

ESTUDIO DE VIABILIDAD TECNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO FISICO-QUIMICO EN LA CIUDAD DE VALLEDUPAR¹

STUDY OF TECHNICAL VIABILITY FOR THE IMPLEMENTATION OF A PHYSICAL-CHEMICAL LABORATORY IN THE CITY OF VALLEDUPAR

Nicolás Andrés Quiroz Hernández²
niquiroz@estudiante.areandina.edu.co

RESUMEN

Introducción: Este trabajo presenta los resultados de una investigación cualitativa de alcance descriptivo desarrollada en la ciudad de Valledupar, departamento del Cesar, relacionada a la viabilidad técnica de la implementación de un laboratorio Físico – Químico que dé solución a problemáticas ambientales en la región, para la cual se tuvo en cuenta todos aquellos recursos, materiales, tecnologías, permisos y equipo humano necesarios para llevar a cabo el proyecto. **Objetivo:** determinar las tecnologías, recursos y personal necesario para llevar a cabo el proyecto, verificar si estos existen o si pueden ser conseguidos y en qué lugares. **Metodología:** el proyecto fue de carácter investigativo descriptivo y se limitó a señalar las características particulares del proyecto recolectándose información de todas las fuentes posibles (libros, artículos, investigaciones e información de internet). **Resultados:** los resultados de la investigación demuestran que el proyecto es técnicamente viable con las tecnologías, softwares y equipos actuales y disponibles para tal fin, algunos de ellos es posible conseguirlos nacionalmente pero para otros será necesario adquirirlos directamente con proveedores internacionales. En el caso del recurso humano se determinó el organigrama ideal y los roles del equipo de trabajo, lo cual demuestra que es posible incorporar a profesionales y técnicos de la misma región que cumplan con los requisitos solicitados. **Conclusión:** aunque las investigaciones sugieren incluso una posible viabilidad económica dados los altos beneficios y oportunidades que existen en el mercado y a pesar de los costos que el proyecto pueda acarrear, se concluye riesgos significativos que podrían conllevar las equivocadas prácticas operacionales y gerenciales del laboratorio (falta de conocimiento del equipo de trabajo, desastres ambientales y de salud, contaminación biológica, etc.) así como la no obtención de las licencias necesarias que exigen los entes reguladores para su funcionamiento.

Palabras claves: viabilidad técnica, laboratorio Físicoquímico, problemáticas ambientales, técnicas de saneamiento, calidad del agua, contaminación, análisis ambientales.

ABSTRACT

Introduction: This paper presents the results of a qualitative research of descriptive scope developed in the city of Valledupar, department of Cesar, related to the technical viability of the implementation of a physical - chemical laboratory to solve environmental problems in the region. For the study, material resources, technologies, permits and human resources were taken into account to carry out the project. **Objective:** to determine the technologies, resources and personnel needed to carry out the project, verify if they exist or if they can be achieved and where. **Methodology:** the project was a descriptive investigation in which only wanted to point out the project features by collecting information from all possible sources (books, articles, researches and internet information). **Results:** The

¹ Artículo derivado del Plan de Negocio realizado por la empresa Redsac S.A.S en la ciudad de Valledupar.

² Estudiante de Ingeniería Geológica. Facultad de ingenierías. Fundación Universitaria del Área Andina. Valledupar, Cesar.

research results show that the project is technically feasible with the current technologies and equipment available for this purpose, some of them possible to obtain them nationally but for others it will be necessary to acquire them directly with international suppliers. In the case of human resources, the ideal organization chart and the work team's roles were determined, which shows that it is possible to incorporate professionals and technicians from the same region who meet the requirements. **Conclusion:** Although research suggests even a possible economic viability given the high benefits and opportunities that exist in the market, and despite the costs that the project may entail, significant risks that could lead to the mistaken operational and managerial practices of the laboratory (lack of Knowledge of the work team, environmental and health disasters, biological contamination, etc.) as well as the lack of the necessary licenses required by regulatory bodies for their operation.

Key words: technical feasibility, physicochemical laboratory, environmental problems, sanitation techniques, water quality, pollution, environmental analysis.

INTRODUCCIÓN

El uso y disposición indiscriminada de agroquímicos se ha convertido en una de las principales amenaza de contaminación de acuíferos en muchas zonas rurales a nivel nacional en Colombia. Según el estudio de “Evaluación del potencial de agua subterránea del Cesar, realizado por El Ideam y Corpocesar, (2010)” señala que, además de la contaminación de las fuentes de agua, también es evidente la contaminación del aire producto de la minería, en la que los actuales proyectos de mediana a gran minería de carbón a cielo abierto, producen un impacto inevitable en los sistemas de flujos de aguas superficiales y subterráneas, principalmente hacia sus zonas de tránsito y descarga en donde son captados por aljibes y pozos de distintas profundidades. Otros grandes problemas ambientales que se presentan en el Cesar son la desertificación y la sequía en el departamento, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2007) afirma que “alrededor del 69% de los suelos del departamento padecen de desertificación”. Estos suelos se encuentran, además de eso, degradados por los efectos secundarios de la actividad minera, la pérdida de los bosques nativos, la destrucción de las ciénagas y la reducción de las fuentes de agua.

Gran parte de esta desertificación se concentra en el valle del Río Cesar, y en los municipios de la Jagua de Ibirico, Agustín Codazzi, Becerril, Bosconia, Chiriguaná, El Copey y El Paso. El problema de sequía que afronta el departamento es en gran parte consecuencia de prácticas erróneas de manejo de las técnicas de fumigación de los cultivos, que han sido implementadas durante muchos años. En todos los municipios del Corredor Minero del departamento del

Cesar se han prendido las alarmas y la preocupación comienza a apoderarse de la comunidad y organizaciones sociales y ambientalistas. Sin embargo, hasta el momento, son escasas las medidas que se han tomado al respecto y por el momento no se garantiza la suspensión de estas prácticas, que por el contrario continúan agravando y deteriorando los actuales suelos, subsuelos y cuerpos de aguas.

La falta de atención y cuidado de los recursos ha vuelto más susceptible los ecosistemas a la degradación y destrucción por parte de la mano del hombre, la cual constituye una problemática latente que posee la actual sociedad ya que a partir de las mismas se manifiestan innumerables enfermedades y focos de contaminación que generan grandes impactos a la población, a la economía de una región, y por supuesto, al medio ambiente, pues estas se consideran un peligro potencial para la salud pública y medioambiental. Por estas y otras razones se consideraría que ofrecer servicios y soluciones relacionadas a estas problemáticas, se convertiría en una excelente alternativa para salvaguardar los recursos y garantizar el bienestar colectivo de una comunidad.

La mayoría de los municipios de Colombia carecen de técnicas de solución para recuperar los suelos y las aguas que han sido contaminadas o se encuentran en proceso de contaminación, ocasionada inicialmente por la falta de conciencia ambiental y por los altos costos operacionales y de mantenimiento que estos requieren.

A partir de esta problemática ambiental surge la necesidad de crear una empresa dedicada al estudio

fisicoquímico y ambiental, con el objetivo de diseñar y estructurar estrategias para la recuperación de suelos y agua contaminadas, y de esta manera suplir las necesidades del sector agrícola y empresarial relacionado, a partir de los conocimientos y tecnologías en Bioremediación, fitoremediación, fitoextracción, y fitocorrectivas conocidas, que brinde soluciones naturales y sostenibles con cobertura regional. En el departamento del Cesar actualmente existen solo dos empresa con servicios similares a los propuestos en este estudio, ellas son el Laboratorio Nancy Flores y La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica, las cuales prestan solamente servicios de análisis de agua y suelo, sin embargo, esta nueva compañía ofrecería además de esos servicios otros más, como la rehabilitación de suelos y aguas contaminadas, así como la puesta en marcha de planes de gestión integral por medio de técnicas de Bioremediación, entre otros.

CONTEXTO

El laboratorio físico-químico y ambiental se fundamenta bajo la realización de proyectos y técnicas innovadoras de recuperación de suelo y agua contaminada a lo largo del departamento del Cesar, por lo que utilizaría los siguientes métodos de remediación y se basaría en los estrictos parámetros que son requeridos para dichas técnicas:

Técnicas de saneamiento: Es el control y regulación de aquellos factores ambientales que puedan afectar la salud. Estas técnicas incluyen: limpieza y desinfección de pozos de agua y tanques de almacenamientos, identificación de agentes contaminantes, tratamientos de emergencia de agua potable, saneamientos de emergencia, depuración de aguas residuales y manejo de residuos sólidos, entre otros.

Técnicas de Fitoremediación o Fitocorrectivas: consiste en la utilización de plantas y árboles capaces de remover contaminantes inorgánicos del agua y del suelo y acumularlos en sus tejidos (fitoextracción y fitoacumulación), otras especies contribuyen en la disminución de contaminantes en aguas subterráneas, las cuales funcionan como un sistema de bombeo que se lleva a cabo mediante el proceso de la transpiración (Fito bombeo).

Técnicas amigables e innovadoras: Son técnicas que han sido ensayadas, seleccionadas o utilizadas para el tratamiento de contaminantes. El objetivo es diseñar y utilizar estas técnicas como métodos alternativos e innovadores de tratamiento que ayuden a la resolución de problemas y a satisfacer las necesidades y expectativas.

Estudios ambientales: para llevar a cabo la mayoría de estas técnicas es necesario realizar ciertos análisis para determinar las características in situ del agua, los sedimentos y los microorganismos, los cuales pueden realizarse en campo directamente desde la fuente de emisión. Algunos de estos estudios involucran la determinación de: Oxígeno Disuelto, Sólidos Suspendidos, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_n), Materia Orgánica en Suelos y Sedimentos, Hidrocarburos Disueltos y Dispersos en agua y sedimentos, Metales y Plaguicidas Organoclorados, entre otros.

¿Cómo se llevan a cabo estas técnicas? En primer lugar se hace una inspección completa del lugar afectado en donde se determinarán los aspectos puntuales que generan la contaminación; seguidamente se hace una toma de muestra en el lugar para su respectivo análisis fisicoquímico (siguiendo las normas nacionales e internacionales para la toma de muestras SOLIDAS Y DE AGUA) para posteriormente determinar el contaminante que afecta la zona. Una vez analizado los resultados, se pasa a diseñar y estructurar estrategias para la rehabilitación del recurso afectado siguiendo alguno de estos métodos o técnicas naturales, y posteriormente se elabora un ensayo piloto para determinar la efectividad de la técnica seleccionando “In situ” que esté al alcance del agricultor o empresa solicitante, con el objetivo de determinar los beneficios – costos del proyecto, además de que los usuarios tengan todas las posibilidades de contratar el servicio y desarrollar las técnicas de recuperación y así contribuir con el cuidado del medio ambiente (ley 99 de 1993, decreto 2811 de 1974, decreto 3039 del 2010, resolución 170 del 2009..etc).

Cabe aclarar que las dificultades de las actividades de cada servicio pueden aumentar o disminuir de acuerdo a la variación del tamaño y la complejidad del trabajo y según las necesidades y especificaciones de cada cliente, lo que conllevaría al uso de múltiples

técnicas, equipos más especializados o la implementación de nuevas técnicas.

METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto fue de carácter investigativo cualitativo y de alcance descriptivo, donde se buscó y recolecto información de libros y artículos, así como la investigación en internet y la documentación de las necesidades de la región, con el propósito de extraer datos generalizados relevantes para que contribuyan con el conocimiento y permitan el adecuado cumplimiento de los objetivos expuestos anteriormente como parte fundamental para establecer la viabilidad del proyecto.

Dada la naturaleza de este artículo, se tomó como base Los Fundamentos de la Gestión de Proyecto, como metodología, que busca lograr que la misma Gestión de proyecto sea aceptada y usada de manera más universal frente a otros tipos de metodologías, ya que los procesos y acciones que se sugirieron aquí, por lo general, se conocen como las mejores prácticas para este tipo de proyectos.

Se consideró necesario llevar a cabo este proceso mediante la constitución de diferentes fases secuenciales, que a menudo se nombraban según el tipo de trabajo que se iba a realizar dentro de cada fase y se finalizaban con algún tipo de revisión. En ese sentido, hubo inicialmente una primera **“fase de descubrimiento”** en la cual se descubrieron todos los hechos pertinentes y en la que se evaluó y definió el proyecto en función de la información disponible y en las reuniones con los posibles clientes identificados y otros expertos en la materia, con el objetivo de evaluar la factibilidad de nuevos servicios dentro de los supuestos y/o restricciones dados. Seguidamente se estableció una **“fase de diseño”**, cuyo objetivo fue de completar toda la planificación y las definiciones del servicio y del alcance general del proyecto según las expectativas que se han adoptado y según las condiciones y el ambiente actual.

Finalmente se consideró necesario hacer una revisión final de los resultados de estas dos primeras fases de acuerdo a los resultados que arroje el presente estudio de viabilidad técnica, la cual se tomará como punto de decisión y de partida si se continua con el proyecto o se decide cancelarlo. Si es el caso continuar con el proyecto, se tienen planificado dos fases más de

trabajo y posteriores a la fase de diseño, esta es la **“fase de desarrollo”** en la que se realizaría las labores requeridas para crear el producto o servicios y, seguidamente y por último, la **“fase de implementación”** en la cual se implementarán los servicios establecidos en dicho proyecto y que se entregarían a un grupo operativo para su puesta en marcha.

Por otro lado, dentro de la fase de diseño, se realizó un análisis a los recursos actuales con los que se dispone en el proyecto, sean estos materiales, recursos humanos, tecnologías y/o permisos disponibles y necesarios, para determinar si se puede desarrollar el proyecto teniendo en cuenta estos recursos actuales o si son suficientes con el fin de llevar a cabo las labores establecidas en el proyecto, así como identificar aquellos recursos con los que no se cuenta para posteriormente determinar la mejor manera para conseguirlos.

REQUERIMIENTOS

Con el objetivo de realizar una correcta viabilidad técnica del laboratorio, se ha determinado los requisitos mínimos necesarios para comprobar si éste es técnicamente competente y si posee la capacidad de generar resultados de calidad aceptable o no, acorde con los requisitos de la Norma NTC/ISO/IEC 17025:2005 (Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración), la cual abarca todas las actividades dispuestas a realizarse en las instalaciones de los Laboratorios Ambientales y en la gestión y monitoreo de la calidad en las áreas operativas, la cual es aplicada por los mismos funcionarios de acuerdo con las políticas y los objetivos de calidad. Para tal funcionamiento, el Laboratorio deberá contar con una adecuada infraestructura física, equipos de última tecnología, software y recurso humano competente, conformado por profesionales, técnicos o personal auxiliar de mínima experiencia en cada uno de sus campos especificados.

Recurso humano

Para efectos de brindar soluciones de rehabilitación en aguas y suelos contaminados, así como planes de saneamiento y gestión ambiental, que a su vez garanticen resultados satisfactorios y de excelente calidad, se requerirá contratar un selecto personal

calificado e idóneo como recurso humano necesario para dar solución a las necesidades ambientales y monitorear, controlar y minimizar los impactos ocasionados por la actividades productivas de las empresas o establecimientos. *La figura No. 1.* Explica la forma idealizada del organigrama en la que se contará con el personal.

Gerente General: La misión del cargo consistirá en manejar las actividades administrativas del laboratorio, elaborar y analizar las herramientas contables como los registros, estados de cuentas, cuadros demostrativos, estados financieros, presupuestos y cualquier otra tarea que se considere necesaria y propia de esta labor. Tendrá además otras labores como la de planear, desarrollar, dirigir y monitorear actividades comerciales y de mercado del Laboratorio, como conseguir contratos o asegurar el correcto trámite oportuno de nómina adquirida por la empresa.

tiendan a solucionar problemáticas ambientales existentes a nivel local, regional o nacional.

Analista Físico - Químico: Ingeniero químico o afín, el cual acompañará a la persona encargada de analizar las muestras y entregará resultados detallados en algunas labores, brindando apoyo en el proceso de muestreo.

Ingeniero ambiental: profesional encargado en las labores de campo que sepa reconocer, interpretar y diagnosticar impactos negativos y positivos ambientales, evaluar el nivel del daño ocasionado en el agua y el suelo y proponer soluciones integradas de acuerdo a las leyes medioambientales vigentes.

Microbiólogo: profesional encargado del control de calidad del agua, suelos alimentos, aditivos químicos, agrícola y sus afines, y en la producción de microorganismos de beneficio. En muchos casos, el

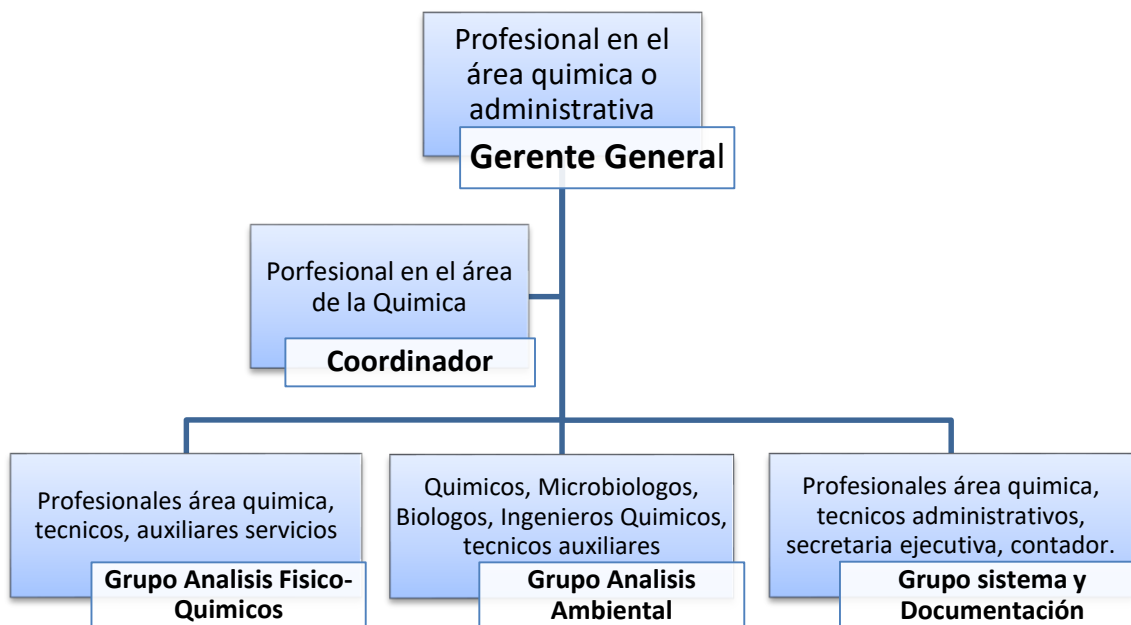


Figura 1. Organigrama ejecutivo.

Coordinador: Profesional en el área de la ingeniería, química o control ambiental con alta experiencia y habilidad de diseñar, construir, evaluar y mantener soluciones para los problemas ambientales que necesiten recuperar el recurso contaminado agua o suelo y que posea como meta planear, realizar y gestionar proyectos de investigación para el desarrollo de nuevos modelos y aplicaciones que

microbiólogo liderará grupos de investigación y participará activamente en procesos que involucren microorganismos en control de calidad, desarrollo de productos, vacunas, técnicas de diagnóstico y estudios de impacto ambiental.

Asistente técnico Químico - Ambiental: Profesional, técnicos o tecnólogos en control ambien-

tal y recursos naturales que tengan experiencia de mínimo un año en desarrollos de proyectos medioambientales, conocimiento en muestreo y manejo de equipos de muestreo y claros conocimientos de las normatividades y protocolos ambientales y químicos.

salinidad, Ph, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad eléctrica, entre otros; los cuales los hace equipos muy indispensables y necesarios para la posterior interpretación de la información. Las marcas y los modelos de estos equipos fueron escogidos dada su versatilidad, eficiencia, precisión y

Tabla 1. Equipos y Herramientas de Campo.

Equipos	Cantidades
Destilador de agua 230 V/50-60 Hz, espiral de acero inox.	1
Desecador de 250 mm con llave 24/29 sin placa marca SIMAX.	1
Balanza analítica CAP 220 G. 0,0001 G XB-220A.	1
Multiparametro de mesa VSTAR93 VERSA.	1
Mufla thermolyne FB1410M marca Thermo Scientific. Capacidad 2.1 L.	1
Tamizador eléctrico.	1
Floculador cuatro puestos JLT4.	1
Dry Block TE-021 marca Tecnal	1
Estufa bacteriológica TE-392/1 marca Tecnal. Temp. +5° a 60°	1
Digestores para DQO TE-128/6 marca Tecnal. Temp. Hasta 450°	1
Computador Lenovo Todo en uno C260 19.5"	1
Agitador de botella TE164 marca Tecnal	1
Portátil Asus X553SA-XX156T 15.6"	1
Multifuncional laser SAMSUNG SL-M2070FW	1
Nevera 219 lts marca Haceb	1
Aire acondicionado 1 HP	1

La planeación del recurso humano y el organigrama supuso la determinación de los roles necesarios en el proyecto, así como el número mínimo de personas requeridas, las responsabilidades y los criterios para examinarlos, ya que ello significa disponer de personas idóneas y capacitadas para realizar las labores previstas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el tipo y la cantidad de miembros del equipo a menudo pueden cambiar a medida que avanza el proyecto, ya que normalmente los equipos evolucionan a través diferentes etapas.

Equipos y tecnologías

Teniendo en cuenta la naturaleza de este proyecto, se requiere además la adquisición de un mínimo de equipos de campo para la obtención de datos específicos que se toman directamente desde la fuente de estudio y de los cuales se obtiene características, fenómenos o comportamientos que generalmente no se pueden construir en el laboratorio. La mayoría de estos equipos requeridos son portátiles y están diseñados para la recolección de datos de agua y suelo, entregan además parámetros esenciales como

buenas referencias de trabajo. No se tuvo en cuenta su valor económico ni su costo actual en el mercado sino las necesidades del proyecto y el uso específico que éstos brindarán.

La **Tabla No. 1** muestra el resumen de los equipos necesarios en la fase de campo mientras que la **Tabla No. 2** muestra los equipos mínimos de laboratorio y oficina.

Seguramente es posible conseguir estos mismos equipos en otras marcas y modelos que incluso manejan precios más asequibles que se ajusten al presupuesto del proyecto, pero si decidimos buscar otras referencias, debemos asegurarnos de conseguir aquellos equipos que cumplan con las funciones requeridas y con los estándares mínimos de calidad que aquí se proponen, ya que los equipos antes mencionados poseen buenas referencias por sus usuarios.

Los datos suministrados en la **Tabla No. 3** muestran las herramientas de laboratorio necesarias para llevar a cabo los diferentes análisis.

Tabla 2. Equipos de laboratorio y oficina.

<i>Equipos</i>	<i>Cantidades</i>
Multiparametro portátil 350i marca WTW	1
Rotámetro MMA-20 marca Dwyer	1
Colorimetro Pocket Colorimeter II marca Hach	1
Correntómetro FP 111 marca Global water	1
Turbidímetro 2100Q marca Hach	1
E. Magnético ME3030B marca GigaHertz	1
Sonda de nivel	1
Botella Niskin 5L	1
Disco Secchi de 20 cm de diámetro, 10 mts de cabo y 0,7 kg de lastre	1
Estación metereologica DAVIS Vantage PRO 2 plus	1
Gps 64s marca Garmin con altímetro, brújula y cálculo de área	1
Draga 2,4 L marca Van Veen	1

Tabla 3. Herramientas de laboratorio.

<i>Herramientas</i>	<i>Cantidades</i>
Bureta según MOHR 10:0,02 ml, clase A y vidrio de Borosilicato.	3
Bureta según MOHR 25:0,05 ml, clase A y vidrio de Borosilicato.	3
Frasco T. rosca azul, 1000 ml, vidrio claro, Borosilicato 3,3, marca SIMAX	5
Pipetas graduadas de 2 ml, clase A y vidrio Sódicocálcico.	5
Pipetas graduadas de 2 ml, clase A y vidrio Sódicocálcico.	5
Pipetas graduadas de 10 ml, clase A y vidrio Sódicocálcico.	2
Erlenmeyer graduado. Cuello angosto, 50 ml, vidrio Borosilicato 3.3, marca SIMAX.	5
Erlenmeyer graduado. Cuello angosto, 250 ml, vidrio Borosilicato 3.3, marca SIMAX.	5
Erlenmeyer graduado. Cuello angosto, 500 ml, vidrio Borosilicato 3.3, marca SIMAX.	5
Erlenmeyer graduado. Cuello angosto, 2000 ml, vidrio Borosilicato 3.3, marca SIMAX.	5
Balón aforado de 5 ml. Con marca circular, cuello angosto y vidrio Borosilicato.	4
Balón aforado de 10 ml. n/s 7-16, clase A, vidrio Borosilicato 3.3 claro, grad. azul.	4
Balón aforado de 100 ml. 12/21, clase A, vidrio Borosilicato 3.3 claro, grad. azul, tapón.	2
Balón aforado de 250 ml. 14/23, clase A, vidrio Borosilicato 3.3 claro, grad. azul, tapón.	2
Vaso forma baja 10 ml, vidrio Borosilicato 3,3, MARCA SIMAX.	5
Vaso forma baja 25 ml, vidrio Borosilicato 3,3, MARCA SIMAX.	4
Vaso forma baja 50 ml, vidrio Borosilicato 3,3, MARCA SIMAX.	2
Vaso forma baja 100 ml, vidrio Borosilicato 3,3, MARCA SIMAX.	2
Vaso forma baja 250 ml, vidrio Borosilicato 3,3, MARCA SIMAX.	5
Vaso forma baja 2000 ml, vidrio Borosilicato 3,3, MARCA SIMAX.	2
Cono de IMNHOFF capacidad de un 1 L marca KARTELL.	4
Crisol de combustión en porcelana, forma baja sin tapa (45mm x 28mm), aprox. 21 ml.	2
Vidrio de reloj, vidrio sódicocálcico, bordes pulidos, 40mm, MARIENFELD ALEMAN.	2
Vidrio de reloj, vidrio sódicocálcico, bordes pulidos, 50mm, MARIENFELD ALEMAN.	2
Vidrio de reloj, vidrio sódicocálcico, bordes pulidos, 60mm, MARIENFELD ALEMAN.	2
Mortero de porcelana con pistilo (63mm x 41mm), aprox.70 ml, marca JIPO.	1
Capsula de evaporación fondo redondo, (d x h) 50mm x 20mm, aprox.20 ml.	2
Capsula de evaporación fondo redondo, (d x h) 63mm x 25mm, aprox.30 ml.	2

Los recursos tecnológicos ayudarán a desarrollar las operaciones cotidianas del proyecto o cualquier empresa, desde las actividades hasta la producción y los resultados, pasando por las comunicaciones internas y externas o cualquier otra faceta, estos pueden ser tangibles o intangibles, como por ejemplo: Software, plataformas, sistemas, conexión a internet, portafolios de servicios, etc.

Por otro lado, para llevar las labores de seguimiento y control del proyecto, se debe mencionar la importancia que tiene el contar con herramientas informáticas que nos ayuden para tal fin, como lo son **Ms Project de Office** o **Mind Management**. Estos programas o software servirán para estructurar, desde el inicio y de manera encadenada y organizada, un mapa conceptual de lo que se pretende realizar.

Software

Se considera necesario implementar Sistemas de Información Geográfica orientada al análisis espacial de áreas o terrenos. Entre los más conocidos se encuentran ArcGis y Google Earth como referentes. Aunque el segundo es de libre acceso, ArcGis requiere de pago para su uso general así como para el uso de la reconocida herramienta Hydrology dentro del mismo software. Sin embargo, es posible encontrar varias herramientas de SIG alternativas de código abierto, robustas y simples como QGis o SagaGis, las cuales reducen las barreras de entrada y costos, no requieren derechos de licencia y se ejecutan en el sistema operativo de nuestra elección.

Por otro lado, existen modelos que permiten predecir el movimiento del agua y los químicos que pasan a través de las zonas no-saturadas del suelo. La mayoría de estos modelos numéricos necesitan de la estimación de numerosos parámetros, especialmente cuando se analizan las propiedades hidráulicas de los suelos no-saturados, propiedades que dependen de la velocidad a la cual el agua y los químicos disueltos se mueven dentro del suelo. Entre los más conocidos que permiten modelar el flujo en medios porosos: Hydrus, Unsatchem-2D y Modflow. El modelo numérico HEC-RAS está desarrollado por el cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos y se vale del gradiente y la topografía para evaluar los tirantes, las velocidades y las zonas inundadas de los ríos. También se utiliza para calcular el transporte de sedimentos y temperatura del agua.

Todos los softwares anteriormente mencionados hacen parte de una extensa lista de programas que se suelen utilizar tanto en actividades ambientales, como en hidrogeológicas y geológicas de campo, ya que son bien conocidos por sus amplios usos en estas áreas. Ahora bien, las especificaciones técnicas, características, licencias, costos de adquisición y términos y condiciones de cada uno de estos softwares corresponden a información que se encuentra suministrada por las páginas oficiales de los mismos programas.

OBSERVACIONES

Al pensar en las personas que apoyarán el proyecto, el equipo de trabajo debe contar con ciertos aspectos como experiencia, disponibilidad, competencias, características personales e interés laboral. Las pautas sobre las buenas prácticas administrativas aconsejan crear el equipo central al inicio del proyecto (inmediatamente después de la emisión del Acta de Constitución). El resto de los recursos humanos se conseguirán a lo largo del proyecto según las necesidades. Sin embargo es importante que el director del proyecto realice una planificación cuidadosa y no adquiera recursos sin antes haber considerado el proceso de desarrollo del plan para recursos humanos, el plan para la dirección del personal y las funciones y responsabilidades para el proyecto.

Para la determinación del organigrama, las profesiones y los roles del personal necesario para la puesta en marcha del laboratorio, se basó en la estructura organizacional del laboratorio de calidad Ambiental del Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales del IDEAM. La mayoría de estos cargos corresponden a profesiones que normalmente se pueden conseguir en el departamento del Cesar con gran oferta de egresados de diferentes universidades de la ciudad de Valledupar como la Universidad Popular del Cesar (UPC), Universidad de Santander (UNDES) o la Fundación Universitaria del Área Andina (FUAA), y que en resumidas cuentas significaría emplear a personal calificado de la región con mayor facilidad y asequibilidad, especialmente en la UPC que se encuentran carreras relacionadas al campo de la salud, microbiología y ambiental.

Por otro lado, el laboratorio debe encontrarse autorizado por el Ministerio de la Protección Social para realizar análisis físico químicos, ambientales y microbiológicos para estudios y análisis de aguas destinadas al consumo humano.

Con respecto a la adquisición de los equipos, herramientas y materiales, durante las diferentes cotizaciones e investigaciones que se realizaron de insumos y materia prima se logró establecer que los proveedores que suministrarían al Laboratorio serían en su mayoría los mismos con los que contrata reconocidas entidades de la región como el Laboratorio ambiental Centro Tecnológico del Caribe - Sena, y el Laboratorio ambiental de Tecnoparque Nodo Valledupar, ya que estos proveedores reciben buenas referencias de estas empresas debido a su buena atención, buenos precios, excelente calidad y garantía de productos, materias primas e insumos. La información siguiente hace parte de la base de datos de aquellas empresas que son recomendadas por estos mismos entes, la cual corresponde a información obtenida directamente en sus oficinas principales. Sin embargo, también es posible corroborar los suministros e información de estos proveedores directamente en sus páginas oficiales.

Estos proveedores son: **Artilab S.A.** Artículos de laboratorio en general con sede principal ubicada en la ciudad de Bogotá; **las Instalaciones del Laboratorio del Centro biotecnológico del caribe – SENA (seccional Cesar)**, provee insumos y materia prima de laboratorios como reactivos, sustancias y todo lo relacionado con equipos y vidriería en general para laboratorios; **Cienytec Ltda.** Suministra Instrumentos científicos y equipos para Laboratorio de alta calidad, ciudad Bogotá; **Papelerías Tauro, La Departamental y Panamericana**, en cuanto a insumos de papelerías y otros; y por último, los **Laboratorios de Corpoica**, para aquellos estudios en que se requiera realizar análisis de parámetros más avanzados y no se cuente con algún equipo especializado en el momento. No obstante, se pueden encontrar en la web, empresas de la misma índole y de gran trayectoria en el mercado, con completos surtidos de equipos para laboratorio ambiental en ciudades como Barranquilla, Bucaramanga y Bogotá que cumplan con los estándares buscados.

Ya que el laboratorio ofrecerá el servicio de determinación de diferentes **parámetros en**

muestras de suelo, lodos, sedimentos, análisis físico químicos y microbiológicos mediante técnicas analíticas especializadas para determinar la actividad biológica de lodos y sedimentos, mediante ensayos de demanda bética y actividad metanogénica, la información que se obtenga deberá presentarse de acuerdo con los estándares vigentes para obtención, procesamiento y presentación de información de campo establecidos por el IGAC hasta tanto el IDEAM expida las normas relacionadas con el monitoreo para la caracterización de suelos; cuando se requiera realizar esta caracterización debe cumplir con las siguientes normas establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Normalización - ICONTEC o las que las modifiquen o sustituyan: NTC 4113-1, NTC 4113-2, NTC 3656, NTC 3934, NTC 1522, NTC 4508, NTC 4711, entre otras.

En los estudios de **calidad de agua**, se deberá anexar a los estudios el informe sobre la toma de muestras, el cual debe contener los resultados de los análisis in situ (muestra, duplicado, media aritmética), observaciones anotadas en el libro de campo con relación a la muestra tomada y copia de la cadena de custodia. Es obligatorio que personal del laboratorio sea el que tome las muestras, e igualmente que el laboratorio este acreditado por el IDEAM para los parámetros objeto de análisis. Adicionalmente, para la ejecución y diseño del muestreo se debe cumplir con las siguientes normas establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Normalización ICONTEC o las que las modifiquen o sustituyan : NTC-ISO 5667-10, NTC-ISO 5667-11, NTC-ISO 5667-13, NTC-ISO 5667-2, NTC-ISO 5667-4, NTC-ISO 5667-9, NTC 3945, NTC-ISO 5667-12, NTC-ISO 5667-15, NTC-ISO 5667-19, NTC-ISO 5667-1, NTC-ISO 5667-14, NTC-ISO 5667-18, NTC-ISO 5667-16, NTC-ISO 5667-3, NTC-ISO 5667-6, NTC 3948 (cada una de las anteriores normas pueden ser consultadas en la página oficial del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC).

CONCLUSIÓN

Actualmente se cuenta con un gran porcentaje del territorio nacional afectado por problemas de contaminación, solamente en el cesar el 38,44% del suelo es afectado por los altos índices de salinidad y sodio, responsable de su desertificación en gran medida. El estudio de la viabilidad técnica de la

implementación de un laboratorio físico-químico en la ciudad nos demuestra las grandes posibilidades que se tienen al desarrollar este proyecto ya que el laboratorio contaría con todas las tecnologías y equipos mínimos y necesarios para dar cabal cumplimiento a las políticas propuestas y contando además con un excelente equipo de trabajo conformado por profesionales, técnicos y especialistas encargados de implementar las técnicas, realizar análisis y procesar la información siguiendo buenos estándares de calidad y profesionalismo.

En los resultados de este artículo se evidencia la falta de una empresa en la región que realice de manera completa todos los servicios y objetivos que aquí se plantean, y aunque en la ciudad existe un laboratorio clínico que realiza parte de estos análisis, no cuenta con los profesionales especializados para llevar a cabo estas labores ni con todos los servicios que en este proyecto se proponen. Por lo tanto, se considera que la implementación de un laboratorio Físico - Químico en la ciudad de Valledupar resultaría completamente viable en ámbitos técnicos, dadas las facilidades que existen para acceder a los recursos propuestos. No se tiene en cuenta el valor económico que representaría la puesta en marcha del proyecto, solo se evalúa los requisitos mínimos que se necesitan cumplir y la facilidad que existe para acceder a estos recursos así como la facilidad de conseguirlos si estos no existen local o nacionalmente.

En vista de los requisitos que se observan y de los servicios que el laboratorio ofrecería, las tecnologías que existen actualmente son suficientes. Asimismo, es posible realizar las actividades planeadas con los softwares y hardwares que existen hoy en día en el mercado. En caso de que no se disponga de estas tecnologías o equipos requeridos, y se necesite desarrollar otras nuevas, el laboratorio contará con el equipo profesional ideal para dar solución a cualquier tipo de problema que se llegue a presentar, a partir de los recursos actuales y disponibles. Por otro lado, la contratación del equipo de trabajo no representa un obstáculo, dado que en la ciudad es posible encontrar profesionales muy capacitados en las áreas ambientales, microbiología y bacteriología así como en la gerencia de empresas, que cumplan con los requisitos que aquí se mencionan, egresados de universidades como la Universidad Popular del Cesar (UPC) y la Universidad de Santander (UDES) o técnicos del SENA, sin embargo, en caso de que no

sea posible conseguir en la ciudad profesionales en el área de la química o de alguna de las anteriores áreas, será posible hacerlo desde ciudades próximas como Bucaramanga o Barranquilla.

El establecer servicios ambientales donde se implemente un sistema tecnificado de investigación, con miras a desarrollar mejores prácticas de manejo en los todos los puntos críticos del proceso, supone para los sectores agrícolas, mineros y empresariales una referencia a transformar los métodos de rehabilitación de los recursos renovables y no renovables, permitiendo mejorar aspectos de calidad, sanidad e inocuidad en el uso del suelo y del agua. Sin embargo, el poner en marcha este proyecto también supone consigo una serie de riesgos relacionados como cambios bruscos e inesperados en los alcances y en la organización, la falta de conocimiento y experticia del equipo de trabajo, el no correcto funcionamiento de las tecnologías, problemas con sindicatos, políticos o contratistas y desastres ambientales y de salud por malos procedimientos son algunos de ellos; ahora bien, aunque las garantías de viabilidad operacional y económica no se aseguran en este apartado, cabe resaltar que si se siguen las correctas prácticas de gestión y se cumplen con las licencias y normas tanto nacionales como internacionales de calidad, se estaría logrando un certero acercamiento hacia conseguir que los beneficios, anteriormente planeados, se materialicen.

LISTA DE REFERENCIAS

- Cardenas M. y Martinez W. (2010). *Metodología general para la presentación de estudios ambientales*. Recuperado de: http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/metodologia_presentacion_ea.pdf
- EPA 542-F96-025. Oficina de innovaciones y tecnologías (1996). *Guía del ciudadano: medidas fitocorreactivas*, 1-2.
- Manual de procedimientos técnicos en saneamiento* (4ª ed.). (1993). Cajamarca, Colombia: Aprisabac.
- Marín B. et al. (2003). *Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos (aguas, sedimentos y*

organismos) (ed.). Santa Marta, Colombia: Instituto de investigaciones marinas y costeras “José Benito Vives De Andrés” INVEMAR.

Mosquera J. et al (2011). Viabilidad técnica y económica para la conversión de motores de combustión interna a sistemas flex fuel. *Revista P+L*, Vol (N° 6). Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552011000100008&lng=en&nrm=iso

Plan de negocio no formalizado de la empresa Redsac S.A.S (ed.). (2016). Valledupar, Colombia: Centro Biotecnológico del caribe (Sena Cesar).

Reyna T. (2008). *Aclopamiento de los sistemas de escurrimiento superficial e infiltración* (Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Córdoba, Republica de Argentina). Recuperado de: http://www.efn.uncor.edu/archivos/doctorado_cs_in/reyna/Anexo_3.pdf

Rusconi C. H. (2005). Requerimientos para el funcionamiento de los laboratorios de análisis clínicos de la provincia del chaco. *Colegio Bioquímico del Chaco*, Vol(N° 1), 1-8. Recuperado de: <http://www.colegiobioquimico.org.ar/descargas/RequisitosFuncionamientoLab.pdf>