

**INFORME TÉCNICO DE LA MODALIDAD DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS  
PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA AGUAS KPITAL CÚCUTA S.A. E.S.P**

**PRESENTADO POR:  
ANDRÉS EDUARDO SÁNCHEZ COTE  
COD: 100001753**

**DIRECTOR DE PRÁCTICA:  
ING. EDUARDO CALDERÓN PORRAS**

**PRESENTADO A:  
COMITÉ DE GRADO**

**BUCARAMANGA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
INGENIERÍA MECATRONICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO MECANICAS  
2008**

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	JUSTIFICACIÓN	6
3.	OBJETIVOS DE LA PRACTICA	7
4.	REFERENTE TEÓRICO	8
4.1.	ESTADO DEL ARTE	8
4.1.1.	EL SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE	8
4.1.2.1.	RÍO PAMPLONITA	8
4.1.3.	SISTEMA DEL RÍO ZULIA	9
4.2.	MARCO TEÓRICO	11
4.2.1.	PLC	11
4.2.2.	NORMA IP	12
4.2.3.	MACROMEDICIÓN	14
4.2.4.	VARIADOR DE FRECUENCIA	14
5.	RESUMEN DE LOS RESULTADOS	15
6.	SINOPSIS	21
6.1.	SYNOPSIS	22
7.	CUADRO DE RESULTADOS	24
8.	CUADRO DE ACTIVIDADES	26
9.	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO ACTUAL O POTENCIAL DE LOS RESULTADOS	28
10.	CONCLUSIONES	30
	BIBLIOGRAFÍA	31

## TABLA DE FIGURAS

F.1.	Cuadro de etapas del sistema rio pamplonita	9
F.2.	Cuadro de etapas del sistema rio Zulia	10
F.3.	Cuadro norma IP	13
F.4.	Medidor ultrasónico de caudal para canaleta 2 de entrada planta El Pórtico	16
F.5.	Estación Piezométrica	17
F.6.	Punto de medición línea de 30" CPP	18
F.7.	Cinta para indicar existencia de tubería	20
F.8.	Zanja para instalación de tubería	20



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe hace referencia a las actividades desarrolladas durante el segundo semestre de 2008. Relacionadas con los requisitos estipulados por el comité de grado, en cuanto a la realización de la PRACTICA PROFESIONAL en el último semestre del programa académico de ingeniería Mecatrónica.

La práctica fue desarrollada en la empresa AGUAS KPITAL CÚCUTA S.A. ESP. Constituida mediante escritura pública No. 1.252, otorgada el 21 de abril de 2006, en la Notaria 3ª del Círculo de Cúcuta, con matrícula mercantil No. 00150449 de la Cámara de Comercio de Cúcuta y con Nit No. 900080956-2. Empresa que, a partir de la fecha, actuará como operadora de los servicios de acueducto y alcantarillado de la ciudad, para atender la operación, ampliación, rehabilitación, mantenimiento y gestión comercial de la infraestructura de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado de la ciudad de San José de Cúcuta.

El actual gerente general es el Ing Hugo Vergel. La organización interna de la empresa se plantea mediante 3 ejes principales o gerencias:

- Gerencia administrativa y financiera
- Gerencia Comercial
- Gerencia Técnica

Cada gerencia maneja distintas dependencias o centros de negocios. En la gerencia técnica se encuentra el centro de negocios Estudios y diseños, en el cual se realizaron las distintas actividades y labores como auxiliar de telemando y telecontrol.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La práctica empresarial, una de las dos alternativas a escoger para la culminación del plan de estudios de Ingeniería Mecatrónica, es para la mayoría, la primera aproximación al mundo laboral en el campo profesional. La práctica se plantea como un método para aplicar y demostrar los conocimientos y conceptos teóricos aprendidos durante los 9 periodos académicos cursados inicialmente.

Actualmente AGUAS KPITAL CUCUTA S.A. ESP recibe una cantidad alta de estudiantes con interés de realizar sus prácticas. El proceso comienza con la vinculación del estudiante mediante firma de contrato de prestación de servicios y una inducción sobre la empresa. Seguido de esto, cada pasante es asignado a un centro de negocios y a una persona en particular, dependiendo su área de desempeño.

La practica que se realizó, sirvió como apoyo al desarrollo del proyecto de macromedición y control de la red de acueducto, principalmente en el área de instrumentación. Este es un proyecto a largo plazo que involucra la optimización de las estaciones de bombeo, las plantas de producción y el control sobre el caudal producido y distribuido. Las actividades se enfocaron principalmente en la culminación de la primera fase de desarrollo, relacionada con el monitoreo de las principales variables en las plantas de producción, y en el inicio de la segunda fase, orientada a la optimización del sistema de bombeo de la estación Tasajero, del sistema del rio Zulia.

### 3. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

- Participar en el diseño y puesta en marcha de la segunda fase del proyecto de telemando y telecontrol: estación de bombeo Tasajero.
- Participar en el diseño y desarrollo del proyecto de macromedición a la salida de la red matriz de acueducto de la ciudad de San José de Cúcuta.
- Realizar el seguimiento de la primera fase del proyecto de telemando y telecontrol: Plantas de tratamiento El Pórtico y El Carmen De Tonchalá
- Aplicar y confrontar los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera las situaciones reales.

## 4. REFERENTE TEÓRICO

### 4.1. ESTADO DEL ARTE

#### 4.1.1. EL SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE

La ciudad de San José de Cúcuta cuenta actualmente con dos sistemas para el abastecimiento de agua potable: El del Río Pamplonita y el del Río Zulia. El primero diseñado y construido en 1936 por el ingeniero George C. Bunker y que ya ha pasado por varias etapas de optimización y ampliación desde su puesta en marcha en 1941. El segundo, relativamente nuevo construido en 1996 con varias etapas de re bombeo para la impulsión del agua desde el río Zulia hasta la ciudad. El análisis y diseño del plan maestro de acueducto de la ciudad de Cúcuta, la efectuó la firma Hidrosan Ltda. en el año de 1984, resaltando el diseño de las obras que permitirían aprovechar la capacidad de 1400 lps del Sistema Río Pamplonita e iniciar la explotación de la fuente del río Zulia, en dos etapas de 1000 lps cada una. Las obras para la primera etapa se construyeron, iniciando su funcionamiento en febrero de 1996 -10 años después de lo recomendado en el Plan Maestro de Hidrosan - pero no las de la segunda etapa, cuya entrada estaba proyectada para 1996.

#### 4.1.2. Río Pamplonita.

El sistema de producción y distribución del Pamplonita cuenta con más de 60 años desde su puesta en marcha. Ha sido sometido a varias etapas de rehabilitación y ampliación que se han ido ajustando a las necesidades y proyectos de los operadores



del sistema de acueducto de la ciudad; en general es un sistema con bajos costos y producción relativamente estable, pero varias obras civiles (Tanques, estaciones de bombeo, redes de distribución) presentan deficiencias que requieren la intervención para operar a su máxima capacidad. La fuente de abastecimiento es el Río Pamplonita y lo conforman los subsistemas de producción, almacenamiento y distribución:



F.1 Cuadro de etapas del sistema río pamplonita

#### 4.1.3. Sistema del Río Zulia.

El sistema de Acueducto Río Zulia surge de la necesidad de una nueva fuente para abastecer la creciente demanda de la ciudad, debido al aumento progresivo de la población y a la disminución de los caudales del Río Pamplonita. En 1982 se contrató

con la firma HIDROSAN Ltda., estudios y diseños para el nuevo acueducto del río Zulia. Como resultado de estos estudios, se planteó su implementación en dos etapas:

- Primera etapa con capacidad de 1000 l/s que inició operaciones en 1996 y corresponde a la que está en funcionamiento actualmente.
- Segunda etapa con capacidad para 1000 l/s, cuya construcción prevista para 1996 no se realizó.

La Primera Etapa de Hidrosan se construyó en 1996 y que se encuentra en funcionamiento cuenta con los siguientes elementos<sup>1</sup>:



F.2. Cuadro de etapas del sistema río Zulia

<sup>1</sup> ROBAYO, Oscar. Informe Plan maestro de Acueducto y Alcantarillado. Informe ejecutivo Cap1. Cúcuta, 2006. AGUAS KPITAL CÚCUTA S.A. E.S.P. p 35.

## 4.2. MARCO TEÓRICO

### 4.2.1. PLC

Los PLC (*controladores lógicos programables*) son elementos electrónicos de alta aplicabilidad en el sector industrial.

Sus inicios parten desde 1960 cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional.

Actualmente, los PLC's abarcan todo tipo de procesos industriales de todo tipo de complejidad. Su programación permite implementar sistemas de control que anteriormente no se lograban con la lógica cableada.

Los *PLC* actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el lenguaje Ladder, lista de instrucciones y programación por estados. Aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de desarrollar y comprender. Un lenguaje reciente es el FBD (Function Block Diagram) que emplea compuertas lógicas y bloques con distintas funciones conectados entre si.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas, controladores PID y protocolos de comunicación que le permitirían interconectarse con otros dispositivos (instrumentos y actuadores).

#### **4.2.2. Norma IP**

La norma IP proporciona un medio de clasificar el grado de protección de sólidos y líquidos que el equipo eléctrico y gabinetes deben reunir. El sistema es utilizado a nivel mundial y está contemplado en varios estándares, incluyendo el IEC 60529.

La norma IP usualmente puede identificarse dentro de los datos de placa del equipo. El número IP está conformado por 3 dígitos. El primero indica protección de ingreso contra elementos sólidos. El segundo dígito indica protección contra líquidos y el tercer dígito, referente a la protección contra impactos mecánicos es generalmente omitido.

	<b>Primer Número - Protección contra sólidos</b>	<b>Segundo Número - Protección contra líquidos</b>	<b>Tercer Número - Protección contra impactos mecánicos</b>
<b>0</b>	Sin Protección	Sin Protección	Sin Protección
<b>1</b>	Protegido contra objetos sólidos de más de 50mm	Protegido contra gotas de agua que caigan verticalmente	Protegido contra impactos de 0.225 joules
<b>2</b>	Protegido contra objetos sólidos de más de 12mm	Protegido contra rocíos directos a hasta 15° de la vertical	Protegido contra impactos de 0.375 joules
<b>3</b>	Protegido contra objetos sólidos de más de 2.5mm	Protegido contra rocíos directos a hasta 60° de la vertical	Protegido contra impactos de 0.5 joules
<b>4</b>	Protegido contra objetos sólidos de más de 1mm	Protegido contra rocíos directos de todas las direcciones - entrada limitada permitida	Protegido contra impactos de 2.0 joules
<b>5</b>	Protegido contra polvo - entrada limitada permitida	Protegido contra chorros de agua a baja presión de todas las direcciones - entrada limitada permitida	Protegido contra impactos de 6.0 joules
<b>6</b>	Totalmente protegido contra polvo	Protegido contra fuertes chorros de agua de todas las direcciones - entrada limitada permitida	Protegido contra impactos de 20.0 joules
<b>7</b>		Protegido contra los efectos de la inmersión de 15cm - 1m	
<b>8</b>		Protegido contra largos periodos de inmersión bajo presión	

F.3 Cuadro norma IP

De esta forma, por ejemplo, un equipo con IP-67 está totalmente protegida contra la entrada de polvo sumersión hasta 15 cm de profundidad.

### 4.2.3. Macromedición

“La macromedición en un sistema de abastecimiento de agua un conjunto de equipos medidores, graficadores y accesorios cuyo objetivo es cuantificar los caudales captados, conducidos y distribuidos; Además, la macromedición es fundamental para una adecuada planificación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y administración del abastecimiento de agua”<sup>2</sup>.

### 4.2.4. Variador de frecuencia

Un variador de frecuencia, VFD, es un sistema para el control de la velocidad angular de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, microdrivers o inversores. Desde que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).

El principio de funcionamiento de un variador parte de la rectificación de la señal de voltaje AC, para obtener un voltaje controlable. Este es convertido en una señal de PWM y es alternada para lograr asemejar una señal senoidal cuya frecuencia y amplitud pueden ser controladas.

---

<sup>2</sup> HUEB, José Augusto, MACROMEDICIÓN, Generalidades, Perú 1996, ACUEDUCTO. p 5.

## 5. RESUMEN DE LOS RESULTADOS

Las actividades que se desarrollaron a lo largo del periodo de práctica han abarcado diversos campos y enfoques, facilitando la adquisición de un punto de vista más amplio sobre las actividades y proyectos que se desarrollan en una empresa operadora de sistemas de acueducto y alcantarillado en la parte técnica.

Analizándolo de una forma general, las actividades que se llevaron a cabo se podrían clasificar en tres (3) grupos:

- Aprendizaje y aplicación de conceptos de instrumentación y electrónica
- Aprendizaje y aplicación de conceptos de hidráulica y mecánica.
- Aprendizaje y aplicación de conceptos de gestión de calidad.

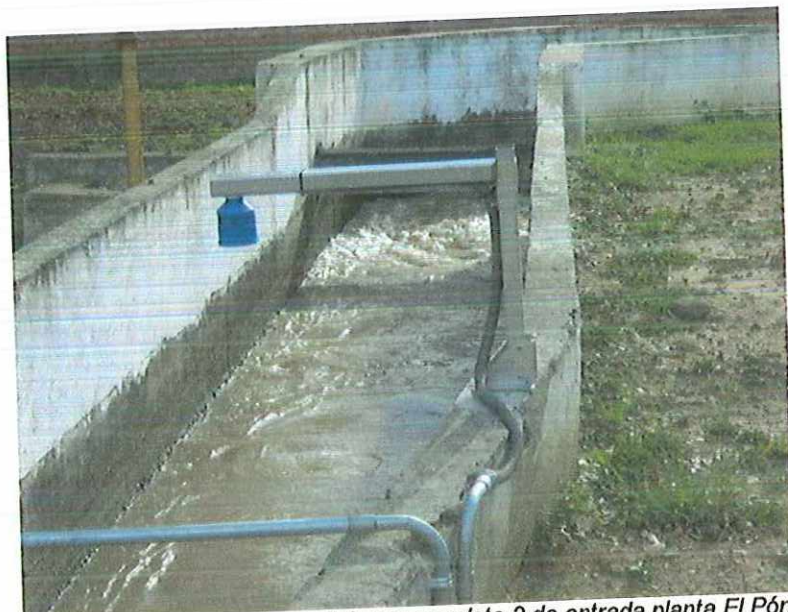
Estos tres grupos, a pesar de estar orientados a áreas de desarrollo totalmente distintas, se encuentran relacionados y son soporte de los mismos como se podrá observar a continuación.

### - **Aprendizaje y aplicación de conceptos de instrumentación y electrónica**

En este grupo se desarrollaron las actividades más significativas y relacionadas con el perfil de un ingeniero Mecatrónico.

En esta parte se puede enmarcar el proyecto de macromedición que se encuentra desarrollando Aguas Kpital para la disminución del IANC (índice de agua no contabilizada) y el proyecto de automatización del sistema de producción.

El proyecto de macromedición actualmente está en la finalización de su primera etapa. Ésta consistió en la implementación de macromedidores a las entradas y salidas de las plantas de tratamiento El Pórtico y Carmen de Tonchalá. En la entrada se implementaron medidores ultrasónicos de caudal para canal abierto marca Milltronics de SIEMENS, y a la salida, medidores de tipo sonda intrusiva.



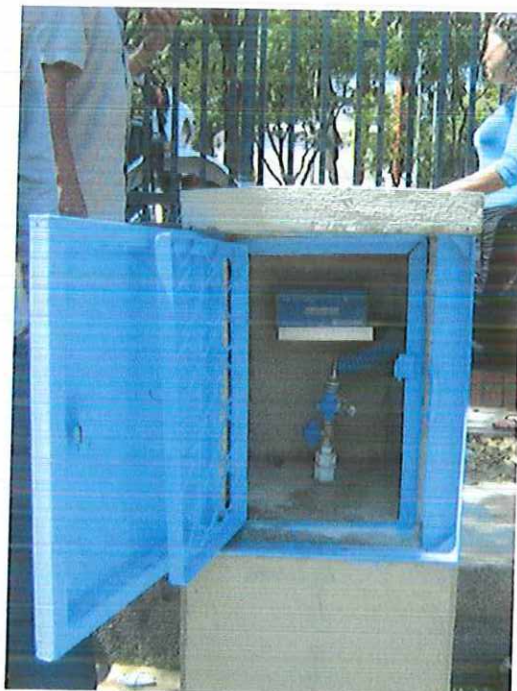
*F.4 Medidor ultrasónico de caudal para canaleta 2 de entrada planta El Pórtico*

La responsabilidad adquirida se orientó a realizar el seguimiento de este proyecto, haciendo un reconocimiento de los equipos que se instalaron y del sistema supervisión desde la sala de operación local ubicada en cada una de las plantas. Esto con la intención de hacer la debida capacitación a los operadores de las plantas que se encargarán de manipular los equipos constantemente.

Además de esto, Aguas Kpital tiene la obligación de controlar las presiones en la red de distribución según lo exigido en el RAS (Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico). Para hacerlo, se guía mediante una serie de puntos de medición de presiones distribuidos en la red de acueducto. Cada punto es llamado estación piezométrica y contiene un sensor de presión y un datalogger que almacena las



medidas tomadas cada 5 minutos durante 15 días. Como la ciudad está en constante crecimiento, es necesario instalar más estaciones piezométricas para cubrir la red completamente. Como segunda fase del proyecto se propone el diseño de los nuevos puntos y la selección de equipos aunque muy posiblemente se continúe con los implementados en la primera etapa, viendo que han tenido un comportamiento satisfactorio.



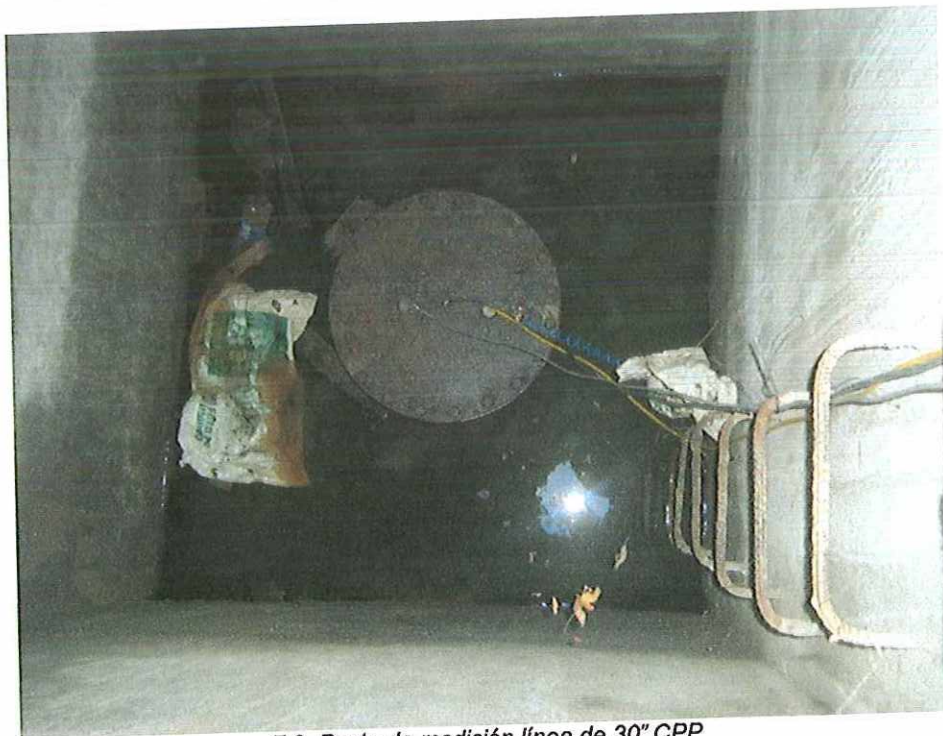
*F.5 Estación Piezométrica*

Por último y como proyecto propuesto para la práctica, se contempla el diseño y desarrollo del sistema automatizado para el proceso de bombeo de las estaciones Tasajero y Nidia. Este proyecto atiende a la necesidad de AguasKpital en asegurar el suministro de agua ininterrumpidamente, mediante la optimización del sistema de bombeo, reduciendo la cantidad de paradas por mantenimientos correctivos, costos por operación, etc. De este proyecto solo se pudo avanzar al punto de presentar un bosquejo inicial del proceso automatizado, sistema sensórico a implementar y actuadores de potencia.

Desafortunadamente, el desarrollo de este proyecto quedó pospuesto para dar paso primero a la culminación de otros proyectos que aun se encontraban en desarrollo, como lo es el proyecto de macromedición por zonas mencionado anteriormente.

- **Aprendizaje y aplicación de conceptos de hidráulica y mecánica.**

En esta parte de desarrollaron actividades que sirvieron como soporte para los proyectos del grupo anterior. Bajo la dirección del ingeniero Robert Rivera, director del PANC (Plan de Agua No Contabilizada), se realizaron diferentes visitas a estaciones y plantas, y se llevó a cabo una prueba de niveles en los tanques de almacenamiento de agua tratada de la estación El Pórtico (*ver anexo VI*). Esta prueba se realizó con la intención de lograr condiciones de operatividad en una de las líneas de salida de la estación, para uno de los macromedidores instalados.



*F.6. Punto de medición línea de 30" CPP*

- **Apoyo en la Actualización del Estudio de Vulnerabilidad de los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado.**

Por último y tal vez el más alejado, pero sin embargo de alta importancia, el desarrollo de actividades tales como la actualización del estudio de vulnerabilidad del sistema de acueducto y alcantarillado.

Este informe califica la vulnerabilidad en un valor numérico de 0 a 5 aplicando una metodología de lógica FUZZY. Esto permite identificar cuáles deberían ser las obras o las acciones más inmediatas a realizar, corregir o implementar. El alcance principal consistió en la inclusión de las obras de infraestructura realizadas en el período comprendido entre el 5 de junio de 2006 a Octubre de 2008, tanto en mejoramiento de los subsistemas de producción, almacenamiento como de reposición y ampliación de las redes matrices de acueducto y alcantarillado.

La actualización de las inversiones son actividades fundamentales para determinar el impacto de ellas en la disminución del riesgo que se pueda presentar ante una contingencia y que pueda afectar la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado. Como compromiso contractual de Aguas Kpital, se debe presentar un informe que permita cuantificar la eficacia del plan de inversiones que realiza la empresa no sólo para mejorar la prestación de los servicios sino para prevenir cualquier evento catastrófico.

La actividad específica desarrollada consistió en actualizar la base de datos, utilizando como fuente los registros de inversiones desarrolladas en el período considerado y acorde con las visitas a las obras en ejecución. Las principales variables registradas incluyeron:

- Localización del proyecto
- Tipo de obra ejecutada

- Descripción general del alcance de la obra
- Cantidades de obra
- Materiales
- Fecha de ejecución
- Valor de la obra



*F.7. Cinta para indicar existencia de tubería*



*F.8. Zanja para instalación de tubería*

## 6. SINOPSIS

La práctica empresarial, requisito para obtener el grado como ingeniero Mecatrónico, se realizó en la empresa AguasKpital Cúcuta S.A. E.S.P., operadores del sistema de acueducto y alcantarillado de la ciudad de San José de Cúcuta, en el segundo semestre de 2008.

La dirección técnica de la práctica estuvo a cargo de la Ingeniera Electrónica July Estela Maldonado quien se desempeñaba en el cargo de ingeniera de Telemando y Control. Sus funciones principales estaban orientadas al desarrollo del proyecto de macromedición que debe implementarse en el sistema de acueducto.

El alcance específico consistió en el desempeño de funciones propias a un Ingeniero Auxiliar de Telemando y Control, apoyando distintas actividades y proyectos que adelantan en la actualidad el Centro de Negocios de Estudios y Diseños y el Programa de Agua No Contabilizada PANC, que incluye la División de Telemando y Telecontrol.

Las actividades principales se resumen en:

- Elaboración de las Normas Técnicas de los equipos de medición del acueducto.
- Asistencia a la ingeniera Electrónica July Maldonado para el desarrollo del proyecto de Macromedición y Telemetría en la red matriz del acueducto.
- Asistencia al Ingeniero Civil del Plan de Agua No Contabilizada (PANC), Robert Rivera, para el cálculo del perfil hidráulico de la tubería de 30" pulgadas CCP de salida de la estación de la planta El Pórtico, y pruebas de niveles en tanques de la misma estación.
- Asistencia a la ingeniera Ambiental Isabel Medina en la actualización del estudio de vulnerabilidad en el aspecto físico, por medio de la inclusión de las obras realizadas

en la red matriz de acueducto y alcantarillado en los dos años de operación de AguasKpital Cúcuta S.A. E.S.P.

De las anteriores sólo la segunda actividad puede darse por terminada, ya que las demás hacen parte de proyectos a largo plazo y de continua renovación.

En lo referente al proyecto de automatización del proceso de bombeo de agua de la estación Tasajero, se realizaron aproximaciones al modelo. Se plantearon configuraciones para el sistema de arranque de las unidades de bombeo, se desarrolló un primer acercamiento al algoritmo de control a implementar y se presentó una lista de distintos sensores de nivel para su aplicación en el sistema.

Desafortunadamente, no pudo lograrse la integración y desarrollo completo de lo mencionado anteriormente, debido a que la empresa no priorizó este proyecto para la presente vigencia, para dar paso a otros que se requerían con urgencia para cumplir con metas contractuales.

## **6.1. SYNOPSIS**

The enterprise practice in the second period of 2008 was made at a company called 'AguasKpital Cúcuta S.A. E.S.P', that's responsible for the operation of the local aqueduct and sewerage's system in the city of San José de Cúcuta.

The work was under the command of Electronics Engineer July Estela Maldonado, who was working as control and Telemando engineer. Among her most important assignments was the development of the macromedicion project, that the aqueduct must implement as one of the principal requirements.

The charge name was control and Telemando engineer assistant. I was in charge of many tasks, given to me by July and other engineers that worked in projects of their own.

The main tasks that I was assigned to do were:

- The elaboration of the aqueduct's equipments standards.
- Supporting engineer July on the development of the macromedicion project, for the main pipenet.
- Supporting engineer Robert Rivera of the PANC plan on the hydraulic line calculation of a 30 inches pipe, located at 'El Pórtico' station. I also performed 'level tests' in the storage tanks at that same station.
- Supporting the environment engineer Isabel Medina in the vulnerability research update, in the physics aspect, by including the toils made on the matrix net of the aqueduct and sewerling system within the last 2 years of operation of AguasKpital Cúcuta S.A. E.S.P.

These activities are still being carried on as they are part of long term projects in continuous renovation.

In relation to the automation of the water pumping process at Tasajero station, some approximations to the final model have been made. Different start system configurations have been proposed, a first approach to the logic control algorithm was developed, and a compilation of different level sensors was presented for its application on the system.

Unfortunately the integration and complete development of the above mentioned issues could not be reached, due to the company's decision to postpone this project in order to give way to other ones that were also under progress.

## 7. CUADRO DE RESULTADOS

OBJETIVOS	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS OBTENIDOS	INDICADOR VERIFICABLE DEL RESULTADO	No. DE ANEXO SOPORTE	OBSERVACIONES
<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Desarrollar y construir una herramienta que le permita a la empresa AGUAS KPITAL CÚCUTA S.A. E.S.P. monitorear, supervisar y controlar de manera autónoma el proceso de captación del agua cruda que alimenta la planta de tratamiento Carmen de Tonchalá, mediante la implementación de equipos de sensado, medición y control enlazados a través de un medio de comunicación y un software de monitoreo y supervisión "Interfaz Humano-Máquina".</p>	<p>Proceso de bombeo de agua cruda automatizado en la estación de bombeo Tasajero. El sistema debe estar conformado por sensores que permitan monitorear las variables de caudal impulsado y nivel en el tanque de succión, configuración de arrancadores y arranque automático para las unidades de bombeo, actuadores para válvulas de descarga y sistemas de alarmas.</p>	<p>Avances parciales en los objetivos sin lograr un resultado global y completo.</p>			<p>No se pudo llevar a cabo debido a que la empresa, por priorización de necesidades, decidió postergar el desarrollo de este proyecto y dar paso a otros en relación con los compromisos adquiridos en el momento de la adjudicación del contrato de operación, tales como la reducción del IANC.</p>
<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Diseñar el sistema control de la estación de bombeo a partir de un sensor de nivel, un controlador lógico programable (PLC) y un actuador de potencia.</p>	<p>Diseño del sistema de control que integra estado de nivel en el tanque de abducción, sistema de estados del sistema de arranque de las unidades, controlados por medio de un PLC.</p>	<p>Redacción parcial de términos de referencia para características y requerimientos técnicos del desarrollo del proyecto.</p>	<p>Informe: Términos de referencia-Requisitos Técnicos.</p>	<p>Anexo I</p>	<p>Se tomó como fuente los términos de referencia de los proyectos realizados anteriormente para las plantas de producción "El Pórtico" y "Carmen de Tonchalá".</p>
<p>Seleccionar el sensor de nivel adecuado con respecto a las dimensiones físicas del tanque.</p>	<p>Selección y descripción detallada del sensor escogido, justificando sus características.</p>	<p>Cuadro comparativo de diferentes tipos de sensores de nivel con descripción de principio de operación y características principales.</p>	<p>Informe: Medidores de nivel</p>	<p>Anexo II</p>	<p>No se pudo escoger qué tipo de sensor se debía implementar debido a que por indicaciones de la directora del proyecto, no se delimitó si el nivel a medir era de manera constante o por estados.</p>
<p>Seleccionar el actuador de</p>	<p>Selección y descripción</p>	<p>Diseño parcial de distintas</p>	<p>Informe:</p>	<p>Anexo III</p>	<p>No se pudo escoger que tipo</p>



potencia adecuado para la puesta en marcha de las unidades de bombeo que reduzca los costos de operación y mantenimiento.	detallada del actuador escogido, justificando sus características.	configuraciones con VDFs y Soft Starters para un estimado presupuestal presentado al gerente técnico y el comité de coordinación de proyectos.	Configuraciones y presupuestos para sistemas de arranque para las estaciones Tasajero y Nidia	de arrancador se debía implementar debido a que la directora del proyecto
Seleccionar el controlador lógico programable (PLC) que cumpla con los requerimientos físicos y eléctricos necesarios para el control del sistema de potencia y el sistema sensorio.	Selección y descripción detallada del PLC escogido, justificando sus características.	Selección del PLC simatic S7 – 300 y registro en el informe de términos de referencia.	Informe: Términos referencia- Requisitos Técnicos.	Por instrucción de la Ingeniera que coordina el proyecto, se estableció el uso de el PLC simatic S7-300 ya se habían desarrollado proyectos con este elemento y es de vital importancia garantizar compatibilidad la comunicación entre los sistemas.
Diseñar el algoritmo lógico de control que integre el sistema de sensado y el sistema de potencia.	Diseño y presentación del algoritmo de control que se implementará en el PLC.	Diagrama del algoritmo de control tentativo a aplicar para el funcionamiento del sistema.	Informe: Algoritmo de control para planta Tasajero	El algoritmo desarrollado, si se aplica, estará sujeto a cambios por las consideraciones que se deben tener en cuenta en el futuro para el acople del sistema de la estación, a los demás sistemas.
Implementar una red que permita la comunicación entre la estación de bombeo de Tasajero y la planta de tratamiento de Carmen de Tonchalá.	Sistema de comunicación establecido entre la estación de bombeo Tasajero y la estación de tratamiento de Carmen de Tonchalá.	Selección previa de la red de comunicación por GPRS para integración del sistema de supervisión y el proyecto de macromedición	Informe: Términos de referencia- Requisitos Técnicos.	La red de comunicación que se aplicaría en el proyecto, de forma global, ya había sido seleccionada previamente por la ingeniera de Telemando y Telecontrol.
			<b>Anexo I</b>	<b>Anexo I</b>
			<b>Anexo IV</b>	<b>Anexo IV</b>
			<b>Anexo I</b>	<b>Anexo I</b>

## 8. CUADRO DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	COMPROMISO ADQUIRIDO	LOGROS	ANEXO SOPORTE
<p><b>Formación , tareas de ingeniería:</b>  <i>Por contrato:</i>                      Prestación de servicios de apoyo técnico a la dirección de Estudios y Diseños- Gerencia Técnica en los proyectos relacionados con su área de formación académica y que demandan el ejercicio de su capacidad teórica adquirida en el programa de estudios.</p>	<p>1. Diseño , cantidades y presupuestos ; interventoría a proyectos de expansión de redes de acueducto y alcantarillado en la ciudad de Cúcuta</p> <p>2. Implementación del sistema de información geográfica (S.I.G.), para proyectos nuevos y de la infraestructura existente en los sistemas de Acueducto y Alcantarillado de Cúcuta.</p> <p>3. Implementación y puesta en marcha del proyecto "plan de agua no contabilizada".</p> <p>4. Estudios y aprobación de disponibilidades de Acueducto y Alcantarillado</p>	<p>1. Contrato establecido entre la empresa y el estudiante en prácticas.</p> <p>2. Convenio establecido entre la empresa y la Universidad Autónoma de Bucaramanga.</p> <p>3. Desarrollo de las siguientes actividades en cumplimiento con las cláusulas del contrato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboración de las normas técnicas de los equipos de medición del acueducto.</li> <li>- Asistencia a la ingeniera Electrónica July Maldonado para el desarrollo del proyecto de Macromedición y Telemetría en la red matriz del acueducto.</li> <li>- Asistencia al Ingeniero Civil del Plan de Agua No Contabilizada (FANC), Robert Rivera, para el cálculo del perfil hidráulico de la tubería de 30" CCP de salida de la estación de la planta El Pórtico, y pruebas de niveles en tanques de la misma estación.</li> <li>- Asistencia a la ingeniera Ambiental Isabel Medina en la actualización del estudio de vulnerabilidad en el aspecto físico, por medio de la inclusión de las obras realizadas en la red matriz de acueducto y alcantarillado en los dos años de operación de AguasCapital Cúcuta S.A. E.S.P.</li> </ul>	<p><b>Anexo V</b>                      Contrato de pasantía con la empresa y perfil del cargo.</p> <p><b>Anexo VI</b>                      Recopilación de informes y trabajos presentados en relación a las actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación sobre generalidades de la Macromedición y laboratorios certificados en Colombia para calibración de manómetros.</li> <li>- Normas desarrolladas en espera de correcciones y VoBo por parte de la ingeniera July y del Gerente Técnico respectivamente.</li> <li>- Informe de pruebas de niveles realizadas en los tanques de la estación El Pórtico.</li> <li>- Registro fotográfico del seguimiento a la obra de reposición de red matriz en la avenida libertadores- Canal Bogotá.</li> </ul>
<p><b>Capacitación</b>                      Curso de AUTOCAD 2008.</p>	<p><b>Cantidad:</b> 2  <b>Forma:</b> presencial</p>	<p><b>Descripción:</b>                      Curso de diseño de planos en AUTOCAD 2008.  <b>Duración:</b> 40 Horas.</p>	<p>Curso presencial de manejo de la herramienta AutoCad 2008. El profesor explicaba la parte teórica y después</p>

<p>Capacitación del VDF "altivar" de Schneider electric</p>		<p><b>Institución:</b> SENA  <b>Horario:</b> Miércoles y jueves, 6:00pm a 9:00pm</p> <p><b>Descripción:</b>          Capacitación sobre configuración y ventajas del uso del VDF altivar de Schneider electric.  <b>Duración:</b> 6 Horas.  <b>Institución:</b> Schneider electric.</p>	<p>proponía un ejercicio para desarrollar en clase y afianzar los conceptos vistos.</p> <p>Se realizaron diseños básicos de planos para estructuras, variando las distintas escalas de impresión.</p> <p>Curso práctico para el manejo del variador. Se realizaron diferentes actividades de configuración del variador en rampas de velocidad, parada instantánea, inversión de giro, consumo de energía, etc.</p>
<p>Participación en la FERIA INTERNACIONAL DE BOGOTA, EXPOSICION INDUSTRIAL</p>	<p>Participación con asistente profesional en representación de la empresa AguasKpital Cúcuta S.A. E.S.P.</p>	<p><b>Descripción:</b>          La Feria Internacional de Bogotá, Exposición Industrial, es el centro de contactos empresariales e industriales que fomenta el intercambio comercial y tecnológico, la inversión, la competitividad y el espíritu empresarial de Colombia hacia el mundo. Un evento netamente industrial, abierto exclusivamente a compradores con un perfil específico: empresarios, profesionales y misiones comerciales nacionales e internacionales interesadas en adquirir tecnología de punta, actualizarse para estar a la vanguardia de los avances del mercado y realizar importantes contactos que beneficien el futuro de su negocio.</p>	<p><b>Anexo VI</b>          Documento de recopilación de los contactos realizados en la feria para suministro de equipos e implementos necesarios en AguasKpital.</p>

## 9. Descripción del impacto actual o potencial de los resultados

Es importante resaltar que hasta el momento, la empresa no había recibido a un ingeniero Mecatrónico y por lo tanto no se conocía realmente el campo de acción en el cual nos desempeñamos ni las funciones específicas que podemos realizar.

Con la vinculación a la empresa como estudiante en práctica, se pudo dar a conocer de una forma más cercana el perfil del ingeniero Mecatrónico que se forma en la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Esto se logró gracias a la integración al grupo de trabajo para el diseño de los proyectos que se estaban desarrollando en la empresa. Se aportó un punto de vista orientado a la automatización de procesos que permitió fortalecer inicialmente el proyecto de macromedición en su primera etapa, y el planteamiento de los proyectos de automatización de las estaciones de bombeo de Tasajero y Nidia.

Para el sistema de macromedición se dejan las puertas abiertas para una siguiente etapa de desarrollo en la que se planea integrar una red de comunicación que permita hacer la descarga de datos autónomamente y supervisar variables como presión y caudal de producción y consumo desde una sala de control principal.

En cuanto a la automatización de estaciones de bombeo, se deja planteada una propuesta inicial sobre el sistema de drivers que se deben implementar para las características particulares de cada estación. También el sistema de retroalimentación de las variables más importantes para cada sistema y del tipo de control que se debe efectuar en base a ellas. Y por último, la posible integración a una sala de comando central ubicada en un punto remoto que pueda gobernar sobre los sistemas y permita el monitoreo de los estados de operación de las estaciones y las variables que en ellas se presentan.

También es importante mencionar que gracias a la formación recibida en distintas áreas del conocimiento, fue más fácil la vinculación con las distintas áreas, pudiendo entender los conceptos básicos de la mecánica de fluidos y la hidráulica para manejo del agua en el sistema, conceptos de motores eléctricos y estaciones suministro eléctrico para las estaciones de bombeo, y conceptos de control e instrumentación para desarrollo del sistema de macromedición.

Además de lo mencionado anteriormente, es necesario resaltar el haber reemplazado a la persona encargada de la dirección de la práctica por parte de la empresa, faltando un mes para su culminación, como respuesta inmediata a una necesidad latente en la empresa, ya que esta persona se retiró y no se contaba con alguien designado para el cargo en el momento.

## 10. Conclusiones

- Se realizaron avances en los distintos objetivos planteados para el desarrollo del proyecto de automatización de la estación de bombeo Tasajero, sin lograr cumplir completamente con ellos.
- El proyecto que se propuso en la materia proyecto de grado I no se pudo llevar a cabo, debido que la empresa no manifestó interés en su desarrollo en el momento, por la necesidad en dar paso a la culminación de otros proyectos que se encontraban en desarrollo.
- Gracias al seguimiento realizado a la primera fase del proyecto de telemando y telecontrol se puede decir que al momento de utilizar un sensor para medir algún tipo de variable en particular, es primordial hacer un estudio previo sobre las características del lugar de su ubicación para poder escoger el mejor lugar para su instalación.
- Los medidores de caudal implementados en la entrada y salida de las plantas de tratamiento permiten obtener el valor real del caudal que se produce y se entrega a la red de acueducto. Con esto se puede medir de una forma más certera el índice de agua no contabilizada IANC.
- El proyecto de macromedición permite ampliar el campo de supervisión del comportamiento del sistema de acueducto de la ciudad al integrar los caudales conducidos por la red matriz antes de ser entregada a las redes secundarias.

## BIBLIOGRAFÍA

- HUEB, José Augusto, MACROMEDICIÓN, Perú 1996, ACUEDUCTO.
- HUGH JACK, Automating manufacturing systems with PLCs- Mayo 2007.
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMISION. IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP Code). International Electrotechnical Commission, Geneva. 2004.
- SCHNEIDER ELECTRIC, Variadores De Frecuencia. GRAFIQ. Angélica Castilla.2007.
- ROBAYO, Oscar. Informe Plan maestro de Acueducto y Alcantarillado. Cúcuta, 2006. AGUAS KPITAL CÚCUTA S.A. E.S.P.

**ANEXOS**



**ANEXO I**  
Términos de referencia  
Requisitos Técnicos