

TÍTULO PROPUESTO

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED DE MONITOREO DE AGUAS  
SUBTERRÁNEAS EN EL DISTRITO DE SANTA MARTA DEPARTAMENTO DEL  
MAGDALENA

OMAR MATOS PERILLA

SAMIR HERRERA GUERRA

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, CONTABLES Y ECONÓMICAS

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS

SANTA MARTA – MAGDALENA

2018

TÍTULO PROPUESTO

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED DE MONITOREO DE AGUAS  
SUBTERRÁNEAS EN EL DISTRITO DE MAGDALENA

OMAR MATOS PERILLA

SAMIR HERRERA GUERRA

PROYECTO PRESENTADO COMO OPCIÓN DE GRADO

## Tabla de contenido

1	Resumen .....	1
2	Abstract.....	2
3	Introducción.....	3
4	Capítulo 1. Formulación del problema técnico. ....	6
4.1	Antecedentes del programa. ....	6
4.2	Contexto donde se presenta el conflicto.....	7
4.3	Descripción del problema.....	7
4.4	Defina el comitente, Sponsor del proyecto. ....	9
4.5	Defina los stakeholders del proyecto. ....	9
4.6	Establezca las posibles modalidades de solución del problema.....	9
5	Formule y sistematice el problema por medio de preguntas sistematizadoras.....	111
5.1	¿Cuál es el costo de realizar una investigación teórica sobre la importancia, funciones, posibles usos que implican una red de monitoreo de aguas subterráneas?.....	111
5.2	¿Cómo puede la red de monitoreo del agua subterránea y del acuífero mejorar la evaluación y gestión de los recursos de agua subterránea?.....	122
5.3	¿Por qué se requieren procedimientos de muestreo especiales en el monitoreo del agua subterránea?.....	13
5.4	¿Qué requerimientos y limitaciones tiene el monitoreo de la calidad del agua subterránea en fuentes de abastecimiento público?.....	13

6	Capítulo 2. ....	14
6.1	Justificación.....	14
7	Capítulo 3 .....	16
7.1	Objetivo General: .....	16
7.2	Objetivos Específicos:.....	16
8	Capítulo 4. ....	16
8.1	Desarrollo del proyecto aplicado.....	16
8.1.1	Investigación documental .....	17
8.1.2	Obtención de la información.....	17
9	Localización y caracterización del área a monitorear .....	18
9.1	Municipio de santa marta .....	18
9.2	Ubicación geográfica.....	18
9.3	Clima .....	18
9.4	Hidrografía .....	19
10	Jurisdicción del DADSA.....	200
10.1	Acuífero De Santa Marta.....	211
11	Marco Teórico.....	35
12	Red De Monitoreo De Aguas Subterráneas: Definición.....	39
12.1	Ventajas Y Beneficios De Una Red De Monitoreo.....	400
12.2	Ciclo De Monitoreo.....	42

12.3	Objetivos del monitoreo .....	43
12.4	Escala .....	43
12.5	Resultados .....	43
12.6	Interpretación .....	44
12.7	Ajuste .....	44
12.8	Criterios Para El Desarrollo De Una Red De Monitoreo De Aguas Subterráneas .....	44
12.9	Clasificación De Las Redes De Monitoreo .....	46
12.10	Tipo De Pozos .....	47
12.11	Tecnología Necesaria Para Una Red De Monitoreo.....	48
12.12	Medición de los niveles piezométricos.....	49
12.13	Sensores .....	49
12.14	Medición de calidad del agua subterránea.....	51
12.15	Problemas Y Limitaciones En El Monitoreo De Aguas Subterráneas .....	51
13	Gestión Para La Implementación De Una Red De Monitoreo .....	52
13.1	Proceso General Para La Gestión .....	52
13.2	Etapas del Proyecto .....	52
13.3	Criterios para la selección de pozos .....	53
13.4	Desarrollo del título del proyecto- Project charter .....	54
14	Desarrollar un plan de gestión de proyectos .....	54
14.1	Plan de gestión del alcance.....	54

14.1.1	Plan para la dirección del proyecto .....	54
14.2	EDT .....	55
14.3	Documentación de requisitos .....	74
14.4	Matriz de trazabilidad de requisitos .....	76
14.5	Solicitudes de cambios .....	77
15	Plan de gestión del cronograma .....	78
16	Plan de gestión de costos .....	800
16.1	Estimación de la Duración de las Actividades .....	833
17	Plan De Gestión De La Calidad .....	88
18	Plan De Gestión De Recursos Humanos.....	922
19	Plan De Gestión De Las Comunicaciones .....	97
20	Plan De Gestión De Riesgo.....	99
20.1	Metodología Para La Gestión De Riesgo.....	99
20.1.1	Procesos .....	99
20.1.2	Responsables generales de emergencia .....	1011
20.1.3	Calendario De La Gestión De Riesgo.....	10606
20.2	Identificación de amenazas .....	10707
20.3	Clasificación de amenazas .....	10808
20.3.1	Análisis de vulnerabilidad.....	1100
20.3.2	Cuantificación del riesgo .....	11616

20.3.3	Priorización de escenarios.....	1222
20.3.4	Medidas de intervención.....	1233
20.3.5	DOCUMENTACION DE REQUISITOS.....	12626
21	Plan de gestión de adquisiciones.....	12828
22	Plan de gestión de requisitos.....	1300
23	Plan De Gestión De Tiempo .....	1322
23.1	Línea base del cronograma.....	1322
24	Plan De Gestión Del Cronograma.....	13737
25	Capítulo 5.....	13838
25.1	Aspectos administrativos.....	13838
25.2	Cronograma de costos .....	13939
26	Conclusiones .....	1400
27	Recomendaciones .....	1411
28	Bibliografía .....	1433

## Listado de imágenes

Imagen 1 Tipos de datos en la gestión del agua subterránea (GW.MATE 2002-2006) .....	11
Imagen 2 parámetros climatológicos de la ciudad de Santa Marta (IDEAM 2010).....	19
Imagen 3 Jurisdicción del DADSA. Fuente: DADSA 2018.....	200
Imagen 4 Mapa de pozos del Distrito. Fuente: DADSA2018 .....	32
Imagen 5 Puntos de captación. Fuente: DADSA 2018.....	33
Imagen 6 Clasificación del sistema de acuífero. Fuente IDEAM 2010.....	34
Imagen 7 Ciclo del monitoreo (Auge 2006) .....	41
Imagen 8 Clasificación de los sistemas de monitoreo. Fuente (GW.MATE 2002-2006) .....	46
Imagen 9 Sensor mecánico (Chávez & Pastora, 2007).....	500
Imagen 10 Sensor de Presión (Chávez &Pastora,2007) .....	500
Imagen 11 Matriz de requisitos. Fuente: Autores .....	76
Imagen 12 Solicitudes de cambio. Fuente: Autores.....	77
Imagen 13 Cronograma de actividades. Fuente: Autores .....	79
Imagen 14 Gestión de los costos. Fuente: Autores .....	811
Imagen 15 Duración de las actividades. Fuente: Autores.....	86
Imagen 16 Relación de las actividades. Fuente: Autores .....	86
Imagen 17 Ciclo de actividades a desarrollar. Fuente: Autores.....	87
Imagen 18 Elaboración de las actividades. Fuente: Autores .....	87
Imagen 19 Plantilla de inspección in situ. Fuente: Autores.....	922
Imagen 20 Plan de las comunicaciones. Fuente: Autores.....	98



<i>Imagen 21 Diagrama análisis del riesgo. Fuente: Autores</i> .....	117
Imagen 22 Calificación del nivel del riesgo.....	118
Imagen 23 Evaluación de proveedores. Fuente: Autores.....	12828
Imagen 24, Evaluación de proveedores. Fuente: Autores.....	12829
Imagen 25 Seguimiento a proveedores. Fuente: Autores .....	13030
Imagen 26, Cronograma del proyecto. Fuente: Autores.....	133
Imagen 27, Aspectos administrativos. Fuente: Autores.....	138
Imagen 28, Cronograma de costos. Fuente: Autores.....	139

## Listado de tablas

Tabla 1 Stakeholders del proyecto. Fuente: Autores .....	9
Tabla 2 Puntos de captación de aguas subterráneas. Fuente: DADSA 2018.....	22
Tabla 3 EDT del proyecto. Fuente: Autores .....	55
Tabla 4 Diccionario de la EDT. Fuente: Autores .....	59
Tabla 5 Determinación del Presupuesto. Fuente: Autores.....	832
Tabla 6 Duración de las actividades. Fuente: Autores.....	83
Tabla 7 Matriz de responsabilidades. Fuente: Autores .....	92
Tabla 8 Metodología para la gestión del riesgo. Fuente: Autores .....	92
Tabla 9 Responsables de la emergencia. Fuente: Autores .....	99
Tabla 10 Funciones del comité de emergencia. Fuente: Autores .....	106
Tabla 11 Gestión de riesgo. Fuente: Autores.....	10703
Tabla 12 Clasificación de amenazas. Fuente: Autores .....	10806
Tabla 13 Valoración de amenazas. Fuente: Autores.....	10908
Tabla 14 Elementos y aspectos de vulnerabilidad. Fuente: Autores .....	11009
Tabla 15 Valoración de la vulnerabilidad. Fuente: Autores .....	1100
Tabla 16 Valoración movimientos telúricos. Fuente: Autores .....	1110
Tabla 17 Valoración fallas geológicas. Fuente: Autores .....	1111
Tabla 18 Valoración de huracanes. Fuente: Autores .....	1121
Tabla 19 Valoración de la contaminación del acuífero. Fuente: Autores.....	1122
Tabla 20 Valoración de la sobreexplotación del acuífero. Fuente: Autores .....	1132

Tabla 21 Valoración falla de equipos. Fuente: Autores.....	1133
Tabla 22 Valoración de los malos reportes de información. Fuente: Autores.....	1143
Tabla 23 Valoración de laboratorios no calificados. Fuente: Autores.....	1143
Tabla 24 Valoración desordenes civiles. Fuente: Autores.....	1143
Tabla 25 Valoración del terrorismo. Fuente: Autores .....	1153
Tabla 26 Valoración atentados. Fuente: Autores.....	1155
Tabla 27 Valoración robos. Fuente: Autores .....	1165
Tabla 28 Priorización de escenarios. Fuente: Autores.....	123
Tabla 29 Medidas de intervención. Fuente: Autores .....	1262
Tabla 30 Requisitos. fuente: Autores.....	12724
Tabla 1, requisitos. fuente: Autores.....	127

## 1 Resumen

**Palabras claves:** Monitoreo, aguas subterráneas, calidad de agua, productividad, conservación

El presente proyecto tiene como finalidad, realizar una red de monitoreo de calidad del agua en el Distrito de Santa Marta; buscando establecer el estado y la calidad de las aguas subterráneas, con el fin de llevar el soporte para definir los lineamientos y estrategias de políticas para la protección y conservación del recurso hídrico subterráneo.

Los resultados del monitoreo de las aguas subterráneas nos servirán para contribuir a mejorar su planeamiento, desarrollo, protección y manejo; anticipándonos en posibles escenarios por contaminación y deterioro de las mismas.

Generalmente el monitoreo tiene por finalidad establecer las características y el comportamiento hidrogeológico, así como sus posibles variaciones, tanto espaciales como temporales, las propiedades que se monitorean comúnmente son la calidad, la reserva y la productividad.

En ciudades al interior del país, así como Ciudades de países extranjeros como México, Argentina, y Brasil, han brindado el valor correspondiente a las aguas subterráneas contenidas o depositadas en los acuíferos como fuente de abastecimiento en localidades pequeñas en donde se determinan las zonas principales o eficientes para elaborar pozos profundos en donde la columna de agua brindada es suficiente y la calidad de esta es relacionada con la necesidad requerida.

## 2 Abstract

Words fix: Monitoring, groundwater, water quality, productivity, conservation

The present project has like purpose, to realize a network of monitoring of water quality in the District of Santa Marta; thinking about how to establish the state and the quality of the groundwater, in order to take the support to define the lineaments and politics strategies for the protection and conservation of the underground water resource.

The results of the monitoring of the groundwater will serve to us to help to improve its planning, development, protection and handling; anticipating us in possible stages for contamination and deterioration of the same ones.

Generally the monitoring takes as a purpose to establish the characteristics and the behavior hidrogeológico, as well as its possible changes, both spatial and temporary, the properties that monitorean commonly are the quality, the reservation and the productivity.

In cities to the interior of the country, as well as Cities of foreign countries as Mexico, Argentina, and Brazil, they have offered the value corresponding to the groundwater suppressed or deposited in the aquifers as source of supplying in small localities where the main or efficient areas decide to prepare deep wells where the column of offered water is sufficient and the quality of this one is related to the required need.

### **3 Introducción.**

El agua es un elemento esencial para la vida, sin ella los seres vivos no podrían existir.

Toda población o comunidad ha buscado asentamientos cerca de una fuente de agua.

Estas fuentes de agua, aunque disponibles en mayor o menor cantidad, han sido contaminadas gradualmente y fueron las causantes de muchas epidemias que diezmaron ciudades enteras en la antigüedad. El hombre tardó bastante tiempo en darse cuenta que el agua que estaba consumiendo era la causante de muchas de las enfermedades que estaba padeciendo y solo a finales del siglo XVIII y principios del XIX empezó a implementar procesos para tratar y desinfectar el agua que consumía.

A medida que la humanidad continuaba su desarrollo, las descargas de aguas residuales domésticas e industriales, empezaron a contaminar los recursos hídricos, a deteriorar los ecosistemas, etc. Fue así como se hizo necesario implementar los sistemas de tratamiento de las aguas.

El acuífero subterráneo en la Ciudad de Santa Marta, se ha venido explotando desde hace muchos años, sin embargo en la actualidad la ciudad cuenta con más de 100 pozos subterráneos en funcionamiento, en muchos se desconoce la calidad con la que se está distribuyendo este líquido a cada uno de los hogares, pues no se evidencia que cuenten con la tecnología necesaria para la desinfección del agua o el tratamiento que se requiere para poder comercializarla; como es el caso de muchas empresas purificadoras de agua en la ciudad.

Sin lugar a dudas la razón para la ejecución de este proyecto es poder determinar a través de una red de monitoreo las aguas subterráneas la calidad de agua que se está distribuyendo y comercializando en el Distrito.

Santa Marta sufrió una crisis de desabastecimiento de agua entre los años 2014 y 2015, por lo cual el plan de contingencia más viable e inmediato fue la explotación de acuíferos a través de pozos subterráneos; con el fin de poder distribuir este preciado líquido a cada uno de los hogares de la Ciudad, ,sin embargo a raíz de este método de extracción, , muchas personas comenzaron de manera individual a construir pozos de gran profundidad con el fin de abastecerse del líquido sin realizar el tratamiento necesario requerido.

La demanda de creación de pozos subterráneos conlleva a la sobreexplotación que se le está brindando al acuífero de Santa Marta.

En este sentido, el presente trabajo indica una propuesta para la creación de redes de monitoreo del agua subterránea, permitiendo obtener datos confiables y actualizados de la cantidad y la calidad del recurso. Además, el resultado contribuirá a satisfacer los requerimientos del agua subterránea; siendo los habitantes del Distrito de Santa Marta los principales beneficiados, dado que el agua en excelentes condiciones contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios de este recurso.

Es muy importante tener en cuenta que la proyección de este documento cuenta con diferencias radicales en países con rápido crecimiento demográfico, ya que se duplican en ocasiones el número de habitantes y por consiguiente demandan más gastos del recurso hídrico. El ingente esfuerzo económico que esto implica fuerza a estos a buscar tecnologías de bajo costo y fácil operatividad que no son prioritarias para las naciones ricas, las cuales, no

solo cuentan con amplios recursos financieros, sino que, los que tienen que invertir en estudios de los subsuelos son con menos frecuencia, por otra parte, la contaminación industrial en las distintas fuentes de descargas al suelo nos obliga a ir más allá de la simple cantidad de agua almacenada en el acuífero, por cuanto la mayor preocupación que se tiene radica en la presencia de indeseables compuestos que puede tener la misma, esta es la razón por la cual las tecnologías se ajustan a las necesidades que tenemos, por lo que recae en nuestra responsabilidad de desarrollar enfoques propios al problema.



## **4 Capítulo 1. Formulación del problema técnico.**

### **4.1 Antecedentes del programa**

Hace más de 27 años la Ciudad de Santa Marta, conocida como una de las más antiguas no solo del país sino también del continente no cuenta con la prestación del servicio de agua potable regularmente. El crecimiento no planificado y las conexiones fraudulentas han generado pérdidas de presión y fugas en las tuberías de los acueductos, obligando a la mayoría de los habitantes a construir albercas en sus viviendas para almacenar el agua y bombear el flujo a través de la instalación de motobombas.

A través de su ministro la cartera de vivienda en el 2014, atribuyó el desabastecimiento de agua potable en la Ciudad a la falta de planeación, pues el incremento desacelerado en el número de sus habitantes pasó de 250.000 a más del doble al día de hoy, y ni que decir sobre la población flotante en temporada de vacaciones que suele aumentar a más de 800.000, generando evidentemente gran presión sobre el recurso hídrico, se presenten fenómenos climáticos o sin ellos.

A corto y mediano plazo, la solución ha sido la perforación de 21 pozos, de los cuales 9 han sido construidos por el Distrito y la empresa prestadora del servicio ESMAR, otros 12 serán contratados directamente por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo, sin embargo, son insuficientes para garantizar el suministro del preciado líquido a la totalidad de la población samaria.

## **4.2 Contexto donde se presenta el conflicto**

Santa Marta vivió su peor crisis de abastecimiento de agua potable durante los años 2014 y 2015, la planta del acueducto de Mamatoco que recibe el agua de los ríos Manzanares y Piedra que contaba con un caudal de 800 litros por segundo, este sufrió un descenso a 140 litros por segundo, siendo consumido mayormente por conexiones ilegales que abastecían a las fincas ubicadas en la vía hacia el sistema de redes de la ciudad. Además, la planta El Roble que se abastece del río Gaira tuvo una disminución de 450 litros por segundo a 180 litros por segundo, dicha planta surte al sector turístico del Rodadero y los barrios aledaños.

Conflicto (no conformidad) que da lugar al desarrollo del proyecto.

- Disposición del tiempo y de recursos de las instituciones involucradas en el proyecto
- Confidencialidad en la información de las instituciones
- Veracidad en los equipos implementados para el desarrollo del proyecto

## **4.3 Descripción del problema**

En los últimos años los cauces de los ríos han disminuido, esto debido a diferentes sucesos como lo son el sobrecalentamiento de la tierra, fenómenos climáticos como el niño y la posición en el planeta que hace que el sol entre de forma perpendicular; de allí que como opción viable para el abastecimiento sea depositar el agua subterráneamente, de acuerdo a esto las autoridades distritales de la Ciudad de Santa Marta realizaron la construcción de varios pozos de almacenamiento de aguas subterráneas.

El Sistema Acuífero de Santa Marta está compuesto por los sub-acuíferos Manzanares y Gaira con una superficie de aproximadamente 48 km<sup>2</sup> y un volumen de 1.532 millones de metros cúbicos, de este volumen mencionado un 12% (183 millones de m<sup>3</sup>) es agua, la cual

abastece al principal centro urbano del distrito de Santa Marta, en el que habitan aproximadamente 497 mil habitantes.

La red de pozos construidos asciende a más de 125, elaborados por la empresa prestadora de servicios públicos de la Ciudad, Metroagua, además de otros que empresas como lavaderos y empresas industriales han construido para su propio trabajo de forma legal e ilegal.

No obstante, la autoridad ambientales del distrito, quieren definir sus propios objetivos de control y monitoreo de acuerdo con las realidades regionales y locales, sin perder de vista que el control del monitoreo de las aguas subterráneas, es parte de las actividades y responsabilidades de la estructura gubernamental y autoridades ambientales encargadas de implementar de manera coordinada, estrategias y políticas para regular el manejo y control sobre la protección y conservación de las aguas subterráneas.

La autoridad ambiental del distrito DADMA ve la urgencia de realizar el control y monitoreo de la calidad, productividad y reserva de agua apta para los diversos usos que le dan los samarios, ya que es responsabilidad junto a la secretaría de salud distrital conocer, prevenir y controlar posibles amenazas, problemas que se presenten por el consumo del agua del acuífero.

#### 4.4 Defina el comitente, Sponsor del proyecto

Alcaldía de Santa marta a través del DADMA (Autoridad Ambiental)

#### 4.5 Defina los stakeholders del proyecto

---

1. Rafael Alejandro Martínez (Alcalde Santa Marta)	2. 497.000 habitantes de Santa Marta
3. DADMA (Departamento administrativo distrital del medio ambiente)	4. Luis Gilberto Murillo (ministro de ambiente y desarrollo sostenible)
5. Propietarios y clientes de los pozos	6. Empresa Prestadora del servicio ESSMAR
7. Lava autos de la ciudad	8. Otros

---

Tabla 2 stakeholders del proyecto. Fuente: Autores

#### 4.6 Establezca las posibles modalidades de solución del problema

Hoy en día las redes de monitoreo están más dinámicas que nunca. Los administradores de redes todos los días encuentran nuevos desafíos y complejidades, especialmente por la velocidad en la que llegan las nuevas tecnologías, herramientas, aplicaciones y posibilidades.

El monitoreo de un acuífero subterráneo a través de una red de monitoreo es parte fundamental del proceso, pues recoge los datos que se generan, los analiza y expone esa información generalmente en formato de informes y sistemas de administración de alarmas que le ayudan a mantener el proceso en funcionamiento.

Ese monitoreo permite obtener información necesaria sobre los equipos de modo rápido, sintético, preciso y confiable, lo que facilita que la información obtenida determine decisiones al momento de planear, adecuar y expandir la red. La verificación, el desempeño de servicios y resolución de diversos problemas.

Establezca las constricciones y restricciones del proyecto que usted va a gestionar

El agua subterránea es un recurso muy extendido, pero oculto e inaccesible y en contraste con el agua superficial, los cambios en su cantidad y calidad frecuentemente son procesos muy lentos que ocurren debajo de la tierra en grandes extensiones. Puesto que no es posible determinar estos cambios simplemente con un único recorrido breve de campo, es necesario utilizar redes de monitoreo e interpretar los datos obtenidos.

El monitoreo de la respuesta de un acuífero y de sus tendencias de calidad son básicos para lograr una gestión eficaz del agua subterránea y cumplir con la principal meta de gestión, o sea, controlar los impactos de la extracción del agua subterránea y de las cargas de contaminantes. (Albert Tuinhof y Stephen Foster, 2006)

Para evaluar aspectos importantes del agua subterránea y poder implementar soluciones de gestión se requieren datos hidrogeológicos, tanto de la ‘condición básica inicial’ como de las ‘variaciones en el tiempo’. La recolección de los datos que registran las variaciones en el tiempo es lo que generalmente se considera. (Grupo Base del GW•MATE 2002- 2006)

TIPO DE DATOS	INFORMACIÓN BÁSICA INICIAL (de archivos)	DATOS VARIANTES EN EL TIEMPO (de estaciones de campo)
<b>Ocurrencia del Agua Subterránea y Propiedades del Acuífero</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>registros de pozos de producción (perfiles hidrogeológicos, niveles y calidad instantáneos del agua subterránea)</li> <li>pruebas de bombeo en pozos y acuífero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>monitoreo del nivel del agua subterránea</li> <li>monitoreo de la calidad del agua</li> </ul>
<b>Uso del Agua Subterránea</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>instalaciones de bombeo de pozos de producción</li> <li>inventarios de los usos del agua</li> <li>registros y pronósticos de población</li> <li>consumo de energía para riego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>monitoreo de la extracción de pozos de producción (directo o indirecto)</li> <li>variaciones del nivel del agua subterránea en los pozos</li> </ul>
<b>Información de Apoyo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>datos climáticos</li> <li>inventarios de uso del suelo</li> <li>mapas y secciones geológicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>medición del flujo en los ríos</li> <li>observaciones meteorológicas</li> <li>levantamientos con satélite del uso del suelo</li> </ul>

*Imagen 1 Tipos de datos en la gestión del agua subterránea (Grupo base GW.MATE 2002-2006)*

## **5 Formule y sistematice el problema por medio de preguntas sistematizadoras.**

### **5.1 ¿Cuál es el costo de realizar una investigación teórica sobre la importancia, funciones, posibles usos que implican una red de monitoreo de aguas subterráneas?**

Las dos características fundamentales de un monitoreo de agua subterránea eficaz son:

- Perseguir un objetivo específico, ya que monitorear por monitorear frecuentemente lleva a un uso ineficiente de recursos humanos y económicos
- Almacenamiento de datos y su uso inmediatamente después, porque hay demasiados casos de datos de monitoreo que se pierden “por ahí”

Frecuentemente se considera que el monitoreo del agua subterránea es caro. Los principales componentes de sus costos incluyen los de inversión (instalación de la red), el costo de muestreo (de personal, instrumentación y logística) y los costos de los análisis (de laboratorio, y procesamiento y almacenamiento de datos).

A pesar de que es poco probable que los beneficios de la inversión inicial resulten evidentes de inmediato, a la larga el beneficio puede ser sustancial si el monitoreo forma parte integral de un proceso de gestión y evita que:

- a) Se pierdan fuentes valiosas de agua subterránea.
- b) Tengan que introducirse tratamientos costosos.
- c) Se requiera de un proceso costoso de remediación del acuífero. Las ventajas del monitoreo son más fáciles de apreciar si durante la fase del diseño se incluye un análisis de costo/beneficio.

## **5.2 ¿Cómo puede la red de monitoreo del agua subterránea y del acuífero mejorar la evaluación y gestión de los recursos de agua subterránea?**

El agua subterránea se explota mediante la perforación de pozos profundos de extracción. Tales pozos deben ser diseñados con base en una respuesta (cambio en los niveles y flujo del agua subterránea) pronosticada y aceptable del acuífero para un cierto nivel de extracción. Esos pronósticos generalmente se hacen con modelos numéricos que simulan la respuesta del acuífero bajo diferentes escenarios de extracción. Los permisos de perforación y extracción para los pozos son otorgados con base en tales pronósticos. Dentro de este contexto, el monitoreo del acuífero juega un papel importante porque:

- Los datos históricos son fundamentales para calibrar los modelos numéricos de acuíferos y por lo tanto constituyen la base de simulaciones confiables bajo escenarios futuros de extracción.

- La medición y el archivo de la situación de referencia cuando se perforan nuevos pozos de extracción es importante con objeto de proporcionar información básica a partir de la cual evaluar cambios futuros.
- Las observaciones sobre los niveles del agua subterránea durante la operación del campo de pozos proporcionan información para verificar la respuesta pronosticada del acuífero y, si es necesario, para tomar acciones oportunas con objeto de reducir la extracción.
- La información recolectada puede también jugar un papel importante para crear conciencia en los usuarios, con objeto de facilitar la introducción de las medidas de gestión de la demanda que se requieran.

### **5.3 ¿Por qué se requieren procedimientos de muestreo especiales en el monitoreo del agua subterránea?**

El proceso de la toma de muestras en los pozos desde el bombeo del mismo y en las muestras que se toman se ocasionan modificaciones importantes esto debido a fenómenos como la entrada de aire la pérdida de compuestos volátiles que pueden potencialmente introducir errores significativos en los análisis. Estos problemas deben abordarse mediante procedimientos apropiados de muestreo.

### **5.4 ¿Qué requerimientos y limitaciones tiene el monitoreo de la calidad del agua subterránea en fuentes de abastecimiento público?**

La vigilancia (o control de la calidad) de pozos de producción y manantiales utilizados para abastecimiento público que alimentan las redes de distribución, es fundamental en el monitoreo de la calidad del agua, y de hecho es la práctica más común de muestreo de agua subterránea. El rango de parámetros que se analizan inicialmente incluye como referencia



todos los considerados en la guía de calidad de agua potable de la OMS, pero, en la práctica, generalmente sólo se monitorea parte de ellos en forma permanente y periódica.

Sin embargo, inmediatamente después de que se detecta un cambio significativo en algún compuesto, se procede a hacer análisis más completos. Esta función es esencial para el control del producto con objeto de confirmar la aceptabilidad de la materia prima (el agua bombeada) y/o de la eficacia de los procesos de tratamiento, y como tal presenta pocos problemas específicos para el agua subterránea.

## **6 Capítulo 2.**

### **6.1 Justificación.**

En Santa Marta el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento para diversos usos, el conocimiento de la composición química de la misma, en el tiempo y el espacio, es muy importante porque permite diferenciar zonas y, en función de dicha composición, destinarla al mejor uso posible.

El Sistema Acuífero de Santa Marta está compuesto por los sub-acuíferos Manzanares y Gaira con una superficie de aproximadamente 48 km<sup>2</sup> y un volumen de 1.532 millones de metros cúbicos. Del volumen antes mencionado un 12% (183 millones de m<sup>3</sup>) es agua, la cual abastece al principal centro urbano del distrito de Santa Marta, en el que habitan aproximadamente 497 mil habitantes. Debido a dicha dependencia y a la carencia de estudios que buscan develar sus condiciones geo hidrológicas e hidrogeoquímica; es necesario implementar una red de monitoreo de la calidad del agua subterránea que opera de manera regular en el acuífero de la ciudad de Santa Marta.

A partir de esta base de datos surgió la necesidad y la tarea de gestionar e implementar la primera red de monitoreo continuo de aguas subterráneas, instalada en el perímetro urbano de la ciudad de Santa Marta. La finalidad es la de ordenar sistemáticamente todo el proceso necesario para realizar la instalación de la red y gestión de la misma, quedando así una constancia al distrito, por medio de la elaboración de una guía metodológica que explique el procedimiento para la implementación de dicha red de monitoreo.

Además, es importante resaltar que este proyecto pretende establecer con claridad las características de la red de monitoreo instalada como lo son el número de pozos, propietarios, ubicación y georreferenciación, así como los equipos a ser empleados con su respectivo protocolo de instalación y técnicas de medición.

El presente proyecto presencia también la calidad del acuífero en la ciudad de Santa Marta; en donde actualmente presenta una crisis de abastecimiento debido al fuerte verano que azota la región, por tales razones el servicio de acueducto es insuficiente para suplir las necesidades de la ciudad.

Con el fin de analizar el abastecimiento continuo en la ciudad se plantea analizar la existencia o no de acuíferos dentro de la región, conociendo su potencial de explotación y en el caso en que sea positivo, definir el sitio para perforación de pozos profundos que garanticen una buena extracción del recurso hídrico subterráneo.

## **7 Capítulo 3**

### **7.1 Objetivo General:**

Diseñar la primera red de monitoreo del acuífero de la ciudad de Santa Marta, que permita determinar la calidad del agua subterránea del distrito para lograr una gestión eficaz de la misma.

### **7.2 Objetivos Específicos:**

- Realizar una investigación teórica sobre la importancia, funciones, posibles usos y costos que implican una red de monitoreo de aguas subterráneas.
- Presentar los aspectos administrativos y legales para la gestión de la red de monitoreo.
- Seleccionar los sitios estratégicos para la instalación de la red de monitoreo para mejorar la gestión de las aguas subterráneas.
- Describir el proceso técnico a seguir para la implementación de una red de monitoreo de aguas subterráneas.
- Elaborar una guía metodológica para la instalación de equipos y obtención de los datos proporcionados por la red.

## **8 Capítulo 4.**

### **8.1 Desarrollo del proyecto aplicado.**

Para llevar a cabo el desarrollo del presente documento se correspondiente al diseño de una red de monitoreo de aguas subterráneas, se procedió con una metodología que consiste en lo siguiente:

- Investigación Documental.
- Obtención de la información.

La información será tomada directamente a los usuarios que utilizan los pozos de aguas subterráneas para su abastecimiento de aguas, la información se tomara de los informes relacionados y laboratorios realizados a los pozos, a través de las pruebas de bombeo y laboratorios microbiológicos realizadas a las aguas de estos, se colocan algunos de los resultados tomados de los pozos de aguas que existen en el Distrito de Santa Marta. (ver anexos laboratorios y pruebas de bombeo).

### **8.1.1 Investigación documental**

Consiste en investigar sobre los factores principales que intervienen en toda red de monitoreo continua de aguas subterráneas, por lo que se realizó una revisión bibliográfica acerca del tema el cual no ha sido investigado a profundidad en el distrito de Santa Marta. Esta investigación tiene como objetivo generar las bases teóricas sobre el monitoreo de aguas subterráneas, además, de presentar algunos de los posibles análisis que se pueden realizar con los datos que se extraen de los equipos para monitoreo, recordando que el enfoque de este trabajo es sobre los datos de cantidad y calidad de aguas subterráneas proporcionada por la red de monitoreo.

### **8.1.2 Obtención de la información**

Se fundamentará en la definición del conjunto de actividades, estrategias y análisis, para la obtención y recopilación de los datos proporcionados por la red de monitoreo, esta definición abordará los siguientes aspectos, la cual se recopilará a través de entrevistas a los funcionarios encargados del mantenimiento en algunos pozos.

1. Niveles de los parámetros fisicoquímicos exigidos por la norma.
2. Registros de los caudales captados semestralmente.

3. Pruebas de bombeo y capacidad de recuperación del pozo.

## **9 Localización y caracterización del área a monitorear**

### **9.1 Municipio de santa marta**

Santa Marta, oficialmente Distrito Turístico, Cultural e Histórico de Santa Marta, es la capital del departamento de Magdalena, Colombia. Fundada el 29 de julio de 1525 por el conquistador español Rodrigo de Bastidas, es la ciudad más antigua existente de Colombia y la segunda más antigua de Sudamérica.

### **9.2 Ubicación geográfica.**

Santa Marta, se encuentra a orillas de la bahía del mismo nombre sobre el Mar Caribe, en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta en el departamento del Magdalena. Sus coordenadas geográficas son: 11° 14' 50" de latitud norte y 74° 12' 06" de latitud oeste. La altura promedio de la ciudad es de 2 msnm, pero con una diferencia de altura que va, en el territorio del municipio, desde el nivel del mar hasta los 5.775 msnm en el Pico Cristóbal Colón, que es el más elevado de toda Colombia ubicado en la Sierra Nevada de Santa Marta. Santa Marta cuenta además con la montaña más alta del mundo al nivel del mar.

### **9.3 Clima**

La temperatura promedio es de 28°, y su temperatura más baja es de 23°C. Predomina un clima semiárido en su parte urbana, y por la diferencia en la topografía de la ciudad se dan todos los pisos térmicos, y varios tipos de vegetación, como húmeda tropical y seca a solo unos pocos kilómetros una de otra en la zona que comprende este macizo montañoso, dando, así como resultado la ciudad con mayor biodiversidad del mundo. Los principales meses de

lluvia son junio, julio, septiembre y octubre, y los más secos son desde diciembre hasta abril. La precipitación es de 500 mm anuales, como se puede identificar en la Imagen.

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	32.9	33.5	33.7	33.5	32.8	32.6	32.8	32.5	32.0	31.6	31.8	32.2	32.7
Temp. media (°C)	27.1	27.7	28.2	28.8	28.9	28.9	28.7	28.4	28.0	27.7	27.7	27.3	28.1
Temp. mín. media (°C)	21.7	22.8	23.8	24.9	25.1	24.7	24.1	24.1	23.9	23.7	23.3	22.1	23.7
Lluvias (mm)	4	3	2	9	51	60	57	55	88	111	47	13	500
Días de lluvias (≥ 1 mm)	0	1	1	2	7	9	9	12	14	13	7	2	77
Horas de sol	285	248	253	231	225	229	235	226	205	213	230	273	2853

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)<sup>9</sup>

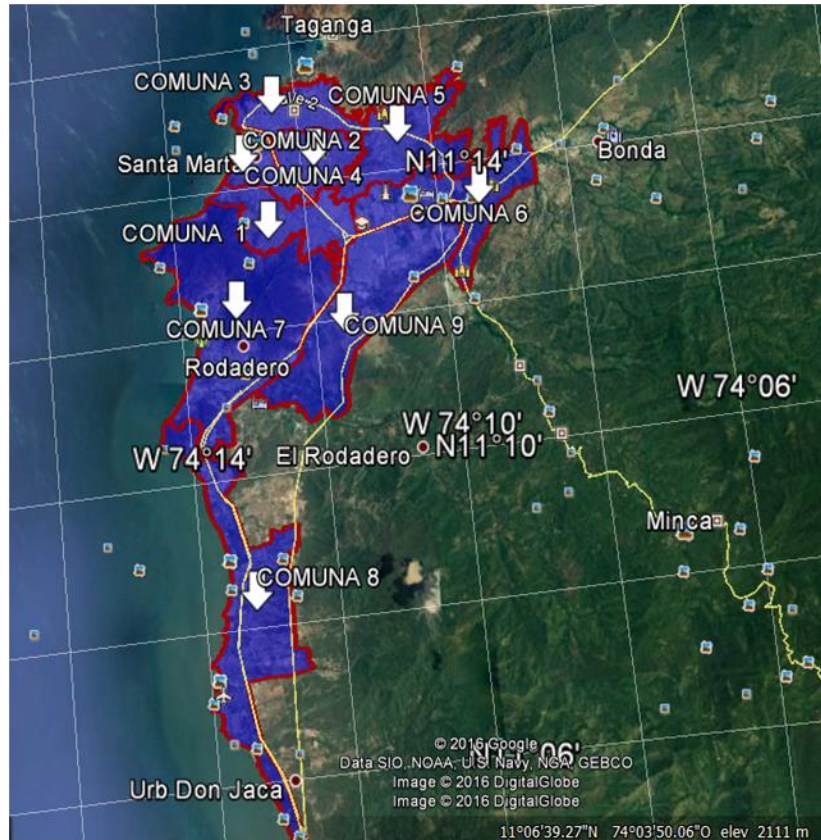
Imagen 2 parámetros climatológicos de la ciudad de Santa Marta (IDEAM 2010)

Ilustración 2 parámetros climatológicos de la ciudad de Santa Marta (IDEAM 2010)

#### 9.4 Hidrografía

La ciudad es atravesada por los ríos Manzanares y Gaira, que se originan en las faldas de la Sierra Nevada de Santa Marta y desembocan en la Bahía de Santa Marta en las playas conocidas popularmente como Los cocos, y puerto Gaira, respectivamente. Así mismo en su origen y primer tramo al río Manzanares se le llama río Bonda cuya agua es apta para bañistas. A medida que fluye hacia el área urbana, luego de pasar por Mamatoco el río continúa su curso cerca de la Quinta de San Pedro Alejandrino, los barrios que bordean la parte sur de la Avenida del Río y para cuando entra en la calle 30, ya ha recibido las aguas de la quebrada Tamacá, finalmente en la última parte de su recorrido transita por el barrio del mismo nombre.

## 10 Jurisdicción del DADSA



*Imagen 3 Jurisdicción del DADSA. Fuente: DADSA 2018*

El DADSA ejerce las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental del uso del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, en el perímetro urbano del distrito de Santa Marta. Entiéndase como perímetro urbano las nueve comunas de la ciudad de Santa Marta identificadas geográficamente y que comprenden el área de jurisdicción de la ciudad (la cual se puede observar en la Imagen); donde todas las acciones que recaigan dentro de esta área repercutirán directamente a la entidad.

## 10.1 Acuífero De Santa Marta

El Sistema Acuífero de Santa Marta, está compuesto popularmente por los sub-acuíferos Manzanares y Gaira, que deben su nombre a los principales ríos que atraviesan la ciudad, como se mencionó anteriormente en las generalidades del municipio de Santa Marta. Este sistema tiene una superficie de aproximadamente 48 km<sup>2</sup> y un volumen de 1.532 millones de metros cúbicos. Del volumen antes mencionado un 12% (183 millones de m<sup>3</sup>) es agua (METROAGUA, 2013).

El sub-acuífero de Gaira representa un cuarto del volumen del acuífero y del agua (46 Hm<sup>3</sup>), mientras que el sub-acuífero de Manzanares representa el volumen restante (138 Hm<sup>3</sup>). La explotación del acuífero de Gaira de 90 lps (2,8 Hm<sup>3</sup>/año) equivale aproximadamente al 1,5% del agua almacenada en el acuífero.

La explotación del resto del acuífero es de unos 460 lps (14,5 Hm<sup>3</sup>/año) lo que equivale aproximadamente al 7,9% del agua almacenada. Analizando el acuífero en su totalidad, los caudales explotados no sobrepasan la recarga natural. La profundidad del acuífero alcanza más de 114 m en la parte oeste de la ciudad de Santa Marta. En Gaira la profundidad puede alcanzar hasta más de 80 metros. La profundidad promedio es 32 m (METROAGUA, 2013).

Actualmente, el distrito en cabeza de su autoridad ambiental, cuenta solamente con estimaciones y aproximaciones de las características del sistema acuífero; por lo que se reitera la necesidad de implementar una red de monitoreo que permita conocer en tiempo real las principales características de dicho sistema.



En este sentido, la autoridad ambiental utiliza como herramienta de control de los aprovechamientos de aguas subterráneas, el inventario de usuarios que cuentan con pozos de captación (legales o ilegales) de aguas subterráneas en el perímetro urbano de la ciudad de Santa Marta (Jurisdicción del DADSA); el cual suministra la siguiente información:

<b>No.</b>	<b>Nombre del Pozo</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Profundidad (m)</b>
1	SERTEBA LTDA	11°13'18.99"N	74°11'33.84"O	N.D.
2	LAVAUTOS LUZ VERDE	11°13'23.3" N	74°11'38,2" O	N.D.
3	BIOCOMBUSTIBLES SOSTENIBLES DEL CARIBE SA	11°13'6.21"N	74°10'5.30"O	38
4	CIRCULO DE OFICIALES FFM SEDE VACACIONAL LOS TRUPILLOS	11°13'41.31"N	74°12'52.36"O	17
5	CENTRAL DE TRANSPORTE DE SANTA MARTA LTDA.	11°13'18.85"N	74°10'52.51"O	N.D
6	INVERSIONES EL MAYOR LTDA	11°13'51.01"N	74°11'59.87"O	N.D.

---

7	INVERSIONES OC CH			
	SAS EDS BASTIDAS	11°14'18.11"N	74°12'46.17"O	11
8	MULTICENTRO LA			
	PROVINCIA	11°14'43.48"N	74°11'54.03"O	N.D.
9	ALMACAFE S. A	11°14'45.16" N	74°12'19.26" O	15
10	CENTRO COMERCIAL			
	OCEAM MALL	11°13'56.55"N	74°12'0.41" O	54
11	LA GRAN CASCADA			
	LTDA	11°14'36.46"N	74°11'41.35"O	18
12	LVAUTOS LA 19	11°14'8.5" N	74°11'41,3" O	18
13	UNIVERSIDAD SERGIO			
	ARBOLEDA	11°14'26.60"N	74°12'0.20"O	12
14	POSTOBON S.A.	11°14'02.57" N	74°11'27.21" O	48
15	POSTOBON S.A.	11°13'59.1" N	74°11'27,5" O	36
16	COLSALUD S.A.	11°14'12.59"N	74°11'41.41"O	N.D.
17	LVAUTOS WILSON I	11°14'29.16"N	74°11'31.48"O	18
18	LVAUTOS AUTOSPA			
	LOS ESTUDIANTES	11°14'22.9" N	74°12'14,9" O	20

---

---

19	TAYRONA			
	AUTOMOTRIZ SAS	11°13'57.27" N	74°11'50.01" O	N.D.
20	TRANSPORTE SANCHEZ			
	POLO	11°14'7.47" N	74°10'1.1.16" O	N.D.
21	CLINICA BAHIA	11°13'59.90"N	74°11'41.81"O	N.D.
22	UNIVERSIDAD DEL			
	MAGDALENA	11°13'23.38"N	74°11'15.34"O	61,5
23	UNIVERSIDAD			
	COOPERATIVA DE			
	COLOMBIA	11°13'26.86"N	74°10'14.46"O	45
24	LVAUTOS TODO			
	TRAYLER DEL NORTE	11° 13'33.78" N	74° 10'4.34" O	N.D.
25	CENTRO COMERCIAL			
	BUENA VISTA	11°13'41.20"N	74°10'27.87"O	54
26	ALCALDIA DISTRITAL	11°13'28.50"N	74°10'29.26"O	N.D.
27	LVAUTOS PUNTA			N.D.
	BARU	11°11'38.54" N	74°13'30.49" O	
28	LVAUTOS IMEVA	11°12'18.8" N	74°13'29" O	N.D.
29	CONCRETOS ARGOS	11°11'48.05"N	74°12'16.39"O	25

---

---

30	SERVIFETEC LTDA.	11°11'52.61" N	74°12'10.62" O	N.D.
31	INVERSIONES REYES VELASQUEZ Y COMPAÑÍA S EN C	11°11'14.89"N	74°13'2.83"O	N.D.
32	CONSORCIO DIA S.A.	11° 9'39.70"N	74°12'31.63"O	N.D.
33	SAMKAS INTERNATIONAL LTDA	11°12'31.35"N	74°11'31,47"O	N.D.
34	UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA	11°14'22.99"N	74°12'0.11"O	60
35	MOLINOS SANTA MARTA SAS	11°11'38.39" N	74°11'39,27" O	15
36	ZONA FRANCA TAYRONA	11°11'51.33"N	74°11'26.33"O	27
37	ZONA FRANCA TAYRONA	11°11'47.34"N	74°11'51.37"O	27
38	CORPORACION EDUCATIVA BILINGÜE DE SANTA MARTA	11°13'10.40"N	74°10'8.64"O	45
39	CONSTRUCTORA BOLIVAR S.A.	11°12'43.49" N	74°9'55.59" O	32

---

---

40	MOTEL LA TRONCAL	11°13'14.3" N	74°10'25" O	40
41	MOLINOS SAN MIGUEL	11°11'41.08" N	74°11'40.50" O	25
42	ALFERING S.A.S.	11°12'20.60"N	74°11'38.54"O	N.D.
43	TECBACO S.A.	11°11'48.02"N	74°12'9.63"O	43,5
44	LAVAUTOS LA 30 EXPRESS	11°13'53.11"N	74°12'31.34"O	13
45	CONSTRUCTORA INFANTE VIVES S.A.S	11°14'7.3" N	74°11'44.38" W	N.D.
46	MOSGRATERON INVERSIONES S.A.S	11° 7'35.37"N	74°12'50.30"O	12
47	ESTACION DE SERVICIO BURECHE	11°12'23.94" N	74°11'36.37" W	26
48	LAVAUTOS EL GUAJIRO 11	11°13'44.07" N	74°8'50.9" O	14,2
49	CONDOMINIO PALMA REAL	11°14'31.50"N	74°11'42.13" O	19
50	UNIVERSIDAD N° 7	11°13'19.80"N	74°11'32.10"O	69
51	UNIVERSIDAD N° 8	11°13'32.00"N	74°11'25.68"O	70
52	CIUDADELA	11°13'29.67"N	74°11'52.31"O	68

---

---

53	BOULEVARD LAS ROSAS	11°13'32.35"N	74°11'37.47"O	54
54	BOULEVARD DEL RIO	11°13'27.18"N	74°12'3.32"O	41
55	POZO CIUDADELA II	11°13'18,39" N	74°11'46,42" O	53
56	POZO VILLAS DE ALEJANDRIA	11°13'30.37"N	74°12'5.72" O	66
57	POZO VILLAS DE ALEJANDRIA II	11°13'44.21"N	74°12'10.64"O	N.D.
58	POZO EL MAYOR	11°13'38.94"N	74°11'55.10"O	N.D.
59	CONCEPCION	11°13'58.90"N	74°10'57.80"O	N.D.
60	POZO LAS VEGAS	11°13'42.24"N	74°11'30.90"O	54
61	POZO GALICIA	11°14'32.16"N	74°10'40.32"O	26
62	POZO BASTIDAS	11°14'21.41"N	74°10'47.32"O	51
63	POLISUR	11°13'19.60"N	74°10'42.90"O	68
64	UNIVERSIDAD N° 1	11°13'42.49"N	74°11'10.20"O	68
65	UNIVERSIDAD N° 2	11°13'14.31"N	74°10'57.45"O	68
66	UNIVERSIDAD N° 3	11°13'28.57"N	74°11'0.17"O	60
67	TAMACA	11°13'11.76"N	74°11'13.18"O	N.D.

---

---

68	INEM	11°13'30.90"N	74°10'14.70"O	N.D.
69	INEM 2	11°13'31.38"N	74°10'14.46"O	52
70	CANTILITO	11°13'41.50"N	74°9'6.00"O	30
71	N° 7 GAIRA	11°11'8.80"N	74°12'43.30"O	55
72	POZO B	11°12'33.91"N	74°10'6,81"O	50
73	POZO X	11°12'28.93"N	74° 9'59,23"O	41
74	TEYUNA	11°11'5.20"N	74°12'56.80"O	46
75	NARANJOS 1	11°10'51.45"N	74°12'34.21"O	N.D.
76	NARANJOS 2	11°10'51.33"N	74°12'57.89"O	50
77	LIBANO	11°12'42.20"N	74°10'33.60"O	43
78	SANTA CLARA	11°12'52.50"N	74°11'8.30"O	52
79	UNIVERSIDAD N° 5	11°13'15.70"N	74°10'31.30"O	63
80	UNIVERSIDAD N° 6	11°13'16.80"N	74°9'59.60"O	49
81	SENA	11°11'15.40"N	74°12'7.20"O	47
82	POZO NEVADA	11°13'15.93" N	74°10'13.69" O	49
83	POZO SENA 11	11°11'24.37" N	74°12'29.16" O	50
84	POZO MANUEL PERTUZ	11°13'51.26"N	74°12'31.40"O	N.D.
85	POZO EL TREBOL	11°13'8.58"N	74°11'17.62"O	N.D.

---

---

86	POZO EL TREBOL 2	11°13'10.60"N	74°11'24.41"O	N.D.
86	POZO COOTRANSMAG	11°13'10.19"N	74°11'16.14"O	N.D.
88	POZO EDS LA MILAGROSA	11°13'27.98"N	74°12'8.35"O	N.D.
89	POZO AUTOLAVADO MAX EXTREME	11°14'14.69"N	74°12'46.21"O	N.D.
90	POZO LUBRIWASH	11°14'8.02"N	74°12'18.92"O	N.D.
91	POZO FENOCO	11°15'2.43"N	74°11'34.02"O	N.D.
92	POZO 1 ALMENDROS	11°14'44.30"N	74°11'40.21"O	N.D.
93	POZO 2 ALMENDROS	11°14'53.79"N	74°11'36.43"O	N.D.
94	POZO BARON	11°15'3.46"N	74°11'38.19"O	N.D.
95	POZO LAVAUTOS EDUARDO JHONSON	11°15'11.17"N	74°11'53.11"O	N.D.
96	POZO LAVAUTOS EXPRESS	11°14'7.43"N	74°12'55.87" O	N.D.
97	POZO PIRRY WASH	11°14'4.77"N	74°12'10.25"O	N.D.
98	POZO POLIDEPORTIVO	11°14'15.59"N	74°11'34.38"O	N.D.
99	POZO ESTADIO	11°14'20.64"N	74°11'42.18"O	N.D.
100	POZO PALMA REAL	11°14'30.00"N	74°11'40.80"O	N.D.

---



---

101	POZO TROUT LASTRA			N.D.
	LTDA	11°14'27.35"N	74°11'37.76"O	
102	POZO LAVAUTOS			N.D.
	DONDE YECIT	11°14'38.80"N	74°12'10.94"O	
103	POZO MASTER WASH	11°14'19.84"N	74°12'15.64"O	N.D.
104	POZO EDS LA ONCE	11°14'43.21"N	74°12'10.72"O	N.D.
105	POZO POLIDEPORTIVO	11°13'19.83" N	74°10'58.58" O	N.D.
106	POZO COOTRANSA	11°13'55.52"N	74°11'44.63"O	N.D.
107	POZO LAVAUTOS EL			N.D.
	HERMANO	11°13'51.4" N	74°11'12,9" O	
108	POZO LAVAUTOS LA			N.D.
	ESTRELLA	11°13'51.3" N	74°11'14,7" O	
109	POZO PANTANO	11°14'17.82"N	74°10'24.06"O	N.D.
110	POZO LOLO WASH	11°14'16.60"N	74°10'46.84"O	N.D.
111	POZO LAVAUTOS LOS			N.D.
	CANARIOS	11°13'51.81"N	74°11'10.82"O	
112	POZO CASTULO GARCIA	11°13'50.58"N	74°11'29.96"O	N.D.
113	POZO LA BOMBONERA	11°13'52.90"N	74°10'33.37"O	N.D.
114	POZO EL CERRITO	11°13'48.43"N	74°11'28.63"O	N.D.

---

115	POZO LAVADERO ZUCA	11°10'38.44"N	74°13'44.32"O	N.D.
116	POZO SANDRA RIVERA	11°11'8.24"N	74°13'28.75"O	N.D.
117	POZO AUTOSPA 77	11°11'50.64"N	74°13'33.07"O	N.D.
118	POZO LAVAUTOS LA PERLA	11°12'10" N	74°13'34,7" O	N.D.
119	AUTOLAVADO ARRECIFE	11°12'5.80"N	74°13'32.16"O	N.D.
120	POZO DISTRACOM	11°13'13.32"N	74°10'38.33"O	N.D.
121	POZO 4 CANCHA SENA	11°11'36.34"N	74°12'1.61"O	N.D.
122	POZO UT CIUDAD DEL MAR	11°12'10.91"N	74°11'37.69"O	N.D.
123	POZO TECNOAGUAS	11°12'18.06"N	74°11'39.91"O	N.D.
124	POZO LAVAUTOS JAVI	11°12'41.43"N	74°11'17.13"O	N.D.
125	POZO VIVES Y CIA	11°11'33.68"N	74°12'22.87"O	N.D.

*Tabla 3 puntos de captación de aguas subterráneas. Fuente: DADSA 2018*

Por lo anterior, se puede identificar los principales actores y presiones sobre el sistema acuífero de Santa Marta, y la necesidad de ejercer actividades de monitoreo sobre el mismo para identificar posibles impactos; además la información suministrada por la tabla 1, permite hacer una aproximación para delimitar el campo de acción de la red y realizar un trazado geográfico del acuífero, como lo es el mapa de pozos que maneja la entidad.

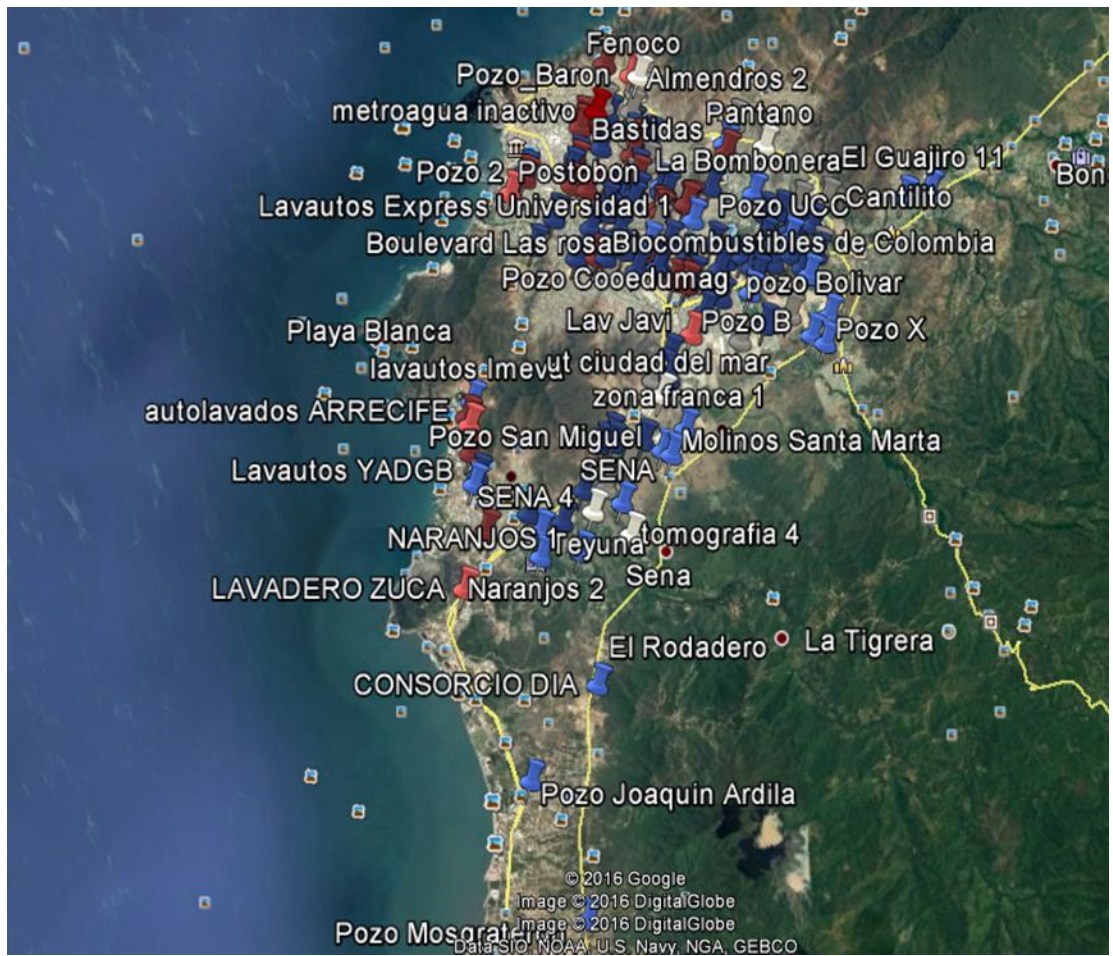


Imagen 4, Mapa de pozos del Distrito. Fuente: DADSA2018

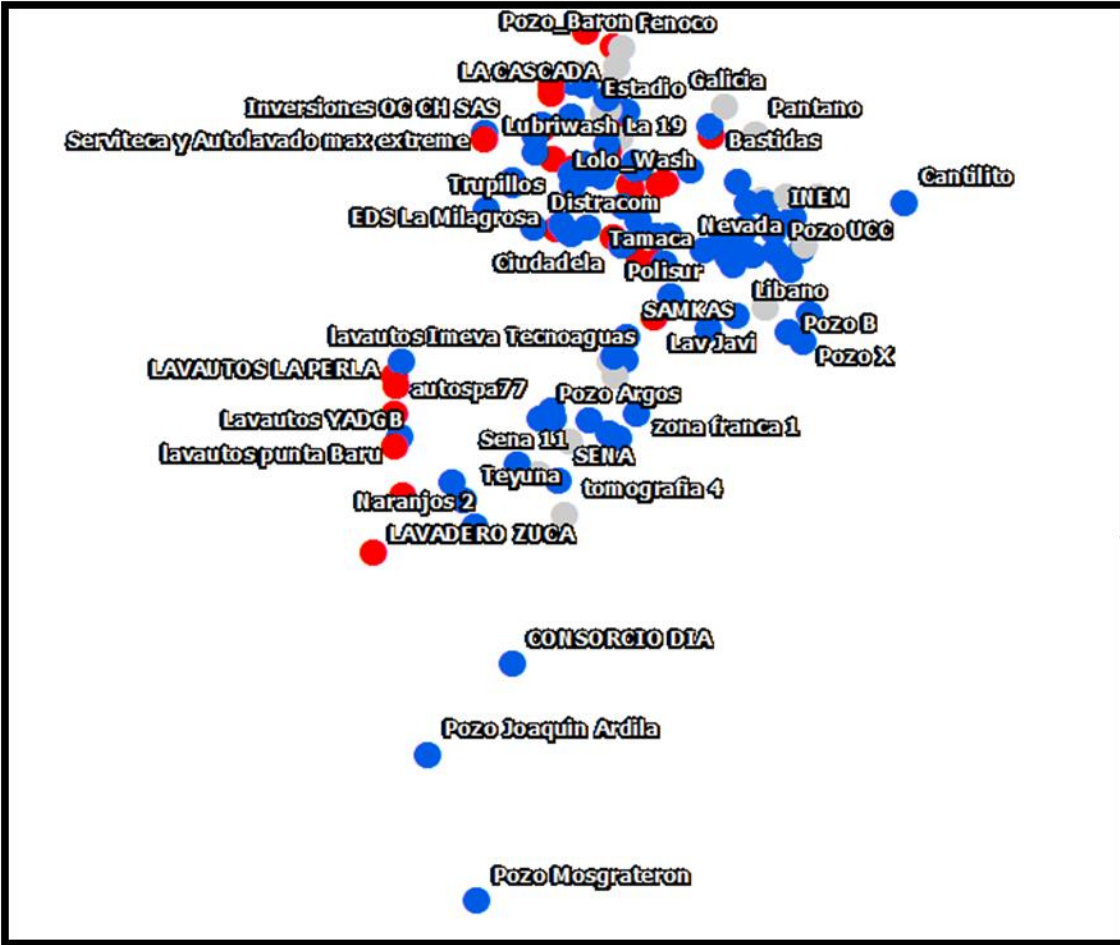


Imagen 5, puntos de captación. Fuente: DADSA 2018

Así mismo, cabe resaltar que se han identificado 44 sistemas de acuíferos en el territorio nacional, los cuales han sido clasificados y codificados de acuerdo con la provincia hidrogeológica donde se encuentran. En este sentido existen 3 clasificaciones posibles: sistemas acuíferos de las provincias hidrogeológicas montanas e intra-montanas, sistemas acuíferos de provincias pericratónicas y sistemas acuíferos de provincias costeras e insulares (IDEAM, 2013); siendo este último sistema al cual pertenece el de la ciudad de Santa Marta, como se puede identificar en la imagen 5, que a su vez pertenece a la provincia Hidrogeológica de Sinú – San Jacinto.

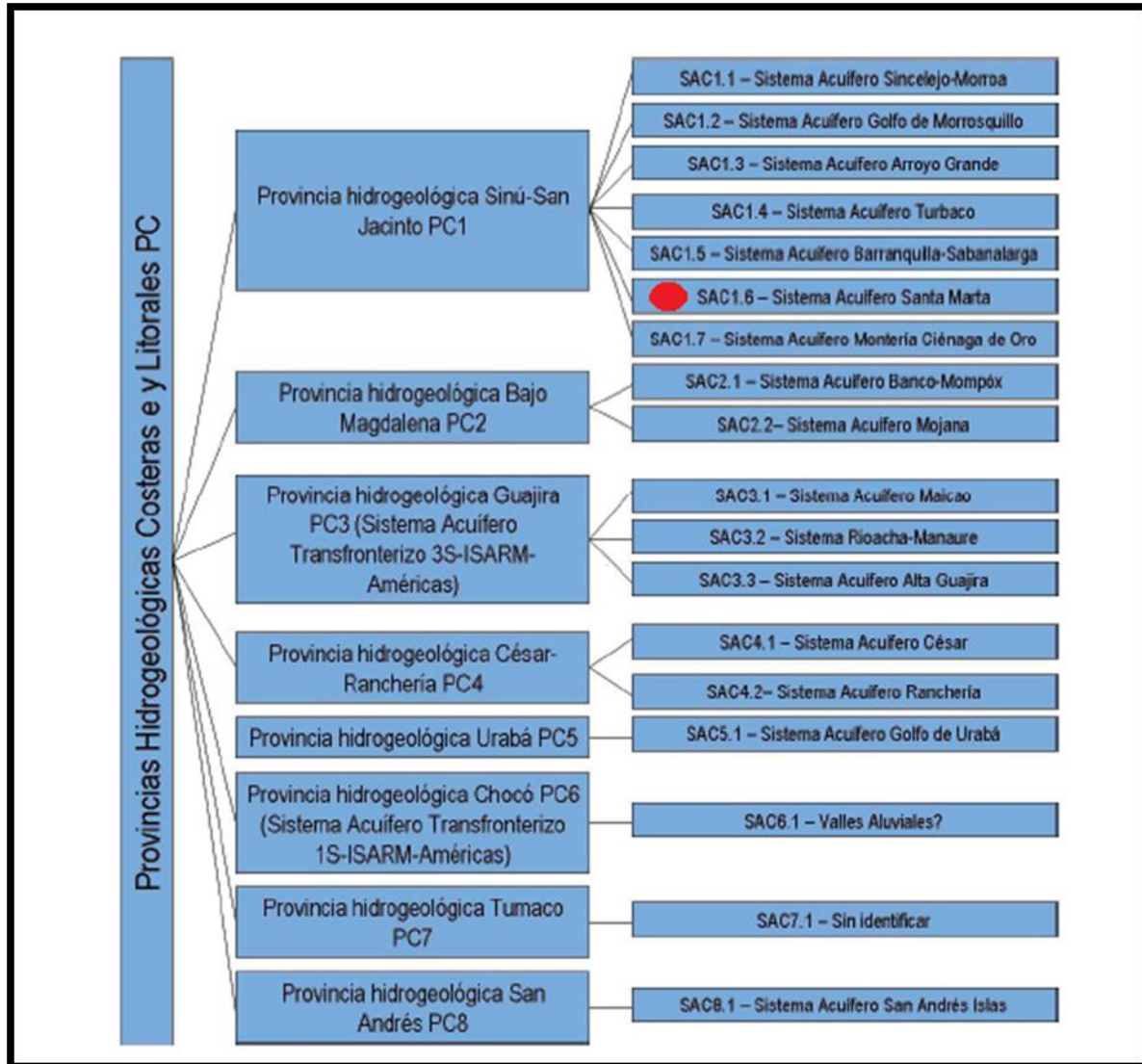


Imagen 6, clasificación del sistema de acuífero. Fuente IDEAM 2010

## 11 Marco Teórico

Para realizar el diseño de nuestra propuesta de realización de una red de monitoreo del acuífero de Santa Marta, tendremos en cuenta los siguientes temas, los cuales están inmersos en este trabajo. La escasez de agua es un problema mundial que ha venido afectando a la humanidad a través de los años, no porque sea escaza, sino por la falta de acceso de la misma.

La disponibilidad de los recursos hídricos no es la misma en los diferentes continentes, en cada uno de ellos existe disparidad entre regiones, algunas de las cuales se encuentran en situaciones extremas de desarrollo, en donde se pueden detectar grandes diferencias entre ciudades, pueblos y comunidades de la misma región.

La escasez de agua dulce puede generar conflictos tanto entre países como dentro de un mismo país o región. Algunos líderes mundiales ya han anunciado que el acceso al agua dulce será una de las principales fuentes de conflicto en el mundo, de hecho, ya hace tiempo que es motivo de disputa entre países. A lo largo de la historia de la humanidad, asegurar el acceso al agua dulce ha sido vital para la estabilidad social de las culturas y las civilizaciones.

- Pall Corporation (NYSE:PLL) dono un sistema para el filtrado del agua capaz de brindar agua potable a 60.000 personas por día en el marco de los esfuerzos de ayuda a causa del tsunami. El sistema de Pall reemplazara el sistema para el tratamiento del agua que fuera destruido en la provincia Aceh de Sumatra, Indonesia. El sistema de osmosis inversa, que utiliza los módulos Disc Tube (TM) inventados por la compañía, convierte agua de muy mala calidad en agua potable en un solo paso. Dado que no requiere de ningún tratamiento previo, el agua potable puede ser utilizada inmediatamente. (NoticiasFinancieras, Proquest, 2005).

- La multinacional Procter & Gamble (P&G) está trabajando con un grupo sin fines de lucro para distribuir sistemas de purificación de agua. Para lograrlo, coordinara sus tareas con la red Population Services Internacional, que opera como un conglomerado de grupos comunitarios, para proveer una solución junto con sus purificadores de agua marca PUR, a los consumidores, a un precio aproximado de 0.13 dólares cada uno. La solución proporcionada cuando se mezcla con 10 litros de agua en un contenedor proporcionado por la compañía permite que las impurezas y los contaminantes se separen del agua; después se filtra el agua con un paño. P&G ha abastecido a otros países, como Haití, pero esta es la primera vez que empleara su propia infraestructura de distribución. (NoticiasFinancieras, Proquest, 2006).
- Prospero Group (OTC: PRPG), a través de su principal accionista, Cavitation Concepts Corporation Limited, ha avanzado durante el año pasado hasta comenzar a comercializar máquinas productoras de agua en las Bahamas, América central y Sudamérica. Los acuerdos finales se han desarrollado junto a Advanced Cavitation Technologies, Planets Purest Water e Island Sky, además de con otras energías alternativas y con Atmospheric Water Vapor Technologies. Atmospheric Water Generating Technologies, Planets. Purest Water e Island Sky ponen en funcionamiento y comercializan estos productos como distribuidores en exclusiva bajo Sky Water Bahamas Limited. Los pedidos pendientes superan los 15.000 generadores de agua del aire. Ya se han vendido unas 1.500 unidades, y se entregarán antes de finales de febrero. Prospero Group contratará a entre 6 y 10 personas como trabajadores, empleados de reparto y mantenimiento en cada una de las ciudades más importantes. Para comenzar de forma rápida con las operaciones, Planet Purest Water ha llegado a un acuerdo con nuestra compañía de distribución para un mínimo de 15.000 sistemas Atmospheric Water Generating (AWG) durante el primer año de puesta en funcionamiento. Además, 25.000 unidades adicionales asegurarán un

total de cerca de 40.000 unidades desplegadas el año siguiente en las operaciones. Pyramid Power y el sistema operativo ACT ("WETTECH") Water & Energy Turbine Technology son los sistemas de aplicación para la producción de su agua potable de coste contenido y electricidad alternativa. Está previsto que las primeras unidades se desplieguen en Nassau antes del 1 de marzo de 2009, instalándose en Whale Point (Eleuthera, las Bahamas). La tecnología AWG (generación de agua del aire) condensa la humedad del aire, y la purifica en un grado superior de agua purificada potable. Aunque ese principio y tecnología son conocidos, la aplicación de AWG es nueva, y el agua recolectada se purifica y almacena en lugar de ser desechada. Estas unidades varían respecto a su tamaño y capacidad de producción, desde una unidad para mesa que produce 3 galones de agua diarios hasta un sistema de enfriamiento de agua que logra producir hasta 14 galones al día. Las unidades industriales pueden producir hasta un total de 1.100 galones de agua diarios, y pueden utilizarse con energía solar. Las unidades están disponibles para aplicaciones múltiples, desde estudios y pequeños apartamentos a negocios, aeropuertos, bases militares, centros de ocio, embarcaciones y agencias de ayuda en los desastres para el suministro de agua de emergencia (como huracanes en la región del Caribe). Los sistemas de purificación de agua y energías alternativas, junto a otras tecnologías avanzadas, generarán ingresos y beneficios para asegurarse del éxito de las operaciones de Prospero Group en el futuro. (America), Proquest, 2009).

- DARMSTADT, Alemania, 27 de enero de 2015 /PRNewswire/ -- [Merck Millipore], la división de Ciencias de la Vida de [Merck], ha anunciado hoy el lanzamiento de sus sistemas de purificación de agua AFS® 40E / 80E / 120E y 150E. Estos nuevos sistemas se han desarrollado para proporcionar a los laboratorios clínicos una solución económica y fiable de purificación de agua para volúmenes diarios de agua de hasta 3.000 l. Los sistemas AFS® 16DOE / 80E / 120E y



150E emplean dos potentes tecnologías para producir agua de calidad que cumpla la norma de Agua de grado reactivo para laboratorios clínicos del Clinical and Laboratory Standards Institut® (CLSI®). La probada tecnología de vanguardia Elix® de electrodesionización (EDI) asegura una calidad constante del agua con costes de funcionamiento bajos y predecibles, mientras que la exclusiva tecnología E.R.A.[circumflex],,ç (Evolutive Reject Adjustment ) tiene en cuenta la calidad del agua de alimentación para optimizar de forma automática su recuperación, y reducir los costes de consumo de agua. Como indica John Sweeney, Director de la Unidad de negocio Lab Solutions de Merck Millipore, «los directores de los laboratorios biomédicos están bajo constante presión para evitar los periodos de parada de los analizadores clínicos." Y explica: "el agua es el reactivo líquido utilizado con más frecuencia en los analizadores clínicos y, para los laboratorios donde se manejan miles de muestras al día, la elección del sistema de purificación de agua es fundamental para proporcionar agua purificada de alta calidad y un funcionamiento fluido». Nuestros sistemas AFS ® 40E / 80E / 120E y 150E incorporan las tecnologías más recientes, para un rendimiento robusto y fiable. Nuestro objetivo es contribuir a que los laboratorios biomédicos sean más productivos, y estos sistemas AFS® hacen exactamente eso. Los sistemas AFS® 40E / 80E / 120E y 150E ofrecen también a los usuarios una potente supervisión en tiempo real las 24 horas del día, los 7 días de la semana, y control remoto de sus sistemas de purificación de agua, así como una nueva generación de servicios mejorados. Estas características de supervisión avanzadas, junto con un nivel de servicio sin precedentes, contribuyen también a maximizar el tiempo de funcionamiento del analizador. Los sistemas han sido diseñados para proporcionar un diagnóstico remoto rápido y preciso, y ofrecer un servicio proactivo con el fin de evitar periodos de parada. El servicio se inicia con un análisis del agua de alimentación realizado por un ingeniero certificado del servicio

técnico de Merck Millipore antes de la instalación del sistema. Luego, con el tiempo, los usuarios pueden asegurar el mejor mantenimiento de su sistema de purificación de agua AFS® E con un plan de mantenimiento Watercare Pact personalizado. Con su nueva gran pantalla táctil, el sistema está diseñado para un funcionamiento intuitivo y para dar apoyo al usuario con fáciles instrucciones paso a paso durante el mantenimiento sistemático. Nunca ha sido más fácil interactuar con el sistema de purificación de agua. Para una mayor flexibilidad, también puede accederse a la interfaz del sistema desde otro lugar, usando un PC, una tableta o un teléfono inteligente a través de un navegador. Portátil y personalizable, la nueva gama está diseñada para hacer el mejor uso del espacio del laboratorio. Los sistemas compactos y silenciosos están montados sobre ruedas, y pueden desplazarse por el laboratorio, o a otra ubicación, dependiendo de los requisitos del laboratorio. Los usuarios del sistema AFS® E pueden elegir entre una serie de opciones y accesorios para satisfacer sus requisitos específicos, como son, entre otros, un monitor de carbono orgánico total (TOC) en línea, una opción de desgasificación y una válvula de muestreo sanitario. (America), Proquest, 2015).

## **12 Red De Monitoreo De Aguas Subterráneas: Definición**

En términos generales el monitoreo ha sido definido como la observación continua con métodos estandarizados del medio ambiente (UNESCO, WHO. 1978). De manera particular, el monitoreo del agua subterránea puede ser entendido como un programa diseñado científicamente de continua supervisión que incluye observaciones, mediciones, muestreo y análisis estandarizado metodológicamente y técnicamente de variables físicas, químicas y biológicas seleccionadas con los siguientes objetivos (VRBA, SOBLSEK. 1988):

- Colectar, procesar y analizar los datos sobre la cantidad y calidad de las aguas subterráneas como línea base para reconocer el estado y las tendencias a nivel de pronóstico debida a procesos naturales e impacto por actividad antrópica en tiempo y espacio.
- Proveer información para el mejoramiento en la planeación y diseño de políticas para la protección y conservación de las aguas subterráneas.

Una red de monitoreo es generalmente todo sistema conformado por un conjunto de pozos de observación pudiéndose acoplar también pozos de extracción o producción con el fin de realizar el monitoreo del agua subterránea. Se entenderá por pozo de observación a un pozo sin bomba, sin extracción de agua, que tiene preferiblemente su filtro en un solo acuífero y en el que se instala un equipo con el que se puede medir el nivel del agua. (Custodio y Llamas, 2001: p.1441).

### **12.1 Ventajas Y Beneficios De Una Red De Monitoreo**

- Toma adecuada de decisiones en relación al recurso hídrico.
- Tener una mejor base para la investigación del comportamiento de las aguas subterráneas. La red de monitoreo es una gran herramienta debido a que suministra datos continuos y sistematizados por lo que produce un mayor respaldo en el análisis y toma de decisiones respecto al agua subterránea.
- Ayuda a mejorar la planeación, desarrollo, protección y manejo de las aguas subterráneas, anticipando o controlando la contaminación, sí se monitorean aspectos químicos, y los problemas de sobreexplotación o degradación de las mismas.

- El beneficio es observable si el monitoreo forma parte integral de un proceso de gestión y evita que se pierdan fuentes valiosas de agua subterránea y se incurran en tratamientos costosos de remediación del acuífero.

## 12.2 Ciclo De Monitoreo

El primer paso para un adecuado sistema de prevención hidrogeológica, es la instalación de una red para el monitoreo de niveles, caudales y calidad del agua subterránea. El término monitoreo implica seguimiento y, por lo tanto, se refiere a mediciones y muestreos reiterados y periódicos. En la figura, se sintetiza un ciclo idealizado, de las fases que integran las tareas de monitoreo (Auge, 2006).

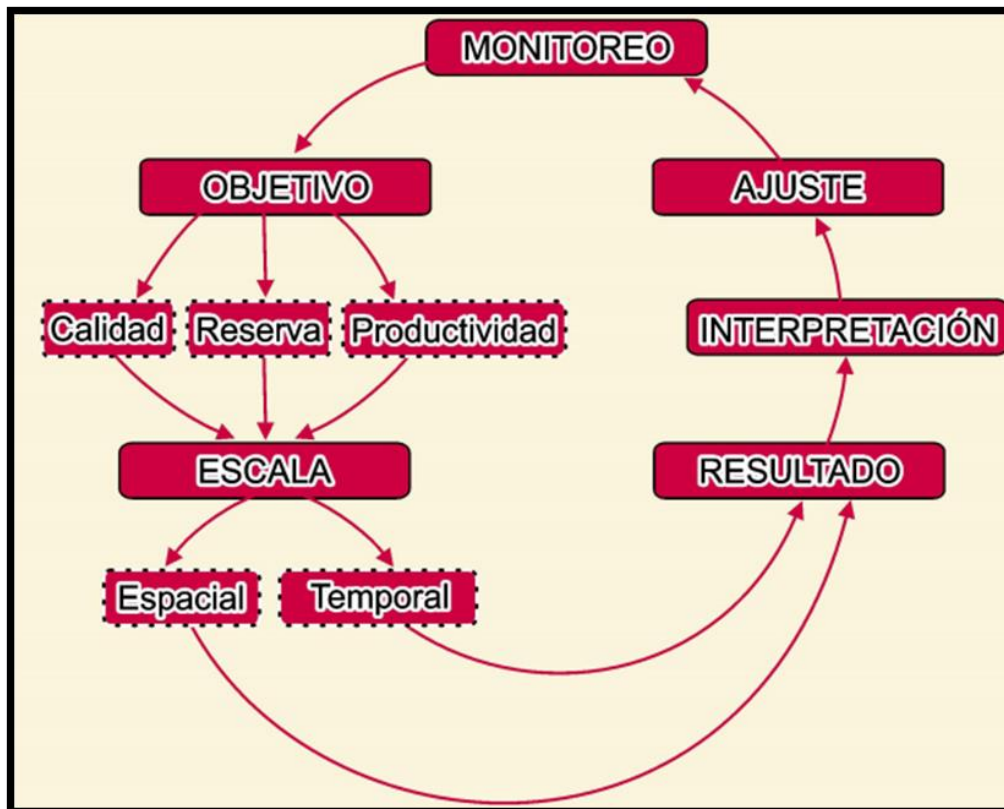


Imagen 7, ciclo del monitoreo (Auge 2006)

### 12.3 Objetivos del monitoreo

En la generalidad, el monitoreo tiene por finalidad establecer las características y el comportamiento hidrogeológico, así como sus posibles variaciones, tanto espaciales como temporales. Las propiedades comúnmente monitoreadas de los acuíferos son:

- a) **Calidad:** comprende tanto la composición química como biológica. Todo muestreo destinado a conocer la calidad de un acuífero, debe permitir una caracterización aérea y espacial representativa del mismo. Estos puntos se tratarán detalladamente en el ítem escala por lo que aquí se hará referencia a otros, que también resultan trascendentes, para una correcta interpretación del tema como: forma de realizar el muestreo; preservación de las muestras; equipamiento y laboratorio. El primer punto a considerar para lograr un muestreo representativo es asegurarse de que la muestra provenga efectivamente del acuífero en el momento de la toma y por ende, que no sea agua almacenada en el pozo durante un lapso relativamente prolongado. En este sentido y pese a que el ámbito de influencia en el acuífero, debido a la extracción en el pozo, varía significativamente en función del caudal y, de los parámetros y propiedades hidráulicas subterráneas (permeabilidad, transmisividad, porosidad, continuidad, heterogeneidad, anisotropía).
- b) **Reserva:** se trata de determinar la variación en el volumen del acuífero, aunque hay que tener en cuenta el tipo de acuífero a monitorear: Cuando se trata de un acuífero libre la variación vertical de la superficie freática, en función de la porosidad efectiva y el área involucrada, permite establecer las modificaciones volumétricas de la reserva. En el caso de un acuífero cautivo o confinado, la variación en la posición de su superficie piezométrica, es función de diferencias en la presión hidráulica. En los acuíferos semiconfinados, la modificación en la

posición de su superficie hidráulica, puede provenir de variaciones en la presión hidráulica, de cambios en el volumen almacenado, o de ambos.

c) **Productividad:** este aspecto va relacionado con la extracción del recurso que se hace por medio de los pozos de producción existentes en el acuífero. La reserva también depende de la productividad ya que a mayor producción de los pozos se da una disminución en la reserva.

#### **12.4 Escala**

La síntesis de toda investigación hidrogeológica, incluido el monitoreo, es su representación cartográfica, y para ello resulta imprescindible que los mapas estén confeccionados a escala.

- **Escala espacial:** Es la relación de la escala real del ámbito monitoreado y del mapa correspondiente. Más adelante se hace una clasificación de la red de monitoreo según la escala espacial usada.
- **Escala temporal:** Es la frecuencia con que se efectúan los registros del monitoreo y depende fundamentalmente de la finalidad del mismo.

#### **12.5 Resultados**

Esta etapa debe ser manejada por los técnicos especializados en la medición de los parámetros que se obtendrán de la red y que estén familiarizados con el objetivo de ésta, ya que así se obtendrán los resultados deseados al fin perseguido.

## **12.6 Interpretación**

Al igual que el aspecto anterior esta etapa debe ser realizada por técnicos especializados al tema, debido que aquí es donde se logra obtener la información deseada de la variación de la cantidad y la calidad del agua en el acuífero por lo que la interpretación es necesario que se haga por gente que esté familiarizado previamente con los aspectos y características del acuífero, así como de los conceptos necesarios para una mejor interpretación.

## **12.7 Ajuste**

Una vez obtenido los resultados y la interpretación de los datos se toma la decisión sobre si la red de monitoreo está cumpliendo con la función deseada, sino hay que replantearse las escalas usadas, el equipo utilizado y la cantidad de pozos que conforma la red, y así replantear el sistema para poder alcanzar el fin deseado y empezar con un nuevo ciclo de monitoreo.

## **12.8 Criterios Para El Desarrollo De Una Red De Monitoreo De Aguas Subterráneas**

Para desarrollar una red de monitoreo se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Diseño de red:
  - El programa debe adaptarse a objetivos previamente definidos.
  - Debe entenderse con antelación el sistema del flujo de agua subterránea.
  - Los sitios de muestreo y los parámetros por monitorear son seleccionados de acuerdo con los objetivos.
- b) Implementación del sistema:
  - Deben utilizarse pozos de observación o extracción apropiadamente construidos.

- El equipo de campo y las instalaciones de laboratorio debe ser apropiado a los objetivos.
- Debe establecerse un protocolo completo de operación, así como un sistema de manejo de datos.
- Debe integrarse el monitoreo del agua subterránea y el del agua superficial cuando proceda.

c) Interpretación de los datos:

- Debe verificarse regularmente la calidad de los datos mediante controles internos y externos.
- A los tomadores de decisiones deben proporcionárseles conjuntos de datos ya interpretados y que sean relevantes para la gestión.
- El programa debe ser evaluado y revisado periódicamente.

La eficacia del monitoreo del agua subterránea se puede aumentar considerablemente si, además de poner atención en el diseño de la red, la implementación del sistema y la interpretación de los datos, también:

- Se utilizan los datos obtenidos en actividades previas de monitoreo de la mejor manera posible.
- Se seleccionan los sitios de monitoreo para que, en la medida de lo posible, sean de fácil acceso.
- Se utilizan parámetros indicadores al máximo con objeto de reducir los costos de los análisis.
- Se promueve que los usuarios realicen un auto-monitoreo complementario.
- Se incorporan procedimientos de control y aseguramiento de calidad.



## 12.9 Clasificación De Las Redes De Monitoreo

Una red de monitoreo está formada normalmente por un conjunto de pozos de observación acoplado con una selección de pozos de extracción. Dicha red se diseña de forma que se tenga acceso a los datos requeridos del recurso de agua subterránea. Los sistemas y redes de monitoreo se clasifican en tres grupos principales, que no son mutuamente excluyentes:

Referenciar

SISTEMA	FUNCIÓN BÁSICA	UBICACIÓN DE LOS POZOS
<b>Primario (Monitoreo de Referencia)</b>	evaluación del comportamiento general del agua subterránea: <ul style="list-style-type: none"> <li>● las tendencias resultantes de cambios en el uso del suelo y la variación climática</li> <li>● los procesos tales como recarga, flujo y contaminación difusa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● en zonas con hidrogeología y uso del suelo uniformes</li> </ul>
<b>Secundario (Monitoreo de Protección)</b>	protección contra impactos potenciales en: <ul style="list-style-type: none"> <li>● un recurso de agua subterránea que sea estratégico</li> <li>● los campos de pozos o manantiales para abastecimiento público de agua</li> <li>● la infraestructura urbana por el asentamiento del suelo</li> <li>● el afloramiento del manto freático en sitios arqueológicos</li> <li>● los ecosistemas que dependen del agua subterránea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● alrededor de las zonas, instalaciones o sitios peculiares que requieran protección</li> </ul>
<b>Terciario (Contención de la Contaminación)</b>	alerta oportuna del impacto en el agua subterránea por: <ul style="list-style-type: none"> <li>● el uso agrícola intensivo del suelo</li> <li>● las industrias</li> <li>● los rellenos sanitarios y depósitos no controlados de basura</li> <li>● las zonas de recuperación de suelos</li> <li>● las minas y canteras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● inmediatamente gradiente arriba o gradiente abajo de de la situación que represente el peligro</li> </ul>

Imagen 8, clasificación de los sistemas de monitoreo. Fuente (grupo base del GW.MATE 2002-2006)

(Foster et al, 2006) afirma que los Sistemas Primarios sirven para detectar cambios generales en el flujo del agua subterránea y sus tendencias de calidad, con objeto de aportar el conocimiento científico necesario para entender el recurso de agua subterránea; mientras que

los Sistemas Secundarios y Terciarios son para evaluar y controlar el impacto de riesgos específicos del agua subterránea.

### **12.10 Tipo De Pozos**

De gran importancia para una red de monitoreo, son los pozos que la conforman, ya que por medio de estos es como se pueden medir los parámetros requeridos para la observación e interpretación del comportamiento del acuífero. En general existen dos tipos de pozos que pueden conformar la red como se describen a continuación (Chávez & Pastora, 2007)

- a) Pozos convencionales: son pozos construidos para realizarse la observación, donde se colocan los piezómetros. Existen tres tipos de piezómetros, sencillos, dobles y múltiples. Los segundos se instalan para considerar la evaluación simultánea de dos niveles de acuíferos. Los de tipo múltiple se utilizan cuando se van a evaluar más de dos niveles de acuífero. Pueden ser más económicos y se instalan de acuerdo con la experiencia, el conocimiento geológico y las necesidades de muestreo. Cuando se trata de acuíferos confinados y profundos se debe evaluar cada caso y determinar si se requieren multipozos en un solo punto para muestreo de varios acuíferos o muestreo puntual de un acuífero en particular.
  
- b) Pozos no convencionales: Estos pozos corresponden a aquellos abandonados que eventualmente se adecuan como pozos de monitoreo por razones económicas. Deben cumplir con especificaciones mínimas relacionadas con el reconocimiento de su diseño, captar únicamente el acuífero objeto de monitoreo y cumplir con disposiciones sanitarias que impidan el acceso de contaminantes desde la superficie.

En algunos casos se utilizan pozos de producción como pozos de monitoreo, pero los procedimientos de muestreo y toma de datos deben considerar un estado estático y una purga adecuada. En todos los casos los pozos de monitoreo deben cumplir con lo siguiente:

- Contacto hidráulico al acuífero.
- Columna de agua mínima esperada en el pozo debe ser suficiente para la instalación del equipo de monitoreo.
- Estar georreferenciados y nivelados.
- Cumplir con disposiciones sanitarias (cerramiento, tapa de seguridad y sello sanitario).
- Tener zonas de protección definidas.
- Tener una ficha en la base de datos del sistema de monitoreo que incluya codificación, fotografía del pozo, características de diseño, fecha de instalación, propiedades hidráulicas del acuífero y del pozo obtenidas a partir de pruebas de bombeo, opcionalmente descripción de sistema de recepción y transmisión de datos, fechas de limpieza, desarrollo y mantenimiento.

### **12.11 Tecnología Necesaria Para Una Red De Monitoreo**

Un buen diseño y construcción para una red de monitoreo se basa, entre otros aspectos, en la selección y calidad de los sistemas seleccionados para medir niveles piezométricos y parámetros químicos; se debe diferenciar entre una red de seguimiento de los niveles piezométricos y red de control de calidad de las aguas, ya que de ello depende los sistemas de medición que se pretendan utilizar. A continuación, se presenta una breve introducción sobre los sistemas que se utilizan para el monitoreo de las aguas subterráneas (Chávez & Pastora, 2007)

### **12.12 Medición de los niveles piezométricos**

La importancia de este parámetro y de su medida ha generado un importante desarrollo tecnológico destinado a la obtención en continuo del nivel piezométrico, siendo las soluciones adoptadas diferentes en función del sensor utilizado y del principio físico en el que se basan. En la elección del tipo de instrumento, se debe tener en cuenta varios factores, como es el elemento de medida, tipo de alimentación que requiere el sistema (baterías) y el método de captura de datos a emplear.

Muchos son los métodos actuales de monitoreo de las variaciones de nivel de la lámina de agua; se describen a continuación y que deberán elegirse según las características del punto de medida, la precisión requerida y el presupuesto con el que se cuente.

### **12.13 Sensores**

**Sensores Mecánicos:** Consisten en un sistema de flotador y contrapeso, conectados por un cable (cinta perforada o cuerda con bolas (cuentas) adheridas) que gira en función de las oscilaciones del nivel del agua. Estos giros en los sensores, se transforman en señales eléctricas mediante potenciómetros o mediante codificadores angulares.

Los primeros lo hacen a través de un sistema electromecánico de pequeños engranajes y los codificadores mediante un sistema electrónico de funcionamiento magnético u óptico. Los últimos ofrecen una mayor precisión al digitalizar la señal eléctrica, aunque la elección del convertidor depende además del presupuesto, la alimentación y la durabilidad.

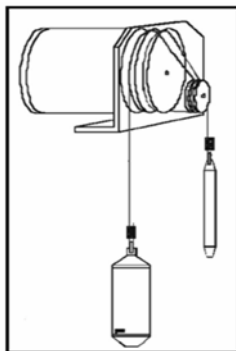


Imagen 9, sensor mecánico (Chávez & Pastora, 2007)

Sensores de Presión: La medida obtenida con estos sensores, aprovecha la propiedad de algunos materiales que cuando son sometidos a una corriente eléctrica, se produce una variación en ésta debido a la deformación del material por la presión de la columna de agua. De esta forma, la variación de tensión eléctrica será proporcional a la altura de la columna de agua existente sobre el sensor. Este dispositivo eléctrico es denominado transductor de presión, hablándose de sensores piezoresistivos cuando el material sea sílice y de células capacitivas cuando se trate de materiales cerámicos.

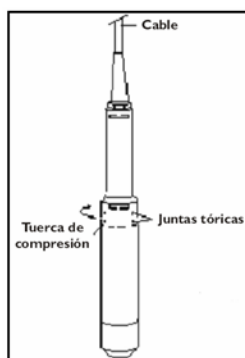


Imagen 10, Sensor de Presión (Chávez & Pastora, 2007)

#### **12.14 Medición de calidad del agua subterránea**

La preocupación por la calidad de las aguas subterráneas ha permitido un importante desarrollo en las tecnologías que permiten caracterizar el agua en función de ciertos parámetros fisicoquímicos. De esta forma, hoy en día, los sensores más frecuentes suelen medir: temperatura, pH, potencial redox (ORP), conductividad, oxígeno disuelto, turbidez, entre otros. Existen otros parámetros donde los equipos resultan demasiado costosos y necesitan una calibración frecuente, como son por ejemplo el cloro libre residual, aceite en aguas, fosfato, amonio, fluoruros y nitratos.

Actualmente se dispone de sondas multi-paramétricas que integran varios sensores en su interior de forma modular pudiendo obtener diferentes combinaciones de sensores según las necesidades del usuario.

#### **12.15 Problemas Y Limitaciones En El Monitoreo De Aguas Subterráneas**

Se describen a continuación los problemas más comunes asociados al monitoreo de aguas subterráneas:

- Datos no adecuados (ausencia) de mediciones a largo plazo de niveles en pozos de monitoreo.
- Desconocimiento (en muchos casos) de los usuarios de agua subterránea, cuanto explotan y los regímenes de extracción.
- Se verifica que la sociedad deja para el gobierno la tarea de controlar/manejar el recurso hídrico subterráneo.
- En Latinoamérica el gobierno es poco actuante.
- Se establecen leyes, pero no se cumplen.

- Poca motivación de la sociedad (incluyendo usuarios) a participar de un programa de manejo de aguas subterráneas.

## **13 Gestión Para La Implementación De Una Red De Monitoreo**

### **13.1 Proceso General Para La Gastón**

El proyecto para la red de monitoreo surge como una necesidad observada por la oficina ambiental del DADSA, autoridad ambiental del Distrito puesto que al ver la cantidad de pozos que se venían ejecutando de manera legal e ilegal en la ciudad, se logró identificar la necesidad de saber la explotación de dicho recurso puesto que en la ciudad no se tiene determinado ese dato ya que no se tiene ningún estudio hecho sobre la explotación del mismo, por esa razón se presente implementar dicho proyecto con el fin de gestionar los recursos y llegar a concientizar a las industrias y comunidades acerca del manejo sostenible de este mismo.

### **13.2 Etapas del Proyecto**

Las etapas del desarrollo del proyecto, se listan a continuación:

1. Adquisición del equipo que se utiliza: medición de niveles de agua, medición de parámetros químicos y la ubicación geográfica de cada pozo (Coordenadas Geográficas).
2. Consultorías para investigación de pozos que cumplen con los requerimientos para ser seleccionados en el muestreo.
3. Creación de base de datos sobre pozos seleccionados para el muestreo
4. Gestión de petición y permisos a las instituciones para instalar equipos de medición en aquellos pozos que son idóneos para complementar el proyecto.

5. Instalación de equipos para monitoreo y georreferenciación.
6. Primera recolección y presentación de la información.
7. Interpretación de la información
8. Entrega de resultados
9. Inauguración de la red de monitoreo.

### **13.3 Criterios para la selección de pozos**

Los criterios en los que se basaran para la selección de los pozos que conforman la red de monitoreo son:

1. Contacto hidráulico al acuífero.
2. Columna de agua mínima esperada en el pozo debe ser suficiente para la instalación del equipo de monitoreo.
3. Que se encuentren dentro de zonas que pertenezcan a instituciones públicas (zonas verdes municipales, plantas de bombeo, zonas de riego y escuelas).
4. Pozos que cuenten con vigilancia permanente.
5. Accesibilidad.
6. Sin obstrucción.
7. Con agua.



### **13.4 Desarrollo del título del proyecto- Project chárter**

El título de dicho proyecto se presenta en base a la necesidad que tienen las ciudades en general en cuidar, proteger y mantener los recursos naturales que se están viendo sobreexplotados, utilizados y deteriorando por causa de actividades antrópicas, además que este recurso específicamente en la ciudad se viene utilizando para diversas actividades tanto agrícolas como industriales y a su vez incluyen el consumo humano sin determinación de los parámetros químicos o biológicos que pueda tener dicho recurso, puesto que como se mencionó anteriormente no existe un estudio técnico sobre la calidad y la cantidad de agua que estamos usando.

## **14 Desarrollar un plan de gestión de proyectos**

### **14.1 Plan de gestión del alcance**

#### **14.1.1 Plan para la dirección del proyecto**

##### **14.1.1.1 Línea base del alcance.**

El propósito de monitorear los sistemas acuíferos de las aguas subterráneas en el Distrito de Santa Marta, obedece a atender las necesidades de la población, de manera que, analizando cada contexto, se definirán las necesidades de cada cuenca hidrográfica o unidad hidrogeológica, identificando prioridades y problemáticas, el conocimiento de la dinámica del recurso hídrico, influye directamente en el bienestar social y la prestación del servicio ecosistémico en las regiones.

## **14.2 EDT**

---

**Proyecto: CONSTRUCCION DE UNA RED DE MONITOREO DEL ACUIFERO  
PARA CONOCER SU CALIDAD, CANTIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD EN LA  
CIUDAD DE SANTA MARTA**

---

### **1. Red de monitoreo**

#### **1.1.Gestión del proyecto**

- 1.1.1. Descripción del trabajo
- 1.1.2. Definición del alcance
- 1.1.3. Definición de los objetivos
- 1.1.4. Plan de riesgos
- 1.1.5. Plan de costos
- 1.1.6. Plan de comunicaciones
- 1.1.7. Plan de compras
- 1.1.8. Seguimiento y control
- 1.1.9. Cierre del proyecto

### **2. Establecer línea base**

- 2.1.1. Estudio preliminar de la zona
  - 2.1.2. Definición de la metodología
-

---

2.1.3. Simulacro de toma de muestras

2.1.4. Búsqueda del laboratorio de análisis

### **3. Planificación del proyecto**

3.1.Preparación del ambiente de desarrollo

3.2.Definición de funciones

3.3.Determinación de contratos y alianzas

3.4.Implementación de la red de monitoreo

3.4.1. Base de datos

3.4.2. Toma de muestras

3.4.3. Presentación de resultados

### **4. Análisis legal**

4.1.Revisión contratos actuales con laboratorios.

4.2.Análisis implicaciones legales soluciones tecnológicas.

4.3.Análisis implicaciones legales en confiabilidad de los resultados.

### **5. Solución técnica**

5.1.Especificaciones del diseño

5.2.Implementación del software para modelar los datos

5.3.Implementación del equipo a utilizar

---

---

5.4. Definición de la metodología de toma de muestras

## **6. Puesta en marcha**

### **6.1. Construcción del grupo de trabajo**

6.1.1. Organización del equipo de investigación

6.1.2. Incorporación nuevo personal

6.1.3. Implantación de las funciones de soporte

6.1.4. Ejecución planes de gestión del cambio y formación.

## **7. Resultados del proyecto**

7.1. Documento de entrega a operaciones

7.2. Presencia de medios

7.3. Entrega de conclusiones

7.4. Redes sociales

7.5. Campaña de lanzamiento y finalización del proyecto

---

**Fin del proyecto**

---

**Diccionario de la EDT del Proyecto**

<b>ETAPAS</b>	<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<b>RESPONSABLE</b>
<b>Etapa I</b>	Diagnostico	Empresa Contratada, Director de Proyecto
<b>Etapa II</b>	Caracterización	Empresa Contratada, Director de Proyecto
<b>Etapa III</b>	Factibilidad	Empresa Contratada, Director de Proyecto
<b>Etapa IV</b>	Construcción	Administración Distrital Cartagena de Indias, Director de Proyecto

---

Tabla 4, EDT del proyecto. Fuente: Autores

Diccionario De la EDT El diccionario es un documento que proporciona información detallada sobre los entregables.

<b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>1.1</b>	<b>Gestión del proyecto</b>
<b>OBJETIVO</b>	Gestionar el proyecto que tiene como fin realizar una red de monitoreo del acuífero de la ciudad de Santa Marta con el fin de conocer la calidad, cantidad y especificaciones del acuífero y agua que este almacena
<b>DESCRIPCION</b>	Documento formalmente aprobado que define como se va a gestionar el proyecto.
<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	Elaborar el alcance Elaborar la Planificación temporal Elaborar el Plan de costos Elaborar el Plan de riesgos Elaborar el Plan de comunicaciones Realizar el Control de calidad Elaborar el Plan de compras

Realizar Seguimiento y control

**ASIGNACION DE**

Responsable: líder del proyecto

**RESPONSABILIDADES**

*Participa y apoya:* Equipo del proyecto

Revisa y aprueba: Gerencia

**FECHAS PROGRAMADAS**

Inicio:

Fin:

Hitos importantes:

**CRITERIOS DE ACEPTACION**

Requisitos que deben cumplirse:

- ✓ Los planes deben ser factibles y deseables.

Forma en que se aceptará: Reunión del equipo de proyecto.

**SUPUESTOS: PLANIFICACIÓN**

**DEL PDT.**

**RIESGOS:**

- ✓ Cambio del alcance del proyecto.
- ✓ La no identificación de los entregables necesarios

**RECURSOS ASIGNADOS Y**

**Personal:** líder del proyecto y equipo del proyecto

**COSTOS:**

**Materiales o Consumibles:**

**Equipos o Máquinas:**

**DEPENDENCIAS: QUÉ**

Antes del pdt: 2

**PRECEDENTE**

Después del pdt:

**Y SUBSECUENTE TIENE EL**

**PDT**

---

<b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Definición de alcance</b>
<b>OBJETIVO</b>	Combinar los objetivos del proyecto más los recursos que se requieran para cumplir con los objetivos propuestos.
<b>DESCRIPCION</b>	Describir el trabajo requerido para entregar el producto

---



**DESCRIPCION DE****ACTIVIDADES**

- Identificar y recopilar los requisitos
- Identificar los interesados
- Seleccionar las herramientas y técnicas más adecuadas para la correcta definición y gestión del proyecto
- Diferenciar el alcance del proyecto del alcance de los productos.
- Realizar un desglose del proyecto y definir los entregables

**ASIGNACION DE****RESPONSABILIDADES**

El responsable de las especificaciones, contratación empresa, equipos y selección de software de modelación a utilizar será el departamento de operaciones, El responsable del diseño, solución y desarrollo web será la empresa contratista.

**FECHAS PROGRAMADAS**

Inicio:

Fin:

Hitos importantes:

---

**CRITERIOS DE ACEPTACION** Requisitos que deben cumplirse: Tener claridad de lo que se obtendrá y lo que no se obtendrá con el proyecto.

Forma en que se aceptará: Reunión del equipo de proyecto.

**SUPUESTOS:** realizar las actividades en los tiempos adecuados cumpliendo el cronograma

**RIESGOS:** Que los diferentes planes a realizar no cumplan con las expectativas de los clientes

**RECURSOS ASIGNADOS Y** Personal: equipo del proyecto

**COSTOS:** Materiales o Consumibles:

Equipos o Máquinas:

**DEPENDENCIAS: QUÉ** Antes del pdt:

**PRECEDENTE** Después del pdt:

**Y SUBSECUENTE TIENE EL  
PDT.**

**CODIGO PAQUETE DE  
TRABAJO**

**NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO**

### 3.1

#### **Planificación del proyecto**

##### **OBJETIVO**

Tener claro las especificaciones y necesidades que requiere el Distrito, con el fin de conocer la calidad y cantidad de agua que presenta el acuífero.

##### **DESCRIPCION**

La red de monitoreo es una necesidad que tiene el Distrito ya que por muchos años este sistema se ha venido explotando de manera indiscriminada, sin tener un control o un estudio que nos aterrice hasta cuándo o hasta donde podemos seguir explotando este recurso natural

##### **DESCRIPCION DE**

##### **ACTIVIDADES**

- Determinar la metodología para elaborar dicho proyecto
- Desarrollo de toma de muestras
- Realizar simulacros con el fin de no cometer errores.
- Realizar el estudio SIG para determinar las áreas de interés ambiental.

Definición de metas mensuales y control:

Gerencia o coordinación del proyecto

<b>ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES</b>	Consecución de metas y ventas: Equipo de trabajo, compras y gerencia de administración.
<b>FECHAS PROGRAMADAS</b>	<p>Inicio:</p> <p>Final:</p> <p>Entregable: La plataforma para la venta y descarga de música digital, adaptación de la plataforma de venta actual</p>
<b>CRITERIOS DE ACEPTACION</b>	<p>Requisitos que deben cumplirse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deben de contarse con los recursos y equipos para iniciar con la puesta en marcha de la toma de muestras y la recopilación de las mismas para su posterior análisis.</li> <li>- Con el personal idóneo que maneje la información y los equipos</li> </ul>

**SUPUESTOS: PLANIFICACIÓN**

**DEL PDT.**

**RIESGOS:** Demora en las adquisiciones de los equipos o del proveedor.

**RECURSOS ASIGNADOS Y Personal:**

**COSTOS: Materiales o Consumibles: Equipos o Máquinas:**

**DEPENDENCIAS: QUÉ** Antes del pdt: 2

**PRECEDENTE** Después del pdt: Fin del proyecto

**Y SUBSECUENTE TIENE EL  
PDT**

---

*Tabla 5, Diccionario de la EDT. Fuente: Autores*

---

<b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>2</b>	<b>Establecer línea base</b>
<b>OBJETIVO</b>	Determinar la línea base e indicadores para el control, seguimiento y evaluación de datos.
<b>DESCRIPCION</b>	La red de monitoreo es una necesidad que tiene el Distrito ya que por muchos años este sistema se

---

ha venido explotando de manera indiscriminada, sin tener un control o un estudio que nos aterrice hasta cuándo o hasta donde podemos seguir explotando este recurso natural

**DESCRIPCION DE**

**ACTIVIDADES**

- Determinar la metodología para elaborar dicho proyecto
- Desarrollo de toma de muestras
- Realizar simulacros con el fin de no cometer errores.
- Realizar el estudio SIG para determinar las áreas de interés ambiental.

Definición de metas mensuales y control:

Gerencia o coordinación del proyecto

**ASIGNACION DE**

**RESPONSABILIDADES**

Consecución de metas y ventas: Equipo de trabajo, compras y gerencia de administración.

**FECHAS PROGRAMADAS**

Inicio:

Final:

Entregable:

**CRITERIOS DE ACEPTACION**

Requisitos que deben cumplirse:

- Deben de contarse con los recursos y equipos para iniciar con la puesta en marcha de la toma de muestras y la recopilación de las mismas para su posterior análisis.
- Con el personal idóneo que maneje la información y los equipos

**SUPUESTOS: PLANIFICACIÓN  
DEL PDT.**

**RIESGOS:** Demora en las adquisiciones de los equipos o del proveedor.

**RECURSOS ASIGNADOS Y Personal:**

**COSTOS: Materiales o Consumibles: Equipos o Máquinas:**

**DEPENDENCIAS: QUÉ** Antes del pdt: 1.1.1

**PRECEDENTE** Después del pdt: 1.1.3

**Y SUBSECUENTE TIENE EL  
PDT**

<b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>4.</b>	<b>Análisis legal</b>
<b>OBJETIVO</b>	Revisar y analizar la parte contractual
<b>DESCRIPCION</b>	Revisar los contratos con laboratorios, y equipos y analizar las implicaciones legales
<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar contratos actuales con laboratorios</li> <li>• Analizar implicaciones legales soluciones tecnológicas</li> <li>• Analizar implicaciones legales utilización de los equipos</li> </ul>
<b>ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES</b>	<p>Responsable: Equipo del proyecto</p> <p>Participa y apoya: Departamento soporte técnico</p> <p>Revisa y aprueba: Gerencia</p>
<b>FECHAS PROGRAMADAS</b>	<p>Inicio:</p> <p>Fin:</p> <p>Hitos importantes: Definición de funciones para la contratación del nuevo personal</p>



**CRITERIOS DE ACEPTACION**

Requisitos que deben cumplirse:

Que la parte contractual y legal se realicen de acuerdo a la normatividad vigente

**SUPUESTOS: PLANIFICACIÓN**

**DEL PDT.**

**RIESGOS:**

Que no se cumpla con los parámetros legales

**RECURSOS ASIGNADOS Y**

Personal: Sera contratado de acuerdo a la definición de funciones del departamento

**COSTOS:**

Materiales o Consumibles: Su adquisición se hará de acuerdo a la definición de funciones del departamento

**DEPENDENCIAS: QUÉ**

Antes del pdt: 6.

**PRECEDENTE**

Después del pdt: 4.

**Y SUBSECUENTE TIENE EL**

**PDT**

<b>CODIGO PAQUETE DE TRABAJO</b>	<b>NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO</b>
<b>5.</b>	<b>Solución técnica</b>
<b>OBJETIVO</b>	Tener una capacitación sobre el manejo tanto del software como en la toma de muestras para que no sean erróneas al momento de descargarlas a modo digital y tomarlas como datos reales.
<b>DESCRIPCION</b>	El software que la red de monitoreo requiere que la modelación se haga en tiempo y espacio real, que el software sea sencillo y manejable, para poder llevar a cabo su justificación.
<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones diseño</li> <li>• Especificaciones del software a desarrollar</li> <li>• Contratación empresa software</li> <li>• Selección diseño de la web</li> </ul>
<b>ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES</b>	El responsable de las especificaciones, contratación empresa diseño web y selección de diseño web será el departamento de operaciones,

El responsable del diseño, solución y desarrollo web será la empresa contratista.

**FECHAS PROGRAMADAS**

Inicio:

Fin: Agosto 2018

Hitos importantes: Red de monitores

**CRITERIOS DE ACEPTACION**

Requisitos que deben cumplirse:

- Entrega de los resultados de calidad, cantidad y especificaciones del agua.

Forma en que se aceptará: Reunión del equipo de proyecto.

**SUPUESTOS:**

**RIESGOS:**

Que la plataforma no esté lista para el servicio antes de final de año.

Que la información presentada cumpla con las especificaciones establecidas en el proyecto

**RECURSOS ASIGNADOS Y**

Personal: empresa contratista

**COSTOS:**

Materiales o Consumibles:

Equipos o Máquinas:

**DEPENDENCIAS: QUÉ**

Antes del pdt: 2.

**PRECEDENTE**

Después del pdt: 4

**Y SUBSECUENTE TIENE EL**

**PDT.**

---

### 14.3 Documentación de requisitos

---

Proyecto	
PREPARADO POR	FECHA
REVISADO POR	FECHA
APROBADO POR	FECHA

---

Recopilación de requisitos

- Entrevistas a usuarios de las áreas en donde existen pozos de aguas subterráneas, logística, equipamiento necesario para la toma de muestras y conocimiento de los pozos no legalizados de la zona.
  
- Charla de bienestar y función del proyecto con los moradores de las zonas donde el agua consumida es a través de pozos subterráneos

#### Priorización de requisitos

Para la priorización de requerimientos utilizaremos un listado de todos los requerimientos clasificándolos en una escala de 1 al 10 donde consideramos el poder y el impacto, el porcentaje de influencia en la calificación será de 60% y 40% respectivamente, dicha calificación será la que determine la priorización de requerimientos.

## Trazabilidad

Para realizar un seguimiento ordenado a los requerimientos de los interesados del proyecto se utilizará una, matriz de trazabilidad en donde se detallan los requerimientos, descripción, prioridad, parámetros, estado actual y fecha.

## Gestión de la configuración

El jefe encargado de la ejecución del proyecto podrá solicitar algún cambio a los requerimientos.

El requerimiento pasará en primera instancia al gerente del proyecto quien realizará un análisis del impacto, el cual será presentado al responsable de la ejecución del proyecto.

Son el gerente y el responsable del proyecto, quienes pueden aprobar y/o rechazar la solicitud de cambio

## Verificación de requisitos

La revisión de cada requerimiento será responsabilidad del jefe de operación de toma de datos.

Número de entregables dentro del plazo estimulado

Número de entregables fuera del plazo estimulado

## 14.4 Matriz de trazabilidad de requisitos

MATRIZ DE TRAZABILIDAD DE REQUISITOS								
NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño e implementación de una red de monitoreo de aguas subterráneas en el distrito de Santa Marta departamento del Magdalena								
CENTRO DE COSTO: Departamento Administrativo Distrital de Sostenimiento Ambiental								
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: Realización de una red de monitoreo de acuíferos en el Distrito.								
IDENTIFICACION	IDENTIFICACION ASOCIADA	DESCRIPCIÓN DE REQUISITOS	NECESIDAD DE NEGOCIOS	OBJETIVOS DEL PROYECTO	ENTREGABLES DE LA EDT	DISEÑOS DE SERVICIO	DESARROLLO DEL SERVICIO	CASOS DE PRUEBA
DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL DISTRITO DE SANTA MARTA DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA	GESTION DEL PROYECTO	Investigación del medio	Explicación	Realización de una investigación teórica	Informes trimestrales	Motivar a la participación de otras fuentes al desarrollo del proyecto	fortalezas y debilidades de la calidad	
		Recopilación de datos	Información y explicación	Realización de una investigación teórica	Informes trimestrales		Pruebas de aceptación	
	DEFINICION DEL ALCANCE	Establecer los objetivos del proyecto	Capacitación	Elaborar una guía metodológica para la instalación de equipos y obtención de los datos proporcionados por la red	folletos y exposición		fortalezas y debilidades de la calidad	
		Clasificación y explicación de las actividades a realizar	Información y explicación		folletos y exposición		Ver el mejoramiento en cada actividad	
	PLANIFICACION DEL PROYECTO	Fortalezas y debilidades del proyecto	Capacitación	Describir el proceso técnico a seguir para la implementación de una red de monitoreo de aguas subterráneas.	folletos y exposición			Pruebas de aceptación
		Motivar la aplicación de todos los participantes del proyecto	Información y explicación		folletos y exposición		fortalezas y debilidades de la calidad	Ver el mejoramiento en cada actividad
	ESTABLECER LA LINEA BASE	Establecer los puntos fuertes y débiles del proyecto	Información	Describir el proceso técnico a seguir para la implementación de una red de monitoreo de aguas subterráneas.	Informes trimestrales			Pruebas de aceptación
		Despejar dudas	Información		Informes trimestrales		Pruebas de aceptación	
	ANALISIS LEGAL	Aclarar y establecer las normas pertinentes		Presentar los aspectos administrativos y legales para la gestión de la red de monitoreo.	Informes trimestrales		fortalezas y debilidades de la calidad	
			Informes trimestrales					
	SOLUCIÓN TÉCNICA	Aplicar y aprender mediante las prácticas de herramientas a utilizar	Capacitación	Seleccionar los sitios estratégicos para la instalación de la red de monitoreo para mejorar la gestión de las aguas subterráneas	Informes trimestrales		fortalezas y debilidades de la calidad	Ver el mejoramiento en cada actividad
		Aplicar las mejores prácticas en dirección de proyectos	Información y explicación					

Imagen 11, Matriz de requisitos. Fuente: Autores

## 14.5 Solicitudes de cambios

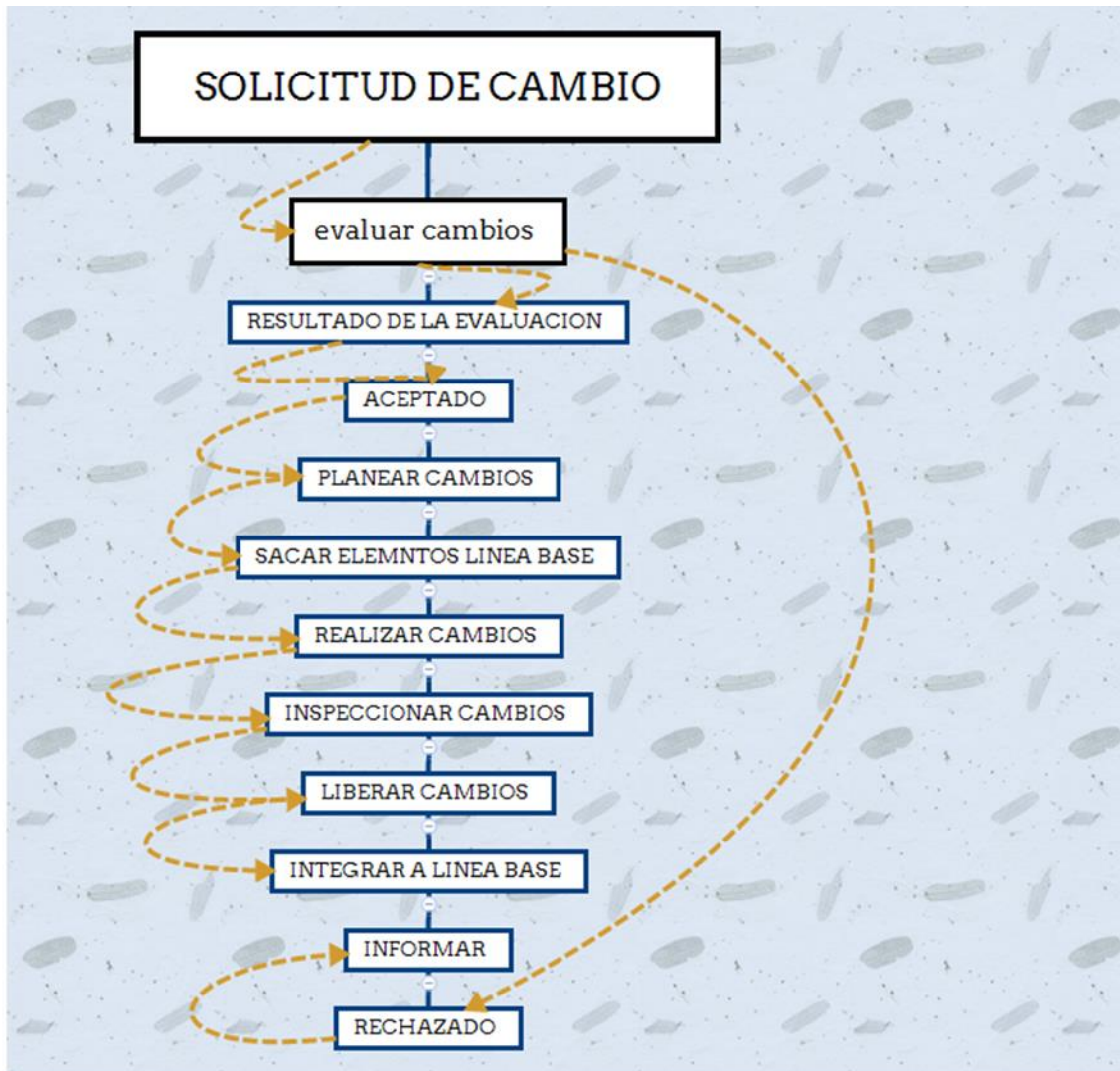


Imagen 12, solicitudes de cambio. Fuente: Autores



## **15 Plan de gestión del cronograma**

La línea base del cronograma consiste en dar seguimiento al grado de ejecución del Cronograma del Proyecto y en controlar los cambios en la misma, por lo cual en este se registra las actividades a realizar dentro del proyecto y cuál es el periodo de tiempo en el que se ejecutara dicha tarea, con el fin de llevar una meta estipulada en el cual se terminara la ejecución de dicho trabajo.

Para la ejecución del proyecto enmarcado en la construcción de una red de monitoreo del acuífero se terminan los ítem y tiempo determinado en la ejecución.

Item	Descripción	Unidad de Medida	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
1	<b>Costos de Actividades</b>		<b>Cronograma</b>											
<b>Proyecto</b>	Red de Monitoreo del Acuífero de la ciudad de Santa Marta													
<b>Objetivo</b>	Diseñar la primera red de monitoreo del acuífero de la ciudad de Santa Marta, que permita determinar la calidad del agua subterránea del distrito para lograr una gestión eficaz de la misma.													
1.1	Elaborar el documento técnico y Jurídico que establezca y defina las directrices y criterios para diseñar y establecer la Red de monitoreo de la ciudad de Santa Marta	Documento Técnico												
1.2	Estudio SIG, para identificar áreas de interés ambiental que serán definidas para el diseño e implementación de la Red de Monitoreo	Documento Técnico												
1.3	Diseño de la Red de Monitoreo del Acuífero de la ciudad de Santa Marta (levantamiento de información secundaria y primaria, modelación del recurso con MODFLOW)	Documento Técnico												
1.4	Adquisición del equipo que se utilizara para la medición de niveles de agua, medición de parámetros químicos y georeferenciación.	Equipo												
1.5	Implementación de la red de monitoreo del acuífero de la ciudad de Santa Marta. (año)	Documento Técnico												
<b>Total de costos de Actividades</b>														

Imagen 13, cronograma de actividades. Fuente: Autores

## **16 Plan de gestión de costos**

La línea base de costos de un proyecto consiste en obtener una estimación de los costos que se generaran en la ejecución del proyecto, desarrollando una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar el proyecto, esto se estima con los valores aproximados de cada profesional a laborar, la implementación del tiempo, espacio y equipos a utilizar durante las distintas fases del proyecto hasta lograr su culminación.

Para la ejecución del proyecto enmarcado en la construcción de una red de monitoreo del acuífero se terminan los costos evaluados para la ejecución de dicho proyecto.

Item	Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
<b>1</b>	<b>Costos de Actividades</b>				
<b>Proyecto</b>	Red de Monitoreo del Acuífero de la ciudad de Santa Marta				
<b>Objetivo</b>	Diseñar la primera red de monitoreo del acuífero de la ciudad de Santa Marta, que permita determinar la calidad del agua subterránea del distrito para				
1.1	Elaborar el documento técnico y Jurídico que establezca y defina las directrices y criterios para diseñar y establecer la Red de monitoreo de la ciudad de Santa Marta	Documento Tecnico	1	\$ 7.550.000	\$ 7.550.000
1.2	Estudio SIG, para identificar áreas de interés ambiental que serán definidas para el diseño e implementación de la Red de Monitoreo	Documento Tecnico	1	\$ 15.300.000	\$ 15.300.000
1.3	Diseño de la Red de Monitoreo del Acuífero de la ciudad de Santa Marta (levantamiento de información secundaria y primaria, modelación del recurso con MODFLOW)	Documento Tecnico	1	\$ 20.600.000	\$ 20.600.000
1.4	Adquisición del equipo que se utilizara para la medición de niveles de agua, medición de parámetros químicos y georeferenciación.	Equipo	1	\$ 24.000.000	\$ 24.000.000
1.5	Implementación de la red de monitoreo del acuífero de la ciudad de Santa Marta. (año	Documento Tecnico	5	\$ 2.800.000	\$ 14.000.000
<b>Total de costos de Actividades</b>					<b>\$ 81.450.000</b>
<b>2</b>	<b>Logística y Materiales</b>				
2.1	Vehiculos (4X4) Camioneta	días	0	\$ 200.000	\$ -
2.2	Papeleria, tinta y utensilios de oficina	Mes	0	\$ 750.000	\$ -
2.3	Alquiler de Equipos (2 computadores alta gama, 1 fotocopiadora, GPS, Equipos de captua de información Biologica en campo, DronD)	Numero	0	\$ 2.500.000	\$ -
<b>Total de costos de Logística y Materiales</b>					<b>\$ -</b>
<b>Subtotal</b>					<b>\$ 81.450.000</b>
<b>3</b>	<b>Gastos Administrativos</b>				
3.1	Administración			0%	\$ -
3.2	Imprevistos			0%	\$ -
<b>Total Gastos Administrativos</b>					<b>\$ -</b>
<b>Total Proyecto Vigencia 1</b>					<b>\$ 81.450.000</b>

Imagen 14, Gestión de los costos. Fuente: Autores

La ejecución total de la red de monitoreo en el distrito tiene un costo de \$81.450.000 mil millones, y se financiará mediante el sistema por riego y recaudo por valorización.

Según los cálculos del estudio, la obras en el área urbana cuestan \$22.850.000 millones, y la implementación del mismo \$58.600.000 millones.

Esta información del presupuesto total se usará como línea base para monitorear y controlar el desempeño del proyecto.

---

### **DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO**

---

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>DURACIÓN EN MESES</b>
<b>ETAPA I</b>	7.550.000	1,2
<b>Elaboración del documento técnico</b>		
<b>ETAPA II</b>	15.300.000	3,4
<b>Identificación de áreas y SIG</b>		
<b>ETAPA III</b>	20.600.000	4,5
<b>Diseño de la red</b>		
<b>ETAPA IV</b>	24.000.000	6,7
<b>Adquisición de equipos</b>		

---

<b>ETAPA V</b>	14.000.000	8,12
<b>Implementación de la red de monitoreo</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>81.450.000</b>	<b>12,4</b>

---

**Tabla 6, Determinación del Presupuesto. Fuente: Autores**

### 16.1 Estimación de la Duración de las Actividades

En el Proyecto diseño e implementación de una red de monitoreo para conocer su calidad, cantidad y la productividad en el Distrito Turístico y Cultural de Santa Marta, la estimación de actividades se realizó tomando en cuenta el criterio y experiencia de los ingenieros de la empresa, así como la de los contratistas, además de los factores ambientales de la compañía.

La duración de las actividades se estimó tomando como base a información de trabajos sobre construcción de obras similares.

#### **ESTIMACIÓN DE LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES**

<b>ID</b>	<b>LISTA DE ACTIVIDADES</b>	<b>Duración (Días)</b>
2	Inicio del Proyecto	0

<b>3</b>	<b>Etapa 1: Diagnostico</b>	<b>90</b>
4	Determinación de Vertientes y Cuencas.	30
5	Identificación de Cuencas y Zonas Planas.	30
6	Identificación de Factores Críticos	30
7	Inventariar y valorar estructuras hidráulicas existentes.	90
<b>8</b>	<b>Etapa 2: Caracterización</b>	<b>102</b>
9	Condiciones de operación	52
10	Escenarios de riesgos	50
<b>11</b>	<b>Etapa 3: Factibilidad</b>	<b>90</b>

12	Diseños de ingeniería	9 0
13	Criterios de priorización de las obras	9 0
<b>14</b>	<b>Etapa 4: Construcción</b>	<b>9 0</b>
15	Construcción corto plazo	9 0
16	Construcción mediano plazo	9 0
17	Construcción largo plazo	9 0

---

Tabla 7, Duración de las actividades. Fuente: Autores

Los resultados ilustrados son los determinados por las actividades a realizar antes durante y después de realizar el estudio de los pozos involucrados dentro de la red de monitoreo.



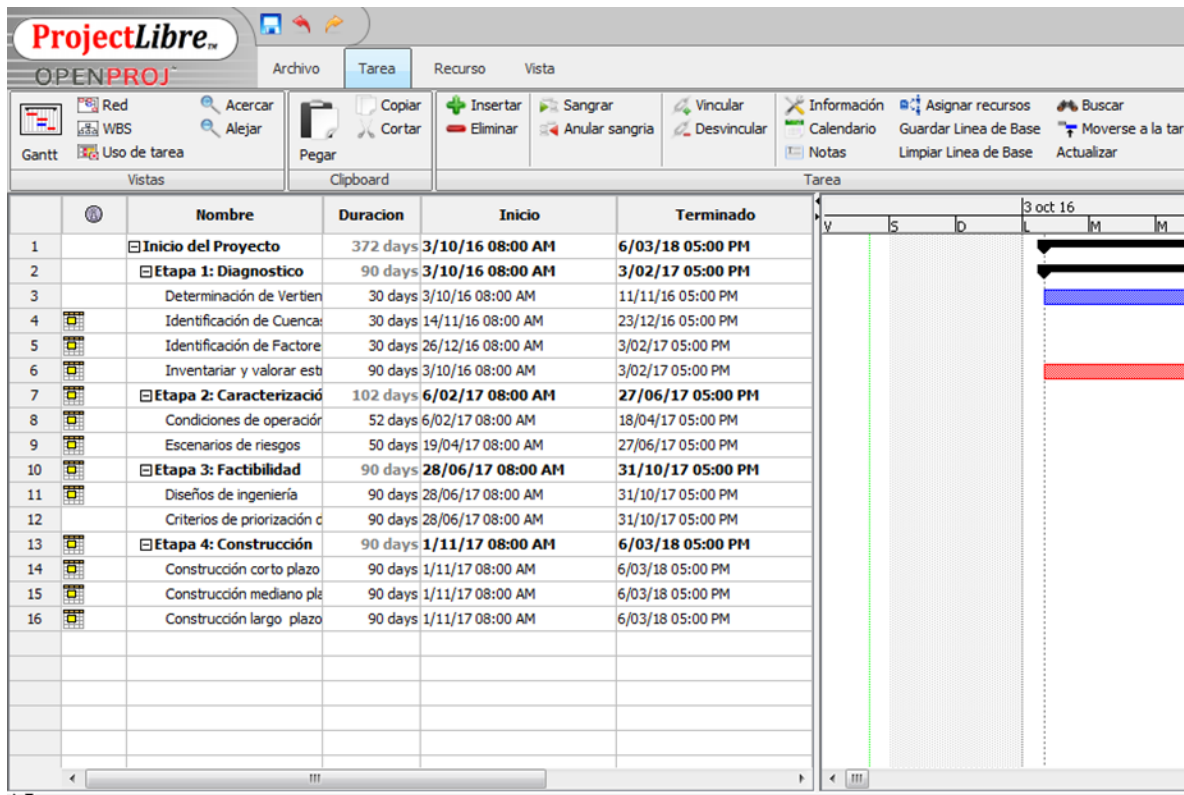


Imagen 15, Duración de las actividades. Fuente: Autores

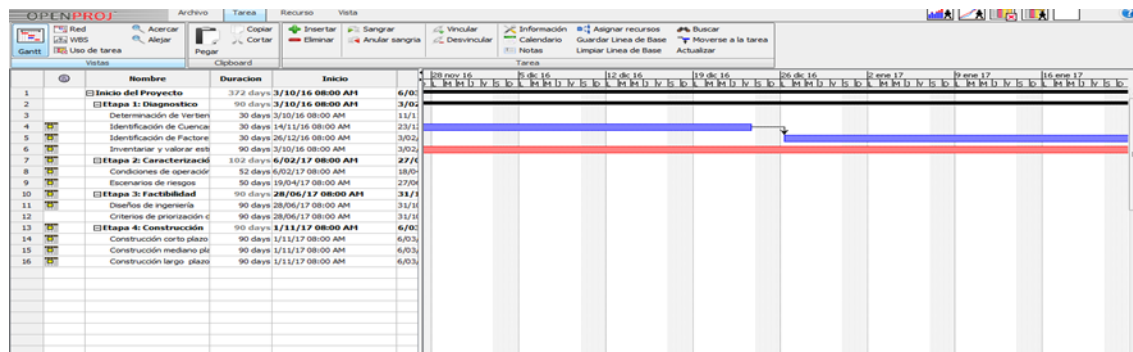


Imagen 16, Relación de las actividades. Fuente: Autores

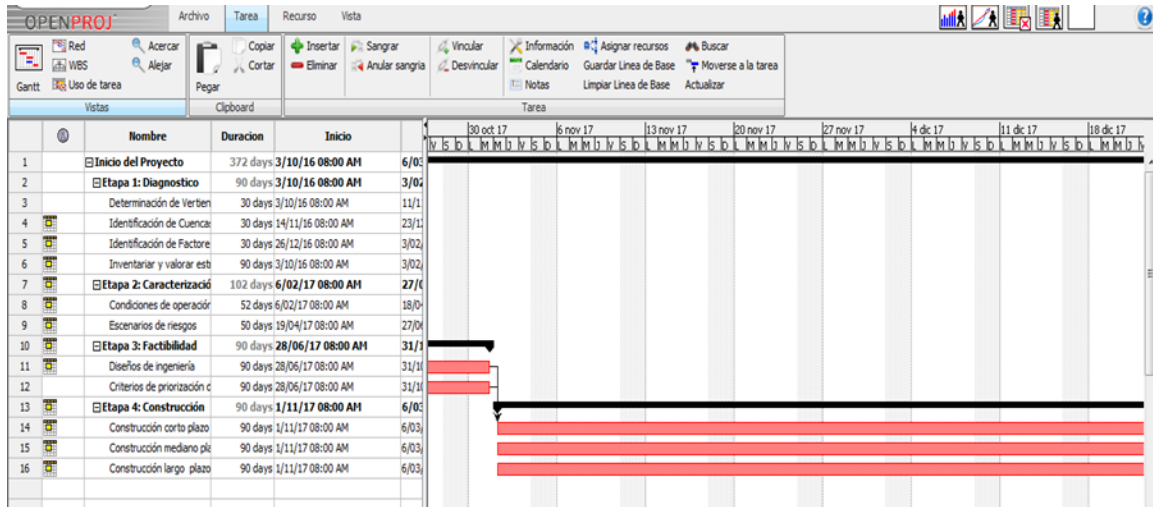


Imagen 17, ciclo de actividades a desarrollar. Fuente: Autores

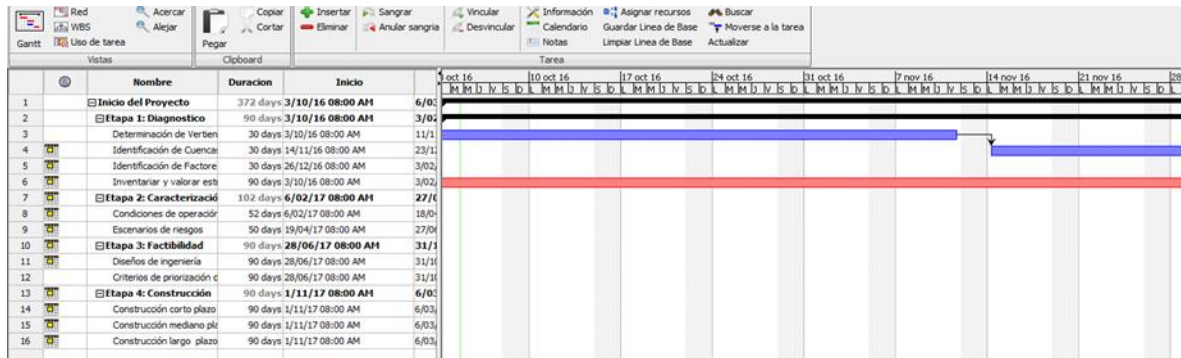


Imagen 18, Elaboración de las actividades. Fuente: Autores

## 17 Plan De Gestión De La Calidad

El plan de gestión de la calidad es un componente del plan para la dirección del proyecto que describe cómo se implementarán las políticas de calidad de una organización y la obtención de un enfoque más claro sobre la propuesta de valor del proyecto, así como la reducción de costos y de la frecuencia con que se retrasa el cronograma debido al trabajo.

El diseño de la red de monitoreo del acuífero de agua subterránea de Santa Marta es el mecanismo más idóneo para conocer la calidad, productividad y medir que nivel de explotación actual tiene el recurso.

Se establece como política de calidad para el proyecto “Cumplir a cabalidad con los contratos de construcción, comercialización y de suministro brindándole satisfacción a los clientes, con recursos idóneos y competentes administrados de manera responsable en ambientes de trabajo adecuados, buscando el mejoramiento continuo de los procesos”.

De igual forma los objetivos que se persiguen con el aplicativo de gestión de calidad son:

- Garantizar la satisfacción de la administración distrital de Santa Marta y la autoridad ambiental.
- Cumplir con condiciones y especificaciones de las normas de calidad de construcción.
- Generar acciones de mejoramiento continuo al interior de la organización.
- Garantizar la durabilidad de las obras que contiene el proyecto.
- Promover el mejoramiento continuo de los procesos creando un ambiente confiable hacia el sistema de gestión de calidad.

Los registros incorporados al plan de Calidad del contrato se identifican mediante el nombre y llevan una presentación libre, conservando logotipo, nombre del documento,

revisión y vigencia y son controlados de acuerdo con las disposiciones definidas en el procedimiento “Control de Registros” del sistema de calidad de la autoridad; en él se determina la manera de almacenar, recuperar, disponer y archivar estos registros de calidad.

Con el fin de cumplir los requisitos de calidad exigidos por el cliente, el director del proyecto, se compromete a asignar los recursos técnicos y humanos necesarios y a mantener una comunicación permanente con el cliente.

El mismo vigilará durante el desarrollo de las actividades, el cumplimiento de los requisitos solicitados por la administración Distrital en el Contrato y las especificaciones generales contenidas en el contrato y recibirá mensualmente el informe de gestión de la obra sobre el avance y desarrollo de las actividades realizadas y el control de los costos de los procesos.

En cuanto al recurso humano se definen las competencias en la ficha técnica de cada cargo con base en la educación apropiada, el entrenamiento, habilidades y experiencia requerida para desempeñarse en el cargo.

Para cumplir con los requisitos de calidad del proyecto el director del proyecto parte de las necesidades explícitas definidas por en el diseño del proyecto. Inicialmente se verifica las actividades a ejecutar basándose en el listado de actividades a ejecutar que hace parte del Contrato y con esta información se elabora el programa detallado de obra y el programa de Inversión.

En el Plan de calidad se identifican las actividades críticas, recursos y controles necesarios para dar respuesta a tales requisitos con el fin de lograr un nivel óptimo de satisfacción al Cliente.

- El ingeniero es el responsable de la elaboración y control del programa de actividades e inversión para el proyecto
- El Ingeniero con el apoyo del director de calidad es responsable de la implementación del plan de calidad, teniendo en cuenta los procedimientos establecidos en el Manual de calidad de la empresa.
- El ingeniero es el responsable de registrar las actividades desarrolladas diariamente en la Bitácora de obra (o si requiere se registra en conjunto con la Interventoría o su representante)
- La verificación, seguimiento y medición de las actividades críticas a ejecutar en el proyecto están definidas en el Documento “Plan de auto control” y su cumplimiento son responsabilidad del Ingeniero.
- La implementación de los planes de gestión ambiental y seguridad vial para la obra es responsabilidad del Ingeniero.
- Los registros necesarios para proporcionar evidencia de la realización de las actividades son los definidos en este plan de calidad.

La compra a realizarse en esta obra son las descritas en el documento “listado de productos críticos”, donde se definen los productos críticos y los proveedores que se tendrán para el desarrollo de las diferentes actividades.

El control de la prestación del servicio tiene que ver con las actividades críticas definidas en el formato “Listado de Actividades a Ejecutar”. controladas según la información del documento “Plan de Auto Control” a saber: las inspecciones y ensayos a realizar según cumplimiento de normas y especificaciones del contrato, su frecuencia, métodos de

inspección, los recursos y personal requeridos y los registros de calidad que evidencia dicha inspección.

Las actividades que son subcontratadas con proveedores calificados de mano de obra, serán controladas por el Encargado de obra y el Ingeniero Residente.

Registro de datos: el Director de Proyecto y su equipo, si los hubiere, deberán establecer los formatos de registro que se emplearán para recolectar los datos del área a su cargo.

Las verificaciones de calidad deben elaborarse con base en el de avance físico. Para cada actividad se realizarán pruebas o verificaciones por efectuar (según el caso) a los materiales, procedimientos constructivos y elementos que se construyen semanalmente.

Dicho formato deberá contener al menos los siguientes aspectos:

- La identificación de la actividad sobre la que se informa.
- El responsable de obtener los datos y la fecha en que se efectúa la medición.
- A quién va dirigida la información.
- El valor previsto o programado.
- El valor medido.
- La desviación resultante.
- La desviación permisible.
- Las actividades afectadas.
- Las acciones correctivas por aplicar (si fuera el caso)

El Director de Proyecto confeccionará un informe (con base en la información suministrada por su equipo de inspectores) que muestre el estado de la obra y las proyecciones a futuro para cada una de las tres áreas fundamentales del proyecto (calidad, financiamiento y avance físico), el cual deberá dirigir a Patrocinador del Proyecto.

Proyecto: "CONSTRUCCION DE UNA RED DE MONITORES DEL ACUIFERO PARA CONOCER SU CALIDAD, CANTIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD EN LA CIUDAD DE SANTA MARTA"									
Fecha:		Inspeccion realizada por:							
# EDT	Nombre/Actividad	Especificaciones	Métricas	Informes de laboratorio	Tiempo	Costo	Aprobado	Rechazado	Pendiente
Observaciones:									
Director del proyecto:					Fecha:				
Notas:									
1. Toda actividad que sea modificada a sugerencia nuestra debera repetir el proceso de aprobacion de la calidad									
2. Toda consulta referente a un echazo debe ser enviada por escrito junto con el reporte correspondiente									

Imagen 19, plantilla de inspección in situ. Fuente: Autores

## 18 Plan De Gestión De Recursos Humanos

Tabla 8 Catalogo de roles

CATALOGO DE ROLES			
ROLES	RESPONSABILIDADES	CONOCIMIENTO	HABILIDADES
LIDER DEL PROYECTO	llevar a cabo la coordinación para un buen desarrollo del proyecto	líder, detallista, analítico, conocimientos técnicos necesarios	toma decisiones, saber cómo dirigir personal y

			resolver problemas
ANALISTA	Llevar a cabo un análisis sobre el proyecto.		habilidad de comunicación, crítico y detallista
CAPACITADOR	organiza e imparte cursos al personal	previos conocimientos de riesgos y del proyecto	didáctico, buena comunicación y expresión corporal
GERENTE OPERACIONES	imparte ordenes de operación a los trabajadores	gran conocimiento en la construcción, como en los temas que maneje el proyecto	líder, detallista, saber cómo dirigir
ING AMBIENTAL	aplica conocimiento relacionado a su tema en el desarrollo del proyecto	Gran conocimiento en el área ambiental, normas y leyes que aplican.	compartir y brindar conocimiento, establecer normas y estándares ambientales
ING CIVIL			



	aplica conocimiento relacionado a su tema en el desarrollo del proyecto	conocimiento en construcción y desarrollo de obras civiles	compartir y brindar conocimiento en los temas de construcción
			establecer información y brindar información
BIOLOGO	aplica conocimiento en fauna y flora dentro de las actividades realizadas por el proyecto	conocimiento en fauna y flora	necesaria para establecer estándares biológicos
			compartir conocimiento de
HIDRAULICO	encargado de diseñar toda la tubería interna y externa del proyecto	conocimiento en fluidos, tuberías y desarrollo del sistema hidráulico	hidráulica y tuberías para el desarrollo del proyecto
COMUNICADOR SOCIAL	encargado de las reuniones, charlas y		buena comunicación

participaciones necesarias  
para el desarrollo del  
proyecto

social, amable y  
atento con las  
personas,  
brillante para dar  
soluciones  
rápidas en casos  
de discusión

## MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

### PROYECTO: CONSTRUCCION DEL CENTRO DE VICTIMAS

ACTIVIDADES /ROLES	LIDER DEL PROYECTO	HIDRAULICO	COMUNICADOR SOCIAL	BIOLOGO	INGENIERO CIVIL	ANALISTA	INGENIERO	AMBIENTAL CAPACITADOR	GERENTE DE OPERACIONES
PRELIMINARES (descapote, cerramiento, demoliciones, valla información)	A		I					C	R
EXCAVACIONES Y RELLENO	R		C		A				I

INTERPRETACION DE DATOS	R		A	C	I
METODOLOGIA DE INVESTIGACION	R		A	C	I
EQUIPO A UTILIZAR	R		A	C	I
MUESTRAS	R		A	C	I
SOFTWARE	R		A	C	I
TOMA DE DATOS	R		A	C	I
INSTALACIONES ELECTRICAS	A		C	I	R
INSTALACIONES HIDRAULICAS	A	R		C	I
EMPRADIZACION	I		R	C	A

LIMPIEZA GENERAL	A		C		I		R
DOTACION	A				I	C	R
REUNIONES	I		R		C		A
CAPACITACIONES	I					C	R A

---

Tabla 9, Matriz de responsabilidades. Fuente: Autores

## **19 Plan De Gestión De Las Comunicaciones**

Describe los procesos relacionados con la generación, recogida, distribución, almacenamiento y destino final de la información del proyecto en tiempo y forma. Se compone de los procesos de dirección de proyectos Planificación de las Comunicaciones, Distribución de la Información, Informar el Rendimiento y Gestionar a los Interesados.

Este proceso determina las necesidades de información y comunicación de los interesados; por ejemplo, quién necesita qué información, cuándo la necesitará, cómo le será suministrada y por quién. Identificar las necesidades de información de los interesados y determinar una forma adecuada de satisfacer esas necesidades es un factor importante para el éxito del proyecto

PLAN DE GESTION DE LAS COMUNICACIONES						
INFORMACION	CONTENIDO	NIVEL DE DETALLE	RESPONSABLE DE COMUNICAR	GRUPO RECEPTOR	TECNOLOGIA	FRECUENCIA DE COMUNICACIÓN
Implementacion del proyecto	datos y comunicacion acerca del inicio del proyecto	Medio	project managers	sponsor, gerente de obras	reunion formal para la presentacion del proyecto, documento digital PDF, via correo electronico	una sola vez
Determinacion del alcance	datos preliminares sobre el alcance del proyecto	Alto	project managers	sponsor, gerente de operaciones, administrador	documento digital PDF y via correo electronico	una sola vez
Planificacion del proyecto	planificacion detallada, alcance, tiempo, costo y calidad	Muy alto	project managers	sponsor, gerente de operaciones, administrador	reunion formal para la presentacion de informacion, documentacion digital (PDF) y via correo electronico	una sola vez
Alcance del proyecto	estado del proyecto, actividades realizadas, problemas y riesgos y proximas actividades	Alto	project managers	sponsor, gerente de operaciones, administrador, equipo de gestion	documento impreso	semanal
Seguimiento del proyecto	informacion detallada del contenido de las reuniones de seguimiento	Alto	project managers	sponsor, gerente de operaciones, equipo de gestion	reunion formal para la presentacion de informacion, documentacion digital (PDF) y via correo electronico	semanal
Cierre del proyecto	datos y comunicacion sobre el cierre del proyecto	Medio	project managers	sponsor, gerente de operaciones, administrador, equipo de gestion	reunion formal para la presentacion del cierre del proyecto, documentacion digital (PDF) y via correo electronico	una sola vez
definicion requerimientos de insumos	lista de requisitos de insumos para la implementacion del sistema	Medio	Gestor de fabrica	Project managers, gerente de operaciones, administracion equipo de gestion	documento digital PDF y via correo electronico	una sola vez
Definicion requerimientos de operacion	lista de requisitos de servicios para la operacion del sistema	Medio	Gestor de fabrica	Project managers, gerente de operaciones, administracion equipo de gestion	documento digital PDF y via correo electronico	una sola vez
Diseño de implementacion tecnologica	diseño tecnologico detallado e integrado para la puesta en marcha del sistema	Alto	project managers	Sponsor, Gerente de operaciones, Gerente de sistemas, Equipo de Gestion	reunion formal para la presentacion de informacion, documentacion digital (PDF) y via correo electronico	una sola vez
Definicion de requerimientos de equipos y servicios	lista confirmada de equipos y servicios adquiridos	Alto	project managers	sponsor, gerente de operaciones, administracion equipo de gestion	documento digital PDF y via correo electronico	una sola vez

Imagen 20, plan de las comunicaciones. Fuente: Autores

## 20 Plan De Gestión De Riesgo

### 20.1 Metodología Para La Gestión De Riesgo

#### 20.1.1 Procesos

	Descripción	Herramienta	Fuete de información
<b>Planificación de Gestión de los Riesgos.</b>	Elaboración de la gestión de riesgo	- PMBOK	Patrocinador y Usuarios.  Grupo de Calidad Ambiental
<b>Identificación de Riesgos</b>	Identificar que riesgos pueden afectar el proyecto y documentar sus características	- Check list de Riesgo  - Listado de Riesgos	Patrocinador y usuarios.  Grupo de Calidad Ambiental
<b>Análisis Cualitativo de Riesgos</b>	Evaluación de la probabilidad e impacto  Establecer ranking de importancia	- Definición de Probabilidad e impacto  - Matriz de Probabilidad	Patrocinador y usuarios.  Grupo de Calidad Ambiental

<b>Planificación de la respuesta a riesgos.</b>	Definir respuestas a riesgos	- Estrategias de respuesta	Patrocinador y usuarios.
	Planificar ejecución de respuestas	- Contingencias	Grupo de Calidad Ambiental
<b>Seguimiento y control de riesgos</b>	Verificación de ocurrencias de riesgos	- Auditorias	Patrocinador y usuarios.
	Supervisar y verificar la ejecución de respuestas.	- Medición de desempeños.	Grupo de Calidad Ambiental
	Verificar aparición de nuevos riesgos	- Heteroevaluación.	

---

Tabla 10, Metodología para la gestión del riesgo. Fuente: Autores

A continuación, y mediante una tabla se representará los responsables en caso de emergencia o contingencia en referencia al esquema organizacional:

### 20.1.2 Responsables generales de emergencia

Áreas	Cargos	Roles
Grupo directivo	Gerente	Recursos
	Sub-Gerente	Generación de documentos
	Jefe de operaciones	
	Asesor ambiental	
	Asesor prevención y atención de emergencias	
Comité de prevención y atención de emergencias	Gerente	Administra la ejecución de las actividades antes, durante y después de una emergencia.
	Sub-Gerente	
	Jefe de operaciones	
	Asesor ambiental	
	Asesor prevención y atención de emergencias	
	Conductores	
Coordinadores de Evacuación	Ayudantes	Grupo responsable de evacuar las personas y dirigirlos a
	Conductores	
	Ayudantes	



		punto seguro en caso de una emergencia.
Primeros Auxilios	Conductores Ayudantes	Grupo operativo, responsable de atender en el sitio de la emergencia la atención de primeros auxilios.
Prevención y control de incendios	Conductores Ayudantes	Grupo operativo, responsable de atender en el sitio de la emergencia el control el fuego
Apoyo Logístico	Gerente Sub-Gerente Jefe de operaciones Asesor ambiental Asesor prevención y atención de emergencias Conductores Ayudantes	Soportar condiciones y acciones durante la emergencia

---

Tabla 11 Responsables de la emergencia. Fuente: Autores

A continuación, se presente las funciones del comité de emergencia antes durante y después de la emergencia o contingencia

<b>Grupo</b>	<b>Funciones</b>
<b>Comité de prevención y atención de emergencias</b>	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="834 457 1214 493">➤ <b>Antes de la Emergencia:</b></li><li data-bbox="834 552 1390 737">➤ Dar soporte y solidez a la estructura del plan de emergencias, asumiendo el liderazgo y responsabilidad</li><li data-bbox="834 793 1406 1121">➤ Crear políticas, procedimientos, programas y actividades propias del plan de emergencias en fases de pre - planteamiento, entrenamiento y situaciones de emergencias.</li><li data-bbox="834 1178 1406 1583">➤ Ejercer control y seguimiento sobre el desarrollo del programa para atención de emergencias, velando porque se realicen por lo menos un simulacro anual del plan de emergencias, con la participación de todos los niveles de la organización.</li><li data-bbox="834 1640 1406 1822">➤ Decidir la información que debe suministrar la coordinación de comunicación al comité de crisis para los</li></ul>

---

medios de prensa pública en caso de emergencias.

- Establecer el reglamento por el cual se regirá la Brigada de emergencia.
- Establecer los objetivos del Plan de Emergencias y su alcance.
- Motivar a los Brigadistas y coordinar las capacitaciones del personal operativo de la brigada.
- Identifica los recursos necesarios para atención de emergencias.
- Determinar cuáles son los parámetros para la selección de los Brigadistas.
- Realizar reuniones periódicas ordinarias (mínimo mensual) para mantener actualizado permanentemente el Plan de Emergencias y garantizar el mantenimiento del mismo.
- Se deben mantener actas de todas las reuniones realizadas por el Comité de Emergencias.

- 
- Evaluar los procesos de atención de las emergencias para retroalimentar las acciones de planificación.

### **Durante la Emergencia:**

- Evaluar las condiciones, naturaleza y magnitud de la emergencia.
- Coordinar las acciones operativas en la atención de emergencias.
- Establecer contactos con los Grupos de Apoyo Interno y externo (Cruz Roja, Defensa Civil, Bomberos, Policía, Tránsito).
- Recoger y procesar toda la información relacionada con la emergencia.
- Coordinar el traslado de los heridos a los centros de asistencia médica.

### **Después de la Emergencia:**

- Determinar el grado de alerta en el que se debe permanecer mientras se vuelve a la normalidad.
- Coordinar la reiniciación de labores.
- Evaluar las diferentes actividades desarrolladas.
- Elaborar y presentar el informe del evento ocurrido.

- Realizar reuniones extraordinarias para evaluar los eventos productos de la emergencia.
- Retroalimentar cada uno de los miembros del Plan de Emergencia.
- Establecer o determinar los correctivos pertinentes del plan.
- Para los simulacros, se debe hacer evaluación de la actividad, emitiendo informe y retroalimentación de las fallas detectadas y estableciendo los correctivos respectivos.

---

Tabla 12, Funciones del comité de emergencia. Fuente: Autores

### 20.1.3 Calendario De La Gestión De Riesgo

Proceso	Momento de ejecución	Periodicidad	Fecha ejecución
<b>Planificación de Gestión de los Riesgos.</b>	Al inicio del proyecto	- Plan del proyecto	Una vez
<b>Identificación de Riesgos</b>	En cada reunión del equipo	- Reunión de coordinación semanal	Una vez por semana

---

<b>Análisis Cualitativo de Riesgos</b>	Al inicio del proyecto	- Plan del proyecto	Una vez por semana
	En cada reunión del equipo	- Reunión de coordinación semanal	
<b>Planificación de la respuesta a riesgos.</b>	Al inicio del proyecto	- Plan del proyecto	Una vez por semana
	En cada reunión del equipo	- Reunión de coordinación semanal	
<b>Seguimiento y control de riesgos</b>	En cada fase del proyecto	- Reunión de coordinación semanal	Una vez por semana

---

Tabla 13, Gestión de riesgo. Fuente: Autores

## 20.2 Identificación de amenazas

Una amenaza se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno, ya sea de origen natural, tecnológico o antrópico, potencialmente capaz de causar daño y generar pérdidas. Para determinar las amenazas que se presentan durante actividad, es indispensable realizar un análisis de los posibles eventos que se pueden presentar y generen un derrame o contacto de este tipo de sustancias.

### 20.3 Clasificación de amenazas

Con el fin de identificar y dar prioridad a las amenazas que tienen mayor riesgo se realiza la siguiente clasificación.




Evento	Comportamiento	Color
Posible	Es aquel fenómeno que puede suceder o que es factible porque no existen razones históricas y científicas para decir que esto no sucederá.	
Probable	Es aquel fenómeno esperado del cual existen razones y argumentos técnicos científicos para creer que sucederá.	
Inminente	Es aquel fenómeno esperado que tiene alta probabilidad de ocurrir.	

Tabla 14, Clasificación de amenazas. Fuente: Autores

POSIBLE: NUNCA HA SUCEDIDO Color Verde.

PROBABLE: YA HA OCURRIDO Color Amarillo.

INMINENTE: EVIDENTE, DETECTABLE Color Rojo.

---

**ORIGEN NATURAL**

---

<b>CLASE DE AMENAZA</b>	<b>OCURRENCIA</b>	<b>COLOR</b>
Movimientos telúricos	Probable	Amarillo
Fallas geológicas	Posible	Verde
Huracanes	Probable	Amarillo
<b>ORIGEN TECNICO</b>		
Contaminación del acuífero	Posible	Verde
Sobreexplotación	Probable	Amarillo
Falla de equipos	Probable	Amarillo
Malos reportes de información	Inminente	Rojo
Laboratorio no Calificado	Inminente	Rojo
<b>ORIGEN SOCIAL</b>		
Desordenes civiles	Probable	Verde
Terrorismo	Probable	Verde
Atentados	Probable	Verde
Robos	Probable	Verde

---

Tabla 15, Valoración de amenazas. Fuente: Autores



### 20.3.1 Análisis de vulnerabilidad

Vulnerabilidad: característica propia de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, relacionada con su incapacidad física, económica, política o social de anticipar, resistir y recuperarse del daño sufrido cuando opera dicha amenaza.

El análisis de vulnerabilidad contempla tres elementos expuestos, cada uno de ellos analizado desde tres aspectos:

1. Personas	2. Recursos	3. Sistemas y procesos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión organizacional</li> <li>Capacitación y entrenamiento</li> <li>Características de Seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suministros</li> <li>Edificación</li> <li>Equipos</li> <li>Medio Ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Servicios</li> <li>Sistemas alternos</li> <li>Recuperación</li> </ul>

Tabla 16, Elementos y aspectos de vulnerabilidad. Fuente: Autores

Para la calificación de la vulnerabilidad se tienen en cuenta los siguientes rangos:

RANGO	CALIFICACION	COLOR
0.0 – 1.0	Alta	Rojo
1.1 – 2.0	Media	Amarillo
2.1 – 3.0	Baja	Verde

Tabla 17, Valoración de la vulnerabilidad. Fuente: Autores

La información que se presenta a continuación corresponde a la valoración de los fenómenos naturales, aspectos técnicos y sociales con los elementos que integran el sistema, entre ellos tenemos las personas, los recursos y los procedimientos:

<b>Elemento bajo riesgo</b>	<b>Componente del sistema</b>	
	<b>Manejo de Sustancias nocivas</b>	<b>Color</b>
Personas	2.5	Verde
Recursos	1.5	Amarillo
Sistemas y procesos	2.5	Verde

Tabla 18, Valoración movimientos telúricos. Fuente: Autores

<b>Elemento bajo riesgo</b>	<b>Componente del sistema</b>	
	<b>Manejo de Sustancias nocivas</b>	<b>Color</b>
Personas	2.5	Verde
Recursos	1.5	Amarillo
Sistemas y procesos	2.5	Verde

Tabla 19, Valoración fallas geológicas. Fuente: Autores

<b>Elemento bajo riesgo</b>	<b>Componente del sistema</b>		<b>Color</b>
	<b>Manejo de Sustancias nocivas</b>		
	Personas	2.5	
Recursos	1.5	Amarillo	
Sistemas y procesos	2.5	Verde	

Tabla 20, Valoración de huracanes. Fuente: Autores

<b>Elemento bajo riesgo</b>	<b>Componente del sistema</b>		<b>Color</b>
	<b>Manejo de Sustancias nocivas</b>		
	Personas	0.5	
Recursos	0.5	Rojo	
Sistemas y procesos	1.5	Amarillo	

Tabla 21, Valoración de la contaminación del acuífero. Fuente: Autores

<b>Elemento bajo riesgo</b>	<b>Componente del sistema</b>		<b>Color</b>
	<b>Manejo de</b>		
	<b>Sustancias nocivas</b>		
Personas	0.5		Rojo
Recursos	0.5		Rojo
Sistemas y procesos	1.5		Amarillo

Tabla 22, Valoración de la sobreexplotación del acuífero. Fuente: Autores

<b>Elemento bajo riesgo</b>	<b>Componente del sistema</b>		<b>Color</b>
	<b>Manejo de</b>		
	<b>Sustancias nocivas</b>		
Personas	2.5		Verde
Recursos	2.5		Verde
Sistemas y procesos	2.5		Verde

Tabla 23, Valoración falla de equipos. Fuente: Autores

<b>Elemento bajo riesgo</b>	<b>Componente del sistema</b>		<b>Color</b>
	<b>Manejo de</b>		
	<b>Sustancias nocivas</b>		

Personas	0.5	Rojo
Recursos	0.5	Rojo
Sistemas y procesos	2.5	Verde

Tabla 24, Valoración de los malos reportes de información. Fuente: Autores

<b>Elemento bajo riesgo</b>	<b>Componente del sistema Manejo de Sustancias nocivas</b>	<b>Color</b>
Personas	1.5	Amarillo
Recursos	0.5	Rojo
Sistemas y procesos	2.5	Verde

Tabla 25, Valoración de laboratorios no calificados. Fuente: Autores

<b>Elemento bajo riesgo</b>	<b>Componente del sistema Manejo de Sustancias nocivas</b>	<b>Color</b>
Personas	1.5	Amarillo
Recursos	1.5	Amarillo
Sistemas y procesos	2.5	Verde

Tabla 26, Valoración desordenes civiles. Fuente: Autores

<b>Elemento bajo riesgo</b>	<b>Componente del sistema Manejo de Sustancias nocivas</b>	<b>Color</b>
Personas	1.5	Amarillo
Recursos	1.5	Amarillo
Sistemas y procesos	2.5	Verde

Tabla 27, Valoración del terrorismo. Fuente: Autores

<b>Elemento bajo riesgo</b>	<b>Componente del sistema Manejo de Sustancias nocivas</b>	<b>Color</b>
Personas	1.5	Amarillo
Recursos	1.5	Amarillo
Sistemas y procesos	2.5	Verde

Tabla 28, Valoración atentados. Fuente: Autores

<b>Elemento bajo riesgo</b>	<b>Componente del sistema</b>	<b>Color</b>
-----------------------------	-------------------------------	--------------

---

<b>Manejo de</b>		
<b>Sustancias</b>		
<b>nocivas</b>		
Personas	1.5	Amarillo
Recursos	1.5	Amarillo
Sistemas y procesos	2.5	Verde

---

Tabla 29, Valoración robos. Fuente: Autores

### **20.3.2 Cuantificación del riesgo**

Riesgo: el daño potencial que, sobre la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada, pueda causarse por la ocurrencia de amenazas de origen natural, socio-natural o antrópico no intencional, que se extiende más allá de los espacios privados o actividades particulares de las personas y organizaciones y que por su magnitud, velocidad y contingencia hace necesario un proceso de gestión que involucre al Estado y a la sociedad.

Una vez identificadas, descritas y analizadas las amenazas y para cada una, desarrollado el análisis de vulnerabilidad a personas, recursos y sistemas y procesos, se procede a determinar el nivel de riesgo que para esta metodología es la combinación de la amenaza y las vulnerabilidades utilizando el diamante de riesgo que se describe a continuación:

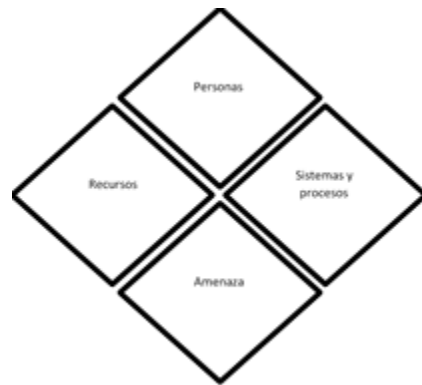


Imagen 211, diagrama análisis del riesgo. Fuente: Autores

Cada uno de los rombos tendrá un color que fue asignado de acuerdo con los análisis desarrollados.

Para la Amenaza:

- POSIBLE: NUNCA HA SUCEDIDO Color Verde
- PROBABLE: YA HA OCURRIDO Color Amarillo
- INMINENTE: EVIDENTE, DETECTABLE Color Rojo

Para la Vulnerabilidad:

- BAJA: ENTRE 2.1 Y 3.0 Color Verde
- MEDIA: ENTRE 1.1 Y 2.0 Color Amarillo
- ALTA: ENTRE 0 Y 1.0 Color Rojo

Para determinar el nivel de riesgo, se pinta cada rombo del diamante según la calificación obtenida para la amenaza y los tres elementos vulnerables. Por último, de acuerdo



a la combinación de los cuatro colores dentro del diamante, se determina el nivel de riesgo global según los criterios de combinación de colores planteados.












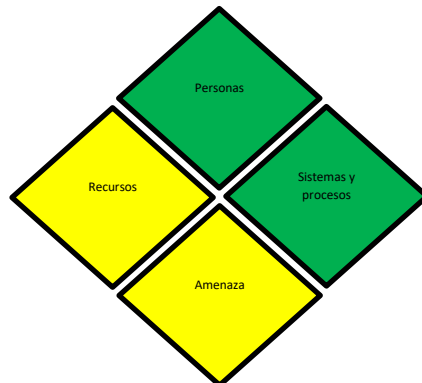
Sumatoria de Rombos	de	Calificación	Ejemplo
3 ó 4		Alto 	
1 ó 2 3 ó 4	 	Medio 	
0 1 ó 2	 	Bajo 	

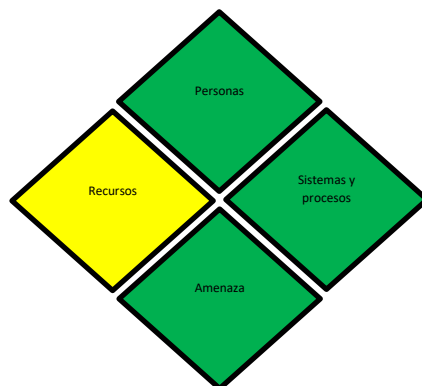
Imagen 22, calificación del nivel del riesgo. Fuente: Autores

A continuación, se presenta los niveles de riesgo:

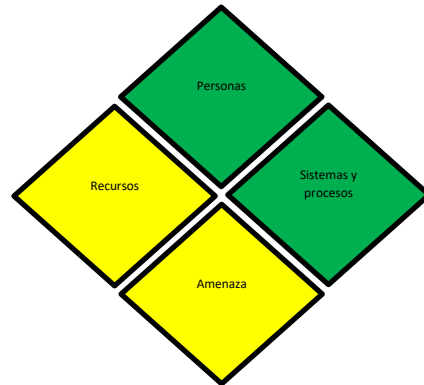
- ✓ Movimientos telúricos: Riesgo bajo. Fuente: Autores



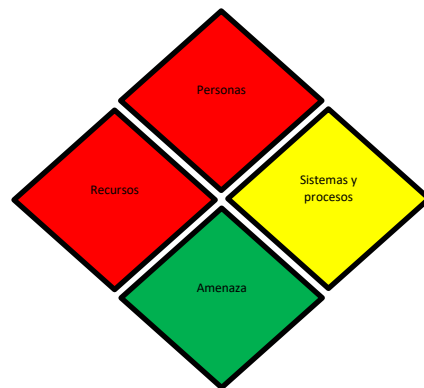
- ✓ Fallas geológicas: Riesgo bajo. Fuente: Autores



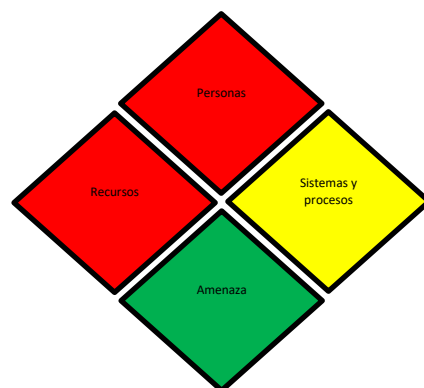
- ✓ Huracanes: Riesgo bajo. Fuente: Autores



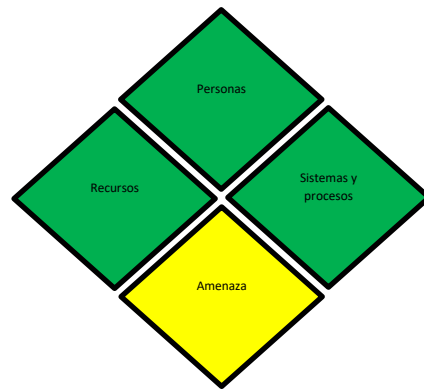
- ✓ Contaminación del acuífero: Riesgo medio. Fuente: Autores



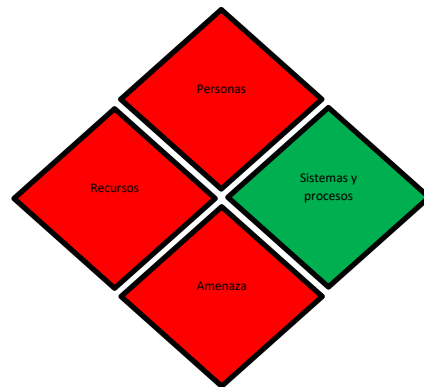
- ✓ Sobre explotación del acuífero: Riesgo medio. Fuente: Autores



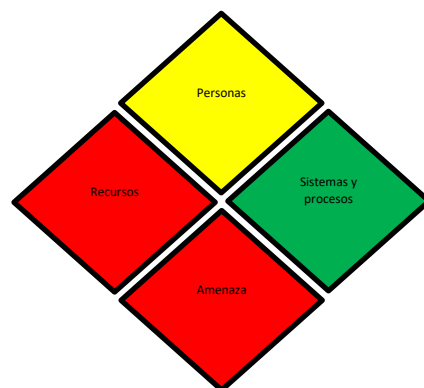
- ✓ Falla de equipos: Riesgo bajo. Fuente: Autores



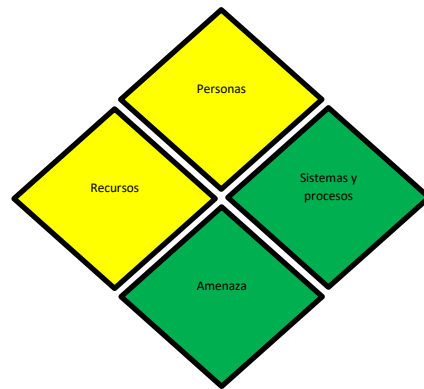
- ✓ Malos reportes de información: Riesgo Alto. Fuente: Autores



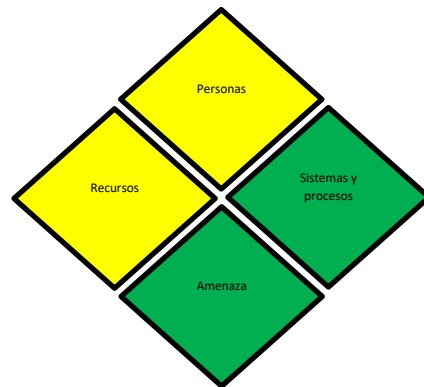
- ✓ Laboratorios no calificados: Riesgo medio. Fuente: Autores



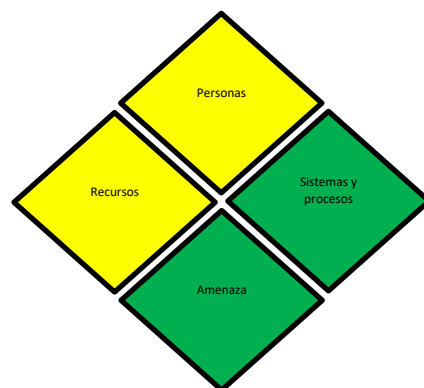
✓ Desordenes civiles: Riesgo bajo. Fuente: Autores



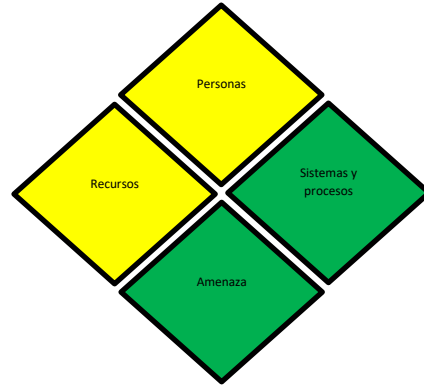
✓ Terrorismo: Riesgo bajo. Fuente: Autores



✓ Atentados: Riesgo bajo. Fuente: Autores



✓ Robos: Riesgo bajo . Fuente: Autores



Al analizar los riesgos a los que estaría expuesta la actividad y más específicamente las relacionadas con el manejo de sustancias nocivas solo se encontró un riesgo alto, así mismo se evidenciaron riesgos medios y bajos.

### 20.3.3 Priorización de escenarios

Amenaza	Nivel de riesgo
Malos reportes de la información	Alto
Contaminación del acuífero	Medio
Sobreexplotación del acuífero	Medio
Laboratorios no calificados	Medio
Movimientos telúricos	Bajo
Fallas geológicas	Bajo
Huracanes	Bajo
Falla de equipos	Bajo
Desordenes civiles	Bajo

<b>Terrorismo</b>	Bajo
<b>Atentados</b>	Bajo
<b>Robos</b>	Bajo

---

A partir del análisis de riesgo se realiza la priorización de las amenazas, organizándolas desde las amenazas de calificación “Alta” hasta las amenazas de calificación “Baja”.

Tabla 30, Priorización de escenarios. Fuente: Autores

Dentro de los riesgos analizados no se encontraron riesgos altos, solo medios y bajos. Se adjunta ficha de manejo por derrame de aceite, ya que es el producto que se maneja en el establecimiento y por el cual nace este documento.

#### **20.3.4 Medidas de intervención**

Las medidas de intervención serán socializadas y coordinadas por el jefe de Emergencias en los diferentes niveles de la organización, estas medidas van orientadas a la prevención y mitigación o protección, con el fin de preservar el personal, el medio ambiente, los recursos, los sistemas y procesos del entorno.

Amenaza	Nivel de riesgo	Medida de intervención	Tipo de medida	
			Prevención	Mitigación
Contaminación del acuífero, sobreexplotación del acuífero y laboratorios no calificados	Medio	Mantenimiento de equipos	X	
		Capacitación al personal para manejo de toma de muestras y análisis		X
		Realizar un simulacro para la evaluación de los equipos	X	
Malos reportes de la información	Alto	Capacitación al personal para el control y manejo de equipos utilizados		X
Movimientos telúricos, Fallas geológicas y Huracanes	Bajo	Capacitación al personal en prevención y respuesta a emergencias		X

		Señalizar carros y tanques de almacenamiento	X	
		Asegurar elementos ubicados en los carros	X	
		Realizar inventario mensual del botiquín de primeros auxilios	X	
		Actualización base de datos autoridades de control y emergencia	X	
		Capacitar al 100% del personal en primeros auxilios		X
Falla de equipos o sistema	Bajo	Mantenimiento preventivo carros y de equipos	X	

---



		Realizar copias de seguridad de los documentos electrónicos	X
Desordenes civiles		Instalación sistemas de seguridad	X
Terrorismo Atentados y Robos	Bajo	Actualización base de datos autoridades de control y emergencia	X

Tabla 31, Medidas de intervención. Fuente: Autores

### 20.3.5 DOCUMENTACION DE REQUISITOS

REQUISITOS	INTERESADOS
Acta de constitución del Proyecto	Gerente del Proyecto.
Permisos ambientales.	Alcaldía de Santa marta a través del DADMA (Autoridad Ambiental)
Registro de interesados	Stakeholders: Alcaldía de Santa Marta, Grupo

	directivo, Comité de prevención, Coordinador de evacuación, Apoyo logístico, Patrocinador, Usuario, Grupo de Calidad, Proveedor y DADMA.
Norma ISO 15489	Responsable de la Gestión Integral de documentación.
Documentos de cotización de equipos de monitoreo	Departamento de finanzas

---

*Tabla 32, requisitos. fuente: Autores*

## 21 Plan de gestión de adquisiciones

Tener el registro de la forma como se adquieren los materiales, su recepción, utilización, la calidad y garantías para la implementación de la red de monitoreo.

ALCALDIA DISTRITAL SANTA MARTA SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD									
CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE PROVEEDORES									
Proveedor:	Suministro de equipos luz	C.C. o Nit:	900029109						
Correo electronico:	<a href="mailto:info@equiposiluz.com">info@equiposiluz.com</a>								
Contrato/Orden No:	4	Fecha de la evaluación:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">Dia</th> <th style="width: 30%;">Mes</th> <th style="width: 40%;">Año</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">28</td> <td style="text-align: center;">ABR</td> <td style="text-align: center;">2017</td> </tr> </table>	Dia	Mes	Año	28	ABR	2017
Dia	Mes	Año							
28	ABR	2017							
secretaria de hacienda									
Los siguientes son los criterios para realizar la evaluación del proveedor una vez a finalizada la prestación del servicio y/o entrega del producto.									
<a href="#">INSERTAR DATOS</a>									
COMPRAS Y/O SUMUNISTROS		Cumple	Puntaje						
			Máximo	As ig.					
Calidad del producto	• Cumplio con las especificaciones técnicas y de funcionalidad requeridas de acuerdo la orden de suministros/contrato	<input checked="" type="checkbox"/>	65	65,00					
	• Los productos entregados estaban en buenas condiciones físicas y su apariencia satisface las expectativas	<input checked="" type="checkbox"/>							
Cumplimiento en los tiempos de entrega	• La entrega se realizó en los tiempos pactados en la orden de compra/contrato	<input checked="" type="checkbox"/>	20	20,00					
Cumplimiento en cantidad	• Cumplio con la entrega total de las cantidades solicitadas en los tiempos dados	<input type="checkbox"/>	15	0,00					
Servicio posventa	• Dio respuesta a los requerimientos o reclamos realizados	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0,00					
	• Es oportuna la respuesta a los requerimientos realizados	<input type="checkbox"/>							
	• Las garantías del producto fueron atendidas satisfactoriamente	<input type="checkbox"/>							
			100	85,00					
<b>Observaciones:</b>									
<b>Oficina que realiza la evaluación:</b>		secretaria de hacienda							
INTERPRETACIÓN									
<b>CALIFICACIÓN:</b>	Mayor a 80 puntos	• El contratista permanece por un periodo más							
	Entre 60 y 79 puntos	• El contratista queda en periodo de prueba							
	Menor a 60 puntos	• El contratista es retirado del listado de proveedores							
<b>Nota 1:</b>	En caso de no aplicar parcial o totalmente alguno de los numerales a evaluar el valor de este se deberá repartir proporcionalmente entre los demás.								
<b>Nota 2:</b>	Imprimir y guardar copia de este formato junto con el acto administrativo								

Imagen 22, Evaluación de proveedores. Fuente: Autores

ALCALDIA DISTRITAL SANTA MARTA SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD										
CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE PROVEEDORES										
Proveedor: _____		C.C. o Nit: _____								
Correo electrónico: _____		<table border="1"> <tr> <th>Día</th> <th>Mes</th> <th>Año</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>			Día	Mes	Año			
Día	Mes	Año								
Contrato/Orden No: _____		Fecha de la evaluación: _____								
Los siguientes son los criterios para realizar la evaluación del proveedor una vez a finalizada la prestación del servicio y/o entrega del producto.										
<b>INSETAR DATOS</b>										
SERVICIOS		Cumple	Puntaje							
			Máximo	Asig.						
Calidad del servicio	• Logística:contó con la logística necesaria en cuanto transporte, equipos y herramientas menores para cumplir con el objeto del contrato	<input type="checkbox"/>	60	0,00						
	• Durante la ejecución del servicio contó con personal técnico calificado para cumplir las actividades propias del servicio	<input type="checkbox"/>								
	• El servicio se presto de acuerdo a lo pactado con el contratista o proveedor del servicio	<input type="checkbox"/>								
	• Equipos y herramientas:se contó con los equipos y herramientas adecuados para las tareas propias de la ejecución del servicio	<input type="checkbox"/>								
Cumplimiento en los tiempos de entrega	• Cumplió con los tiempos de entrega pactados para la prestación del servicio	<input type="checkbox"/>	10	0,00						
Cumplimiento en cantidad	• Cumplimiento con la entrega de las cantidades solicitadas.	<input type="checkbox"/>	10	0,00						
Servicio durante y posventa	• Dio respuesta a los requerimientos o reclamos realizados	<input type="checkbox"/>	20	0,00						
	• La respuesta dada a los requerimiento realizados fue oportuna	<input type="checkbox"/>								
			100	0						
<b>Observaciones:</b>										
<b>Oficina que realiza la evaluación:</b> _____										
INTERPRETACIÓN										
<b>CALIFICACIÓN:</b>	Mayor a 80 puntos	• El contratista permanece por un periodo más								
	Entre 60 y 79 puntos	• El contratista queda en periodo de prueba								
	Menor a 60 puntos	• El contratista es retirado del listado de proveedores								
<b>Nota 1:</b>	En caso de no aplicar parcial o totalmente alguno de los numerales a evaluar el valor de este se deberá repartir proporcionalmente entre los demás.									
<b>Nota 2:</b>	Imprimir y guardar copia de este formato junto con el acto administrativo									

Imagen 24, Evaluación de proveedores. Fuente: Autores



## Priorización de requisitos

Para la priorización de requerimientos utilizaremos un listado de todos los requerimientos clasificándolos en una escala de 1 al 10 donde consideramos el poder y el impacto, el porcentaje de influencia en la calificación será de 60% y 40% respectivamente, dicha calificación será la que determine la priorización de requerimientos.

## Trazabilidad

Para realizar un seguimiento ordenado a los requerimientos de los interesados del proyecto se utilizará una, matriz de trazabilidad en donde se detallan los requerimientos, descripción, prioridad, parámetros, estado actual y fecha.

## Gestión de la configuración

El jefe encargado de la ejecución del proyecto podrá solicitar algún cambio a los requerimientos. El requerimiento pasará en primera instancia al gerente del proyecto quien realizará un análisis del impacto, el cual será presentado al responsable de la ejecución del proyecto. Son el gerente y el responsable del proyecto, quienes pueden aprobar y/o rechazar la solicitud de cambio

## Verificación de requisitos

La revisión de cada requerimiento será responsabilidad del jefe de operación de toma de datos.  
Número de entregables dentro del plazo estimulado  
Número de entregables fuera del plazo estimulado

## **23 Plan De Gestión De Tiempo**

### **23.1 Línea base del cronograma**

La línea base del cronograma consiste en dar seguimiento al grado de ejecución del Cronograma del Proyecto y en controlar los cambios en la misma, por lo cual en este se registra las actividades a realizar dentro del proyecto y cuál es el periodo de tiempo en el que se ejecutara dicha tarea, con el fin de llevar una meta estipulada en el cual se terminara la ejecución de dicho trabajo.

Para la ejecución del proyecto enmarcado en la construcción de una red de monitoreo del acuífero se terminan los ítem y tiempo determinado en la ejecución.

Item	Descripción	Unidad de Medida	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
1	Costos de Actividades		Cronograma											
Proyecto	Red de Monitoreo del Acuífero de la ciudad de Santa Marta													
Objetivo	Diseñar la primera red de monitoreo del acuífero de la ciudad de Santa Marta, que permita determinar la calidad del agua subterránea del distrito para lograr una gestión eficaz de la misma.													
1.1	Elaborar el documento técnico y Jurídico que establezca y defina las directrices y criterios para diseñar y establecer la Red de monitoreo de la ciudad de Santa Marta	Documento Tecnico												
1.2	Estudio SIG, para identificar áreas de interes ambiental que serán definidas para el diseño e implementación de la Red de Monitoreo	Documento Tecnico												
1.3	Diseño de la Red de Monitoreo del Acuífero de la ciudad de Santa Marta (levantamiento de información secundaria y primaria, modelacion del recurso con MODFLOW)	Documento Tecnico												
1.4	Adquisición del equipo que se utilizara para la medición de niveles de agua, medición de parámetros químicos y georeferenciación.	Equipo												
1.5	Implementación de la red de monitoreo del acuífero de la ciudad de Santa Marta. (año	Documento Tecnico												
Total de costos de Actividades														

Imagen 26, Cronograma del proyecto. Fuente: Autores



**Proyecto: CONSTRUCCION DE UNA RED DE MONITOREO DEL ACUIFERO PARA  
CONOCER SU CALIDAD, CANTIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD EN LA CIUDAD DE  
SANTA MARTA**

---

**1. Red de monitoreo**

**1.1. Gestión del proyecto**

- 1.1.1. Descripción del trabajo
- 1.1.2. Definición del alcance
- 1.1.3. Definición de los objetivos
- 1.1.4. Plan de riesgos
- 1.1.5. Plan de costos
- 1.1.6. Plan de comunicaciones
- 1.1.7. Plan de compras
- 1.1.8. Seguimiento y control
- 1.1.9. Cierre del proyecto

**2. Establecer línea base**

- 2.1.1. Estudio preliminar de la zona
- 2.1.2. Definición de la metodología
- 2.1.3. Simulacro de toma de muestras
- 2.1.4. Búsqueda del laboratorio de análisis

**3. Planificación del proyecto**

- 3.1. Preparación del ambiente de desarrollo
- 3.2. Definición de funciones
- 3.3. Determinación de contratos y alianzas

### 3.4. Implementación de la red de monitoreo

3.4.1. Base de datos

3.4.2. Toma de muestras

3.4.3. Presentación de resultados

## **4. Análisis legal**

4.1. Revisión contratos actuales con laboratorios.

4.2. Análisis implicaciones legales soluciones tecnológicas.

4.3. Análisis implicaciones legales en confiabilidad de los resultados.

## **5. Solución técnica**

5.1. Especificaciones del diseño

5.2. Implementación del software para modelar los datos

5.3. Implementación del equipo a utilizar

5.4. Definición de la metodología de toma de muestras

## **6. Puesta en marcha**

### **6.1. Construcción del grupo de trabajo**

6.1.1. Organización del equipo de investigación

6.1.2. Incorporación nuevo personal

6.1.3. Implantación de las funciones de soporte

6.1.4. Ejecución planes de gestión del cambio y formación.

## **7. Resultados del proyecto**

7.1. Documento de entrega a operaciones

7.2. Presencia de medios

7.3. Entrega de conclusiones

7.4.Redes sociales

7.5.Campaña de lanzamiento y finalización del proyecto

**Fin del proyecto**

Diccionario de la EDT del Proyecto

<b>ETAPAS</b>	<b>ACTIVIDADES A REALIZAR</b>	<b>RESPONSABLE</b>
<b>Etapa I</b>	Diagnostico	Empresa Contratada, Director de Proyecto
<b>Etapa II</b>	Caracterización	Empresa Contratada, Director de Proyecto
<b>Etapa III</b>	Factibilidad	Empresa Contratada, Director de Proyecto
<b>Etapa IV</b>	Construcción	Administración Distrital Cartagena de Indias, Director de Proyecto

## **24 Plan De Gestión Del Cronograma**

En el Proyecto diseño e implementación de una red de monitoreo para conocer su calidad, cantidad y la productividad en el Distrito Turístico y Cultural de Santa Marta, la estimación de actividades se realizó tomando en cuenta el criterio y experiencia de los ingenieros de la empresa, así como la de los contratistas, además de los factores ambientales de la compañía.

25 Capítulo 5

25.1 Aspectos administrativos.

1	Costos de Actividades		Cronograma											
<b>Proyecto</b>	Red de Monitoreo del Acuífero de la ciudad de Santa Marta													
<b>Objetivo</b>	Diseñar la primera red de monitoreo del acuífero de la ciudad de Santa Marta, que permita determinar la calidad del agua subterránea del distrito para lograr una gestión eficaz de la misma.		mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12
1.1	Elaborar el documento técnico y jurídico que establezca y defina las directrices y criterios para diseñar y establecer la Red de monitoreo de la ciudad de Santa Marta	Documento Tecnico												
1.2	Estudio SIG, para identificar áreas de interés ambiental que serán definidas para el diseño e implementación de la Red de Monitoreo	Documento Tecnico												
1.3	Diseño de la Red de Monitoreo del Acuífero de la ciudad de Santa Marta (levantamiento de información secundaria y primaria, modelación del recurso con MODFLOW)	Documento Tecnico												
1.4	Adquisición del equipo que se utilizara para la medición de niveles de agua, medición de parámetros químicos y georeferenciación.	Equipo												
1.5	Implementación de la red de monitoreo del acuífero de la ciudad de Santa Marta. (año	Documento Tecnico												
<b>Total de costos de Actividades</b>														

Imagen 27, Aspectos administrativos. Fuente: Autores

## 25.2 Cronograma de costos

Item	Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
1	Costos de Actividades					Cronograma											
Proyecto	Red de Monitoreo del Acuífero de la ciudad de Santa Marta																
Objetivo	Diseñar la primera red de monitoreo del acuífero de la ciudad de Santa Marta, que permita determinar la calidad del agua subterránea del distrito para																
1.1	Elaborar el documento técnico y Jurídico que establezca y defina las directrices y criterios para diseñar y establecer la Red de monitoreo de la ciudad de Santa Marta	Documento Técnico	1	\$ 7.550.000	\$ 7.550.000	\$ 3.775.000	\$ 3.775.000										
1.2	Estudio SIG, para identificar áreas de interés ambiental que serán definidas para el diseño e implementación de la Red de Monitoreo	Documento Técnico	1	\$ 15.300.000	\$ 15.300.000			\$ 7.650.000	\$ 7.650.000								
1.3	Diseño de la Red de Monitoreo del Acuífero de la ciudad de Santa Marta (levantamiento de información secundaria y primaria, modelación del recurso con MODFLOW)	Documento Técnico	1	\$ 20.600.000	\$ 20.600.000				\$ 10.300.000	\$ 10.300.000							
1.4	Adquisición del equipo que se utilizara para la medición de niveles de agua, medición de parámetros químicos y georeferenciación.	Equipo	1	\$ 24.000.000	\$ 24.000.000						\$ 12.000.000	\$ 12.000.000					
1.5	Implementación de la red de monitoreo del acuífero de la ciudad de Santa Marta. (año)	Documento Técnico	5	\$ 2.800.000	\$ 14.000.000								\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000	\$ 2.800.000
<b>Total de costos de Actividades</b>					<b>\$ 81.450.000</b>	Nota: variara conforme al IPC											
2	Logística y Materiales																
2.1	Vehículos (4x4) Camioneta	días	0	\$ 200.000	\$ -												
2.2	Papeería, tinta y utensilios de oficina	Mes	0	\$ 750.000	\$ -												
2.3	Aquiler de Equipos (2 computadores alta gama, 1 fotocopidora, GPS, Equipos de captura de información Biológica en campo, Dron)	Numero	0	\$ 2.500.000	\$ -												
<b>Total de costos de Logística y Materiales</b>					<b>\$ -</b>												
<b>Subtotal</b>					<b>\$ 81.450.000</b>												
3	Gastos Administrativos																
3.1	Administración			0%	\$ -												
3.2	Imprevistos			0%	\$ -												
<b>Total Gastos Administrativos</b>					<b>\$ -</b>												
<b>Total Proyecto Vigencia 1</b>					<b>\$ 81.450.000</b>												

Imagen 28, Cronograma de costos. Fuente: Autores

## 26 Conclusiones

La realización del presente proyecto, nos permite hacer una propuesta para la distribución espacial de las redes de monitoreo del agua subterránea en el Acuífero de Santa Marta, mediante el manejo de factores hidrogeológicos, ambientales y socioeconómicos. Este estudio permitirá visualizar los problemas que presenta la distribución actual de ambas redes, mediante el resultado que nos arroje el primer muestreo u estudio del acuífero.

También es evidente la necesidad de realizar este tipo de estudios y monitoreos en el Distrito de una manera más eficaz que permita el monitoreo de los niveles y la calidad del agua subterránea de manera continua, y así obtener datos más confiables para la toma de decisiones.

Manejar los factores de manera holística, mediante el uso de técnicas que favorecen el análisis de la información (Análisis Multicriterio), en conjunto con los Sistemas de Información Geográfica establece que las áreas prioritarias para la red de monitoreo de cantidad y la red de monitoreo de calidad. La conclusión que se pretende obtener en parte de la investigación, es que la problemática de cantidad del agua subterránea en el acuífero de Santa Marta, coincide con aquellas zonas que presentan una mayor densidad de población, donde los usuarios extraen este recurso hídrico para realizar sus actividades.

## 27 Recomendaciones

Finalmente, de acuerdo a los resultados que se obtengan en la realización del proyecto, se recomienda lo siguiente:

Al observar las problemáticas de cantidad y calidad del agua subterránea del Distrito de Santa Marta, es decir la sobreexplotación del recurso hídrico y el peligro de contaminación del acuífero, se recomienda evitar cualquier extracción no controlada del recurso, así como reparar fugas y desarrollar planes de cultura del cuidado y reciclado del agua. Así mismo, resulta útil, promover normatividad acerca de la protección, uso y aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo.

Se encuentra adicionalmente la participación de la comunidad en la operación y funcionamiento de la red es indispensable para asegurar su buen funcionamiento en el tiempo, reduciendo los riesgos que pueden causar en los equipos y las estaciones, la manipulación indebida o el vandalismo en las zonas en donde se encuentran ubicadas.

Es muy importante el apoyo de las instituciones ambientales con injerencia en el Distrito para dar apoyo al proyecto de la implementación de la red de monitoreo de calidad del agua, para asegurar su colaboración cuando sea necesario.

Es importante hacer un programa integral de monitoreo, que se construya con una base sólida de datos específicos de la zona de estudio, con objetivos claros y realistas, así como una buena planificación de los recursos financieros para que el proyecto resulte costeable y se obtengan resultados en tiempo y forma.



En cuanto a los datos, es necesario que el levantamiento de información en campo se haga en base a los objetivos y que las mediciones sean continuas. También que los datos sean almacenados de la manera más fiable posible y actualizados en periodos cortos de tiempo.

Es importante mencionar que la metodología que se aplicó en este proyecto puede ser implementada en otros acuíferos y a otras escalas. También se podrían utilizar otros parámetros y comparar con los resultados que se obtuvieron a lo largo de la presente investigación.

## 28 Bibliografía

Auge M. (2006). Métodos y técnicas para el monitoreo de acuíferos. La Plata: Universidad de Buenos Aires. Recuperado de [http://www.filo.uba.ar/contenidos/investigacion/institutos/geo\\_bkp/gaye/archivos\\_pdf/MetodosyTecnicasparaelMonitoreodeAcuiferos.pdf](http://www.filo.uba.ar/contenidos/investigacion/institutos/geo_bkp/gaye/archivos_pdf/MetodosyTecnicasparaelMonitoreodeAcuiferos.pdf)

Chávez D & Pastora D. (2007). Gestión e implementación de la red de monitoreo de aguas subterráneas en el AMSS y valle de Zapotitlan. Cuscatlan El Salvador: Universidad Centroamericana José Simón Cañas. Recuperado de [http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis\\_descargables/red\\_de\\_monitoreo\\_de\\_as.pdf](http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis_descargables/red_de_monitoreo_de_as.pdf)

Consortio J. (2017). Diseñar la red de monitoreo satelital de calidad de agua subterránea en la cuenca media del rio Bogotá, y diseñar la red de monitoreo satelital de aguas subterráneas y determinar la vulnerabilidad en acuíferos de la cuenca media del rio Bogotá. Colombia. Recuperado de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ae21dac0e581.pdf>

Custodio E & Llamas M. (2001). Hidrología Subterránea . Barcelona España: Ediciones Omega S.A. Recuperado de <https://www.casadellibro.com/libro-hidrologia-subterranea-t-1/9788428204477/273825>

Deluchi M, Kruse E, Laurencena P, Rojo A, & Carol E. (2012). Metodología de diseño en la extracción de agua en la ciudad de la plata. Buenos Aires : congreso Latinoamericano de Ecología Urbanal - Curso Internacional de Ecología Urbana. Recuperado de <http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/documentos/sipcyt/bfa004407.pdf>

Díaz Viera M.A. & Canul Pech F. (2014). Diseño óptimo de la red de monitoreo del acuífero, para el adecuado manejo del recurso hídrico, aplicando un enfoque geoestadístico. Tecnología y ciencias del agua, 141-159. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v5n5/v5n5a9.pdf>

Foster S., Tuinhof A, Kemper K., Garduño H., Nanni M. (2006). requerimientos de monitoreo del agua subterránea para manejar la respuesta de los acuíferos y las amenazas a la calidad del agua.

Grupo Base del GW-MATE. Recuperado de

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/documentos/sipcyt/bfa004407.pdf>

Guevara M, Hernández W, Rivas C, & Márquez E. (2010). Estado de las aguas subterráneas en el Salvador. El Salvador: Boletín Geológico y Minero. Recuperado de

<http://www.igme.es/publicaciones/Catalogo2013A.pdf>

Hergt T. (2009). Diseño optimizado de redes de monitoreo de la calidad del agua de los sistemas de flujo subterráneo en el acuífero 2411. San Luis Potosí. Recuperado de

[file:///C:/Users/10/Downloads/2009\\_pmpca\\_d\\_hergtthomas\\_090921.pdf](file:///C:/Users/10/Downloads/2009_pmpca_d_hergtthomas_090921.pdf)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2013). Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. Colombia: IDEAM.

Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/hidrologia>

Juñez Ferreira H.E. (2004). Diseño de una red de monitoreo de la calidad del agua para el acuífero Irapuato-Valle. Guanajuato. Recuperado de

<http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/438>

Martínez N.O.V. (2004). Monitoreo de aguas Subterráneas. Recuperado de

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021172/Protocoloparaelmonitoreoyseguimientodelagua.pdf>

Metroagua S A ESP. (2013). Plan quinquenal de uso eficiente y ahorro de agua. Colombia

Paris M., Tujchneider O., Delia M. & Peez M. (1999). Protección de pozos de abastecimiento en la gestión de los recursos hídricos subterráneos. Serie Correlación Geológica , 13. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222014000400001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222014000400001)

Suarez M. C., Gallegos S., Zarate F., Botello S., Moreles M., Pérez J., & Domínguez F. (2007). Modelo de flujo del agua subterránea y diseño de red de monitoreo para el acuífero del valle de Querétaro . Recuperado de [http://siteresources.worldbank.org/INTWRD/Resources/GWMATE\\_Spanish\\_BN\\_09.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTWRD/Resources/GWMATE_Spanish_BN_09.pdf)

United Nations Educational Scientific and Cultural Organización. (1978). Red de monitoreo de acuíferos. Colombia: UNESCO. Recuperado de <http://www.metropol.gov.co/recursohidrico/Informes/INFORMES%20EJECUTIVOS/INFORME%20EJECUTIVO%20REDR%C3%8DO%20FASE%20III%202009-2011.pdf>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2016). Gestión ambiental de recursos Naturales. Colombia: UNAD. Recuperado de <http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13307/1/52227055.pdf>