiencia, calidad y sostenibilidad en la prestación de los servicios de laboratorio y teniendo en cuenta que la Universidad de Nariño es una entidad pública comprometida de manera prioritaria con el interés social antes que con el individual y que la Sección de Laboratorios apoya a los procesos misionales de Docencia, Investigación y Proyección Social, se ha fijado un margen de utilidad de 10%, el cual se considera apropiado dadas las condiciones establecidas.

Cabe resaltar, que este enfoque no tiene en cuenta las condiciones del mercado, tales como los precios de los competidores y la disposición a pagar de los usuarios, lo cual se constituye como su principal debilidad.

2. Fijación por el precio vigente en el mercado:

Este método basa sus resultados primordialmente, en los precios de los competidores, a niveles por encima o debajo de acuerdo a la estrategia comercial, el nivel de competitividad y posicionamiento que se disponga. Para este caso, resulta muy conveniente, pues este método se utiliza principalmente cuando los costos son difíciles de cuantificar o la respuesta competitiva y de demanda es incierta, de forma que las empresas sienten que el precio vigente representa una solución acertada.

Debido a que cada laboratorio tiene tarifas diferentes a las de la competencia para todos los parámetros de la matriz agua, se realizó un promedio ponderado de los precios del mercado, otorgando más importancia a las tarifas de los laboratorios de la región y teniendo en cuenta los parámetros acreditados de cada entidad.

Tabla 13*Fijación de Precios de los Servicios Ofertados por el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas*

<i>PARÁMETRO</i>	<i>Costos Totales o Precio Técnico</i>	<i>Fijación por Precio Vigente en el Mercado</i>	<i>Fijación por Margen</i>
Acidez	\$ 18.872	\$ 11.965	\$ 20.759
Alcalinidad	\$ 25.006	\$ 12.896	\$ 27.507
Aluminio	\$ 24.278	\$ 24.940	\$ 26.706
Amonio	\$ 33.911	\$ 21.310	\$ 37.302
Amonio HACH	\$ 22.845		\$ 25.130
Boro	\$ 41.329	\$ 52.000	\$ 45.462
Calcio	\$ 5.803	\$ 29.744	\$ 6.383
Zinc	\$ 19.193	\$ 54.727	\$ 21.112
Cloro Residual	\$ 17.851	\$ 9.978	\$ 19.636
Cloruros	\$ 27.862	\$ 14.804	\$ 30.648
Cobre	\$ 16.590	\$ 54.192	\$ 18.249
Coliformes Totales			
Coliformes Fecales	\$ 45.949	\$ 41.303	\$ 50.554
Color Aparente	\$ 26.552	\$ 7.652	\$ 29.207
Color Verdadero	\$ 26.754	\$ 11.278	\$ 29.429
Conductividad	\$ 13.789	\$ 7.649	\$ 15.168
Carbono Orgánico Total	\$ 110.060	\$ 97.653	\$ 121.066
Cromo Hexavalente	\$ 20.339	\$ 46.569	\$ 22.373
Cromo Total	\$ 31.573	\$ 37.891	\$ 34.730
Demanda Bioquímica de Oxígeno	\$ 71.839	\$ 39.400	\$ 79.023
Demanda Química de Oxígeno	\$ 51.872	\$ 37.338	\$ 57.059
Dióxido de Carbono	\$ 26.322	\$ 16.000	\$ 28.954
Dureza Cálcica	\$ 23.967	\$ 18.418	\$ 26.364
Dureza Magnesio	\$ 5.803	\$ 12.346	\$ 6.383
Dureza total	\$ 24.529	\$ 13.820	\$ 26.982
Fluoruros	\$ 57.513	\$ 31.883	\$ 63.265
Fosfatos	\$ 29.067	\$ 17.000	\$ 31.974

Tabla 13*Continuación...*

Fosforo Total	\$ 36.707	\$ 24.669	\$ 40.378
Grasas y Aceites	\$ 66.896	\$ 45.159	\$ 73.586
Hierro Total	\$ 14.750	\$ 18.000	\$ 16.225
Magnesio	\$ 5.803	\$ 30.098	\$ 6.383
Manganeso	\$ 18.227	\$ 35.708	\$ 20.050
Mesófilos	\$ 44.381	\$ 22.502	\$ 48.819
Nitratos	\$ 36.214	\$ 20.903	\$ 39.835
Nitritos	\$ 31.186	\$ 14.666	\$ 34.305
Nitrógeno Total	\$ 64.380	\$ 64.918	\$ 70.818

Oxígeno Disuelto	\$ 28.832	\$ 15.747	\$ 31.715
pH	\$ 11.275	\$ 6.623	\$ 12.403
Detergentes	\$ 31.952	\$ 41.965	\$ 35.147
Solidos Disueltos	\$ 5.803	\$ 19.672	\$ 6.383
Solidos Fijos	\$ 5.803	\$ 21.450	\$ 6.383
Solidos Sedimentales	\$ 10.510	\$ 11.190	\$ 11.561
Solidos Suspendidos	\$ 32.719	\$ 20.074	\$ 35.991
Sólidos Suspendidos Volátiles	\$ 45.046	\$ 21.615	\$ 49.551
Solidos Totales	\$ 27.931	\$ 17.694	\$ 30.724
Solidos Volátiles	\$ 36.102	\$ 20.352	\$ 39.712
Sulfatos Colorimétrico	\$ 29.897	\$ 17.876	\$ 32.887
Sulfatos Gravimétrico	\$ 69.247	\$ 49.124	\$ 76.172
Turbiedad	\$ 10.240	\$ 8.307	\$ 11.264

Fuente: Esta Investigación.

ESTIMACIÓN DE COSTOS E INGRESOS ANUALES DEL LABORATORIO

Para evaluar la idoneidad de las tarifas, se realizó una estimación de costos, a partir de una cantidad de ventas estimada de cada parámetro, la cual se calculó a partir del número de análisis realizados en los años 2015 y 2016. Los resultados se muestran en la Tabla 14.

De este modo, en el año 2017, se estima que los costos del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas de la Universidad de Nariño serían de \$234.625.569,59. Cabe resaltar que existen costos que pueden variar significativamente, como es el caso de los servicios públicos, el mantenimiento y calibración de los equipos y el consumo de reactivos, ya que estos dependen de aspectos como la composición de la demanda estimada, es decir, cuales parámetros serían en verdad analizados y en qué cantidad, lo cual a su vez, afectaría tanto el consumo de energía y agua, como la frecuencia del uso de los equipos, situación que modifica la probabilidad de avería o descalibración de los mismos, lo cual eventualmente, alteraría los costos.

Tabla 14

Estimación de Costos del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, 2017

	<i>Costos Fijos</i>	<i>Costos Variables</i>
Mano de obra		
Laboratoristas		\$ 97.979.707,24

Personal Administrativo	\$ 6.557.410,00	
Aseo	\$ 1.923.730,00	
Vigilancia	\$ 2.141.510,00	
Sub Total	\$ 10.622.650,00	\$ 97.979.707,24
Depreciación		
De Equipos	\$ 12.848.117,54	
De Infraestructura	\$ 2.907.573,32	
Sub Total	\$ 15.755.690,85	
Mantenimiento y Calibración de Equipos		
Mantenimiento	\$ 18.299.667,00	
Calibración	\$ 7.679.450,00	
Sub Total	\$ 25.979.117,00	
Material para el Laboratorio		
Vidriería		\$ 13.965.704,00
Materiales y Suministros		\$ 4.582.000,00
Papelería		\$ 230.075,00
Elementos de Laboratorio		\$ 249.900,00
Sub Total		\$ 19.027.679,00
Materiales y Suministros para Análisis de Parámetros		
Reactivos		\$ 11.884.931,63
Otros Materiales		\$ 13.375.793,88
Sub Total		\$ 25.260.725,51
Servicios Públicos		
Energía		\$ 30.000.000,00
Agua		\$ 10.000.000,00
Sub Total		\$ 40.000.000,00
TOTAL	\$ 52.357.457,85	\$ 182.268.111,74

Fuente: Esta Investigación.

Adicionalmente, el hecho de que el laboratorio trabaja con equipos que, en términos contables, ya finalizaron su vida útil, hizo que los costos disminuyeran sustancialmente.

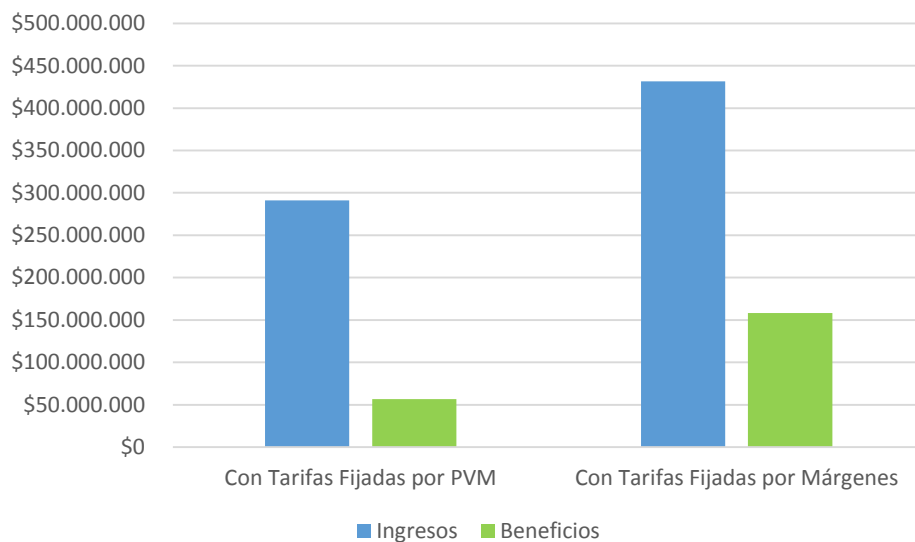


Gráfico 88. Estimación de Ingresos y Beneficios del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, 2017
Fuente: Esta investigación

Ahora, teniendo en cuenta la cantidad de parámetros que se estima podrían ser analizados en el año 2017 (Ver Anexo 1), sin tener en cuenta tanto los análisis microbiológicos de Perifiton y Macroinvertebrados Bentónicos, como la existencia de paquetes de análisis que incluyen descuentos por la cantidad de pruebas realizadas por muestra, los ingresos del Laboratorio, si fijara sus tarifas con base a un margen de rentabilidad del 10%, serían de \$431.416.730, es decir, un 48.15% más que si se fijaran con base a los precios del mercado, en cuyo caso la cifra alcanzaría los \$ 291.185.816. Además, los beneficios en el primer caso, ascenderían a \$196.791.161 mientras que, con las tarifas basadas en el mercado, las utilidades podrían llegar a tener un valor de \$56.560.247. Asimismo, si se escogiera un nivel de precios igual al costo unitario por parámetro, los beneficios anuales para el laboratorio alcanzarían los \$158.235.973, situación que se explica a partir de las economías de escala, donde coste medio de un producto por unidad, disminuye a medida que la escala de la producción aumenta.

Cabe resaltar, que en el caso de continuar con las tarifas establecidas actualmente, se estima que las pérdidas del Laboratorio ascendieran a los \$76.136.377, de forma que los ingresos apenas cubrirían el 67.55% de los costos totales del Laboratorio.

VI. SELECCIÓN FINAL DE PRECIOS

Considerando que la Universidad de Nariño, a través de su Laboratorio de Análisis Químico y Aguas viene prestando servicios de análisis de agua para los diferentes usos, como el consumo humano y doméstico, agrícola y pecuario, acuicultura e industrial, entre otros; que su funcionamiento genera costos que están asociados a los insumos utilizados tales como reactivos, vidriería, mantenimiento y calibración, depreciación y reposición de equipos, además de aquellos costos adicionales relacionados con el control de calidad analítico para mantener la acreditación del Laboratorio bajo la Norma ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración”, los cuales han sido establecidos para el mantenimiento de la competencia técnica y la confiabilidad en los servicios prestados; que los servicios del Laboratorio solicitados y requeridos para la formulación y/o desarrollo de proyectos o servicios cuya información técnica resultante, se constituye como un insumo económicamente rentable y por ello significativo e importante y finalmente, teniendo en cuenta las condiciones del mercado, se propone adoptar las tarifas por parámetro de la Tabla 13, por el método de Fijación por Precio Vigente en el Mercado, puesto que, a nivel de las estimaciones anteriormente realizadas, proveen un margen de utilidad del 21% y adicionalmente no generan un fuerte impacto sobre los usuarios del laboratorio.

Asimismo, para los paquetes de Análisis Físicoquímico y Microbiológico Completos de Agua Potable, de Potabilidad Mínima 1 y Potabilidad Mínima 2, se determinó que descuentos de hasta 60% no son sostenibles, puesto que este porcentaje supera el costo unitario de los

parámetros, lo cual supondría continuar generando pérdidas al prestar los servicios de análisis de aguas. En este sentido, teniendo en cuenta el margen de utilidad anual estimado, descuentos del 20% para el primer paquete y 10% para los de Potabilidad Mínima, se consideran adecuados, de tal forma que los valores a establecer para cada uno de ellos serían los siguientes:

Tabla 15

Tarifas para Paquetes de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos

<i>Paquete</i>	<i>%</i>	<i>Valor</i>
Valor Paquete Análisis Fisicoquímico y Microbiológico Completo Agua Potable	20%	\$ 203.262,10
Valor Paquete Análisis Fisicoquímico y Microbiológico Potabilidad Mínima 1	10%	\$ 100.751,11
Valor Paquete Análisis Fisicoquímico y Microbiológico Potabilidad Mínima 2	10%	\$ 86.182,09

Fuente: Esta Investigación.

9. CONCLUSIONES

Como se pudo observar, en el mercado existe un número reducido de laboratorios en los cuales es posible realizar análisis de muestras de aguas, a pesar de que estos servicios cuentan con una amplia demanda. De esta manera, se logró determinar que el mercado cuenta con una estructura oligopólica, donde el precio no es fijado por las fuerzas del mismo, sino por estos laboratorios y su lucha por obtener una mayor cuota del mercado regional.

Además, se determinó que el desarrollo del mercado se encuentra afectado por una guerra de precios en diversos sentidos. Si tenemos en cuenta la perspectiva ofertante/demandante, es el consumidor quien obtiene un mayor grado de poder, puesto que es él quien finalmente decidirá en qué laboratorio llevará a cabo los análisis para sus muestras, influenciado principalmente por el precio y no por los beneficios adicionales que pueda otorgar uno u otro laboratorio, tales como la acreditación de alta calidad en los procedimientos. Esta situación no crea fidelidad en el consumidor, puesto que se inclinará por el mejor postor, provocando entre las empresas competidoras, una guerra por ofrecer el precio más bajo. A largo plazo, este tipo de conductas provocan competencia desleal, puesto que únicamente, el más fuerte podrá sacrificar sus utilidades por un largo periodo de tiempo.

En el caso de los laboratorios de análisis de aguas de la ciudad, la guerra de precios se está dando de manera involuntaria, puesto que la Sección de Laboratorios de la Universidad de Nariño no ha establecido un nivel de precios bajo buscando ventajas sobre sus competidores más cercanos, que son el Laboratorio de EMPOPASTO, Laboratorios del Valle y el Laboratorio Ambiental de la Universidad Mariana, cuyos directivos manifiestan que la Universidad, tiene un comportamiento anticompetitivo caracterizado por el dumping, pues ofrece sus servicios por

debajo de los costos, sino precisamente por la falta de un estudio de este tipo, que permitiera determinar la conveniencia del sistema de tarifas que actualmente se está manejando.

Como consecuencia, los laboratorios de la ciudad de Pasto, han tomado como referencia los precios de la Sección de Laboratorios de la Universidad de Nariño, razón por la cual, en algunos casos sus tarifas son muy semejantes, aunque los competidores son conscientes de hasta qué punto pueden ser estas sostenibles. Así, la adopción de nuevas tarifas por parte del Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, indudablemente generará respuesta por parte de los competidores, quienes se presume, también incrementarán sus tarifas buscando incrementar su relación costo/beneficio.

Por otra parte, el sistema de tarifas actual puede haber generado inconvenientes sobre la imagen del Laboratorio, ya que un precio excesivamente bajo, automáticamente modifica la percepción de calidad/precio de los usuarios. En este sentido, la concepción de que lo barato está asociado a mala calidad y que aquello que es costoso es mejor, está muy presente en la mente del consumidor, por lo cual, un incremento de precios en una situación en la que se ha estropeado su imagen corporativa, podría desencadenar una disminución en la demanda de sus servicios. Sin embargo, se espera que la confianza y credibilidad que genera el reconocimiento de la Universidad de Nariño neutralicen estos efectos.

10. RECOMENDACIONES

Considerando que el mercado se caracteriza por ser inelástico, ya que este tipo de servicios son demandados principalmente por la existencia de requisitos normativos asociados con la administración y planificación ambiental del agua, y teniendo en cuenta que el mercado funciona bajo una estructura oligopólica, donde los consumidores se comportan como precio y calidad aceptantes, la mejor estrategia consiste en incrementar el nivel de precios, ya que se espera que las cantidades demandadas no se modifiquen de manera significativa, a la vez que se logrará incrementar el margen de ganancia.

Sin embargo, una vez establecido el incremento de tarifas, se sugiere continuar monitoreando las condiciones tanto del Laboratorio como del mercado local, ya que los demás participantes del oligopolio reaccionan a las acciones de sus rivales. De esta manera, la sorpresa de un incremento significativo de precios, es una acción específica que debe estar respaldada por una estrategia planeada y dada la falta de información que permita desarrollar una estrategia *ex-ante*, se deberá continuar monitoreando sus resultados a lo largo del tiempo, tanto a nivel interno como del mercado, todo esto con el propósito de no convertirla en una medida contraproducente para el Laboratorio.

Finalmente, con el propósito de atraer la atención de potenciales consumidores, se resalta la importancia del diseño de una estrategia publicitaria que permita dar a conocer no solo el Laboratorio de Análisis Químico y Aguas, sino también la Sección de Laboratorios de la Universidad de Nariño y los servicios que presta, además de la importancia de llevar a cabo nuevas investigaciones que permitan desarrollar otras estrategias enfocadas en incrementar su participación en el mercado.

REFERENCIAS

- Agua bruta. (2017, 1 de agosto). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 15:08, agosto 12, 2017. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Agua_bruta
- Analito. (2017, 1 de agosto). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 14:48, agosto 12, 2017. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Analito&oldid=100853061>.
- BORRÀS, L. (Ed.). (2003). *Atlas básico de ecología*. Barcelona, España: Parramón Ediciones, S.A.
- CARDONA, (2011). *Caracterización del agua cruda del río la vieja como fuente superficial para el proceso de potabilización de EMCARTAGO S.A. E.S.P.* Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira Colombia.
- DE VELASCO, E. (1994). *El precio: Variable estratégica de marketing*. Madrid, España: McGraw-Hill
- DOSAL, M. & VILLANUEVA, M. (2008). *Introducción a la metrología química, curvas de calibración en los métodos analíticos*. Recuperado de: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/CURVASDECALIBRACION_23498.pdf
- FIAD, S. (2009). *Introducción a la química general, una guía didáctica*. Recuperado de: <http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CUADERNOS%20DE%20CATEDRA/Susana%20Fiad/LIBROVERSION%20EDITORIAL%202.pdf>
- Método Espectrométrico (2017, 1 de agosto). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 15:30, agosto 12, 2017. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_espectrom%C3%A9trico
- MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (31 de octubre de 2003). Decreto 3100 de 2003. DO: 45.357. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/decreto+3100+de+2003.pdf/c2223038-b4f3-4741-b655-2cca15c117f5>
- MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. (23 de octubre de 2013). Resolución 4353 de 2013. Recuperado de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%204353%20de%202013.pdf
- MOORE, D. (2005). *Estadística aplicada básica*. Recuperado de: <https://books.google.es/books?id=oqOCiEyEjYcC>
- NAJERA, H. (s.f). *Lixiviados ¿Qué son? ¿cómo se clasifican? Parte I*. Recuperado de: <https://www.unicach.mx/ambiental/descargar/Gaceta4/Lixiviados.pdf>
- OXFORD DICTIONARIES. (s.f.). *Muestra*. Oxford Living Dictionaries. Fecha de Consulta: 17:30, agosto 12, 2017. Disponible en: <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/muestra>

OXFORD DICTIONARIES. (s.f.). *Reactivo*. Oxford Living Dictionaries. Fecha de Consulta: 16:30, agosto 12, 2017. Disponible en: <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/reactivo>

OXFORD DICTIONARIES. (s.f.). *Aforar*. Oxford Living Dictionaries. Fecha de Consulta: 17:40, agosto 12, 2017. Disponible en: <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/aforar?locale=es>

PNUMA. (2012). *Aguas saludables para el desarrollo sostenible. Estrategia operativa del PNUMA para el agua dulce (2012-2016)*. PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Recuperado de http://www.pnuma.org/publicaciones/PNUMA_gestionAgua2012.pdf

RAMOS, R., SEPÚLVEDA, R., & VILLALOBOS, F. (2003). *El agua en el medio ambiente: muestreo y análisis*. Recuperado de: http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/37952757.html

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (2014). *Extrapolar*. En Diccionario de la lengua española (22ª Ed.). Recuperado de: <http://dle.rae.es/?id=HPIYfC6>

RICE, E., BAIRD, R., EATON, A., CLESCERI, L. (Eds.). (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington, D.C.: American Water Works Association.

ROJAS, A., & GALANO, A. *Sustancias patrones para estandarización de ácidos y bases*. Recuperado de: <http://agalano.com/Cursos/QuimAnal1/Patrones.pdf>

UNIVERSIDAD DE NARIÑO. (2013). *Reseña histórica*. Pasto, Nariño, Colombia. Disponible en: http://laboratorios.udenar.edu.co/?page_id=53

VEGA, E. & KONIGSBERG, M. (2004). *La teoría y la práctica en el laboratorio de química general para ciencias biológicas y de la salud*. Recuperado de: http://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/quimica/KONIGSBERG_FAINSTEIN_MINA_La_teor%C3%ADa_y_la_practica_en_el_lab.pdf

BIBLIOGRAFÍA

- DIAZ DE CASTRO, E. (2001). *Gestión de Precios*. Madrid, España: Escuela Superior de Gestión Comercial y Marketing.
- FRANSON, M. (Ed.). (1992) *Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- HACH COMPANY. (2013). *DR/890 Colorimeter Procedures Manual*. Estados Unidos: Hach Company.
- LERE, J. (1984). *Técnicas para Determinar Precios: Manual para Ejecutivos de Finanzas*. Mexico D.F, Mexico: Editorial Limusa S.A.
- MEJÍA, C. (2005). *Métodos para la Determinación del Precio*. Recuperado de: http://www.planning.com.co/bd/mercadeo_eficaz/Agosto2005.pdf
- MÉNDEZ, R. (2014). *Formulación y evaluación de proyectos. Enfoque para emprendedores, Octava Edición*. Bogotá D.C, Colombia: Icontec.
- SUÁREZ, M. (Ed.). (1995). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Bogotá D.C, Colombia: McGraw Hill Interamericana.

ANEXO 1: PARÁMETROS ANALIZADOS 2015 – 2017p

<i>PARÁMETRO</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017*</i>	<i>PARÁMETRO</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017*</i>
Acidez	32	96	68	Fluoruros	62	72	68
Alcalinidad	351	519	440	Fosfatos	420	466	448
Aluminio	15	24	20	Fosforo Total	361	467	419
Amonio	356	433	400	Grasas y Aceites	364	378	376
Boro	3	0	2	Hierro Total	615	484	557
Carbono Orgánico Total	40	9	25	Magnesio	49	21	35
Calcio	62	20	41	Manganeso	73	22	49
Zinc	344	382	367	Mesófilos	103	90	98
Cloro Residual	128	93	112	Nitratos	345	510	433
Cloruros	554	561	565	Nitritos	341	503	427
Cobre	4	2	3	Nitrógeno Total	370	392	386
Coliformes Totales	778	537	668	Oxígeno Disuelto	306	332	323
Coliformes Fecales	778	545	668	pH	1105	545	840
Color Aparente	327	234	284	Sólidos Disueltos	126	374	253
Color Verdadero	16	0	8	Sólidos Fijos	10	0	5
Conductividad	460	437	454	Sólidos Sedimentales	61	67	65
Cromo Total	52	43	49	Sólidos Suspendidos	522	486	513
Cromo Hexavalente	42	47	46	Sólidos Suspendidos Volátiles	352	369	365
Demanda Bioquímica de Oxígeno	626	472	560	Sólidos Totales	201	117	161
Demanda Química de Oxígeno	548	455	510	Sólidos Volátiles	4	12	8
Dióxido de Carbono	36	1	19	Sulfatos	261	166	217
Detergentes	359	366	367	Turbiedad	462	489	482
Dureza Cálcica	92	38	66	Perifiton	101	117	
Dureza Magnesio	67	16	43	Macroinvertebrados	76	117	
Dureza total	579	597	595	TOTAL	13192	12526	13000

ANEXO 2: SALARIOS DEL PERSONAL DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y AGUAS

		Jefe de la Sección de Laboratorios	Secretario Sección Laboratorios	Coordinadora del Lab. de Aguas	Recepcionista Lab. de Aguas	Laboratorista Aguas	Laboratorista Microbiología	Aseo	Vigilancia
Tipo de Contrato		Carrera Administrativa	Contrato Prestación de Servicios	Contrato Prestación de Servicios	Contrato Prestación de Servicios	Contrato Laboral	Contrato Laboral	Contrato Laboral	Contrato Laboral
Salario Básico		\$ 2.609.204	\$ 1.655.636	\$ 2.087.488	\$ 1.154.608	\$ 1.329.541	\$ 1.819.370	\$ 737.717	\$ 737.717
Auxilio de Transporte						\$ 83.140		\$ 83.140	\$ 83.140
Horas Extra									\$ 368.859
Bonificaciones	Servicios Prestados	\$ 76.102				\$ 38.778	\$ 38.778	\$ 55.398	\$ 55.398
	Recreación	\$ 18.119							
Prestaciones Sociales y Vacaciones Provisión	Cesantías	\$ 273.597				\$ 146.044	\$ 189.578	\$ 85.206	\$ 151.805
	Intereses sobre Cesantías	\$ 2.736				\$ 1.460	\$ 1.896	\$ 1.896	\$ 1.896
	Prima Servicios	\$ 223.783				\$ 110.795	\$ 151.614	\$ 61.476	\$ 92.215
	Prima de Navidad	\$ 252.549				\$ 134.808	\$ 174.993	\$ 78.653	\$ 114.515
	Prima de Vacaciones	\$ 242.439				\$ 55.398	\$ 75.807	\$ 30.738	\$ 30.738
	Vacaciones	\$ 169.707				\$ 77.557	\$ 106.130	\$ 43.033	\$ 43.033
Seguridad Social	Salud	\$ 221.782				\$ 113.011	\$ 154.646	\$ 62.706	\$ 62.706
	Pensión	\$ 313.104				\$ 159.545	\$ 218.324	\$ 88.526	\$ 88.526
	Riesgos Laborales	\$ 13.620				\$ 6.940	\$ 9.497	\$ 3.851	\$ 3.851
	Provisión Vacaciones Salud	\$ 14.500				\$ 6.600	\$ 9.000	\$ 3.700	\$ 3.700
	Provisión Vacaciones Pensión	\$ 20.400				\$ 9.400	\$ 12.700	\$ 5.200	\$ 5.200
Aportes Parafiscales	Sena, ICBF, Caja de Compensación	\$ 234.828				\$ 119.659	\$ 163.743	\$ 66.395	\$ 66.395
	Provisión Vacaciones	\$ 15.300				\$ 7.000	\$ 9.500	\$ 3.900	\$ 3.900
Dotaciones	UDENAR					\$ 270.000		\$ 270.000	\$ 270.000
	Laboratorios	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 280.000	\$ 280.000	\$ 280.000	
TOTAL		\$ 4.801.770	\$ 1.755.636	\$ 2.328.393	\$ 1.254.608	\$ 2.949.676	\$ 3.415.578	\$ 1.961.534	\$ 2.183.593

ANEXO 3: COSTOS ASOCIADOS A LOS ANÁLISIS QUÍMICOS DE AGUAS

PARÁMETRO	Costo Variable Unitario o Precio Mínimo	Costos Fijos Unitarios	Costos Totales o Precio Técnico
Acidez	\$ 17.678	\$ 1.194	\$ 18.872
Alcalinidad	\$ 23.812	\$ 1.194	\$ 25.006
Aluminio	\$ 21.987	\$ 2.291	\$ 24.278
Amonio (Kjeldahl)	\$ 32.163	\$ 1.748	\$ 33.911
Amonio (Hach)	\$ 20.554	\$ 2.291	\$ 22.845
Boro	\$ 39.101	\$ 2.228	\$ 41.329
Carbono Orgánico Total	\$ 103.087	\$ 6.973	\$ 110.060
Calcio	\$ 4.609	\$ 1.194	\$ 5.803
Zinc	\$ 16.902	\$ 2.291	\$ 19.193
Cloro Residual	\$ 12.585	\$ 5.266	\$ 17.851
Cloruros	\$ 26.668	\$ 1.194	\$ 27.862
Cobre	\$ 14.299	\$ 2.291	\$ 16.590
Coliformes Totales	\$ 40.541	\$ 5.408	\$ 45.949
Coliformes Fecales	\$ 40.541	\$ 5.408	\$ 45.949
Color Aparente	\$ 25.076	\$ 1.476	\$ 26.552
Color Verdadero	\$ 25.278	\$ 1.476	\$ 26.754
Conductividad	\$ 11.262	\$ 2.527	\$ 13.789
Cromo Total	\$ 27.682	\$ 3.891	\$ 31.573
Cromo Hexavalente	\$ 18.048	\$ 2.291	\$ 20.339
Demanda Bioquímica de Oxígeno	\$ 53.893	\$ 17.946	\$ 71.839
Demanda Química de Oxígeno	\$ 42.351	\$ 9.521	\$ 51.872
Dióxido de Carbono	\$ 25.128	\$ 1.194	\$ 26.322
Detergentes	\$ 30.476	\$ 1.476	\$ 31.952
Dureza Cálcica	\$ 22.773	\$ 1.194	\$ 23.967
Dureza Magnesio	\$ 4.609	\$ 1.194	\$ 5.803
Dureza total	\$ 23.335	\$ 1.194	\$ 24.529
Fluoruros	\$ 49.478	\$ 8.081	\$ 57.559
Fosfatos	\$ 27.591	\$ 1.476	\$ 29.067
Fosforo Total	\$ 33.439	\$ 3.268	\$ 36.707
Grasas y Aceites	\$ 59.100	\$ 7.796	\$ 66.896
Hierro Total	\$ 12.459	\$ 2.291	\$ 14.750
Magnesio	\$ 4.609	\$ 1.194	\$ 5.803
Manganeso	\$ 15.936	\$ 2.291	\$ 18.227
Mesófilos	\$ 38.973	\$ 5.408	\$ 44.381
Nitratos	\$ 27.839	\$ 8.375	\$ 36.214
Nitritos	\$ 29.710	\$ 1.476	\$ 31.186

PARÁMETRO	Costo Variable Unitario o Precio Mínimo	Costos Fijos Unitarios	Costos Totales o Precio Técnico
Nitrógeno Total	\$ 61.632	\$ 2.748	\$ 64.380
Oxígeno Disuelto	\$ 27.638	\$ 1.194	\$ 28.832
pH	\$ 6.500	\$ 4.775	\$ 11.275
Sólidos Disueltos	\$ 4.609	\$ 1.194	\$ 5.803
Sólidos Fijos	\$ 4.609	\$ 1.194	\$ 5.803
Sólidos Sedimentales	\$ 9.316	\$ 1.194	\$ 10.510
Sólidos Suspendidos	\$ 28.490	\$ 4.229	\$ 32.719
Sólidos Suspendidos Volátiles	\$ 43.357	\$ 1.689	\$ 45.046
Sólidos Totales	\$ 23.188	\$ 4.743	\$ 27.931
Sólidos Volátiles	\$ 30.955	\$ 5.147	\$ 36.102
Sulfatos Colorimétrico	\$ 28.421	\$ 1.476	\$ 29.897
Sulfatos Gravimétrico	\$ 63.084	\$ 6.163	\$ 69.247
Turbiedad	\$ 8.157	\$ 2.083	\$ 10.240