

**AUTOMATIZACIÓN ACUEDUCTO BARRIO EL FARO DEL MUNICIPIO DE
SAN RAFAEL**

**LEÓN DARIO VALENCIA CIRO
JUAN CARLOS RAMIREZ GARCIA
FABIO NELSON RAMIREZ GARCIA**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD INGENIERIA
TECNOLOGÍA EN MECANICA INDUSTRIAL
SAN RAFAEL - ANTIOQUIA
NOVIEMBRE 2015**

**AUTOMATIZACIÓN ACUEDUCTO BARRIO EL FARO DEL MUNICIPIO DE SAN
RAFAEL**

LEÓN DARIO CIRO

JUAN CARLOS RAMIREZ GARCIA

FABIO NELSON RAMIREZ GARCIA

**Trabajo de automatización de bombas centrifugas para optar el título de
Tecnólogo en Mecánica Industrial**

Asesor

SAUL RIVERO MEJÍA

Ingeniero Mecánico

INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERIA

TECNOLOGÍA EN MECANICA INDUSTRIAL

SAN RAFAEL - ANTIOQUIA

NOVIEMBRE 2015

CONTENIDO		Pág.
	Introducción	7
1.	Planteamiento del problema	8
1.1.	Descripción del problema	8
2.	Justificación	9
3.	Objetivos	10
3.1.	Objetivo general	10
3.2.	Objetivos específicos	10
4.	Referencias teóricas	11
4.1.	Bombas	11
4.2.	Partes principales de una planta de tratamiento de agua	12
4.3.	Esquema de funcionamiento de ETAP (estación de tratamiento de agua potable)	13
4.4.	Partes de un sistema de bombeo	15
4.5.	Proceso de automatización de una máquina y de un sistema de bombeo	18
5.	Metodología	21
5.1.	Cronograma	23
6.	Resultados del proyecto o diseño técnico	24
6.1.	Herramientas	26
6.2.	Materiales	27
7.	Conclusiones	28
8.	Recomendaciones	29
9.	Bibliografía	30
	Anexos	31

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. Tanque de almacenamiento y distribución nro. 2	8
2. Bomba centrífuga	11
3. Esquema de una planta de tratamiento de agua potable	13
4. Esquema de una estación de tratamiento de agua	15
5. Esquema de un sistema de bombeo	17
6. Vista del sistema de bombeo instalado	18
7. Máquinas autónomas en procesos industriales	19
8. Sistema de bombeo automatizado	20
9. Tablero de control y manómetros de presión	20
10. Cuarto de bombas	21
11. Bomba nro. 1	22

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1. Cronograma de actividades	23
2. Herramientas empleadas	26
3. Materiales empleados para la automatización	27

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Detalle de las actividades y presupuesto realizados para automatización del sistema de bombeo de agua potable para el barrio el faro	31
--	----

INTRODUCCIÓN

Dada la constante necesidad de transportar grandes cantidades de fluidos por largas distancias, las bombas centrífugas, tienen un papel protagónico en muchos de los procesos industriales, inclusive en aplicaciones domesticas simples y se han convertido en una herramienta primordial para bombear fluidos corrosivos y no corrosivos a una eficiencia hidráulica máxima.

Estos equipos hacen parte de un grupo de máquinas denominadas bombas roto dinámicas, las cuales están caracterizadas por la existencia de un elemento impulsor el cual es movido por un eje que le transmite la potencia a dicho elemento. Entre sus principales ventajas se destacan las siguientes; caudal constante, presión uniforme, sencillez de construcción, tamaño reducido, bajos costos de mantenimiento, vida útil prolongada, entre otros.

Con el objeto de garantizar la continuidad de las bombas centrífugas que operan en el acueducto urbano del proyecto de vivienda El faro, se hace necesario implementar un plan de automatización de las bombas centrifugas. Este plan debe permitir la continuidad en la prestación del servicio, llevando de manera continua el fluido hasta cada uno los componentes que integran el proceso, es decir, desde el inicio hasta su integración final.

1. PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El municipio de San Rafael cuenta con las Empresas Públicas de San Rafael S.A. E.S.P, quien es la organización encargada de prestar los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Dicha empresa inicia su operación en el año 2011, ya que era necesario descentralizar esta dependencia del municipio.

En el municipio de San Rafael desde hace muchos años ha operado el acueducto urbano, y éste se ha expandido debido al incremento de la población. Además de lo anterior se ejecutó un Proyecto de Vivienda denominado El Faro, al cual fue necesario implementarle un sistema de bombeo, ya que el acueducto municipal no tenía la capacidad suficiente para garantizar una presión acorde con los requerimientos de la demanda.

Adicionalmente, la topografía de la región exigía la construcción del acueducto con un sistema de bombeo acorde a los requerimientos técnicos geográficos y demográficos. Finalmente, no sobra decir que el agua es considerada un recurso indispensable para cubrir las necesidades básicas de las personas.

Figura 1. Tanque de almacenamiento y distribución nro. 2



Fuente: Elaboración propia

2. JUSTIFICACIÓN

La automatización de las bombas centrífugas del acueducto El faro fue de gran ayuda para la población que habita el sector, ya que garantizará un suministro de agua con un servicio constante. Para el caso particular de la empresa, esta implementación también permitirá prever daños futuros al sistema reduciendo los costos operativos y aumentando la eficiencia en el servicio, dado que no tendrán que contratar a un operario para que revise todos los días el nivel de los tanques, por tal razón, se hace evidente la importancia de mantener en óptimas condiciones de operación el acueducto y de esta manera la comunidad no pierda la continuidad en la prestación del servicio.

Otro factor importante será el de crear confianza entre el usuario y la empresa, debido a que el primero podrá estar seguro de contar con el suministro continuo de ese vital recurso como lo es el agua.

De otro lado, el sistema que suministra el servicio no estaba automatizado, por lo que se requería que un operario se encargara de revisar los niveles tanto del tanque de almacenamiento como del tanque de distribución, cosa que incrementaba los costos operativos de la empresa y que eran trasladados posteriormente a los usuarios del servicio.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVOS GENERAL

- Automatizar las bombas centrifugas del acueducto urbano del proyecto de vivienda el faro que permita la prestación del servicio de agua con continuidad.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

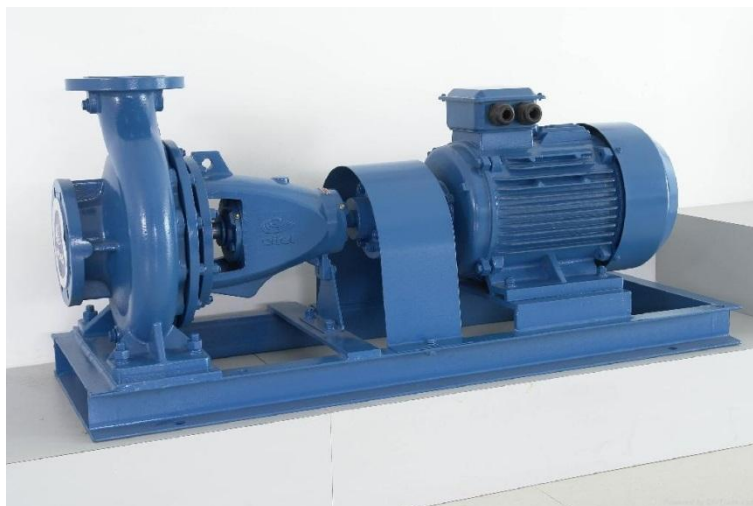
- Verificar el estado actual de las bombas con el fin de proponer estrategias para la automatización de las mismas.
- Proponer un plan operativo de actividades para la automatización de las bombas.

4. REFERENTES TEÓRICOS

4.1. Bombas

Las bombas son dispositivos que se encargan de transferir energía a un líquido, desde un estado de baja presión estática a otro de mayor presión. Están compuestas por un elemento rotatorio denominado impulsor, el cual se encuentra dentro de una carcasa llamada voluta. Inicialmente la energía es transmitida como energía mecánica a través de un eje, para posteriormente convertirse en energía hidráulica. El fluido entra axialmente a través del ojo del impulsor, pasando por los canales de éste y suministrándosele energía cinética mediante los álabes que se encuentran en el impulsor para posteriormente descargar el fluido en la voluta, el cual se expande gradualmente, disminuyendo la energía cinética adquirida para convertirse en presión estática.

Figura 2. Bomba centrífuga



Fuente:

<https://www.google.com.co/search?q=sistemas+de+bombeo&biw=1525&bih=705&tbn=isch&imgil=xTpVcerpabESEM%253A%253Bso>, 2015

4.2. Partes principales de una planta de tratamiento de agua

Se denomina estación de tratamiento de agua potable (ETAP) al conjunto de estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano. Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:

- Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo
- Tratamiento integrado para producir el efecto esperado
- Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante)
- Si no se cuenta con un volumen de almacenamiento de agua potabilizada, la capacidad de la planta debe ser mayor que la demanda máxima diaria en el periodo de diseño
- Además, una planta de tratamiento debe operar continuamente, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta

Figura 3. Esquema de una planta de tratamiento de agua potable



Fuente:

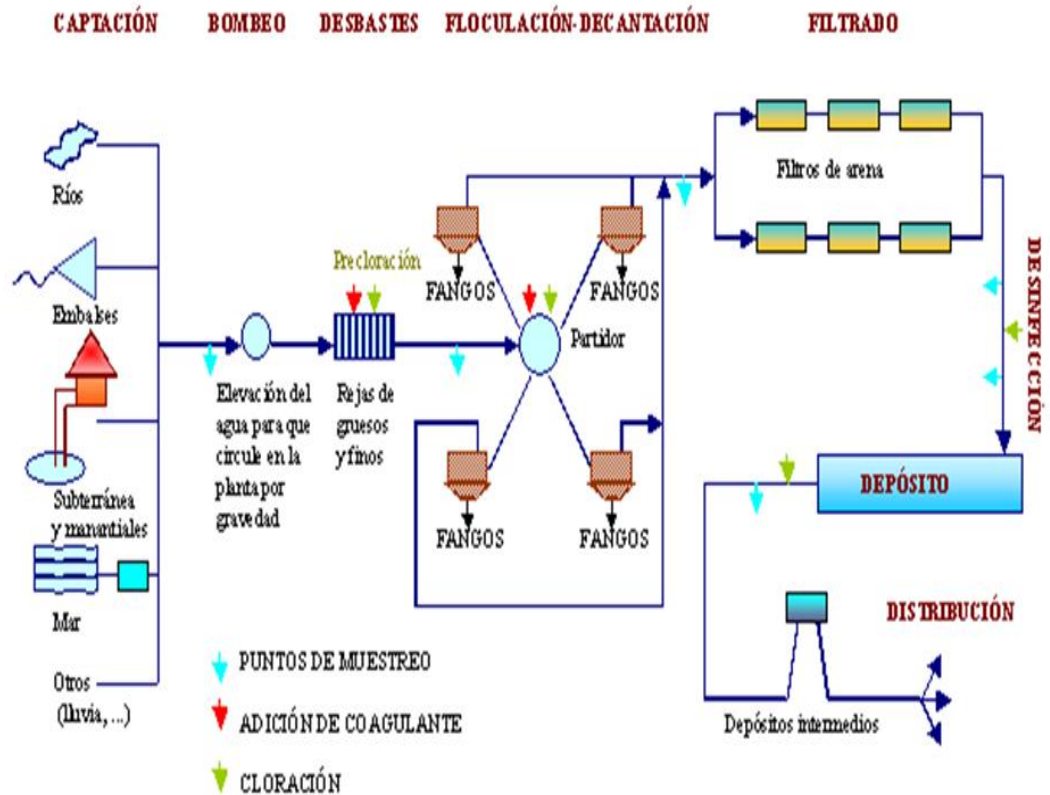
<https://www.google.com.co/search?q=esquema+de+una+planta+de+tratamiento+de+agua+potable&biw=1525&bih=705&tbm=isch>

4.3. Esquema de funcionamiento de ETAP (estación de tratamiento de agua potable)

- **Toma del río:** Punto de captación de las aguas
- **Reja:** Impide la penetración de elementos de gran tamaño (ramas, troncos, peces, etc.).
- **Desarenador:** Sedimenta las arenas o partículas sólidas que van suspendidas en el agua, para evitar así dañar las bombas.
- **Bombeo de baja (Bombas también llamadas de baja presión):** Toman el agua directamente de un río, lago o embalse, enviando el agua cruda a la cámara de mezcla.

- **Cámara de mezcla:** Espacio en donde se agrega al agua productos químicos. Los principales son los coagulantes (sulfato de alúmina), alcalinizantes (cal).
- **Decantador:** El agua llega velozmente a una pileta muy amplia donde se reposa, permitiendo que se depositen las impurezas en el fondo. Para acelerar esta operación, se le agrega al agua coagulante que atrapan las impurezas formando pesados coágulos. El agua sale muy clarificada y junto con la suciedad quedan gran parte de las bacterias que contenía.
- **Filtro:** El agua decantada llega hasta un filtro donde pasa a través de sucesivas capas de arena de distinto grosor. Sale prácticamente potable.
- **Desinfección:** Para asegurar aún más la potabilidad del agua, se le agrega cloro que elimina el exceso de bacterias y lo que es muy importante, su desarrollo en el recorrido hasta las viviendas.
- **Bombeo de alta:** Toma el agua del depósito de la ciudad.
- **Depósito:** Espacio desde donde se distribuye el agua a toda la ciudad.
- **Control final.** Antes de llegar al consumo, el agua es severamente controlada por químicos expertos, que analizan muestras tomadas en distintos lugares del sistema.

Figura 4. Esquema de una estación de tratamiento de agua



Fuente:

<https://www.google.com.co/search?q=partes+de+una+planta+de+tratamiento+de+agua+potable&biw=1525&bih=705&tbn=isch&im, 2015>

4.4. Partes de un sistema de bombeo

Las estaciones de bombeo son estructuras destinadas a elevar un fluido desde un nivel energético inicial a un nivel energético mayor. Su uso es muy extendido en los varios campos de la ingeniería, así, se utilizan en:

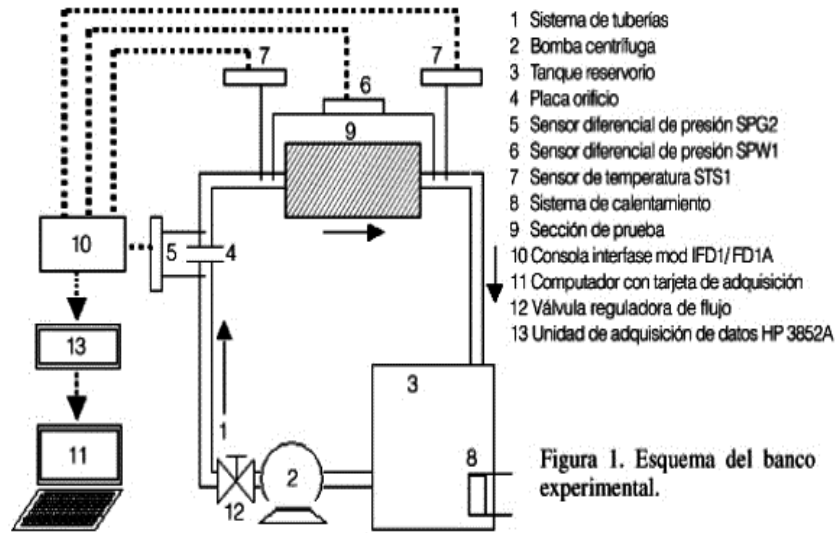
- Redes de abastecimiento de agua potable, donde su uso es casi obligatorio, salvo en situaciones de centros poblados próximos de cadenas montañosas, con manantiales situados a una cota mayor.
- Red de alcantarillado, cuando los centros poblados se sitúan en zonas muy planas, para evitar que las alcantarillas estén a profundidades mayores a los 4-5 m

- Sistema de riego, en este caso son imprescindibles si el riego es con agua de pozos no artesianos.
- Sistema de drenaje, cuando el terreno a drenar tiene una cota inferior al recipiente de las aguas drenadas; En muchas plantas de tratamiento tanto de agua potable como de aguas servidas, cuando no puede disponerse de desniveles suficientes en el terreno; Un gran número de plantas industriales.

Generalmente las estaciones de bombeo constan de las siguientes partes:

- Rejas
- Cámara de succión
- Las bombas propiamente dichas
- Línea de impulsión
- Servicios auxiliares
- Dispositivos de protección contra el golpe de ariete
- Línea de alimentación de energía eléctrica o instalación para almacenamiento de combustible
- Sistema de monitoreo y telecomunicaciones

Figura 5. Esquema de un sistema de bombeo



Fuente:

<https://www.google.com.co/search?q=esquema+de+un+sistema+de+bombeo+de+agua&biw=1525&bih=705&tbn=isch&imgil=1GR>, 2015

Figura 6. Vista del sistema de bombeo instalado



Fuente:

<https://www.google.com.co/search?q=sistemas+de+bombeo&biw=1525&bih=705&tbn=isch&imgil=xTpVcerpabESEM%253A%253Bso>, GOOGLE.COM, 2015

4.5. Proceso de automatización de una máquina y de un sistema de bombeo

La automatización consiste en el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias o procesos industriales. La instrumentación industrial, como disciplina de la ingeniería abarca los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

Figura 7. Máquinas autónomas en procesos industriales



© Can Stock Photo - csp3534757

Fuente:

<https://www.google.com.co/search?q=como+automatizar+un+sistema+de+bombeo&biw=1525&bih=705&tbm=isch&imgil=A-e>, 2015

Figura 8. Sistema de bombeo automatizado



Fuente:

<https://www.google.com.co/search?q=como+automatizar+un+sistema+de+bombeo&biw=1525&bih=705&tbm=isch&imgil=A-e>, 2015

Figura 9. Tablero de control y manómetros de presión



Fuente:

<https://www.google.com.co/search?q=como+automatizar+un+sistema+de+bombeo&biw=1525&bih=705&tbm=isch&imgil=A-e>, 2015

5. METODOLOGIA

El acueducto actualmente opera por medio de dos bombas centrífugas que funcionan por periodos de quince días cada una. Para su automatización será necesario realizar unas visitas de verificación del estado actual, seguido de la formulación del cronograma de actividades concertado con el gerente de la empresa donde se aclare el presupuesto con el que cuenta para llevar a cabo dicha automatización.

Para el logro de los objetivos de este trabajo, se desarrollará una investigación de tipo aplicada, dado que se utilizarán los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos existentes en la literatura.

Adicionalmente, se realizarán visitas de reconocimiento para determinar el estado de operación de las bombas y de esta forma tomar información relevante para construir un historial de vida útil de cada una de ellas. Para esto se contará con la información suministrada por el encargado de la empresa y el operario de las bombas, además esto se debe tener en cuenta las recomendaciones dadas por el fabricante.

Figura 10. Cuarto de bombas



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Bomba nro. 1



Fuente: Elaboración propia

Como fuente de información primaria, se acudió al operario y funcionarios de la empresa, quienes nos brindaron datos detallados del funcionamiento del acueducto por medio de entrevistas, pero todo esto apoyado en registros fotográficos y libretas de notas.

Además se realizó una visita a las viviendas beneficiarias del servicio que presta el acueducto el Faro, y allí la comunidad vio de forma positiva el proyecto ya que en diferentes ocasiones se había quedado sin el suministro del servicio durante algunas horas del día, ocasionándose molestias en toda la población.

Como fuentes de información secundarias, se realizaron consultas en internet pero también en bibliotecas de la localidad, con el propósito de acceder a libros y documentos relacionados con la automatización y funcionamientos del acueducto.

5.1. Cronograma

Tabla 1. Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	SEMANA						
	1	2	3	4	5	6	7
Preparaciones de sitio y logística en general.							
Adecuaciones hidráulicas, montajes de válvulas, montaje de flujo metros.							
Adecuaciones eléctricas, montaje de tablero (off line), cableado en general y montaje de sensores remotos.							
Conexión de motobombas y pruebas de servicio.							
Elaboración de planos eléctricos e hidráulicos							

Fuente: Elaboración propia

Nota: Las labores se realizarán en tiempo de fin de semana, ya que el personal en semana se encuentra laborando en otras actividades.

6. RESULTADOS DEL PROYECTO O DISEÑO TECNICO

Después de la aprobación del proyecto y la aprobación económica para la ejecución, se dio inicio al desarrollo de proyecto de automatización del acueducto del barrio el faro en el municipio de San Rafael, para lo cual fue necesario realizar un proceso de adaptación paralela de tal manera que garantizará el suministro de agua potable mientras se realizaba el montaje del tablero de control con sus elementos, adecuación de acometida de control y potencia y sistema de alarma sonora.

Éste proceso se realizó con un flotador tipo pera y un contactor, adicionalmente se adecuaron 2 breakers de potencia para la protección térmica y magnética del motor, se puso en servicio solo un motor, con el fin de facilitar los procesos de montaje del tablero de control.

Se inició con el montaje y cableado de elementos de control, potencia, señalización y alarma en el tablero de control, el cual está ubicado en el tanque de distribución #1, cerca de las motobombas, éste tablero tiene un diseño automatizado el cual permite una autonomía y desatención durante el tiempo de operación del sistema, está concebido para que suministre agua potable desde el tanque de distribución #1 hasta el tanque de distribución #2, el cual a su vez suministra agua potable al barrio el faro.

El tanque de distribución #1 tiene un flotador tipo pera llamado FL1 (ver anexos plano eléctrico) el cual se encarga de censar el nivel de agua disponible para bombear hacia el tanque número de distribución #2, éste último a su vez cuenta con un flotador tipo pera FL2 que se encarga de censar el nivel de agua disponible para el suministro hacia el acueducto del barrio el faro, cuando el FL2 se active por bajo nivel de agua, se da arranque a una de las motobombas de tal manera

que empiece a recuperar el nivel de agua en el tanque de distribución # 2 hasta que se complete el nivel superior con lo cual se activa la otra posición del flotador FL2, dando paro a la motobomba que esté en servicio.

Lo anterior se denomina llenada de tanque, cada vez que se presenta una llenada de tanque se habilita la otra motobomba para que ésta realice la llenada de tanque siguiente, de tal manera que se haga un intercambio de motobombas es decir en un arranque funciona la motobomba 1 y en el siguiente arranque funciona la motobomba 2 dando así un ciclo que mantiene las dos motobombas en servicio de manera alternada.

El tanque de distribución #2 cuenta con otro flotador tipo pera FL3, éste tiene como finalidad activar una alarma por muy bajo nivel, siendo éste nivel suficiente para garantizar la continuidad del servicio de suministro de agua potable al barrio el faro y, a su vez activa una alarma sonora de 60 decibeles durante 20 segundos, con el fin de que algún habitante del barrio la escuche y pueda dar aviso inmediato al personal administrativo de las Empresas Públicas de San Rafael S.A. E.S.P mediante los teléfonos dispuestos y divulgados para tal fin.

El sistema también cuenta con un sensor de flujo F1, el cual tiene como propósito el verificar que durante un tiempo de 10 segundos debe presentar flujo en la tubería cuando se está realizando el llenado del tanque, si durante este tiempo no se ha detectado flujo, activa la otra motobomba para descartar una falla en la motobomba, adicionalmente activa la alarma sonora para avisar de un posible fallo en una motobomba y poder tomar acciones antes de que el tanque de distribución #2 se vacíe demasiado.

Para esta actividad se realizó preparaciones de sitio y logística en general como son herramientas y materiales necesarios para la actividad.

Las Empresas Públicas de San Rafael S.A. E.S.P, cuenta con la infraestructura y el presupuesto para realizar la automatización.

6.1. Herramientas

Tabla 2. Herramientas empleadas

CANTIDAD	DESCRIPCION
1	Tester
1	Juego de destornilladores de pala
1	Juego de destornilladores de estrella
1	Juego de llaves mixtas de 7 a 24 milímetros
1	Juego de Rache manual con copa de 7 a 24 milímetros
1	La llave Stillson (tipo tubo) de 4 pulgadas
1	Pie de Rey
1	Flexo metro de 5 metros
1	Ponchadora para cable
1	Pelacables
5	Guantes de carnaza
5	Gafas de Seguridad, transparentes y antiempañantes
1	Taladro
1	Juego de Brocas de 4 a 19 milímetros

Fuente: Elaboración propia

6.2. Materiales

Tabla 3. Materiales empleados para la automatización

CANTIDAD	DESCRIPCION
2	Contactador a 220 voltios tipo AC3 para 30 amperios con protección térmica y montaje en riel DIN
1	Rollo de cable tipo vehículo calibre 16 AWG por 100 metros
1	Rollo de cable encauchetado 4 x 12 AWG
20	Terminales en U para cable calibre 12 AWG
1	Tablero Plástico de control medidas: 20 x 40 x 65 de con tapa, ip 65(Sin caucho) o ip 69(con caucho)
200	Terminales de punta roja para calibre 16 AWG
30	Borneras seccionarle para 20 Amperios con conexión por tornillo a ambos lados y ajuste a riel DIN
1	Metro de Riel DIN (Omega)
4	Pilotos de señalización a 110VAC
1	Suiche de flujo (Flujometro), conexión NA/NC para 10 Amperios
1	Manómetro de 10 a 80 PSI
2	Válvulas anti retorno (Check) de 1 y ½ pulgadas
5	Rollo de teflón blanco
1	Tarro de Pintura
2	Brochas de 2 pulgadas
1	Litro de Tiner
5	Kilogramos de estopa
2	Flotadores tipo Pera
4	Relés de 11 pines a 110VAC
2	Temporizadores a 110VAC
1	Sirena tipo alarma a 110VAC
1	Caja de Braker de 4 circuitos
4	Breakers de 20 Amperios para conexión por garra.
1	Paquete de correas de amarre de 10 centímetros
1	Canaleta plástica con tapa de 4x4 centímetros

Fuente: Elaboración propia

7. CONCLUSIONES

En la ejecución de este proyecto logramos mejorar el sistema de bombeo mediante la implementación de unos sensores de nivel los cuales permiten que las bombas centrifugas entren en funcionamiento en el momento que el tanque #2 tenga un nivel mínimo X y el tanque #1 de almacenamiento tenga un nivel alto.

Si estas dos condiciones se cumplen las bombas inician su trabajo de forma automática y alterna sin la necesidad de que un operario este pendiente de este proceso, se mejora además la forma como se encuentra distribuido el sistema eléctrico y protecciones para la misma, la implementación de algunos toma corrientes en la caseta de bombeo la cual no contaba con ellos para la realización de futuros mantenimientos.

Los inconvenientes que se tuvieron en un momento fueron que en el proceso de ensayo del sistema eléctrico una de las bombas en determinado tiempo de funcionamiento salía de servicio, se verifico y se observó que un contactor de potencia se salía de servicio por recalentamiento, se procedió a cambiarlo por uno de mayor rango de amperaje solucionándose así el inconveniente.

El alcance del proyecto es de importancia ya que se mejoran las condiciones de suministro de agua a la comunidad de este barrio y la empresa mejoró su sistema de funcionamiento y por ende a futuro minimizará los costos en su operación.

Los objetivos propuestos se cumplieron ya que se mejoró el componente eléctrico del sistema de bombeo, y se implementaron algunos elementos de medición de los niveles de agua de la estación, mejorando así el servicio que la empresa

presta a la comunidad, pero también se logró optimizar sus recursos los cuales se reflejarán en ganancias y ahorros.

8. RECOMENDACIONES

Con el fin de garantizar un servicio en cantidad, calidad y continuidad en la distribución del agua potable para el barrio el faro del municipio de San Rafael, se hace necesario que se implemente en el corto plazo las siguientes actividades.

- Hacer un muro perimetral a la planta para que evite el fácil acceso a personas ajenas a la empresa ya que en el momento esta no cuenta con personal de seguridad o con sistema CCTV
- Mejorar la ubicación del sistema eléctrico externo ya que este se encuentra a muy baja altura en el área externa expuesto a que personas mal intencionadas tengan acceso a esta y dejen sin fluido sistema eléctrico la planta.
- Instalar filtros que capturen sedimentos al inicio de la tubería del tanque de almacenamiento como en el tanque de distribución.
- Instalar una toma de agua en la caseta ya que no cuenta con una para el aseo general de sitio.

9. BIBLIOGRAFÍA

Bombas centrifugas. Recuperado de
(<https://www.google.com.co/search?q=sistemas+de+bombeo&biw=1525&bih=705&tbn=isch&imgil=xTpVcerpabESEM%253A%253Bso>, 2015)

Como automatizar un sistema de bombeo. Recuperado de
(<https://www.google.com.co/search?q=como+automatizar+un+sistema+de+bombeo&biw=1525&bih=705&tbn=isch&imgil=A-e>, 2015)

Esquema de un sistema de bombeo de agua. Recuperado de
(<https://www.google.com.co/search?q=esquema+de+un+sistema+de+bombeo+de+agua&biw=1525&bih=705&tbn=isch&imgil=1GR>, 2015)

Esquema de una planta potable. Recuperado de
(<https://www.google.com.co/search?q=esquema+de+una+planta+de+tratamiento+de+agua+potable&biw=1525&bih=705&tbn=isch>, 2015)

Partes de una planta de tratamiento de agua potable. Recuperado de
(<https://www.google.com.co/search?q=partes+de+una+planta+de+tratamiento+de+agua+potable&biw=1525&bih=705&tbn=isch&im>, 2015)

Sistemas de bombeo. Recuperado de
(<https://www.google.com.co/search?q=sistemas+de+bombeo&biw=1525&bih=705&tbn=isch&imgil=xTpVcerpabESEM%253A%253Bso>, GOOGLE.COM, 2015)

Sistema de bombeo automatizado. Recuperado de
(<https://www.google.com.co/search?q=como+automatizar+un+sistema+de+bombeo&biw=1525&bih=705&tbn=isch&imgil=A-e>, 2015)

Tablero de control y manómetros de presión. Recuperado de

(<https://www.google.com.co/search?q=como+automatizar+un+sistema+de+bombeo&biw=1525&bih=705&tbn=isch&imgil=A-e>, 2015)

ANEXOS

DETALLE DE LAS ACTIVIDADES Y PRESUPUESTO REALIZADOS PARA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO EL FARO

Recursos:

Serán asignados por las Empresas Públicas de San Rafael S.A. E.S.P.

Humanos:

Para la automatización es necesario contar con personal calificado en el área de mecánica.

Tabla 4. Relación de la mano y obra y presupuesto que apoyaron en la implementación del proyecto

CANTIDAD	TIPO DE RECURSO	DIAS	VALOR TOTAL
3	ESTUDIANTES DE MECANICA INDUSTRIAL	5	1.440.000
1	ACOMPAMIENTO DE OPERADOR DE ACUEDUCTO	5	320.000
1	ELECTRICISTA	5	480.000
TOTAL			2.240.000

Fuente: Elaboración propia

Institucionales

Las Empresas Públicas de San Rafael cuentan con la infraestructura y el presupuesto para realizar la automatización.

Tabla 5. Herramienta empleada

CANTIDAD	DESCRIPCION
1	Tester
1	Juego de destornilladores de pala
1	Juego de destornilladores de estrella
1	Juego de llaves mixtas de 7 a 24 milímetros
1	Juego de Rache manual con copa de 7 a 24 milímetros
1	La llave Stillson (tipo tubo) de 4 pulgadas
1	Pie de Rey
1	Flexo metro de 5 metros
1	Ponchadora para cable
1	Pelacables
5	Guantes de carnaza
5	Gafas de Seguridad, transparentes y antiempañantes
1	Taladro
1	Juego de Brocas de 4 a 19 milímetros

Fuente: Elaboración propia

Materiales

Tabla 6. Materiales empleados y costos

CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	Contactar a 220 voltios tipo AC3 para 30 amperios con protección térmica y montaje en riel DIN	30.000	60.000
1	Rollo de cable tipo vehículo calibre 16 AWG por 100 metros	3190	319.000
1	Rollo de cable encauchetado 4 x 12 AWG	930	93.000
20	Terminales en U para cable calibre 12 AWG	200	4000
1	Tablero Plástico de control medidas: 20 x 40 x 65 de con tapa, ip 65(Sin caucho) o ip 69(con caucho)	140.000	140.000
200	Terminales de punta roja para calibre 16 AWG	200	40.000
30	Borneras seccionarle para 20 Amperios con conexión por tornillo a ambos lados y ajuste a riel DIN	3800	114.000
1	Metro de Riel DIN (Omega)	7000	7000
4	Pilotos de señalización a 110VAC	7000	28.000
1	Suiche de flujo (Flujometro), conexión NA/NC para 10 Amperios	32.000	32.000
1	Manómetro de 10 a 80 PSI	58.000	58.000
2	Válvulas anti retorno (Check) de 1 y ½ pulgadas	78.500	157.000
5	Rollo de teflón blanco	900	4500
1	Tarro de Pintura	13.000	13,000
2	Brochas de 2 pulgadas	4500	9000
1	Litro de Tiner	8500	8500
5	Kilogramos de estopa	7000	35 000
2	Flotadores tipo Pera	32.000	64.000
4	Relés de 11 pines a 110VAC	5000	20.000
2	Temporizadores a 110VAC	39.000	78.000
1	Sirena tipo alarma a 110VAC	35.000	35.000
1	Caja de Braker de 4 circuitos	34.000	34.000
4	Breakers de 20 Amperios para conexión por garra.	7000	28.000
1	Paquete de correas de amarre de 10 centímetros	5500	5500
1	Canaleta plástica con tapa de 4x4 centímetros	19.000	19.000
TOTAL			1,405.500

Fuente: Elaboración propia

Resumen del Presupuesto de las actividades en la automatización

Tabla 7. Resumen del presupuesto

DETALLE	COSTO (en \$)
RECURSOS HUMANOS	2,250.000
RECURSOS TÉCNICOS	0
MATERIALES	1,405.500
TOTAL	3.655.000

Fuente: Elaboración propia

Datos del motor monofásico 220v C

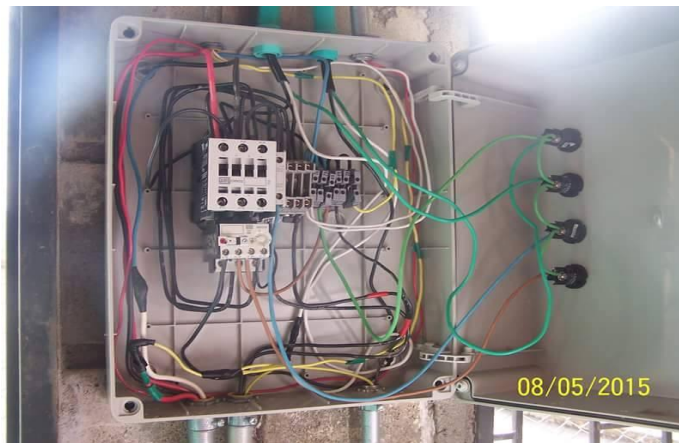
HP=5.0, V=230, I=22 A, RPM=3500, IP=55, 60HZ

ELEMENTOS UTILIZADOS

- **Contactador de potencia 110 VAC:** marca chain, UI=690V Le =32ª con bobina a 110v y con control térmico de potencia con escala de calibración que va desde 24 Amperios hasta 62 Amperios con 2 contactos auxiliares en el térmico para control de paro de las motobombas en caso de una sobre corriente.
- **2 Mini breakers o interruptor de control:** de un polo con una protección de 2 Amperios.
- **4 Relés de 11 pines:** con tres contactos cada uno para la disposición y conmutación de paro y arranque de las motobombas, esto quiere decir que se garantiza el trabajo de cada una de las motobombas por ciclos una a la vez cada que el sistema requiera del llenado del tanque # 2, y un relé de 8 pines de estado sólido con 2 contactos que son los encargados de las alarmas visual y sonora.

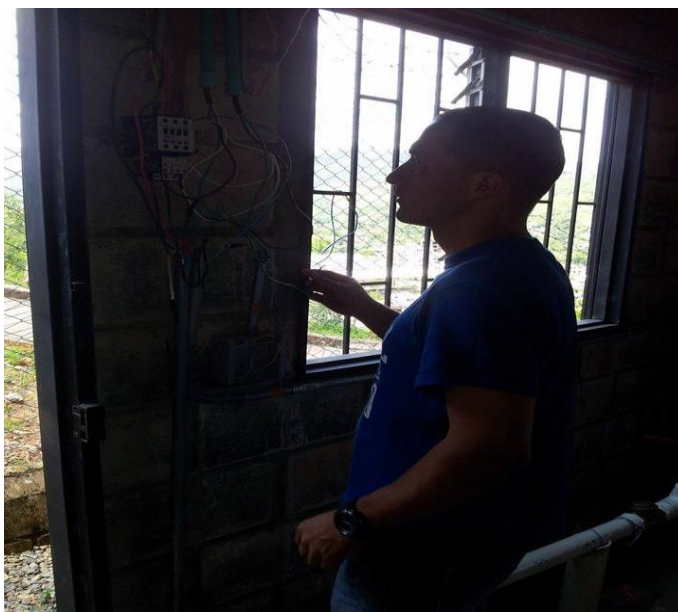
- **Temporizador:** de 8 pines y 2 contactos con tiempos de trabajo que van desde los 0 minutos hasta los 60 minutos, estos son los encargados de contar el tiempo de las alarmas y el tiempo del flujo de agua en el sistema.
- **Borneras de control:** esta se utiliza para la conexión de las señales entre todos los elementos.
- **Borneras de potencia:** estas se utilizan para el empalme del cableado de las motobombas.
- **Horómetros:** estas se utilizan para llevar un registro de tiempo de trabajo de cada una de las motobombas.
- **Piloto de señalización:** estos indica cuando una motobomba está en servicio, cuando hay un problema de sobre corriente en las motobombas y para señalar las alarmas.
- **Flotador:** este indica bajo nivel en el tanque # 2 y es el que da la señal a las alarmas visual y sonora en caso que el flujo de agua no se reestablezca.
- **Sirena:** Se encarga de indicar con un sonido el bajo nivel del agua en el tanque # 2, en caso de que ocurran fallas en el suministro desde el tanque # 1, por motivo de defectos en el funcionamiento de las motobombas. Ésta a alarma se activa por 30 segundos, con el fin de que la comunidad informe al personal de mantenimiento y sea solucionada la novedad.
- **Baliza:** Es la alarma visual que indica bajo nivel del agua en el tanque # 2 en caso de que ocurran fallas en el suministro desde el tanque # 1 por inconvenientes en las motobombas. Ésta alarma permanece encendida hasta que sea reseteada por personal de mantenimiento.

Figura 12. Caja eléctrica antes del inicio de la automatización



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Verificación del estado del cableado del tablero



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Instalación de hodómetros



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Reformas de la caja eléctrica



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Instalación de cableados y elementos de control



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Preparación para instalación de tubería eléctrica



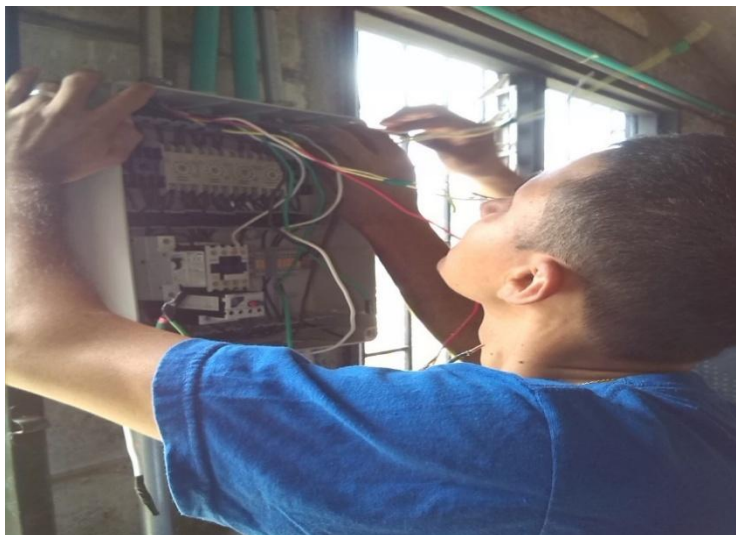
Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Tubería eléctrica instalada



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Reinstalación de caja eléctrica con mejoras



Fuente: Elaboración propia



EMPRESAS PÚBLICAS DE SAN RAFAEL S.A. E.S.P

NIT: 900.400.990-8



San Rafael, 17 de diciembre de 2015

Señor
SAÚL RIVERO
Asesor de proyecto
Facultad de Ingeniería
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
Medellín

Asunto: Agradecimientos

Cordial saludo,

La presente es con el fin de agradecer su apoyo en la planeación y ejecución del proyecto de Automatización del sistema de bombeo de agua potable del barrio "El Faro" de San Rafael, ejecutado por los estudiantes del programa MECÁNICA INDUSTRIAL de su institución:

LEÓN DARIO VALENCIA CIRO	C.C. 1.037.070.248
FABIO NELSON RAMÍREZ GARCÍA	C.C. 71.005.019
JUAN CARLOS RAMÍREZ GARCÍA	C.C. 71.004.589

Con la labor realizada por los alumnos y con los recursos asignados por EMPRESAS PÚBLICAS DE SAN RAFAEL S.A. E.S.P., se mejoró el sistema, permitiendo ofrecer un mejor servicio y una mayor confiabilidad y continuidad en la prestación del mismo.

Es para EMPRESAS PÚBLICAS DE SAN RAFAEL S.A. E.S.P. un orgullo el haber contribuido en el aprendizaje mediante las prácticas brindadas a dichos estudiantes, con lo que pudieron demostrar los conocimientos adquiridos en sus estudios; permitiéndole a nuestro municipio contar con personal técnicamente capacitado e idóneo.

Cordialmente,

JOHN FREDY RESTREPO SANCHEZ
Gerente General

CALLE 21 N° 21 - 37
TELEFAX: 858 68 09
www.espsanrafael.com

E-mail: serviciospublicos@sanrafael-antioquia.gov.co