

# DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN, CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE UNA PLANTA PILOTO DE AIREACIÓN

Jonhatan Stib Lopez Monsalve

Ingeniería Electromecánica

Director del trabajo de grado

Jhon Alexander Isaza Hurtado

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**

**Marzo 2019**

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## RESUMEN

---

Actualmente en el laboratorio de fluidos G-405 del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín se cuenta con una planta piloto de aireación por difusión. Dicha planta piloto permite emular la etapa del tratamiento biológico de una planta de tratamiento de aguas residuales. La sistematización y la interacción entre hombre-máquina presentaba diferentes inconvenientes tanto de lectura, como de interpretación de datos. Este trabajo de grado fue desarrollado para resolver dichos inconvenientes. En el presente documento se describen cada una de las etapas realizadas para el diseño y la programación del sistema de supervisión, control y adquisición de datos propuesto para la planta piloto de aireación por difusión. La ejecución de este proyecto se puede enmarcar en tres pasos. Primero se diagnosticó y estudió cada uno de los instrumentos a partir de los manuales del fabricante. Luego se diseñó y construyó el tablero de control con sus respectivas normas IEC. Posteriormente se realizó la programación del entorno gráfico, el esquema de control y adquisición de datos, evaluando los métodos y las configuraciones globales por medio del software de National Instruments™ LabVIEW.

Este trabajo buscó la facilidad de interacción entre hombre maquina como resultado principal fue la evaluación del sistema SCADA partiendo de las condiciones normales de operación de la planta piloto.

*Palabras claves:* Planta piloto de aireación, Supervisión y adquisición de datos, SCADA, oxígeno disuelto.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## RECONOCIMIENTOS

---

En primer lugar, a mi asesor Jhon Alexander Isaza Hurtado, por haberme ofrecido la posibilidad de realizar este proyecto. Además, por la ayuda y el apoyo otorgado durante todo el proceso.

En segundo lugar, a todas las personas que hacen parte del laboratorio de fluidos, por su ayuda y colaboración en el préstamo de equipos necesarios para realización del proyecto.

Por último, a mi familia, por su apoyo incondicional.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

# ACRÓNIMOS

---

IEC	International Electrotechnical Commission.
LabVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench.
mA	mili Amperios.
NI	National Instruments.
OD	Oxígeno disuelto.
SCADA	Supervisión, Control y Adquisición de Datos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	9
1.1	Generalidades .....	9
1.2	Objetivos .....	10
1.2.1	General .....	10
1.2.2	Específicos .....	10
2	PLANTA PILOTO DE AIREACIÓN POR DIFUSIÓN .....	11
2.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	11
2.2.	OXÍGENO DISUELTO .....	12
2.3.	INSTRUMENTACIÓN DE LA PLANTA .....	15
2.3.1.	Sensores .....	16
2.3.2.	Actuadores .....	19
2.3.3.	Controladores .....	21
2.4.	DIAGNÓSTICO Y SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS .....	22
2.4.1.	Transformador de Voltaje .....	22
2.4.2.	Control válvula proporcional .....	23
3	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL .....	26
3.1.	Selección del tablero de control y medición de equipos .....	26
3.2.	Instalación del tablero de control .....	27
3.3.	Conexión de equipos .....	28
3.4.	Diseño de planos eléctricos .....	30
4	SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y ADQUISICIÓN DE DATOS .....	34
4.1.	Interactuar con el programa LabVIEW .....	34
4.2.	Diseño del entorno gráfico .....	34
4.3.	Programación de la planta de aireación .....	37
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	41

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO .....	43
	Conclusiones .....	43
	Recomendaciones.....	43
	Trabajo a futuro .....	44
	REFERENCIAS .....	45
	APÉNDICE A: Guía de Trabajo #1 .....	47
	APÉNDICE A: Guía de Trabajo #2 .....	53

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama P&ID de la planta piloto aireada por difusión.....	12
Figura 2: Sensor de temperatura (Endress+Hauser, 2018) .....	16
Figura 3: Funcionamiento sensor de nivel (AG, 2018) .....	17
Figura 4: Sensor de nivel (AG) .....	17
Figura 5: Controlador de oxígeno (Hanna, 2017).....	18
Figura 6: Bomba de agua.....	19
Figura 7: Válvula de aire. (Aalborg®, 2015) .....	20
Figura 8: Válvula de bola. (Vidri, 2018) .....	20
Figura 9: Computador (García Tirado & Ospina Alarcón, 2016). .....	21
Figura 10: Tarjeta de adquisición de datos (Instruments, 2015). .....	21
Figura 11: Transformador Corriente-Voltaje.....	22
Figura 12: Relé estado Sólido 5 pines.....	23
Figura 13: Base Relé 5 pines.....	24
Figura 14: Relé estado sólido 4-6VDC .....	24
Figura 15: Tablero de control.....	26
Figura 16: Tapa fondo. ....	26
Figura 17: Tablero de control.....	27
Figura 18: Estructura Planta piloto.....	27
Figura 19: Estructura rediseñada. ....	27
Figura 20: Diagrama sensor de temperatura. (Endress+Hauser, 2018).....	28
Figura 21: Diagrama sensor de Nivel (AG, 2018) .....	28
Figura 22: Diagrama Entradas y salidas, Tarjeta de adquisición. (LabVIEW, 2018) .....	29
Figura 23: CADe_SIMU .....	30
Figura 24: Plano eléctrico Control 1.....	31
Figura 25: Plano eléctrico Control 2.....	31
Figura 26: Plano eléctrico Conector D.....	32
Figura 27: Plano eléctrico Potencia.....	32
Figura 28: Datos en línea.....	35
Figura 29: Control manual válvula de aire. ....	35
Figura 30: Apertura de la válvula .....	36
Figura 31: Graficas sensores separados .....	36
Figura 32: Grafico sensores juntos.....	37
Figura 33: Acceso a DAQ Assist .....	38
Figura 34: Selección de DAQ Assist.....	38
Figura 35: Configuración de DAQ Assist.....	39

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Figura 36: Bloque reset Graficas .....	39
Figura 37: Cableado expuesto Planta piloto .....	41
Figura 38: Tablero de control .....	42
Figura 39: Planta Piloto de aireación y control de planta. ....	42



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

# 1. INTRODUCCIÓN

---

## 1.1 Generalidades

El Instituto Tecnológico Metropolitano cuenta con unos laboratorios muy completos en diferentes áreas en los que los estudiantes pueden realizar prácticas y enriquecer sus conocimientos. Actualmente en el laboratorio de fluidos G405 se encuentra una planta piloto de aireación por difusión. En dicha planta piloto se permite emular el comportamiento biológico del crecimiento bacteriano de las plantas de tratamiento de agua residual. Sin embargo, dicha planta piloto no contaba con una correcta instalación y programación del sistema de supervisión y adquisición de datos (SCADA). El sistema SCADA permite una comunicación bidireccional hombre-máquina. Dicha comunicación permite actuar y monitorear en línea el proceso en tiempo real y además es posible realizar toma de datos para su posterior análisis. Algunos problemas previos identificados en el sistema SCADA de la planta piloto se pueden agrupar en tres factores fundamentales: primero no hay una guía de operación, en segunda instancia no hay un software que se pueda entender lo cual dificulta la lectura e interpretación de datos y por último el método empleado para realizar las conexiones no es el adecuado.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, la planta piloto existente será rediseñada y esta a su vez podrá emplearse para la implementación de estrategias conjuntas de estimación y control, con el fin de evaluar la viabilidad y aplicabilidad de dichas estrategias en sistemas a escala industrial. Inicialmente, uno de los sistemas de control que se busca aplicar en la planta piloto de aireación por difusión es un controlador predictivo basado en modelo, por lo cual en la actualidad se está trabajando en la validación del modelo semi-físico de base fenomenológica (MSBF) a partir de datos obtenidos desde la planta piloto (Zuluaga & Ruiz, 2016).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 General

Diseñar y programar un sistema de supervisión, control y adquisición de datos de la planta piloto de aireación del laboratorio de fluidos mejorando las condiciones seguras de operación y la interacción hombre-planta.

### 1.2.2 Específicos

**1.2.2.1** Diseñar y construir el tablero de control de la planta piloto de aireación.

**1.2.2.2** Diseñar y programar el entorno gráfico, el esquema de control y adquisición de datos.

**1.2.2.3** Analizar el sistema SCADA partiendo de las condiciones normales de operación de la planta piloto.

**1.2.2.4** Escribir el Trabajo de Grado.

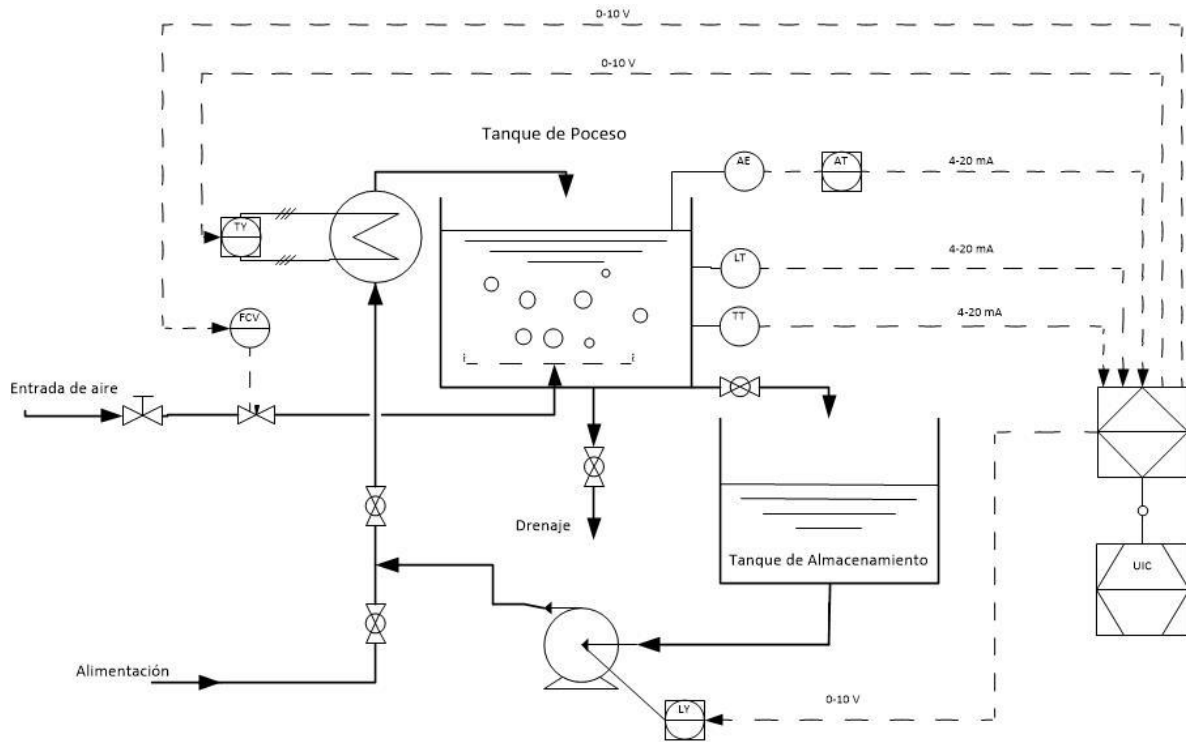
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 2 PLANTA PILOTO DE AIREACIÓN POR DIFUSIÓN

### 2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La planta piloto de aireación por difusión está compuesta por un tanque de proceso el cual está construido en acero inoxidable; a este se le inyecta una corriente de agua que está depositada en un tanque de almacenamiento la cual es impulsada por una bomba, la corriente a su vez pasa por un intercambiador de calor (ducha) el cual precalienta el agua impulsada (Figura 1). Desde la parte exterior se inyecta aire que proviene de un compresor y es esparcida por medio de difusores en forma de burbujas, las cuales ascienden desde el fondo del tanque de proceso, en las cuales se da la transferencia de masa del oxígeno desde la fase gaseosa hacia la fase líquida (Oxígeno disuelto), a cierta tasa determinada por el diseño del equipo y las condiciones de operación. El aire aparte de brindar una fuente de oxígeno al medio, contribuye al mezclado y homogenización de la solución en tratamiento. Para el control de oxígeno disuelto al tanque se le agrega un compuesto químico, que es el encargado de secuestrar el oxígeno que está siendo transferido desde las burbujas de aire hasta el líquido. Por la parte superior del tanque de proceso se libera al ambiente el aire pobre en oxígeno. La corriente de salida líquida del tanque de proceso es llevada hasta un tanque de almacenamiento del cual se recircula hasta el tanque de proceso nuevamente (Zuluaga & Ruiz, 2016).

En la Figura 1 se muestra el diagrama P&ID de la planta piloto aireada por difusión.



### Simbología

	Bomba Centrífuga		
	Intercambiador de Calor		Válvula de Aguja
	Válvula de Bola		

Figura 1: Diagrama P&ID de la planta piloto aireada por difusión.

## 2.2. OXÍGENO DISUELTO

El control del oxígeno disuelto se realiza con compuestos que "secuestran" las moléculas de O<sub>2</sub>, el diseño de sistemas por difusión de aire requiere del conocimiento de muchos conceptos; como: transferencia de oxígeno, mezclado, compatibilidad de materiales, diseño de Lodos activados, entre otros. Algunas aplicaciones industriales de plantas aireadas por difusión pueden ser cultivo de especies acuáticas (acuicultura), tratamiento biológico de

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

aguas residuales, procesos bioquímicos para producción de enzimas, productos alimenticios, biomédicos y farmacéuticos.

El oxígeno no reacciona con el agua. El oxígeno disuelto (OD) es realmente una distribución física de moléculas de oxígeno en el agua.

El análisis de Oxígeno Disuelto (OD) consiste en medir la cantidad de oxígeno que está disuelto en un líquido. Existen 2 fuentes de OD en el agua. El proviene del oxígeno del aire que se ha disuelto en el líquido (la atmósfera), también el oxígeno disuelto se produce como resultado de la fotosíntesis en las plantas acuáticas (fotosíntesis). Además, se debe tener en cuenta la salinidad, o la altitud (fundamentalmente por la presión) que también puede afectar los niveles de OD. Sirve para indicar cómo de contaminada está el agua o de lo bien que puede albergar vida vegetal o animal.

Por lo general, niveles altos de oxígeno disuelto indican una mejor calidad. En cambio, si los niveles son muy bajos, será muy difícil la supervivencia de cualquier organismo.

El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos organismos no pueden sobrevivir.

Además, la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua (OD) también depende de la temperatura. El agua más fría puede guardar más oxígeno en ella que el agua más caliente. Una diferencia en los niveles de OD puede detectarse en el sitio de la prueba si se hace la prueba temprano en la mañana cuando el agua está fría y luego se repite en la tarde en un día soleado cuando la temperatura del agua haya subido. Una diferencia en los niveles de OD también puede verse entre las temperaturas del agua en el invierno y las temperaturas del agua en el verano. Asimismo, una diferencia en los niveles de OD puede ser aparente a diferentes profundidades del agua si hay un cambio significativo en la temperatura del agua.

Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 0 - 18 partes por millón (ppm) aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5 -6 ppm para soportar

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

una diversidad de vida acuática. Los niveles de oxígeno disuelto por debajo de 3 ppm dañan a la mayor parte de los organismos acuáticos y por debajo de 2 o 1 ppm los peces mueren. Además, los niveles de OD a veces se expresan en términos de Porcentaje de Saturación.

Partes por millón	
5–6	Suficiente para la mayor parte de las especies
<3	Dañino para la mayor parte de las especies acuáticas
<2	Fatal a la mayor parte de las especies

Los animales acuáticos necesitan oxígeno para vivir. Los peces, los invertebrados, las plantas y las bacterias aeróbicas requieren oxígeno para respirar. El oxígeno de la atmósfera se disuelve con facilidad en el agua hasta que ésta se satura. Una vez disuelto en el agua, el oxígeno se difunde muy lentamente y su distribución depende del movimiento del agua aireada. Las plantas acuáticas, las algas y el fitoplancton, producen también oxígeno como un subproducto del proceso de fotosíntesis.

Los organismos acuáticos lo respiran obteniéndolo del medio en que viven, puesto que este gas se encuentra disuelto en el agua. La concentración del OD en el agua es medida, usualmente, en partes por millón (ppm) o en miligramos por litro (mg/l); utilizando al efecto un equipo denominado oxímetro (actualmente existen aparatos simples, digitales disponibles en comercios especializados). Oxígeno disuelto y temperatura son dos factores íntimamente relacionados entre sí, de tal forma que la solubilidad del oxígeno en el agua disminuye a medida que aumenta la temperatura. Por ejemplo, al 100% de saturación al nivel del mar, el agua dulce a 20°C contiene 8,84 mg/l de OD, mientras que, a 30°C, contendrá 7,53. Los organismos acuáticos, crecen más rápido cuanto mayor es la temperatura del agua y transforman mejor el alimento consumido a esas temperaturas (dentro del límite exigido por cada especie). Por lo tanto, existirán niveles que optimizarán los rendimientos para la transformación del alimento entregado en crecimiento del salmón o trucha, según el requerimiento de cada especie, ya que los procesos metabólicos que se

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

cumplen en los animales requieren abundante cantidad de oxígeno, que dependerá además de la talla de los organismos bajo cultivo.

El oxígeno en bacterias aeróbicas, es entonces, un componente vital para los aerobios, pero altas tasas de aireación, particularmente empleando oxígeno puro puede también producir daño celular e incluso la muerte de los microorganismos intervinientes en él. Además, cuando se incrementa el suministro de oxígeno existe el riesgo de que se produzca un exceso de espuma en el proceso, razón que justifica el agregado de antiespumantes. El agente antiespumante utilizado no debe afectar el desarrollo de la bacteria, además un exceso de este producto, puede crear incluso una anaerobiosis total o parcial con consecuencias perjudiciales para la calidad del proceso (Pulla, 2018).

El oxígeno gaseoso disuelto en el agua es vital para la existencia de la mayoría de los organismos acuáticos. El oxígeno es un componente clave en la respiración celular tanto para la vida acuática como para la vida terrestre. La concentración de oxígeno disuelto en un ambiente acuático es un indicador importante de la calidad del agua ambiental. Algunos organismos, como el salmón, las efímeras y las truchas, requieren altas concentraciones de oxígeno disuelto. Otros organismos como el siluro, las larvas de mosquito y la carpa, pueden sobrevivir en ambientes con bajas concentraciones de oxígeno disuelto. La diversidad de los organismos es mucho mayor a altas concentraciones de OD (Disuelto, 2018).

### **2.3. INSTRUMENTACIÓN DE LA PLANTA**

A continuación, se presenta una clasificación de los instrumentos que intervienen la planta de aireación por difusión, se describe un breve resumen de su principio de funcionamiento y una recopilación de las fichas técnicas de los mismos.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 2.3.1. Sensores

#### ❖ Sensor de Temperatura

##### Descripción General

El sensor de temperatura seleccionado es el Omnigrad M TR11 de la marca Endress+Hauser. Estos termómetros de resistencia utilizan un sensor de temperatura Pt100 de acuerdo con IEC 60751. Este sensor de temperatura es un resistor de platino sensible a la temperatura con una resistencia de  $100 \Omega$  a  $0^\circ \text{C}$  ( $32^\circ \text{F}$ ) y un coeficiente de temperatura  $\alpha = 0.003851^\circ \text{C}^{-1}$ .

##### Características:

- Rango completo de medición:  $-200^\circ \text{C}$  a  $600^\circ \text{C}$ .
- Rango de medición:  $0$  a  $200^\circ \text{C}$ .
- Límite de presión: hasta  $75 \text{ bar}$  ( $1088 \text{ psi}$ ).
- Salida analógica:  $4$  a  $20 \text{ mA}$ .



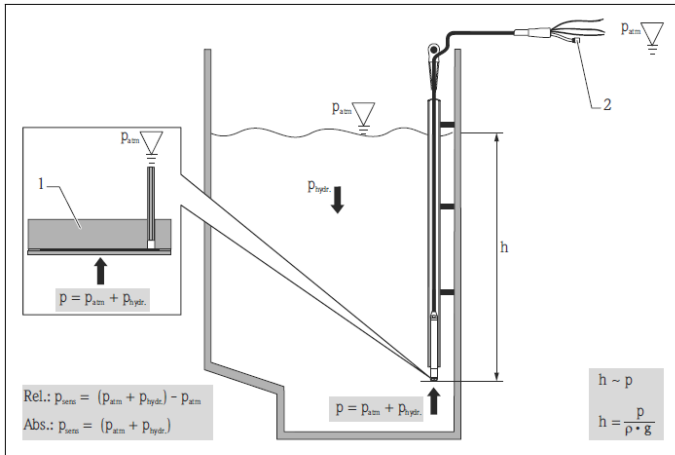
*Figura 2: Sensor de temperatura (Endress+Hauser, 2018)*

#### ❖ Sensor de Nivel

##### Descripción General

El sensor de nivel seleccionado es el Waterpilot FMX21 de la marca Endress+Hauser. La celda de medida es una cámara seca, es decir, la presión actúa directamente sobre la cerámica, aislando el diafragma del sensor. Cualquier cambio en la capacitancia causada por el movimiento del diafragma es medido por los electrodos de la cámara cerámica. Esto causa una señal que es proporcional a la presión y que es lineal al nivel del medio.





- 1 Ceramic measuring cell  
 2 Pressure compensation tube  
 h Height level  
 p Total pressure = atmospheric pressure + hydrostatic pressure  
 $\rho$  Density of the medium  
 g Acceleration due to gravity  
 $p_{hyd}$  Hydrostatic pressure  
 $p_{atm}$  Atmospheric pressure  
 $p_{sens}$  Pressure displayed on the sensor

Figura 3: Funcionamiento sensor de nivel (AG, 2018)

**Características:**

- El sensor de nivel FMX21 es compatible con una PT100.
- Rango de operación de 860 a 1060 mbar (12.47 a 15.37 psi).
- Salida analógica de 4 a 20 mA.
- Alimentación de: 21 V DC a 27 V DC.



Figura 4: Sensor de nivel (AG, 2018)

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## ❖ Sensor de Oxígeno Disuelto

### Descripción General

El sensor de oxígeno disuelto seleccionado es el controlador de oxígeno disuelto HI 8410 de la marca Hanna Instruments.

La sonda de oxígeno está equipada con una membrana que cubre el sensor galvánico y el termistor interno para la medición de temperatura y la compensación. El oxígeno atraviesa esta membrana causando un flujo de corriente eléctrica desde donde se determina la concentración de oxígeno disuelto. Este sensor realiza compensación por efectos de la temperatura en la solubilidad del oxígeno y la permeabilidad de la membrana. Además, la compensación por salinidad permite determinar la concentración de oxígeno disuelto incluso en agua salada.

### Características:

- Rango de 0.0 a 50.0 mg/L (ppm) O<sub>2</sub>.
- Resolución de 0.1 mg/L.
- La temperatura se puede medir en rango de -5 a 50 ° C.
- Rango de histéresis 0.5 a 2.4 mg/L (ppm) O<sub>2</sub>.
- Salida de 0-20 mA o 4-20 mA (configurable).
- Alimentación del HI8410 a 110 VAC.



*Figura 5: Controlador de oxígeno (Hanna, 2017)*

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 2.3.2. Actuadores

#### ❖ Bomba Impulsora

##### Descripción General

Bomba centrífuga periférica, capaz de desarrollar presiones elevadas con pequeños caudales. Aptas para pequeños grupos de presión.

##### Características:

- Alimentación a 110 VAC.
- Potencia 0,37 kW.
- Caudal máximo 2100 lts/h.
- Impulsor (turbina) de bronce.
- 3450 revoluciones por minuto.
- Altura máxima 35 metros.



*Figura 6: Bomba de agua.*

#### ❖ Válvula proporcional de regulación de aire

##### Descripción General

La válvula de regulación seleccionada es la SMV-20A de la marca Aalborg. Este actuador posee un motor a pasos el cual guía en ambos sentidos el vástago de la válvula. La resolución del movimiento del vástago tipo aguja respecto al motor a pasos es de 0.00025" por paso. La válvula se mantiene en posición cuando es desenergizada. Este mecanismo a pasos permite una resolución fina para bajos diferenciales de presión y altas presiones de operación.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### Características

- Material: Aluminio.
- Flujo máximo: 1000 L/m de Aire.
- Asiento: Tipo aguja.
- Presión máxima de operación: 500 psig.
- Conexión: 3/8"NPT.



*Figura 7: Válvula de aire. (Aalborg®, 2015)*

### ❖ Válvula de bola

#### Descripción General

Válvula controladora de flujo en instalaciones hidráulicas, calefacción, acondicionamiento y neumáticas.

#### Características

- Válvula de bola o esfera italiana de paso total.
- Controla el flujo.
- Diámetro: 1/2 pulgada.
- Conexión de rosca hembra.
- Cuerpo de latón niquelado.
- reacción a temperaturas de trabajo mínima y máxima: -20 °C, 150°C en ausencia de vapor.



*Figura 8: Válvula de bola. (Vidri, 2018)*

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 2.3.3. Controladores

#### ❖ PC

##### Descripción General

Equipo de cómputo que se encuentra en el laboratorio de fluidos G-405, este equipo cuenta con el programa LabVIEW de National Instruments.

##### Características

- Procesador Intel® Core™ i7
- Memoria DDR3 de 8GB.



*Figura 9: Computador (García Tirado & Ospina Alarcón, 2016).*

#### ❖ Tarjeta de adquisición de datos

##### Descripción General

La tarjeta de adquisición seleccionada fue la NI USB-6343 Serie X Multifunctions de la marca National Instruments. Este dispositivo de adquisición cuenta con las siguientes características:

##### Características

- Número de entradas analógicas: 32.
- Número de entradas/salidas digitales: 48.
- Número de salidas analógicas: 4.
- Velocidad de muestreo: 500 KS/s
- Conexión: USB 2.0.
- Rango de entrada: 10V DC.



*Figura 10: Tarjeta de adquisición de datos (Instruments, 2015).*

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 2.4. DIAGNÓSTICO Y SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS

### 2.4.1. Transformador de Voltaje

Luego del estudio previo que se realizó a los instrumentos de medición se encontró que los instrumentos de temperatura, nivel y de oxígeno disuelto tienen salidas analógicas de 4 – 20 mA, la tarjeta de adquisición de datos la cual es la encargada de recolectar toda la información de los instrumentos de medición tiene entrada analógica de 0 – 10 V, por ende no se podrá realizar una conexión directa desde la salida analógica de los instrumentos con las entradas analógicas de la tarjeta de adquisición de datos.

Para la solución del inconveniente de las entradas y las salidas se realiza la construcción de un transformador de corriente a voltaje (Figura 11). El principio de funcionamiento de este transformador es la ley de Ohm ya que cuando por una resistencia se hace pasar una corriente esta genera un voltaje. Por medio de este transformador podemos obtener voltaje de una forma indirecta.

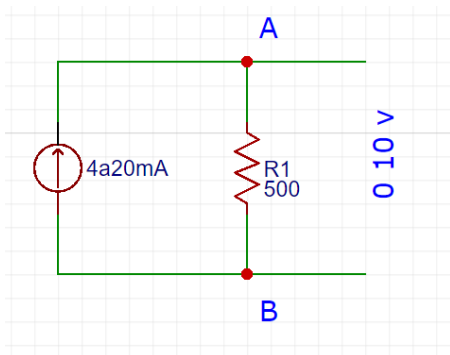


Figura 11: Transformador Corriente-Voltaje.

Aplicando la ley de Ohm, y despejamos la corriente para encontrar el valor de la resistencia.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{10V}{0,02A} = 500 \Omega$$

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En la conexión del transformador de corriente-voltaje podemos observar que, si medimos entre los puntos A y B habrá una variación de voltaje que depende del valor de la corriente, A continuación, se realiza una tabla en la que podemos ver la igualdad.

mA	V
4	2
8	4
12	6
16	8
20	10

#### 2.4.2. Control válvula proporcional

Para el control de la válvula proporcional se hizo uso de 2 relés de estado sólido de 5 pines a 12 VDC (Figura 12), uno se utiliza para la apertura de la válvula mientras que el otro se usa para el cierre de esta.



*Figura 12: Relé estado Sólido 5 pines*

Estos relés van soportados sobre una base (Figura13), que se puede anclar fácilmente a él riel omega, para este proyecto se usó este tipo de base y de relé, se recuerda que de fallar alguno de estos se puede cambiar por este mismo o también reemplazar todo el componente completo ya que en la industria existe innumerables tipos de relés con sus bases.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



*Figura 13: Base Relé 5 pines*

Por problemas comerciales para este proyecto se hizo uso de relés de 5 pines a 12 VDC, lo ideal es que estos relés sean reemplazados por relés a 5 VDC (figura 14). Luego de realizar este cambio se debe configurar la salida analógica de la tarjeta de adquisición de datos.



*Figura 14: Relé estado sólido 4-6VDC*

El alcance de este capítulo dio una breve explicación del proceso en la planta piloto de aireación. También se describe la importancia que tiene el oxígeno disuelto en las plantas de tratamiento, cómo puede afectar la vida de los microorganismos y los factores que pueden alterar la medición del mismo. Por otra parte, se realizó un análisis completo de la planta de aireación describiendo su principio de funcionamiento, los elementos que lo conforman y los instrumentos de medición. Adicional se diagnosticaron los problemas de conexión que reflejaban los instrumentos con la tarjeta de adquisición de datos



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

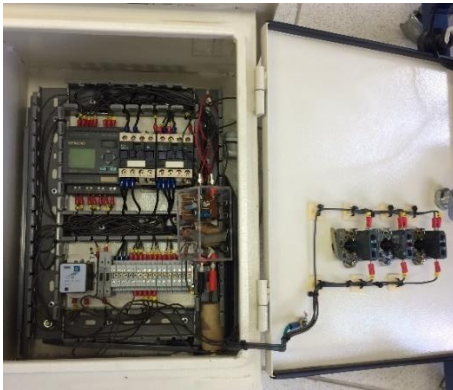
presentando alternativas para la solución de este problema. A continuación, el siguiente capítulo describe el proceso de diseño y construcción del tablero de control.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 3 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL

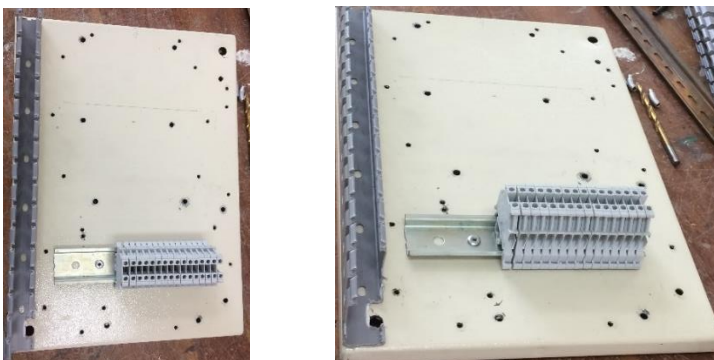
### 3.1. Selección del tablero de control y medición de equipos

Para la selección del tablero de control, se contó con la donación de un tablero (Figura 15) que se encontraba el laboratorio de máquinas eléctricas del Instituto tecnológico metropolitano.



*Figura 15: Tablero de control.*

A continuación, se procedió con el desmontaje del control anterior, se desconecta cableado, contactores, tarjetas electrónicas, logo Siemens, riel omega y por último se realiza el desmontaje del fondo del tablero de control (Figura 16).



*Figura 16: Tapa fondo.*

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Se comienza con la medición de instrumentos que van dentro del tablero; ya con todos los equipos presentados se comienza con la instalación del riel omega, canaleta ranurada para tablero e instalación de instrumentos como contactores, fuentes, relé de estado sólido, borneras (Figura 17).

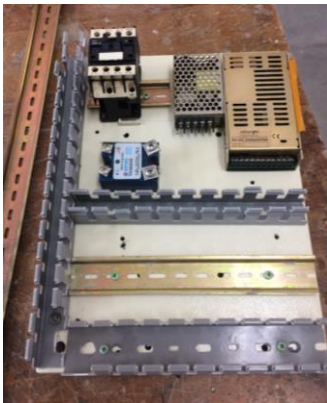
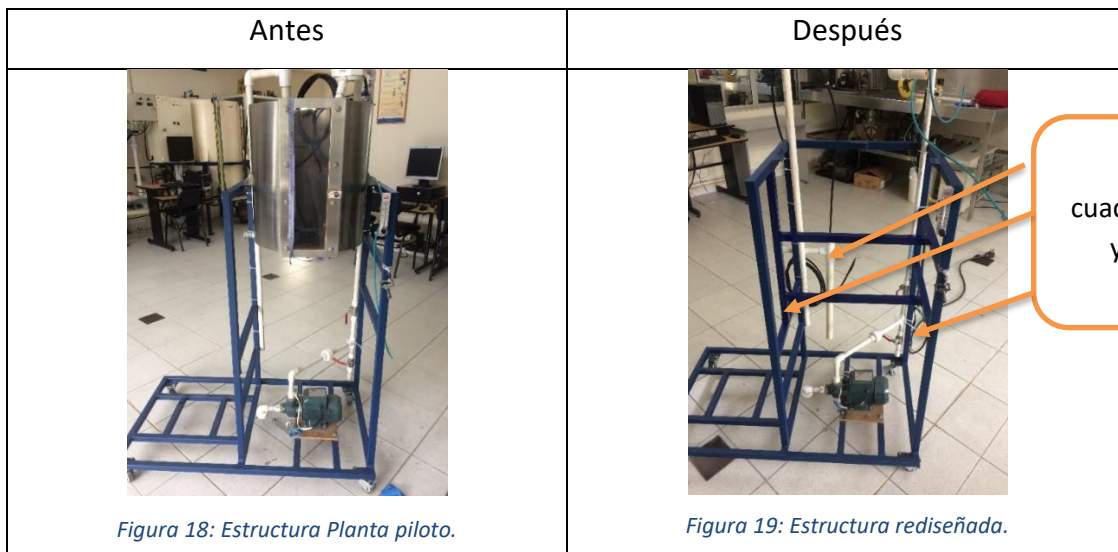


Figura 17: Tablero de control.

### 3.2. Instalación del tablero de control

Para la instalación del tablero de control se realizó una modificación al módulo de la planta de aireación (Figura 18), Se realizaron las medidas del tablero de control y se procedió con la construcción del soporte de este, para ello se soldaron 3 tubos cuadrados a la estructura y se pintaron (Figura 19).



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 3.3. Conexión de equipos

Posteriormente después de haber instalado todos los equipos en el tablero de control se procede a la conexión eléctrica de estos. Para esto se hizo uso de cable de control #18 AWG con sus respectivas terminales del pin hueco.

Luego del estudio previo que se realizó a los manuales de los instrumentos de medición de la planta. Se sacaron las conexiones principales de ciertos instrumentos como son:

- Sensor de temperatura

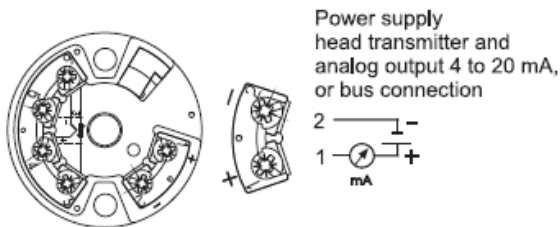
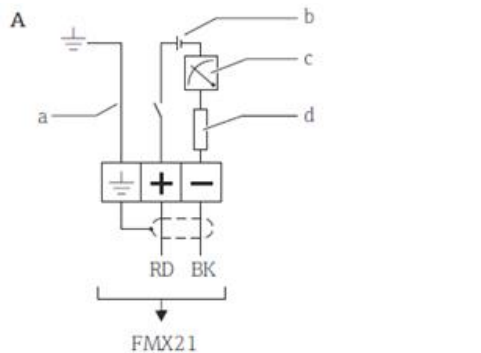


Figura 20: Diagrama sensor de temperatura. (Endress+Hauser, 2018)

- Sensor de nivel



- A Waterpilot FMX21  
 a Not for the FMX21 with external diameter of 29 mm (1.14 in)  
 b 10.5 to 30 V DC (hazardous area), 10.5 to 35 V DC  
 c 4...20 mA  
 d Resistance ( $R_L$ )

Figura 21: Diagrama sensor de Nivel (AG, 2018)

- Tarjeta de adquisición de datos

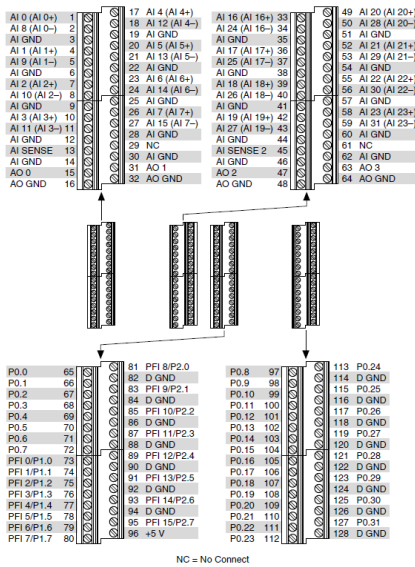


Figura 22: Diagrama Entradas y salidas, Tarjeta de adquisición. (LabVIEW, 2018)

Para el resto de los equipos como son la ducha, el relé de estado sólido y el controlador vienen debidamente marcada la conexión en su parte frontal o también en la parte posterior como para el controlador de oxígeno disuelto HI8410.

- Transformador de voltaje

El transformador de voltaje se calcula de acuerdo a la ecuación

$$P = I * V$$

Pero sabiendo que los instrumentos manejan potencias demasiadas bajas ya que las corrientes son del orden de los miliamperios entonces realizaremos el cálculo de acuerdo a la potencia de la fuente, la potencia del motor y añadiremos un factor de servicio.

$$P_{transformador} = (P_{fuente} + P_{motor}) * fs$$

$$P_{transformador} = (80 + 370) * 1.15$$

$$P_{transformador} \cong 500 W$$

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Esto quiere decir que para unas óptimas condiciones de operación se debe trabajar con un transformador de 500 W aproximadamente.

### 3.4. Diseño de planos eléctricos

Ya teniendo toda esta información recopilada se comenzó con el diseño del control, para esto usamos el programa CADe\_SIMU (figura 23), con el fin de dar un orden y dejar evidencia de toda la conexión a realizar.

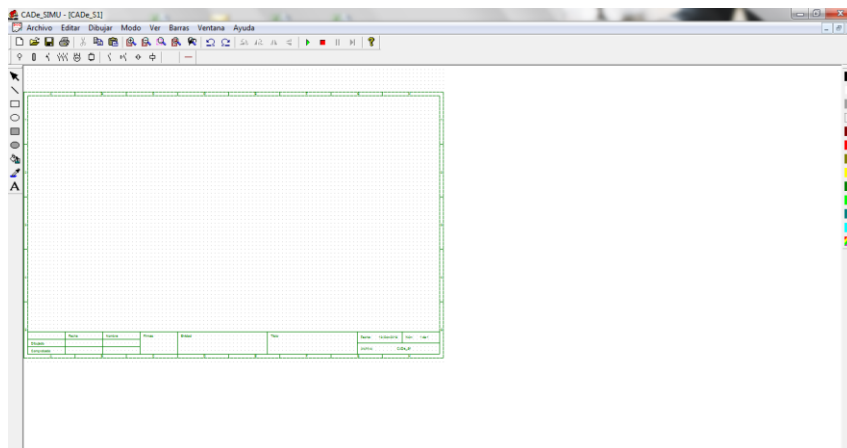


Figura 23: CADe\_SIMU

Los planos se dividieron en 4 secciones que se presentaran a continuación respectivamente marcados y enumerados.

*Nota: esta es una presentación de los planos eléctricos solo es visual; en la entrega del documento se anexarán los planos respectivos en pdf.*

- **Control 1** corresponde a la conexión principal: start-stop, conexión de transformadores, conexión de salidas digitales y salidas análogas (Figura 24).

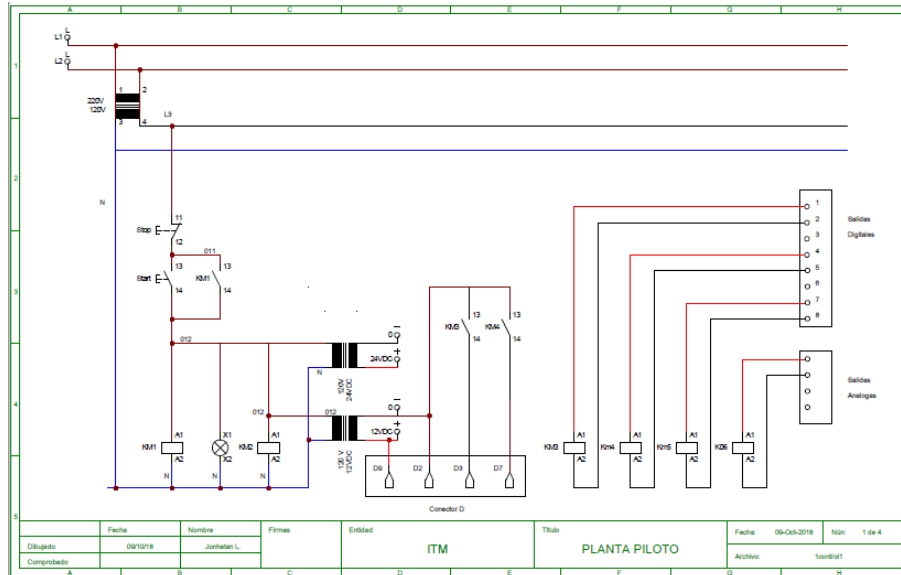


Figura 24: Plano eléctrico Control 1.

- **Control 2** corresponde a las conexiones a 24 VDC, alimentación de equipos de medición y entradas análogas (Figura 25).

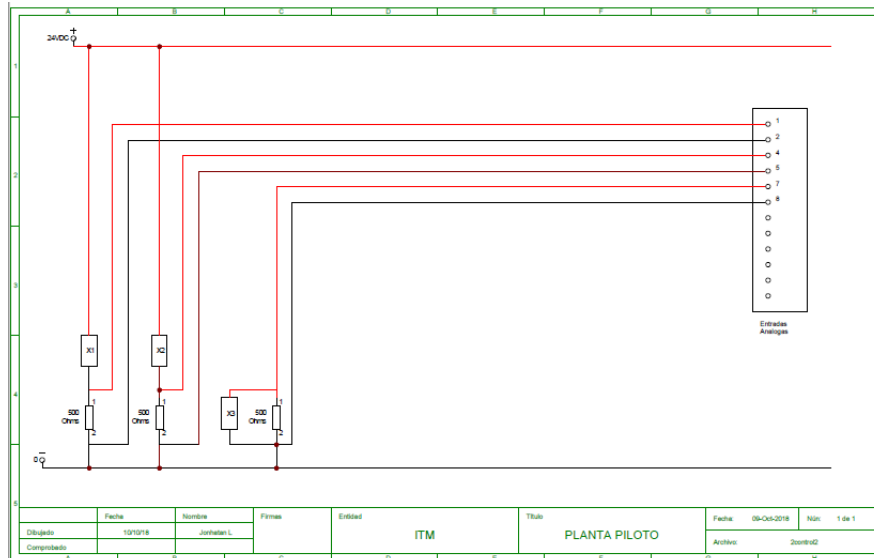


Figura 25: Plano eléctrico Control 2.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- **Conector D** corresponde a la conexión interna del conector “D” que alimenta la Válvula proporcional de regulación de aire (Figura 26).

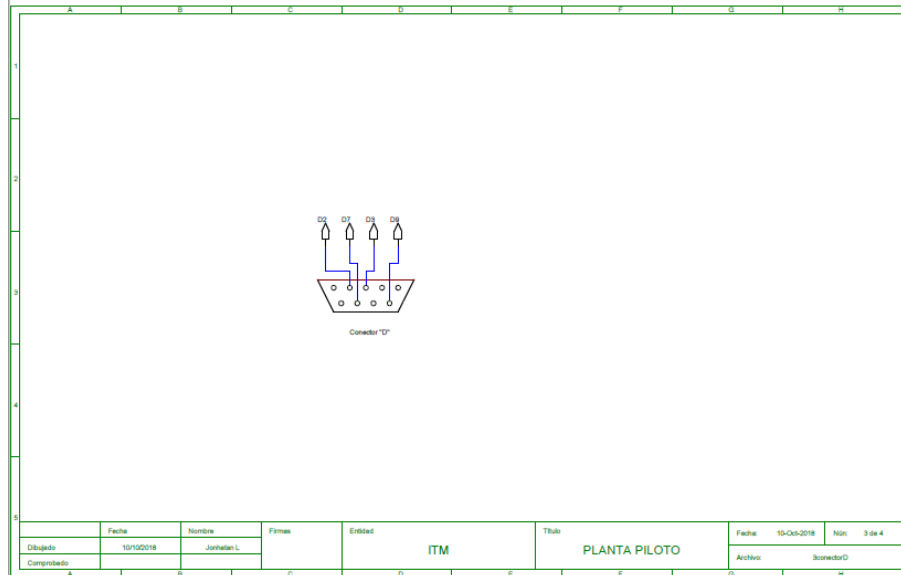


Figura 26: Plano eléctrico Conector D.

- **Potencia** corresponde a la conexión de potencia de la bomba (Figura 27).

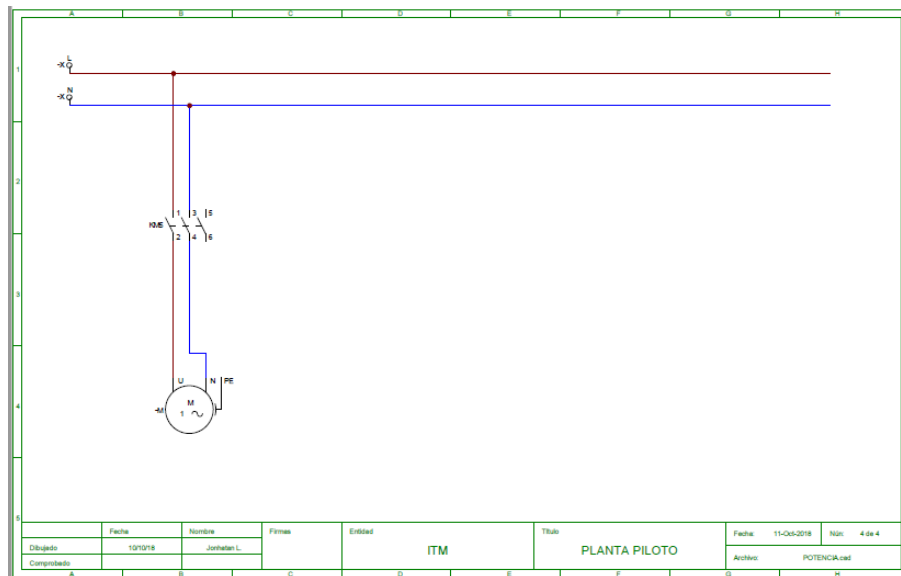


Figura 27: Plano eléctrico Potencia.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En este capítulo se abordó toda la parte eléctrica de la planta de aireación por difusión, desde la construcción y modificación tanto del tablero de control como al banco de trabajo, para el cumplimiento del objetivo se realizó la instalación de equipos, conexión de contactores, pilotos, relevos, sensores y tarjeta de adquisición de datos. Se presentaron todos los diagramas de conexión de los equipos de medición, Adicional, se planteó un diseño y se realizaron los planos eléctricos. Por último, se llevó a cabo la ejecución y conexión de todos los equipos de acuerdo a los planos electricos realizados.

Para el siguiente capítulo se abordará toda la parte de control de la planta de aireación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 4 SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y ADQUISICIÓN DE DATOS

### 4.1. Interactuar con el programa LabVIEW

National Instruments es una empresa la cual tiene un catálogo con gran variedad de productos que pueden ser utilizados con un ordenador tipo estándar para sustituir y/o integrar instrumentos tradicionales para la adquisición, análisis y visualización de datos, así como para supervisión y control de procesos.

Dentro de su gran variedad de software para el desarrollo de este proyecto haremos uso del software LabVIEW, este es un software de ingeniería diseñado para aplicaciones que requieren pruebas, medidas y control con acceso rápido a información de datos y hardware. Por medio de este software podemos realizar nuestra adquisición de datos, aparte de esto NI nos ofrece dispositivos de E/S Multifunción, estos dispositivos de E/S multifunción ofrecen una combinación de E/S con canales, velocidades de muestreo, razones de salida variantes y otras características para cumplir con varios requerimientos comunes de medidas. Estos dispositivos son ideales para una amplia variedad de aplicaciones industriales como automatización de laboratorio, investigación y verificación de diseño. La tarjeta de adquisición seleccionada fue la NI USB-6343 Serie X Multifunctions.

### 4.2. Diseño del entorno gráfico

Para el diseño del entorno grafico se tuvieron 3 factores:

Primero una visualización de los datos en línea de temperatura, nivel del tanque, y oxígeno disuelto en el tanque (Figura 28).

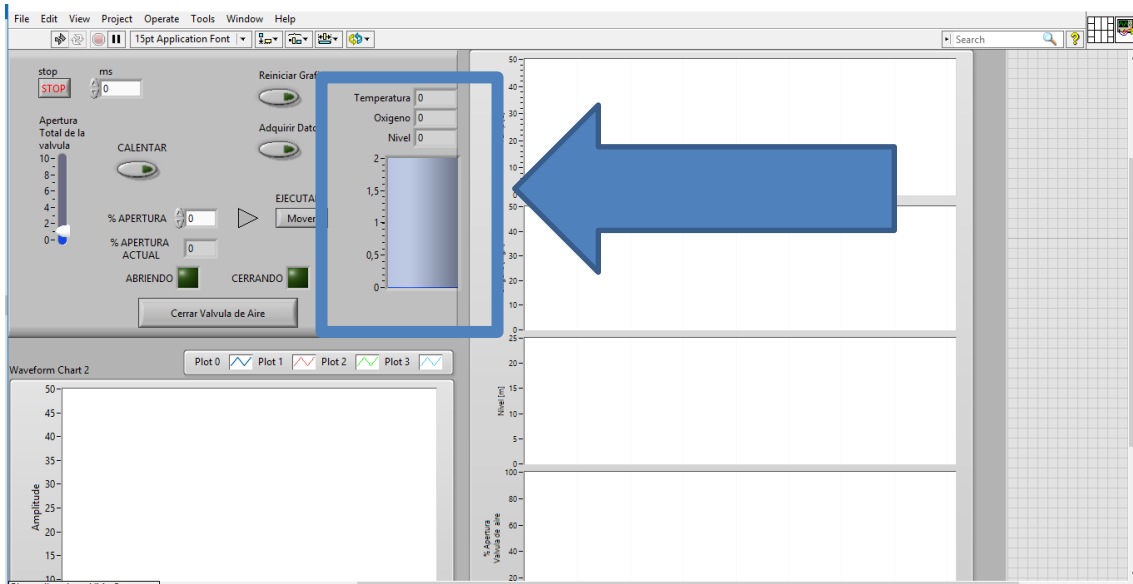


Figura 28: Datos en línea

Segundo un control manual de la válvula proporcional de aire (Figura 29) y un control de apertura de la válvula (Figura 30).

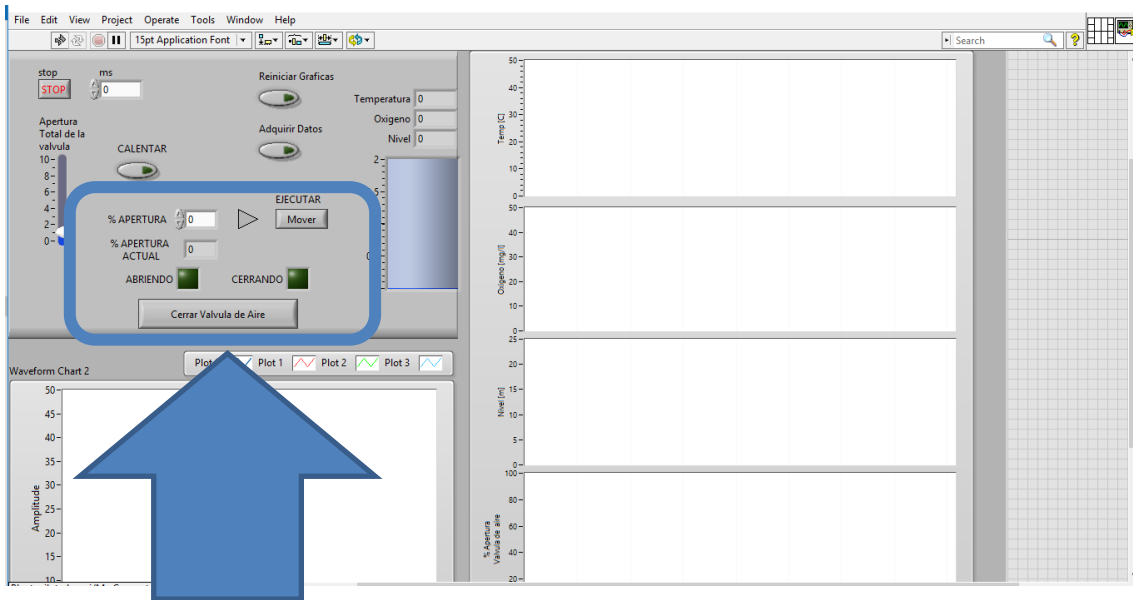


Figura 29: Control manual válvula de aire.

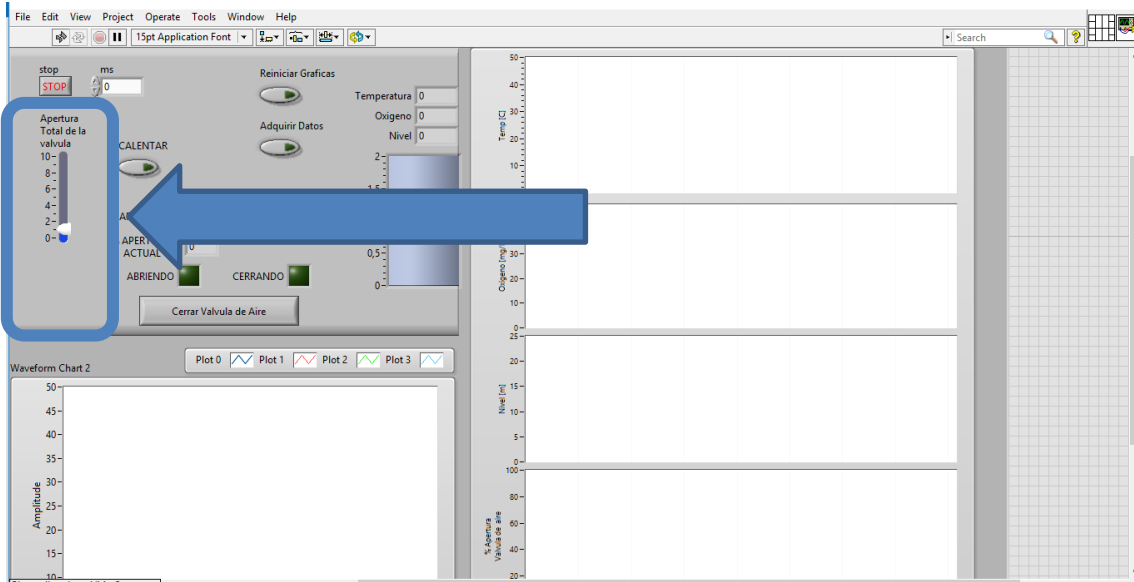


Figura 30: Apertura de la válvula

Y por último un histograma en forma de grafica del comportamiento de la temperatura, nivel del tanque y oxígeno disuelto (Figura 31 y Figura 32).

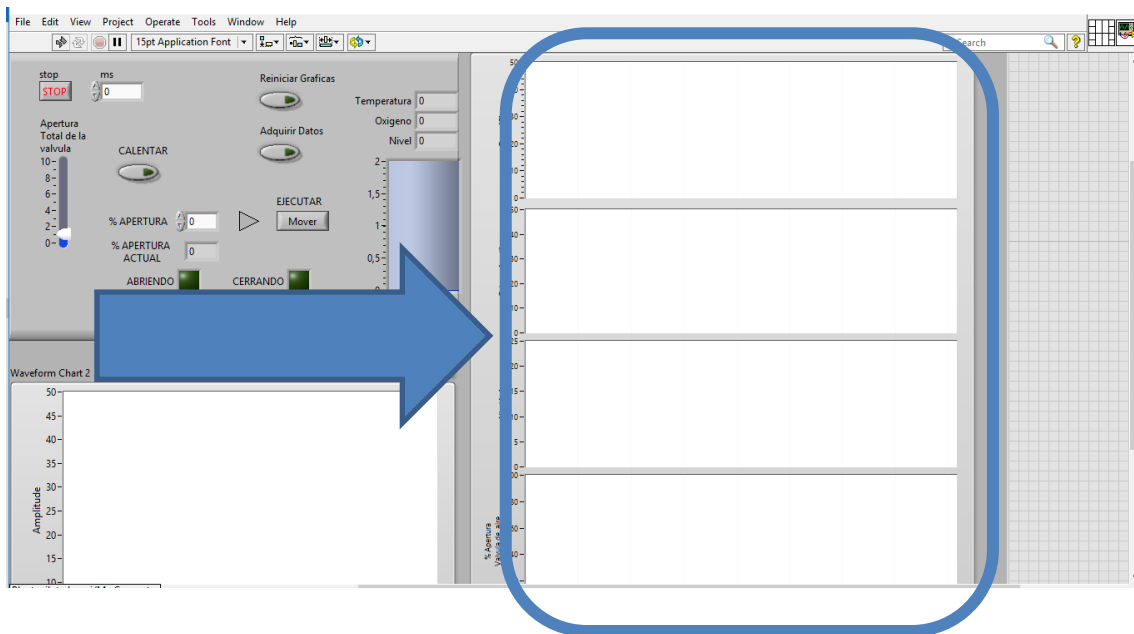


Figura 31: Graficas sensores separados

 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

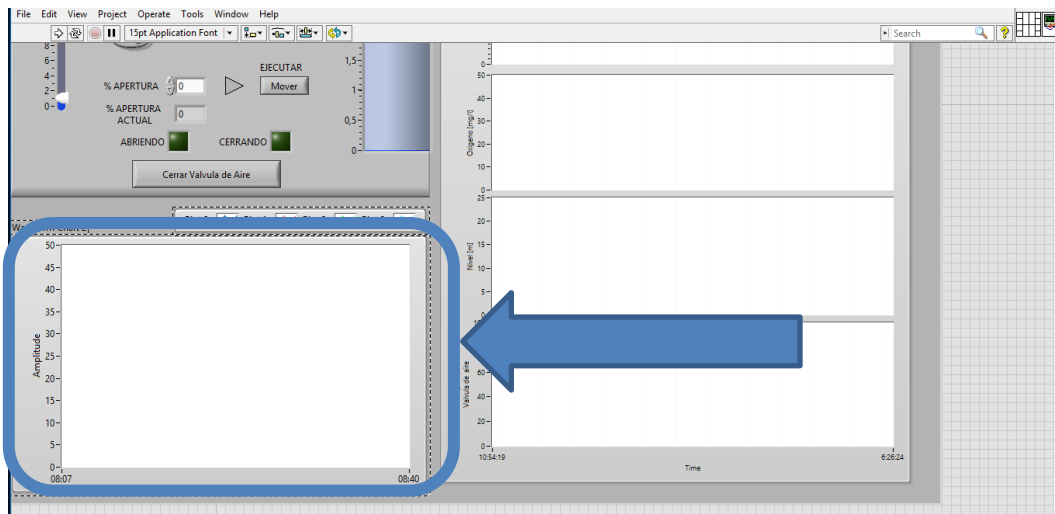


Figura 32: Grafico sensores juntos.

#### 4.3. Programación de la planta de aireación

Como se mencionó en el capítulo 2.4.2 el control de la válvula proporcional de aire, se da por medio de los relés de estado sólido a 12 VDC, para la programación de la salida analógica en el LabVIEW procederemos con el siguiente paso.

Se da clic derecho en el diagrama de bloques de LabVIEW, se selecciona la siguiente dirección Express/Output/DAQ Assist (Figura 33).

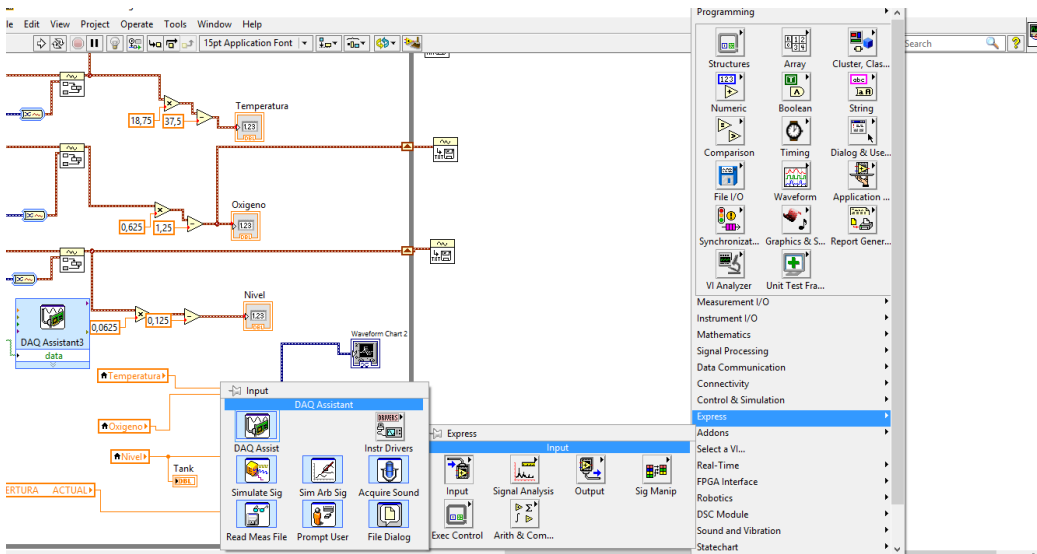


Figura 33: Acceso a DAQ Assist

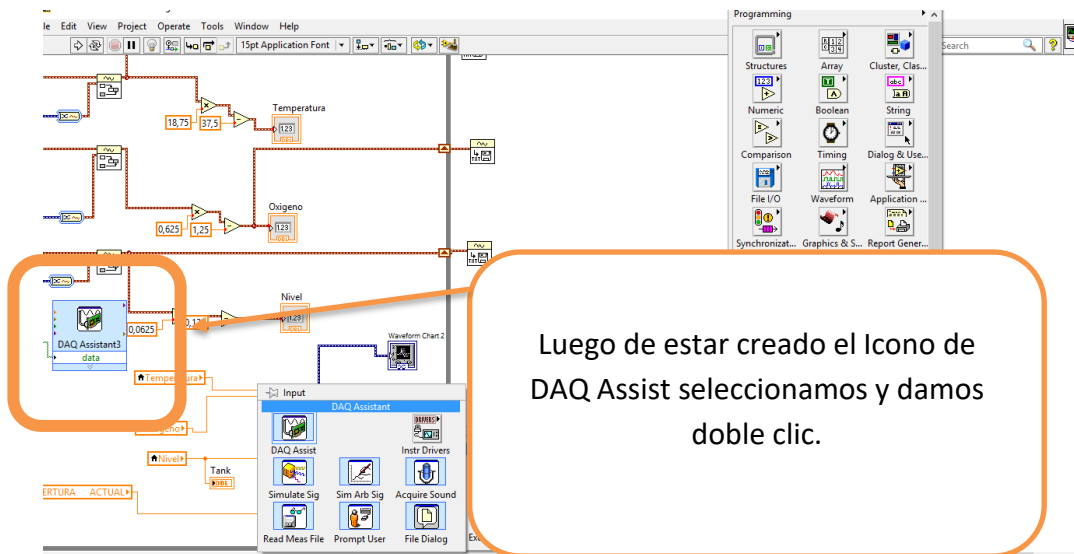


Figura 34: Selección de DAQ Assist.

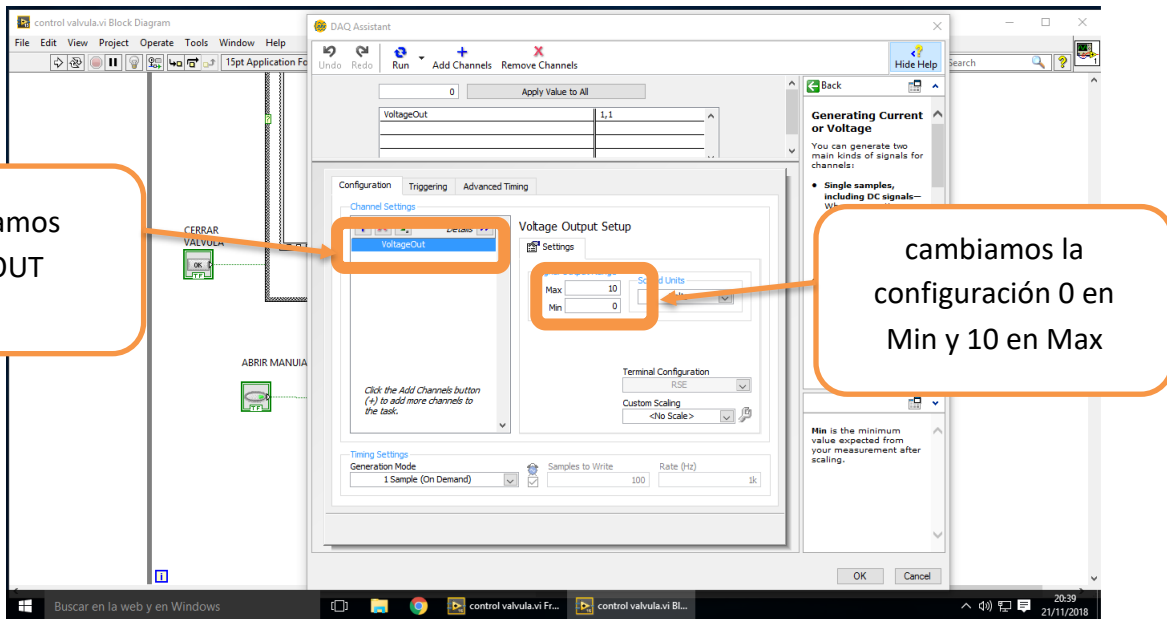


Figura 35: Configuración de DAQ Assist.

Nota: Si se realiza el cambio del relé de estado sólido por uno a 6 VDC se debe realizar la siguiente configuración paso a paso, pero en el valor Max se debe colocar el valor correspondiente al voltaje de excitación de la bobina del relé de estado sólido.

Para el reset de las gráficas se construyó un bloque aparte, la Figura 36 muestra la configuración de este bloque.

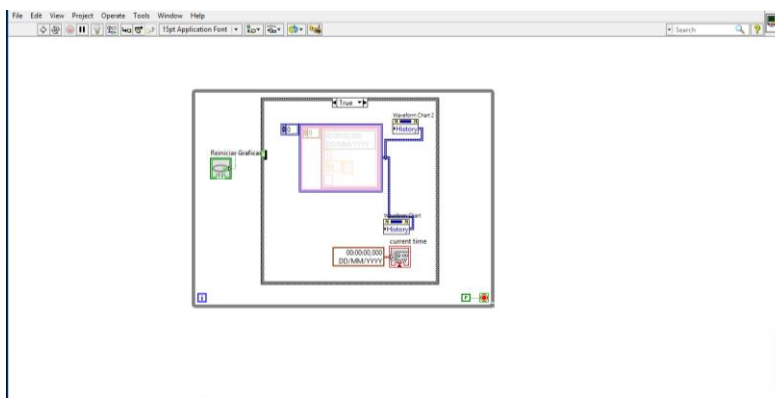


Figura 36: Bloque reset Graficas

En esta sección nos enfocamos en la programación del esquema de control y adquisición de datos, para esto se realizó la creación de una interfaz gráfica, posteriormente, se realizó

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

toda la programación de las entradas y salidas de la tarjeta de adquisición de datos acoplándolas a los instrumentos de medida de la planta de aireación por difusión. En el siguiente capítulo presentaremos los resultados de todo lo analizado anteriormente; estos resultados muestran la mejora general que se realizó a la planta de aireación por difusión.



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Luego de la instalación y construcción del tablero de control de la planta piloto de aireación se cambiaron totalmente las condiciones de seguridad y de operación.
- Las condiciones de seguridad mejoraron debido a que al recolectar el cableado que se encontraba expuesto (Figura 37) se puede evitar un posible accidente por algún corto eléctrico o por un cable expuesto que pueda atentar contra la vida de la persona que esté operando dicha planta.
- Las condiciones de operación mejoraron debido a que todo el sistema ya es controlado desde el panel en LabVIEW (Figura 39) y ya no hay que realizar maniobras manuales como era breaker para activar la ducha ni conectar un enchufe para encender el motor entre otros.



*Figura 37: Cableado expuesto Planta piloto*

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

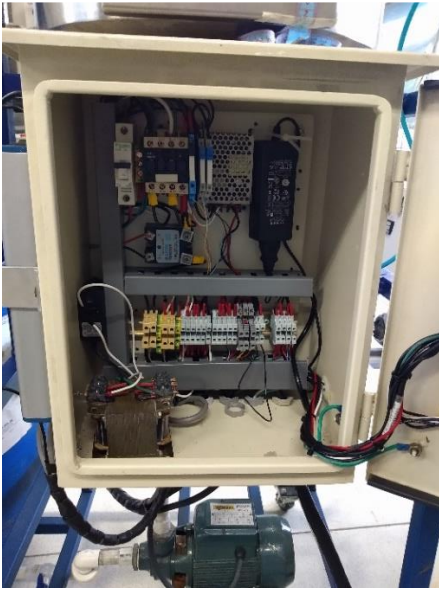


Figura 38: Tablero de control

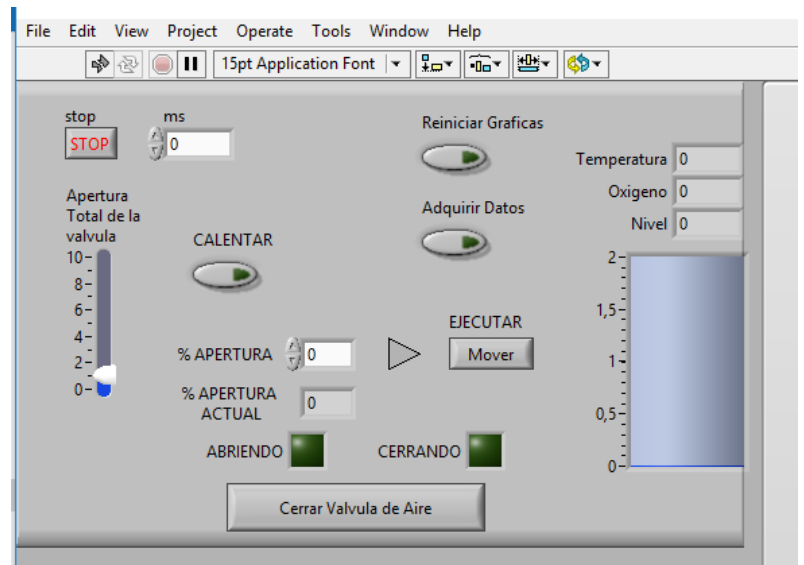


Figura 39: Planta Piloto de aireación y control de planta.

- Se realizaron guías de arranque y operación de la planta piloto de aireación estas están adjuntas al final del documento Anexo 1 y Anexo 2.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 6 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

---

### Conclusiones

- Se diseño y se programó el sistema de supervisión, control y adquisición de datos de la planta piloto de aireación del laboratorio de fluidos, Se mejoraron las condiciones seguras de operación ya que se despejo todo el cableado y la interacción hombre-planta cambio con el diseño del entorno gráfico.
- El ruido en la lectura de los sensores de temperatura, nivel y oxígeno disuelto es bastante elevado, esto es debido a la conversión que se hace por medio de resistencia de 1/4 Watt para pasar de miliamperios a Voltaje. A este factor hay que sumarle que las lecturas de corriente son del orden de mA (muy pequeñas) estos dos factores aumentan la variación en la medición.

### Recomendaciones

- Se aconseja realizar mantenimientos periódicos a la bomba impulsora, debido a que el agua que queda en el impulsor con el tiempo genera oxido y este a su vez puede provocar que el impulsor se detenga.
- Realizar la guía #1: Arranque de la planta piloto de aireación para su manejo sugerida en el anexo #1.
- Realizar la guía #2: Adquisición de datos planta piloto de aireación para su manejo sugerida en el anexo #2.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### Trabajo a futuro

- Se debe realizar el cambio del transformador de voltaje por el sugerido en el punto 2.4.1.
- Debido a que los instrumentos de medición de: temperatura, nivel y oxígeno disuelto, tienen una salida analógica de 4 – 20 mA y la entrada de la tarjeta de adquisición de datos es de 0 – 10 V, se recomienda cambiar instrumentos con salidas de 0 – 10 V compatibles con la tarjeta de adquisición de datos.
- De no ser posible el cambio de instrumentos de medición de: temperatura, nivel y oxígeno disuelto, se sugiere realizar un cambio de resistencias en el transformador de corriente-voltaje por unas resistencias de alta precisión para mitigar el ruido.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## REFERENCIAS

---

Aalborg®. (2015). OPERATING MANUAL SMV Stepping Motor Valve. *Technical Data Sheet No. TD0305M Rev. D.*

AG, E. (2018). *Technical Information Waterpilot FMX21*. Obtenido de [https://portal.endress.com/wa001/dla/5000557/8038/000/05/TI00431PEN\\_1413.pdf](https://portal.endress.com/wa001/dla/5000557/8038/000/05/TI00431PEN_1413.pdf)

Disuelto, O. (Octubre de 2018). *Vernier*. Obtenido de [http://www2.vernier.com/sample\\_labs/CMV-41-oxigeno\\_disuelto.pdf](http://www2.vernier.com/sample_labs/CMV-41-oxigeno_disuelto.pdf)

Endress+Hauser. (2018). Technical Information Omnigrad M TR11 Modular RTD assembly protection tube, thread.

García Tirado, J. F., & Ospina Alarcón, M. A. (2016). *Monitoreo en Línea de una Planta Piloto de Aireación por Difusión para el Tratamiento Biológico de Aguas Residuales usando una Estrategia basada en Modelo*. Medellín: ITM.

Hanna, I. (01 de 10 de 2017). Manual de Instrucciones HI 8410 Controlador de Procesos de Oxígeno Disuelto. Alemania. Obtenido de <http://www.hannachile.com/productos/producto/1506>

Instruments, N. (Junio de 2015). SPECIFICATIONS NI 6343 X Series Data Acquisition:.

*LabVIEW*. (20 de Octubre de 2018). Obtenido de <http://www.ni.com/es-co/shop/labview.html>

Pulla, E. P. (Octubre de 2018). Obtenido de dspace: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>

*Vidri*. (noviembre de 2018). Obtenido de <https://www.vidri.com.sv/producto/116297/V%C3%A1lvula-de-bola-o-esfera-italiana-de-paso-total-1-2-pulgada.html>

Zuluaga, C., & Ruiz, M. (2016). *Planta Piloto Aireada por Difusión. Documentación y Manual*. Medellín: ITM.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## APÉNDICE A: Guía de Trabajo #1

---

### 1. IDENTIFICACIÓN

Asignatura						Guía No.	1
Área		Ingeniería aplicada		Nivel			
Código				Pensum		1	
Correquisito(s)				Prerrequisito(s)			
Créditos		TPS		TIS		TPT	
<b>TRABAJO INDEPENDIENTE</b>				<b>TRABAJO PRESENCIAL</b>			
Trabajo Teórico		Trabajo Práctico	X	Trabajo Teórico		Trabajo Práctico	

### 2. IDENTIFICACIÓN

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer cada una de las partes necesarias para realizar el respectivo proceso de arranque.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conexión de equipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar las conexiones correspondientes de la planta piloto, conociendo cada una de sus partes y el funcionamiento.</li> <li>Aprender dar un correcto encendido y arranque de la planta piloto de aireación.</li> </ul>

### 3. RECURSOS REQUERIDOS

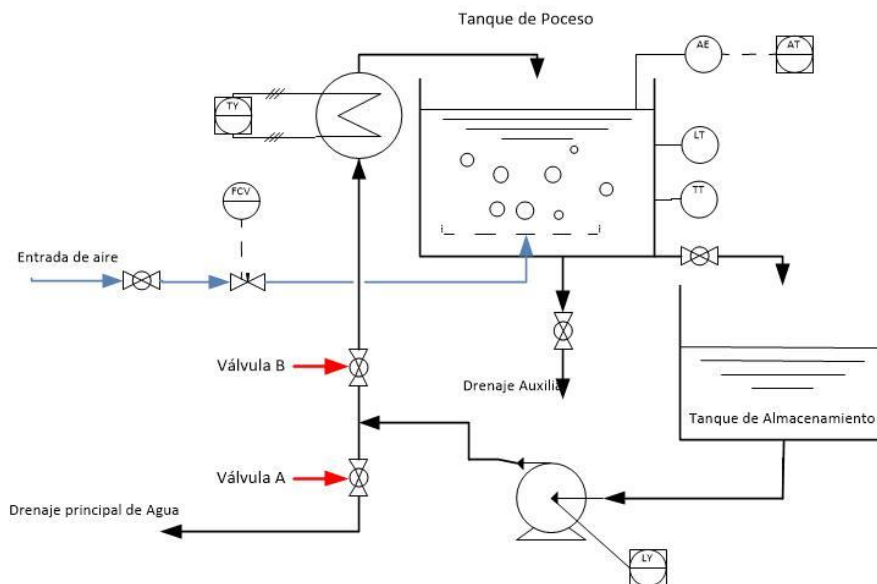
- Laboratorio de fluidos.
- Conexión de agua.
- Conexión de aire comprimido.
- Módulo de planta piloto de aire.



#### 4. PROCEDIMIENTO

**4.1 Esquema principal:** A continuación, se mostrará un esquema de la planta de aireación por difusión.

##### Esquema principal:

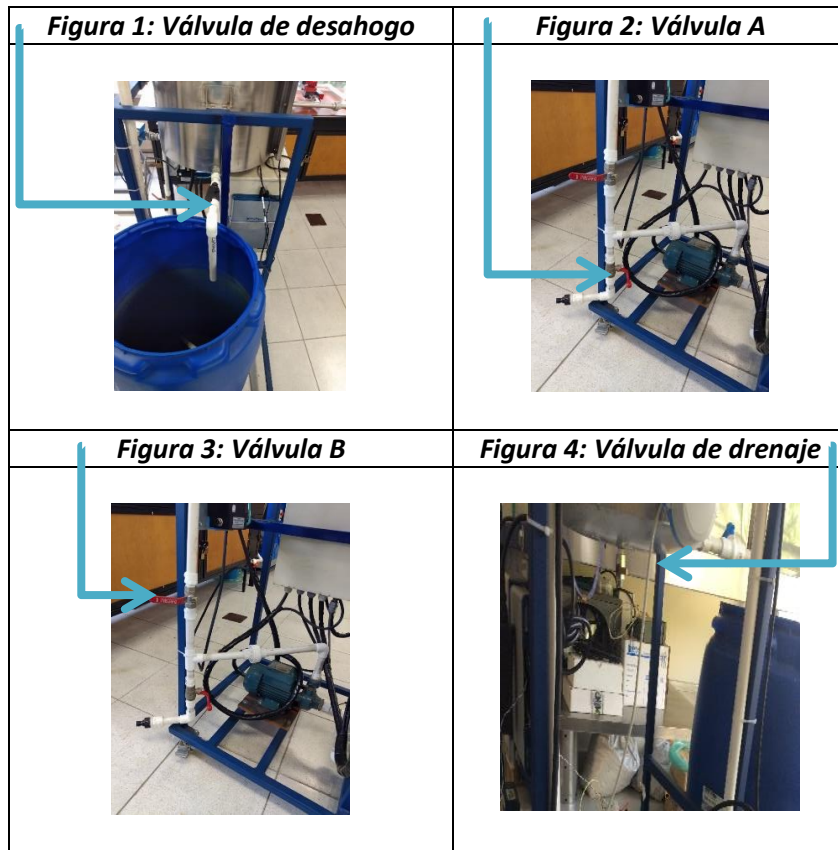


##### 4.2 Preparación

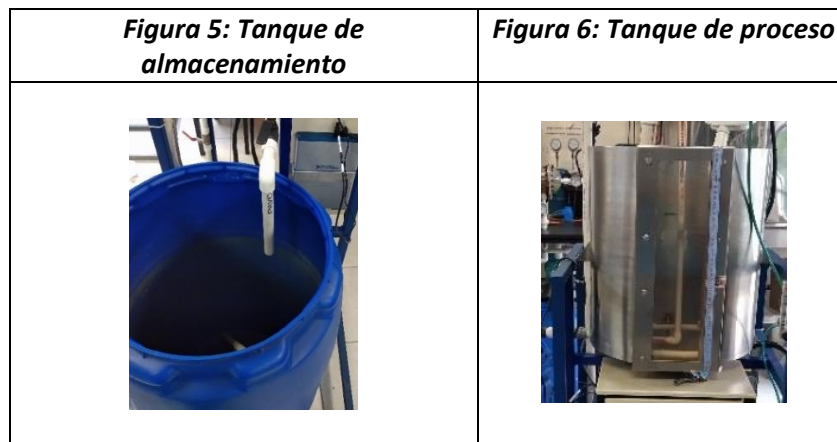
El lugar de trabajo y el espacio donde se va a colocar el módulo de la planta de aireación deben de estar preferiblemente libre, así evitaremos accidentes con cables conectados o tropiezos con el mismo equipo.

Cuando el módulo este en su lugar, la primero que debemos de realizar es lista de chequeo de las válvulas de la planta y deben de estar en la siguiente manera:

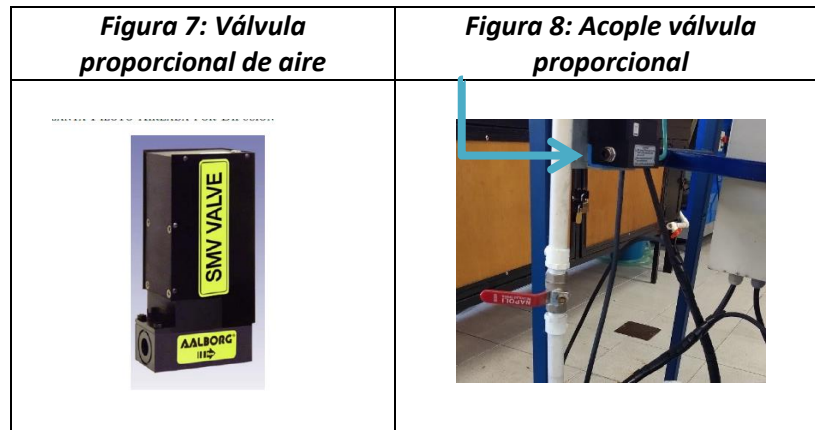
Válvula de desahogo (Figura 1)	Cerrada
Válvula A (Figura 2)	Cerrada
Válvula B (Figura 3)	Abierta
Válvula Drenaje (Figura 4)	Cerrada



Luego procederemos con una inspección visual de los niveles de agua, tanto para el tanque de almacenamiento (Figura 5) y el tanque de proceso (Figura 6). Si no encontramos agua en los depósitos mencionados procederemos a llenar manualmente el tanque de almacenamiento con 50 litros aproximadamente, este proceso lo podemos ejecutar con una alimentación externa (manguera).

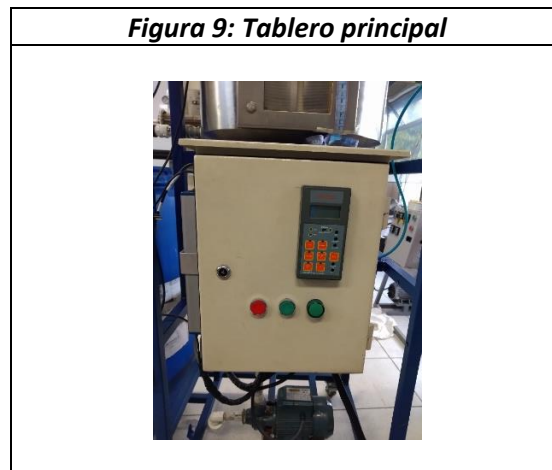


La válvula proporcional (Figura 7) es un dispositivo que nos permite regular caudal. Para que este equipo opere en condiciones normales debe ir conectado a una red de aire comprimido, esta conexión se debe realizar mediante una manguera de 6 mm que va desde la red de aire comprimido al acople de la válvula proporcional (Figura 8).

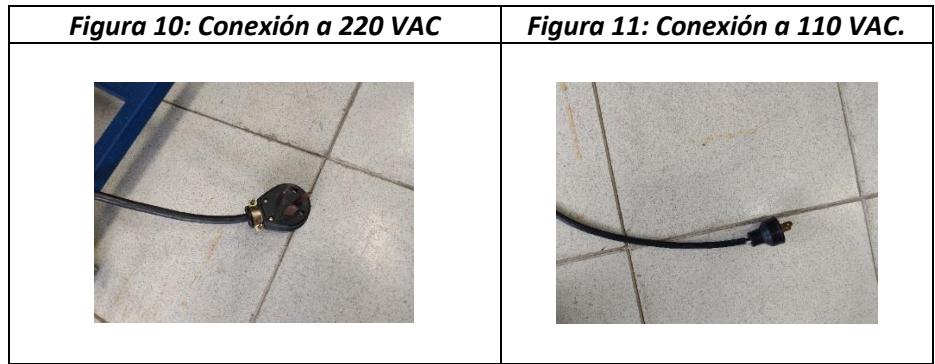


### 4.3 Conexión y puesta en marcha

Ya realizada la lista de chequeo, revisión de niveles de agua y conexión de aire comprimido procederemos con la conexión del tablero principal (Figura 9).



Para esto debemos realizar las siguientes conexiones tanto para la potencia a 220 VAC (Figura 10) y el control a 110 VAC (Figura 11). Recordar que estos 2 cables salen del tablero principal.



Después de haber hecho las conexiones de potencia y control, procederemos a presionar el botón verde en el tablero de principal, luego el piloto verde se encenderá confirmando que todo está bien y trabajando correctamente.

## 5 PARÁMETROS PARA LA ELABORACIÓN DEL INFORME

Este ítem no aplica para el desarrollo de la práctica.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

Aalborg®. (2015). OPERATING MANUAL SMV Stepping Motor Valve. *Technical Data Sheet No. TD0305M Rev. D.*

<b>Elaborado por:</b>	JONHATAN STIB LOPEZ MONSALVE
<b>Revisado por:</b>	
<b>Versión:</b>	02
<b>Fecha:</b>	Febrero 2019

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## APÉNDICE A: Guía de Trabajo #2

---

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 1. IDENTIFICACIÓN

Asignatura						Guía No.	1
Área		Ingeniería aplicada		Nivel			
Código				Pensum		1	
Correquisito(s)				Prerrequisito(s)			
Créditos		TPS		TIS		TPT	
<b>TRABAJO INDEPENDIENTE</b>				<b>TRABAJO PRESENCIAL</b>			
Trabajo Teórico		Trabajo Práctico	X	Trabajo Teórico		Trabajo Práctico	

### 2. IDENTIFICACIÓN

COMPETENCIAS	CONTENIDO TEMÁTICO	INDICADOR DE LOGRO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar las herramientas del software LabVIEW.</li> <li>Conocer el funcionamiento del entorno gráfico de la planta de aireación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo de software, Software LabVIEW.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar el programa LabVIEW para la exportación de la información recolectada por los sensores en un archivo de texto plano.</li> </ul>

### 3. RECURSOS REQUERIDOS

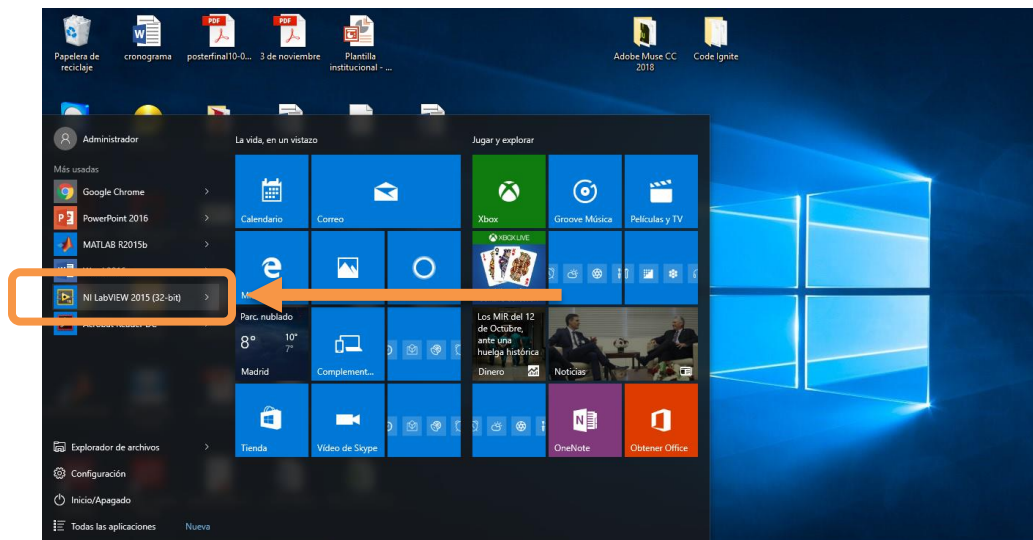
- Guía #1 Arranque y puesta en marcha planta piloto de aireación.
- Equipo de cómputo con software LabVIEW.
- Laboratorio de fluidos.
- Conexión de agua.
- Conexión de aire comprimido.
- Módulo de planta piloto

 Institución Universitaria Centro de Laboratorios	<b>GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL</b> Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	01
		Fecha	2014-08-20

#### 4. PROCEDIMIENTO

Las etapas que deben realizarse para el proceso de adquisición de datos son las siguientes:

- 4.1. **Preparación del módulo:** Para un procedimiento correcto de puesta en marcha se recomienda realizar la guía #1 Arranque y puesta en marcha de la planta piloto de aireación.
- 4.2. **Interconexión de equipos:** En esta etapa el procedimiento a seguir es realizar las conexiones de comunicación entre el módulo de la planta de aireación y el PC del laboratorio de fluidos, esta conexión la realizaremos por medio de un cable que va conectado desde la tarjeta de adquisición de datos al puerto USB en la computadora.
- 4.3. **Configuración del software NI LabVIEW:** Este software se encuentra disponible en el PC de investigación del laboratorio de fluidos, para tener acceso a este daremos doble clic en inicio y seleccionamos el programa NI LabVIEW 2015 (32-bit) como se muestra en la figura 1.



**Figura 1. Acceso programa LabVIEW.**

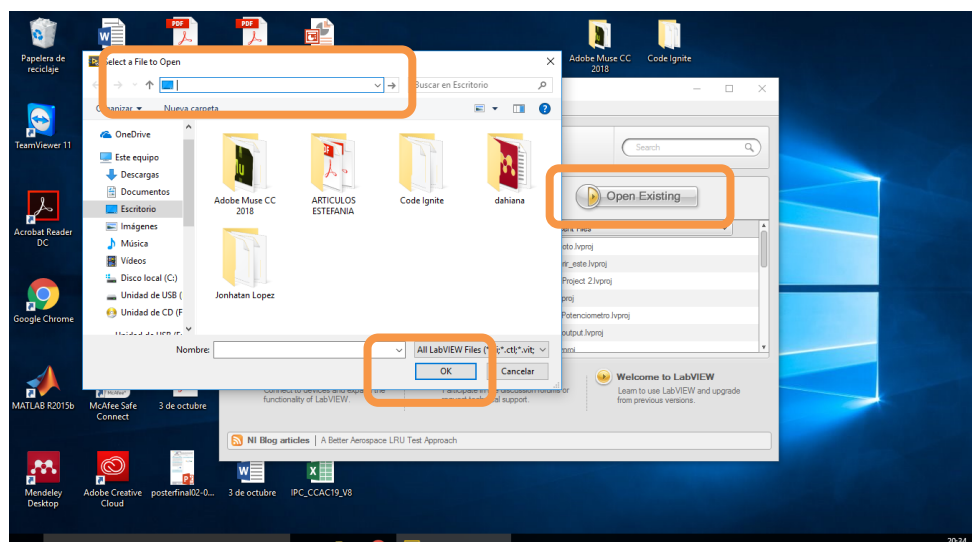
Luego comenzara a cargar el programa LabVIEW como se muestra en la figura 2. Se recomienda también cerrar aplicaciones que no sean necesarias al momento de la adquisición de datos, como internet, Word, Excel, entre otros, para ayudar al ahorro de recursos de la computadora.

 Institución Universitaria Centro de Laboratorios	<b>GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL</b> Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	01
		Fecha	2014-08-20



**Figura 2. Pantalla de carga.**

Luego dar clic en **Open Existing** abrirá una ventana donde se seleccionará la carpeta del archivo de la **planta piloto**, luego de seleccionarlo, daremos clic en **OK** como se muestra en la figura 3 y esperaremos hasta que cargue el archivo completamente.

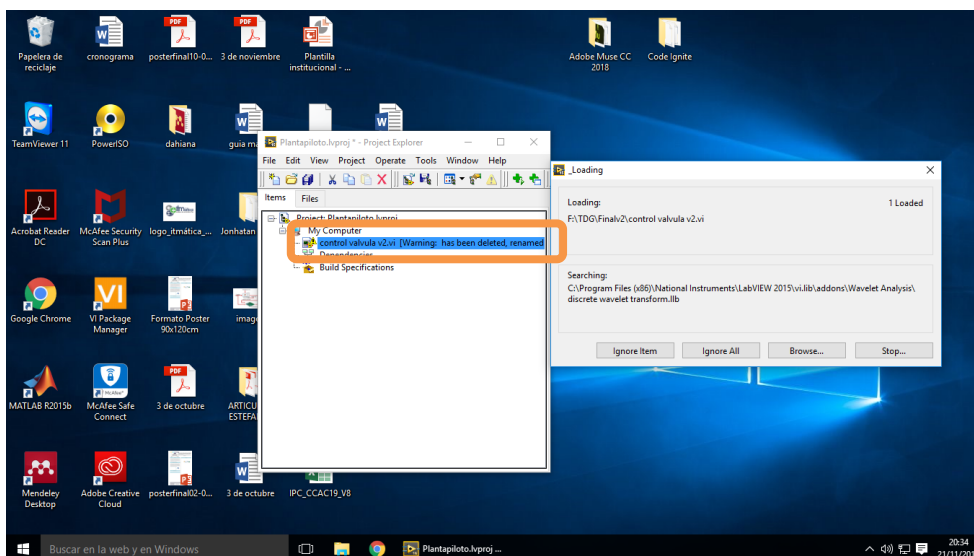


**Figura 3. Ventana de carpetas.**

Posteriormente nos cargara una ventana en donde se encuentran los archivos con extensión \*.vi seleccionaremos y daremos doble clic en el archivo **planta piloto.vi** como se muestra en la figura 4.

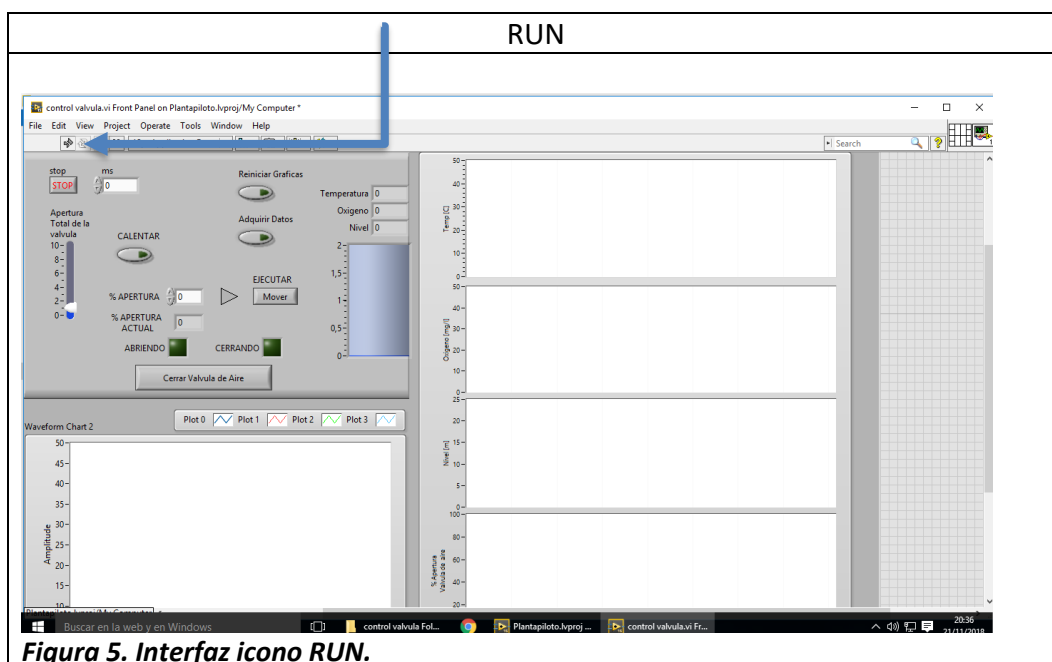


 Institución Universitaria Centro de Laboratorios	<b>GUÍA DE TRABAJO PRÁCTICO - EXPERIMENTAL</b> Talleres y Laboratorios de Docencia ITM	Código	FGL 029
		Versión	01
		Fecha	2014-08-20



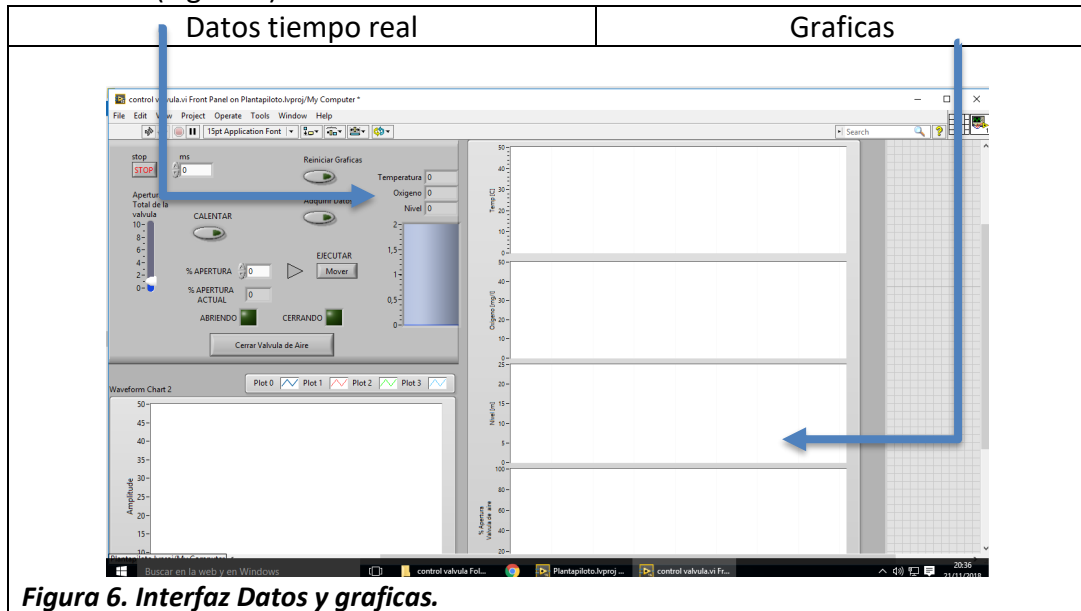
**Figura 4. Ventana de archivos \*.vi.**

Ya cargado el programa nos debe de aparecer una interfaz como se muestra en la figura 5, en este punto, luego de haber realizado las conexiones pertinentes de potencia, control y comunicación del tablero principal, la tarjeta de adquisición de datos y el computador, daremos clic en el icono de RUN para que se ejecute la comunicación entre la computadora y el módulo de la planta piloto de aireación.



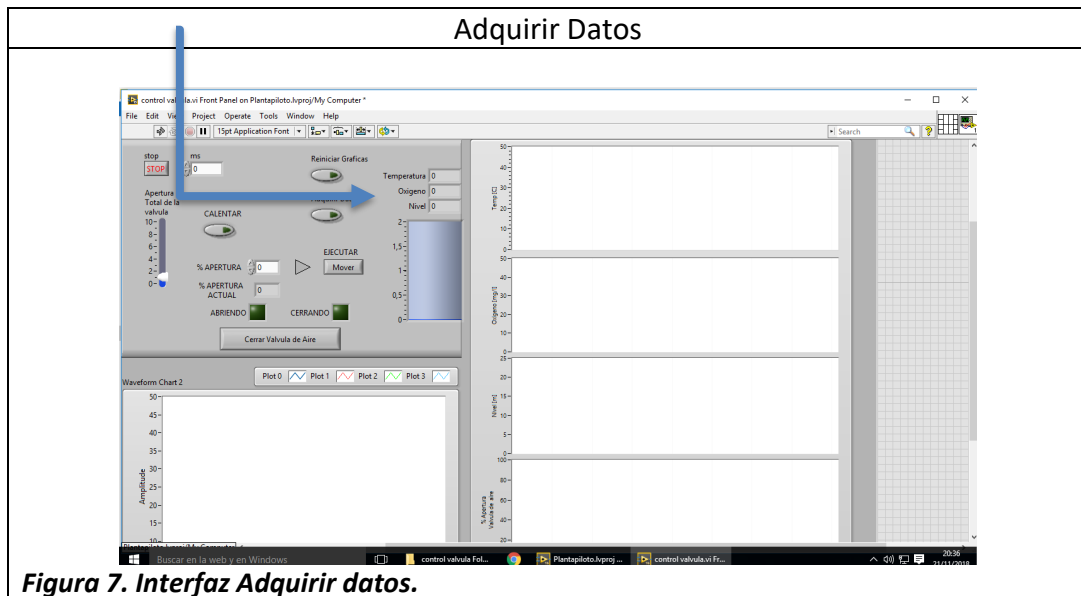
**Figura 5. Interfaz icono RUN.**

**4.4. Proceso de adquisición de datos:** Después de que el programa este corriendo correctamente se observara que, la interfaz comenzara a arrojar datos del comportamiento real de la planta piloto, estos datos se verán en tiempo real y a su vez ira cargando una gráfica del comportamiento de cada una de las variables (Figura 6).



**Figura 6. Interfaz Datos y graficas.**

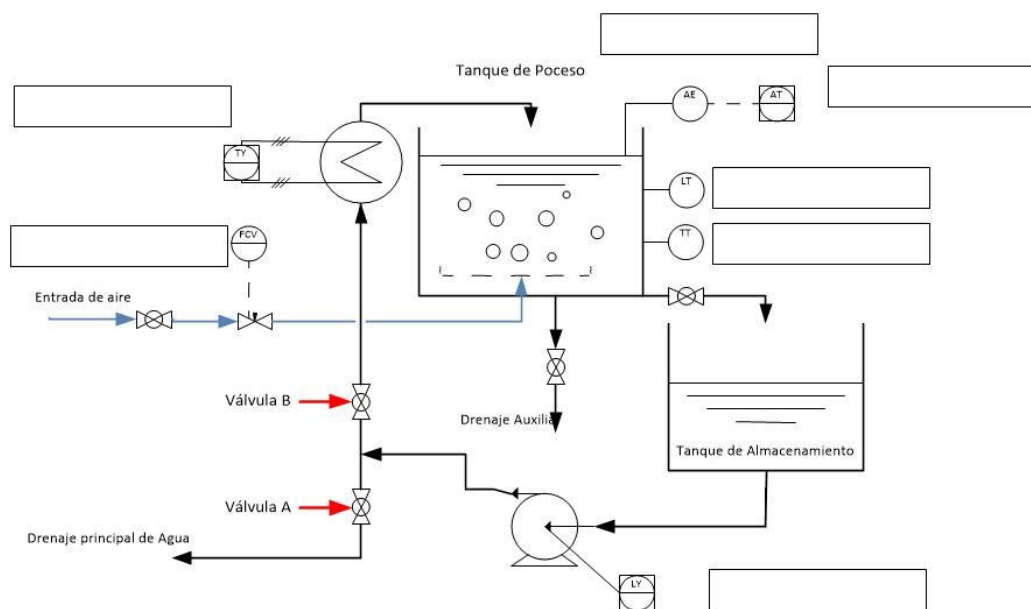
En el momento que necesitamos crear un archivo con los datos obtenidos daremos clic en el botón Adquirir Datos (Figura 7), el programa inmediatamente guardara un archivo de texto plano con los datos tomados desde que se inició el programa.



**Figura 7. Interfaz Adquirir datos.**

## 5. PARÁMETROS PARA ELABORACIÓN DEL INFORME

- 5.1 El estudiante deberá tomar el archivo de texto plano en donde se almacenan los datos de temperatura, nivel y oxígeno disuelto; con estos datos realizar graficas en función del tiempo de las 3 variables.
- 5.2 Contestar las siguientes preguntas  
 ¿A qué se debe que los valores fluctúen al momento de realizar la toma de datos?  
 ¿Cuál es la diferencia en cm que tiene el nivel registrado por el medidor con respecto al nivel medido con la cinta métrica en el tanque de procesos?
- 5.3 Proponer 5 mejoras que se le pueden realizar al banco de trabajo.
- 5.4 Identificar cada uno de los sensores de la planta mostrados en el siguiente diagrama.



- 5.5 Realizar diagrama P&ID de la planta de aireación.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

LabVIEW. (20 de Octubre de 2018). Obtenido de <http://www.ni.com/es-co/shop/labview.html>

Elaborado por:	JONHATAN STIB LOPEZ MONSALVE
Revisado por:	
Versión:	02
Fecha:	Febrero 2019

FIRMA ESTUDIANTES \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Jonathan Tiblópez  
Diseño y programación de  
SCADA para planta piloto  
de Simulación*

FIRMA ASESOR *John Alexander Sif.* \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: 06-03/2019

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD \_\_\_\_\_

RECHAZADO\_\_\_      ACEPTADO\_\_\_      ACEPTADO CON MODIFICACIONES\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_