



**PROPUESTA DE UN SISTEMA SUPERVISORIO PARA LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA EMPRESA FIAT
CHRYSLER AUTOMOBILES (FCA) VENEZUELA L.L.C. EN
VALENCIA, ESTADO CARABOBO**



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA SUPERVISORIO PARA LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA S RESIDUALES DE LA EMPRESA FIAT
CHRYSLER AUTOMOBILES (FCA) VENEZUELA L.L.C. EN
VALENCIA, ESTADO CARABOBO**

EMPRESA: FCA VENEZUELA

**AUTOR: Carlos José Henríquez Mata
C.I. 26.186.754**

**Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROPUESTA DE UN SISTEMA SUPERVISORIO PARA LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA FIAT
CHRYSLER AUTOMOBILES (FCA) VENEZUELA L.L.C. EN
VALENCIA, ESTADO CARABOBO

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN


Tutor académico, Ing. Raniere Alezons C.I. 8 843 809


Tutor empresarial, Ing. Jesús García C.I. 11 813 773

AUTOR Carlos José Henríquez Mata
C.I. 26 186 754

Urb. Yuma II, calle N° 3 Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax (0241) 8712394

INDICE GENERAL
CONTENIDO

CONTENIDO	PP.
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INTRODUCCIÓN	1
 CAPITULO	
I LA EMPRESA	
1.1. Descripción de la empresa.....	3
1.2. Reseña histórica.....	4
1.3. Misión de la empresa.....	6
1.4. Visión de la empresa	6
1.5. Políticas de calidad de la empresa	6
1.6. Valores de la empresa.....	8
1.7. Estructura organizativa.....	9
1.8. Descripción del departamento	10
 II EL PROBLEMA	
2.1. Planteamiento de problema	12
2.2. Formulación del problema.....	14
2.3. Objetivos de la investigación.....	14
2.3.1. Objetivo general	14
2.3.2. Objetivos específicos.....	14
2.4. Justificación de la investigación.....	14
2.5. Alcance	15

III MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación.....	16
3.2. Bases teóricas	18
3.2.1 Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).....	18
3.2.2. Tratamiento de aguas residuales	18
3.2.3. Agua residual	18
3.2.4. Características de aguas residuales	18
3.2.5. Pretratamiento	19
3.2.6. Tratamiento Primario o Tratamiento Físico-Químico ²³	19
3.2.6.1. Coagulación-Floculación	20
3.2.7. Tratamiento Secundario o Tratamiento Biológico.....	20
3.2.8. Tratamiento Terciario o Tratamiento Físico-Químico-Biológico	21
3.2.9. SCADA	21
3.2.9.1. Componentes de hardware.....	21
3.2.9.2. Ordenador Central o (MTU) ²⁶	22
3.2.9.3. Ordenadores Remotos (RTU).....	22
3.2.9.4. Red de comunicación.....	23
3.2.10. Instrumentos de Campo	23
3.2.11. PLC ²⁷	23
3.3. Definición de términos	23

IV MARCO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de la investigación.....	25
4.2. Diseño de la investigación.....	25

4.3. Nivel de la investigación	26
4.4. Fases de la investigación	26

V RESULTADOS

5.1. Fase I. Diagnóstico de la situación actual del sistema de supervisión de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa FCA L.L.C.....	28
5.2. Fase II. Determinación de los dispositivos de medición y de control que son necesarios para facilitar la supervisión de la planta de tratamientos de aguas residuales	34
5.3. Fase III. Análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de un sistema supervisorio para la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa FCA L.L.C.....	53
5.4. Fase IV. Diseño de un sistema supervisorio utilizando el software Wonderware InTouch 2014 R2 para la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa FCA L.L.C.....	59

CONCLUSIONES

Conclusiones.....	77
Recomendaciones	79

REFERENCIAS

Impresas.....	80
Electrónicas	81

INDICE DE TABLAS
CONTENIDO

TABLAS	PP.
1	Características físicas y químicas comunes del agua residual Industrial 19
2	Lista de los equipos ubicados en la etapa 1: tratamiento físico-químico 35
3	Equipos seleccionados para la automatización. 38
4	Lista de variables de entradas digitales del PLC..... 38
5	Lista de variables de salidas digitales del PLC 43
6	Tamaño del diafragma de la válvula en pulgadas para cada estación de la etapa 1 de la P.T.A.R..... 51
7	Costos variables 53
8	Costos fijos..... 53
9	Costo de la instalación del PLC 54
10	Costo variable al mayor 54
11	costo total 55
12	Cálculos para el tiempo de recuperación de la inversión..... 55
13	Tiempo exacto de la recuperación de la inversión..... 56
14	Costo de los equipos que requiere de más cuidado en la P.T.A.R. para la etapa 1 del proceso 57
15	Lista de variables a monitorear y almacenar en el SCADA 60
16	Lista de tags usados para el diseño de la interface..... 62

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO

FIGURA		PP.
1	Fotografía Vista área de la planta FCA Venezuela L.L.C., FCA Venezuela L.L.C	3
2	Políticas ambientales energéticas	7
3	Organigrama General de la empresa FCA VENEZUELA L.L.C	10
4	Organigrama del departamento de ingeniería de facilidades, Protección ambiental & MQAS	11
5	Esquema de formación de puentes entre partículas en presencia de polímeros orgánicos	20
6	Estructura básica de un sistema SCADA a nivel de hardware.....	22
7	Diagrama de bloques del proceso de tratamiento físico-químico de aguas residuales	31
8	Diagrama de flujo del proceso de tratamiento físico-químico de aguas residuales.....	32
9	Válvula solenoide modelo 115AV	50
10	Diagrama válvula solenoide modelo 115AV	51
11	Lista de tags.....	61
12	Esquema de ventanas para el diseño del sistema de supervisión	64
13	Ventana de la portada.....	65
14	Barra superior.....	66
15	Botones.....	66
16	Ventana de E-COAT	67
17	Barra de botones de E-COAT	68
18	Panel de indicadores E-COAT	69

19	Gráfica de nivel del tanque de E-COAT y Barra de alarmas	69
20	Ventana iniciar transferencia.....	70
21	Ventana de ayuda para el paso 1 de la ventana de transferencia.....	71
22	Ventana de cambiar transferencia E-COAT.....	71
23	Ventana de cambiar transferencia E-COAT.....	72
24	Ventana historial	73
25	Ventana historial de nivel.....	73
26	Ventana historial de alarmas	74
27	Ventana reporte	75
29	Ventana de ayuda para la ventana del proceso.....	75
30	Ventana de ayuda para la ventana de portada	76

INTRODUCCIÓN

Las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales (PTAR) se conforman mediante sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico y biológico cuya finalidad es que a través de los equipamientos elimina o reduce la contaminación y las características no deseables de las aguas, ya sean naturales, de abastecimiento, residuales o de procesos. La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final.

Actualmente en el caso de la Fiat Chrysler Automóviles (FCA) Venezuela L.L.C., posee una PTAR, que es supervisada por el departamento de ambiente mediante un grupo de operarios, el objetivo del proceso por el que atraviesan las aguas industriales es la eliminación o reducción de la contaminación y las características no deseables de las aguas, estas aguas son reutilizadas entre los departamentos de la industria pero no para el consumo de los trabajadores, sino tanto para los departamentos de producción como para otras áreas fuera de la producción. Debido a la falta de un buen sistema de supervisión, las posibilidades de que se presente la falla humana son muy altas. Por lo anteriormente expuesto se presenta, a través de esta investigación una propuesta que permita supervisar la P.T.A.R. con un sistema SCADA.

Este trabajo está estructurado de la siguiente manera:

El capítulo I, en el cual se realiza una breve descripción sobre la empresa, su historia, misión, visión entre otros.

Seguidamente se presenta el capítulo II, en el cual se presenta el planteamiento del problema, el objetivo general, los objetivos específicos y se señala la justificación y el alcance de la propuesta.

El capítulo III está comprendido por las bases teóricas, en las cuales se sustenta la investigación, y reúne los elementos conceptuales que define el objeto de estudio.

En el capítulo IV, se describe la metodología necesaria para desarrollar la investigación, así como las fases metodológicas características de la investigación a realizar, especificando el tipo y diseño de la misma.

De igual forma, el capítulo V presenta los recursos necesarios para la ejecución de las fases planteadas en el capítulo IV. Y finalmente se incluyen referencias bibliográficas que dan soporte a la presente investigación.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1 Descripción de la empresa

Fiat Chrysler Automobiles (FCA) Venezuela L.L.C, está ubicada en la Av. Pancho Pepe Cróquer de la zona industrial norte, en Valencia – Carabobo. Ocupa un área de 152.810 m², teniendo como límites, norte la autopista regional del centro, a la altura de Makro, Sur C.C ARA, Este Protinal y Oeste Jhonson & Jhonson. Es una empresa fundada en Valencia Estado Carabobo. Poseen ensambladoras de carros y concesionarios, está dedicada a la comercialización de repuestos, venta de vehículos, venta de repuestos, venta de carros, auto repuestos, camiones, carros nuevos, venta al detal de repuestos.

Razón social

Ensambladora y comercializadora Automotriz RIF J- 30357530-7



Figura 1. Vista área de la planta FCA Venezuela L.L.C., FCA Venezuela L.L.C

Fuente: FCA Venezuela L.L.C. (2017)

1.2. Reseña histórica

FCA Venezuela L.L.C, tuvo sus inicios en Octubre de 1950, localizándose su primera sede en la ciudad de Caracas, bajo la denominación de “Empresa de Ensamblaje Venezolana S.A”, Para el año de 1957, los propietarios fundadores venden su participación y nace Chrysler de Venezuela S.A. Más adelante en el año 1960 como consecuencia directa de las limitaciones de espacio de la planta original en relación con la demanda generada y las proyecciones de expansión futuras, deciden construir una nueva sede en la ciudad de Valencia.

Ensambladora Carabobo C.A., abre sus puertas el 6 de abril de 1965, en la zona industrial sur de valencia, representada por el grupo económico Mendoza, cuyo propósito era ensamblar, distribuir y comercializar productos automotores de Nissan Patrol y Jeep de Venezuela S.A. Para el año de 1978, la situación de Chrysler se tornó inestable, por tanto, tomó la decisión de negociar las plantas de Venezuela y Colombia a la General Motors, cerrando así sus operaciones de ensamble en Julio de 1979. En este año, se efectúa una negociación entre el grupo Mendoza (quienes poseerían el 50% de las acciones) con la compañía Jeep de Venezuela S.A. (con un 45% de las acciones), subsidiaria de la empresa Jeep Corporation U.S.A., y el grupo Aco, (participación del 5%), para dar inicio al ensamblaje de los modelos Wagoneer y Pickups (en Valencia en la Planta Ensambladora Carabobo C.A.), y con los modelos Jeep CJ-5 y Jeep CJ-7 (en la planta de Las Tejerías).

Posteriormente en 1987 la Chrysler Corporation, adquiere American Motors Co., dando un nuevo rumbo a las políticas internas de la compañía y comenzando en este año, el ensamblaje de los modelos: Wrangler, Wagoneer Limited, Cherokee Chief y Comanche Chief. Para 1990 cambia su denominación de Jeep de Venezuela S.A., para convertirse en Chrysler Motors de Venezuela S.A. Chrysler de Venezuela, recibe en 1998 la certificación ISO 14001, siendo la primera empresa en el país en contar con tan prestigioso reconocimiento, lo que garantizó que su

proceso productivo causará el menor impacto ambiental posible. En 1999, fusiona sus esfuerzos con otro gigante automovilístico, Daimler-Benz, para conformar Daimler-Chrysler

Para el año 2007, Chrysler de Venezuela L.L.C, da comienzo a la nueva era de la empresa cuando la gerencia de capital de Cerberus, con sede en Nueva York, asume la mayoría accionaria de la compañía, en la que el antiguo dueño Chrysler AG, sigue manteniendo una participación minoritaria significativa. A partir de ese momento el nombre de la compañía pasa a ser Chrysler de Venezuela L.L.C.

En el marco de la crisis financiera mundial del año 2009, Chrysler Group se acoge, en el mes de mayo, al conocido capítulo 11 de la legislación estadounidense. A través de este mecanismo, el grupo estadounidense se declara en bancarrota. El mecanismo de capítulo 11 activa una serie de procedimientos de reestructuración del negocio, entre los cuales se destacan; recepción de parte de la reserva federal de E.E.U.U, de préstamos millonarios para soportar gastos mínimos de la organización cierre de 10 plantas de ensamblaje en E.E.U.U. y un energético plan de reducción de costos requerido por parte del gobierno de los Estados Unidos. Dos meses después, el grupo Fiat, adquiere gran parte de los negocios de Chrysler en E.E.U.U., México, Venezuela, Irlanda y Egipto, siendo una condición de la compra la implementación del sistema operativo WCM, (World Class Manufacturing) en cada una de las plantas del grupo Chrysler. Por tanto, Chrysler de Venezuela L.L.C, consciente de esta situación y de los resultados favorables obtenidos por la empresa Fiat Auto, en cuanto a la competitividad en el mercado, debido a la optimización de todos los procesos de producción - logística, ha adoptado la WCM (World Class Manufacturing), como nuevo modelo con el objetivo de desarrollar un nivel de excelencia a través de la mejora continua de todo su sistema operativo.

1.3. Misión de la empresa

Ser los suplidores de productos automotrices y de servicios, más rentables en todos los segmentos de relevancia en Venezuela. Continuar fortaleciendo nuestras marcas y suplir extraordinarios vehículos, que satisfagan a nuestros clientes. Asegurando una integración óptima de productos, funciones, procesos y culturas, cumpliendo con todos los requerimientos locales que lo requieran; así como, los objetivos del grupo. Seremos la compañía más admirada de Venezuela. Contrataremos y retendremos los mejores empleados y crearemos un medio ambiente que genere resultados de clase mundial.

1.4. Visión de la empresa

Ser responsables por el buen éxito de los productos automotrices y servicio de Chrysler en Venezuela, nuestro propósito es definir y gerenciar las actividades en el país para las divisiones y unidades de negocios, para contribuir significativamente con los objetivos de globalización de Latino América, sustentar el crecimiento continuo, maximizando las ganancias y satisfacción del cliente

1.5. Políticas

1.5.1. Política de calidad

La política de la calidad de la empresa se encuentra expresada de la siguiente manera:

Nosotros en FCA Venezuela L.L.C, continuamente mejoramos nuestros procesos a través de nuestra gente inspirada, enfocada hacia nuestros clientes, para eliminar desperdicios, reducir la variación de nuestros procesos y continuar mejorando seguridad, calidad, entrega, costo y moral usando la metodología de manufactura de clase mundial. “ser una compañía de manufactura de clase mundial”.

1.5.2. Política ambiental y energética

Con respecto a la política ambiental y energética, la empresa establece lo siguiente:

FCA Venezuela L.L.C, empresas presentes y futuras, fomenta la participación activa de nuestra gente en la búsqueda de alternativas y prácticas de negocios que garanticen la preservación del medio ambiente y prevención de la contaminación, con miras a consolidarnos como la empresa automotriz premier en la protección del medio ambiente.

FCA Venezuela L.L.C, con su declaración de Política ambiental, adquiere el compromiso de cumplir con la legislación ambiental del país, los principios ambientales de FCA Venezuela L.L.C y las Directrices ambientales de la Corporación FCA aplicables a Venezuela. (Ver figura 2)



Figura 2. Políticas ambientales energéticas

Fuente: Gerencia de ambiente. FCA L.L.C. Vnzla (2017)

1.5.3. Política de seguridad

La política de seguridad de la empresa está basada en la siguiente declaración:

Nuestro mayor compromiso está en reducir sistemáticamente los accidentes, lesiones y enfermedades en el trabajo, conduciendo todas las operaciones de FCA Venezuela L.L.C con la consideración de la máxima seguridad e higiene ocupacional para sus trabajadores, mediante: Un sistema que asegure el cumplimiento de los requerimientos legales y corporativos, Apoyo gerencial evidente a toda la gestión de seguridad e higiene ocupacional. Exigir en todo momento el cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos para la seguridad de todos.

1.6. Valores de la empresa

Los valores fundamentales de la empresa son los siguientes:

- **Trabajo en equipo:** Comprenderemos que para el logro de objetivos es necesaria la integración entre departamentos, teniendo presente que la suma de los esfuerzos individuales sumados y orientados a una misma dirección son más productivos.
- **Gente inspirada:** A través de nuestra meta “Ser la compañía Premier de Venezuela”, gente enfocada hacia sus clientes para reducir la variación de procesos, mejorar la seguridad, calidad, costos, moral, experiencia de venta y servicios.
- **Innovación:** Aprovechamos los períodos de cambio como oportunidades de mejora y aprenderemos de ellos, entenderemos que, para poder subsistir en el mercado, debemos mejorar continuamente el proceso de trabajo, constancia y control de proyectos.
- **Enfoque al cliente:** Para FCA Venezuela L.L.C, es un compromiso cubrir a cabalidad con las expectativas y necesidades de nuestros clientes, asumiendo como prioridad el mantenimiento de una relación leal e íntegra, para así poder lograr un alto nivel de calidad del servicio.
- **Calidad:** Orientamos nuestro trabajo hacia la obtención de un alto nivel de calidad en todos nuestros procesos y por ende en nuestros servicios, obteniendo

así un elevado margen de satisfacción tanto en nuestros clientes internos como en nuestros clientes externos.

- **Agilidad:** Debemos estar conscientes que nuestros tiempos de respuesta deben ser los más adecuados, y respetar nuestro compromiso con la corporación y nuestros clientes.
- **Excelencia:** Confiamos en el desempeño de cada uno de nuestros compañeros de trabajo y delegamos responsabilidades y tareas de manera de trabajar en equipo, asumiendo un alto nivel de motivación al logro y de compromiso ante la empresa y ante los clientes.
- **Responsabilidad:** Debemos actualizarnos constantemente y asumir los procesos de mejoramiento continuo como factor evolutivo, enfocarnos hacia el cliente, y mantener una relación laboral basada en el respeto y en el equilibrio.

1.7. Estructura organizativa

Como toda organización FCA Venezuela L.L.C cuenta con una estructura organizacional completa que comprende las distintas personas capacitadas que allí laboran, desde el presidente hasta asesor y líder de lanzamientos. Esta empresa está comprendida por distintos departamentos que son dirigidos directamente por gerentes directos de las distintas áreas como son Recursos humanos, Manufactura, Proyectos, Mercadeos, Finanzas, Producción, entre otras; todos necesarios para que la empresa fluya sin ningún inconveniente durante su jornada de trabajo laboral diario y cumplir de esta manera los objetivos y metas planteados. Ahora bien, dando continuidad a lo expuesto a lo expuesto, se presenta en la figura 3, el organigrama de la empresa.

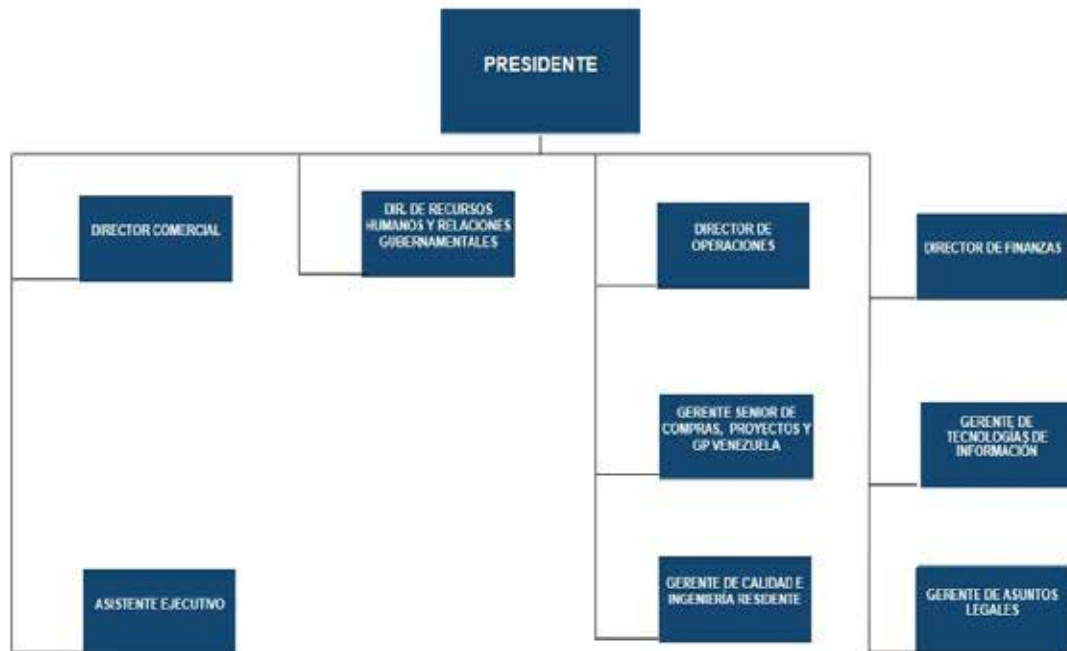


Figura 3. Organigrama General de la empresa FCA VENEZUELA L.L.C.
Fuente: FCA VENEZUELA L.L.C. (2017)

1.8. Estructura organizativa del departamento de ambiente

El departamento de Ingeniería de facilidades, protección ambiental & MQAS (Management Quality Assurance System), (sistema de gestión de aseguramiento de la calidad), está constituido por varias unidades, según se muestra en el organigrama de la figura 4. Este departamento realiza una función muy importante en la FCA Venezuela L.L.C, ya que, gracias a su gestión, la empresa ha sido la única en el país en obtener la certificación ISO 50001, por eficiencia energética desde el 2015 y posee además la certificación ambiental ISO 14001. FCA Venezuela L.L.C, se aboca día a día, al manejo adecuado de los riesgos ambientales en cada uno de los procesos.

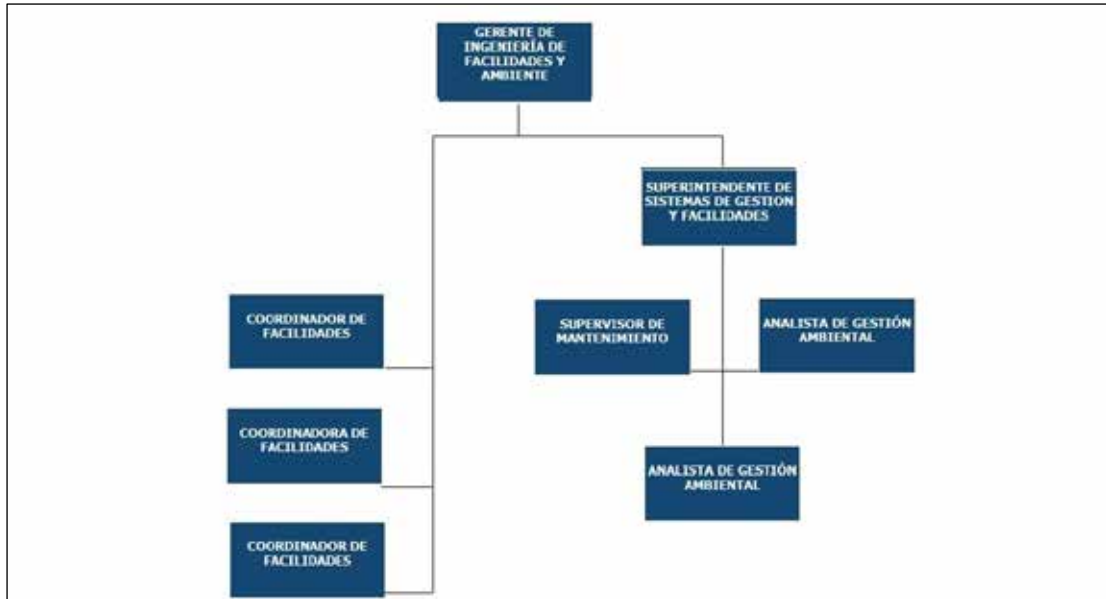


Figura 4. Organigrama del departamento de Ingeniería De Facilidades, Protección Ambiental & MQAS.

Fuente: Gerencia de Ambiente (2017)

CAPITULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

En la actualidad a nivel mundial como en Venezuela es cada vez más frecuente que las plantas de tratamientos de aguas residuales (P.T.A.R.) automaticen y supervisen sus procesos, ya que también están en la búsqueda de un mayor rendimiento y en la realización de procesos más seguros y controlados. Gracias a la aparición de las maquinas eléctricas y sistemas SCADAS, se ha logrado mejorar el desempeño de los procesos, y el rendimiento de las maquinas que tradicionalmente eran operadas manualmente.

De acuerdo a lo señalado por Cohen y Asin (2000), el manejo de la información tiene un rol muy importante en las industrias, debido a que intervienen directamente en la toma de decisiones de todos los procesos y operaciones que se llevan a cabo. La adquisición de datos proveniente de los sensores y dispositivos industriales, permite aumentar el rendimiento y la productividad de cualquier proceso industrial, ya que se realiza en tiempo real y permite tomar las mejores decisiones de forma eficiente.

Estos sistemas son elementos de software que permiten reunir en tiempo real el estado de todas las variables que manejan uno o varios PLCs (controladores lógicos programables), permitiendo al usuario supervisar y controlar los procesos automatizados.

En el caso de la industria FCA Venezuela L.L.C. es una ensambladora tranasnacional de carros que posee una planta de tratamiento de aguas residuales (P.T.A.R.), que es supervisada por el departamento de ambiente, cuyo proceso consta de 4 etapas (tratamiento físico-químico, tratamiento biológico, desinfección y

etapa de filtrado con arena), cada una de las etapas es atendida por un operador que se encarga de realizar las todas las tareas para mantener operativa la planta de tratamiento.

La forma de supervisar y controlar la P.T.A.R. es por medio del mismo operador, que se encarga de estar pendiente del nivel de los tanque; debe subir y observar si está muy lleno o muy vacío, para poder abrir o cerrar las válvulas correspondientes y evitar que se desborde o se vacíe por completo los tanques, ya que los sensores de los tanques se dañaron y las válvulas no son automáticas, otra actividad que supervisa es la de tomar muestras de agua en los tanques de tratamiento para analizarlo en el laboratorio y observar el nivel de PH que tiene el agua, posteriormente se determina cuánta cal y ácido sulfúrico se debe añadir al tanque de tratamiento. Los mezcladores que hay en los tanques deben ser monitoreados también, debido a que si llega a detenerse alguno, los sólidos que hay en el agua descienden hasta el fondo del tanque y al no estar en movimiento estos se compactan y se endurecen, evitando que gire el mezclador.

Al no tener un buen sistema de supervisión, toda la carga recae sobre el operador, ya que debe de observar y monitorear toda la planta para evitar cualquier irregularidad que pueda llegar a presentarse, como consecuencia se encuentra muy presente el error humano porque el operador puede cansarse, enfermarse o lastimarse, otra problemática que puede presentarse, es si decide retirarse , ya que la planta queda sin supervisión.

De acuerdo a lo antes expuesto en la presente investigación se plantea la propuesta de un sistema de supervisión SCADA, de esta forma se puede llevar a cabo un monitoreo del proceso de manera más eficiente y mejorar la toma de decisiones para la P.T.A.R.

2.2. Formulación del problema

Por las razones descritas anteriormente surge la siguiente interrogante:

¿Cuál sería el diseño de un sistema de supervisión con SCADA que se adapte mejor a las necesidades actuales de la P.T.A.R.?

2.3 Objetivos de la investigación

2.3.1. Objetivo general

Proponer un sistema supervisorio para la planta de tratamiento de aguas residuales de la industria Fiat Chrysler Automobiles (FCA) Venezuela L.L.C, Valencia, estado Carabobo.

2.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del sistema de supervisión de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa FCA L.L.C
- Establecer que dispositivos de medición y de control son necesarios para facilitar la supervisión de la planta de tratamientos de aguas residuales
- Analizar factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de un sistema supervisorio para la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa FCA L.L.C
- Diseñar un sistema supervisorio utilizando el software Wonderware InTouch 2014 R2 para la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa FCA L.L.C.

2.4. Justificación de la investigación

Actualmente la PTAR es operada de manera manual y las posibilidades de que se presente la falla humana son muy altas, al emplear un sistema de supervisión SCADA se puede disminuir cualquier incidente provocado por el error humano. Así los operadores podrán contar con una interface de visualización amigable, que les

permitirá reconocer en tiempo real el nivel del tanque junto con las demás variables de interés, también podrán atender fallas que se lleguen a presentar en el proceso con mayor rapidez. Por lo tanto el departamento de ambiente podrá tomar decisiones oportunas que permitan el correcto funcionamiento de la PTAR.

2.5. Alcance

Teniendo como propósito la elaboración de una propuesta de un sistema de supervisión SCADA, esta propuesta abarcara el diagnóstico de la situación actual del sistema de supervisión de la PTAR de la empresa FCA L.L.C, también el poder determinar los dispositivos de medición y de control que son necesarios para facilitar la supervisión de la PTAR, se realizara un análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de un sistema supervisorio para la PTAR y por ultimo un diseño utilizando el software Wonderware intouch 2014 R2 para la P.T.A.R.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1. Antecedentes de la investigación

La revisión de trabajos anteriores que guardan relación con los tópicos a desarrollar a este estudio, representan los antecedentes que servirán como punto de referencia para aclarar algunos conceptos y dar relevancia a los aspectos a tratar; al respecto Tamayo y Tamayo (2000), señala: "en los antecedentes se trata de hacer una síntesis conceptual de las investigaciones o trabajos realizados sobre el problema formulado con el fin de determinar el enfoque metodológico de la investigación" (p 103).

Betancourt, J (2015), en su trabajo de grado titulado "Diseño de un sistema de control supervisión y adquisición de datos (SCADA) para el monitoreo, supervisión y gestión del proceso de fabricación de láminas climatizadas en la empresa venezolana de cobertura (VENCOR)", en la universidad José Antonio Páez, para optar por el título de Ingeniero en Electrónica. La investigación hace referencia al proceso que con lleva la elaboración del diseño de un sistema de control supervisorio y SCADA, donde se realizó un diagnóstico del funcionamiento del proceso y se determinó que necesidades de monitoreo y supervisión tenían los equipos e instrumentos disponibles.

En relación con esta investigación la problemática expuesta es de gran ayuda para la preparación de este informe, ya que presenta un enfoque para la elaboración de una propuesta de un sistema de supervisión SCADA con una interface hombre máquina.

Acuña, B. (2012), elaboró un trabajo de grado titulado "Modernización de la arquitectura del sistema de supervisión de la casa de máquinas I de la central

hidroeléctrica Simón Bolívar”, en la Universidad Central de Venezuela, para optar por el título de Ingeniero electricista. La investigación destaca que se realizó el diseño de la nueva arquitectura del sistema de supervisión y se definieron y seleccionaron los protocolos de comunicación de cada uno de los equipos que formarán parte de la red SCADA.

Cabe destacar, que esta investigación tiene relación con el presente trabajo debido a que expone algunas técnicas que se emplean para la elaboración de un sistema de supervisión SCADA.

Arias, A. y Piracoca, M. (2015) realizaron un trabajo de investigación titulado “Diseño e implementación de un sistema SCADA para monitoreo de flujo y temperatura del sistema de llenado aséptico de jugo maracuyá en la agro-industria frutas de la pasión C.LDTA.”, realizado en la Universidad Politécnica Salesiana, ubicada en Ecuador, este trabajo tuvo como objetivo general diseñar e implementar un sistema de control, supervisión y de reporte de datos para el proceso de llenado aséptico con jugo de maracuyá que permite la recopilación de evidencias objetivas, que son necesarias para poder validar el proceso de producción, y de esta manera cumplir con los estándares de calidad de la empresa. Los objetivos específicos desarrollados para lograr este cometido tratan de diseñar un sistema SCADA para la supervisión de sistema de llenado aséptico, crear un formato para reportar la información obtenida según las necesidades del cliente, seleccionar equipos electrónicos y neumáticos de manera adecuada, realizar la reprogramación del PLC y HMI.

Esta investigación posee relación con el presente informe de pasantía ya que se trata de un diagnóstico y diseño de un sistema SCADA para la supervisión del proceso mediante una interfaz hombre máquina.

3.2. Bases teóricas

Este capítulo contiene los fundamentos teóricos necesarios para comprender el proyecto realizar. Se encuentra los conceptos de aguas residuales, tratamiento de agua residual, algunas características entre otros conceptos básicos fundamentales en tratamiento de aguas industriales residuales.

3.2.1 Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

Es una instalación donde a las Aguas Residuales se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y/o medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o por su reuso en otras actividades de nuestra vida cotidiana con excepción del consumo humano (no para ingerir o aseo personal)

3.2.2. Tratamiento de aguas residuales

Los tratamientos de aguas industriales son muy variados, según el tipo de contaminación, y pueden incluir precipitación, neutralización, oxidación química y biológica, reducción, filtración y ósmosis.

3.2.3. Agua residual

El agua residual se define como toda agua usada mediante el cual, los sólidos que debido a diferentes medios se introducen en las cloacas, son transportados por un sistema de alcantarillado. Existen tres tipos de aguas residuales que se clasifican según su procedencia como aguas residuales domésticas, municipales o industriales (Romero, 1999).

3.2.4. Características de aguas residuales

El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental para el tratamiento de las aguas residuales, así como la gestión de la calidad

medioambiental (Metcalf & Eddy, 1995). En la tabla 2 se presentan las características más comunes en aguas residuales industriales.

Tabla 1. Características físicas y químicas comunes del agua residual industrial

Características de aguas residuales	
Tipos	Características
Propiedades físicas	Color
	Olor
	Sólidos
Constituyentes químicos(Orgánicos)	Aceites y grasas
	Agentes tensoactivos
	Compuestos orgánicos volátiles
Constituyentes químicos(Inorgánicos)	Alcalinidad
	Cloruros } metales pesados
	Nitrógeno
	PH
	Fósforo
	Sulfatos

Fuente: Mariana D'Alessandri (2012)

3.2.5. Pretratamiento

Busca acondicionar el agua residual para facilitar los tratamientos propiamente dichos, y preservar la instalación de erosiones y taponamientos. Incluye equipos tales como rejillas, tamices, desarenadores y desengrasadores.

3.2.6. Tratamiento Primario o Tratamiento Físico-Químico

Se Busca reducir la materia suspendida por medio de la precipitación o sedimentación, con o sin reactivos o por medio de diversos tipos de oxidación

química. Comúnmente se utiliza en tratamiento de algunas aguas de origen industrial.

3.2.6.1. Coagulación-Floculación

Hay casos que la materia en suspensión está formada por partículas muy pequeña que no son capaces de sedimentar o lo hacen demasiado lento. En estas situaciones se agregan sustancias químicas que generan la coagulación de estas partículas y favorecen su floculación y sedimentación

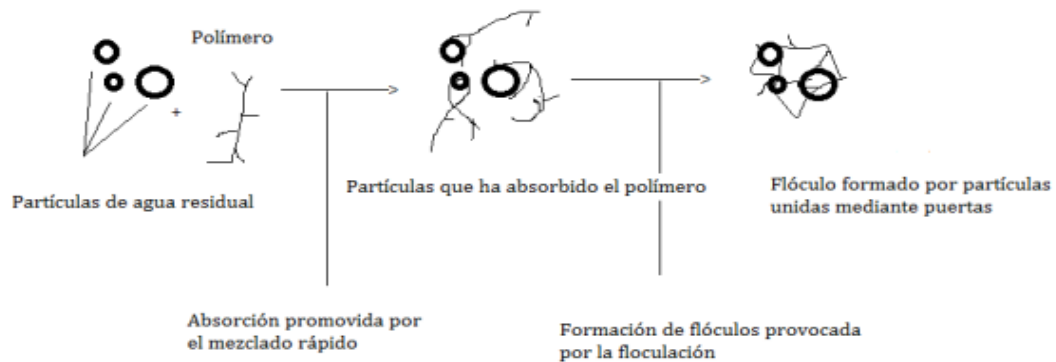


Figura 5. Esquema de formación de puentes entre partículas en presencia de polímeros orgánicos

Fuente: Mariana D´Alessandri (2012)

3.2.7. Tratamiento Secundario o Tratamiento Biológico

Se emplea de forma masiva para eliminar la contaminación orgánica disuelta, la cual es costosa de eliminar por tratamientos físico-químicos. Consisten en la oxidación aerobia de la materia orgánica o su eliminación anaerobia en digestores cerrados, ambos sistemas produce fangos en mayor o menor medida que a su vez, deben ser tratados para su reducción, acondicionamiento y destino final.

3.2.8. Tratamiento Terciario o Tratamiento Físico-Químico-Biológico

Desde el punto de vista conceptual no aplica técnicas diferentes que los tratamientos primarios o secundarios, sino que utiliza técnicas de ambos tipos destinadas a pulir o afinar el vertido final, mejorando alguna de sus características. Si se emplea intensivamente pueden lograr hacer el agua de nuevo apta para el abastecimiento de necesidades agrícolas, industriales, e incluso para potabilización.

3.2.9. SCADA

Control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) es un concepto que se emplea para realizar un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Facilita retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo como sensores y actuadores, también controla el proceso automáticamente y provee de toda la información que se genera en el proceso productivo.

3.2.9.1. Componentes de hardware

Un sistema SCADA, como aplicación de software industrial específica, necesita ciertos componentes inherentes de hardware en su sistema, para poder tratar y gestionar la información captada, los componentes de hardware se pueden observar en la figura 6.

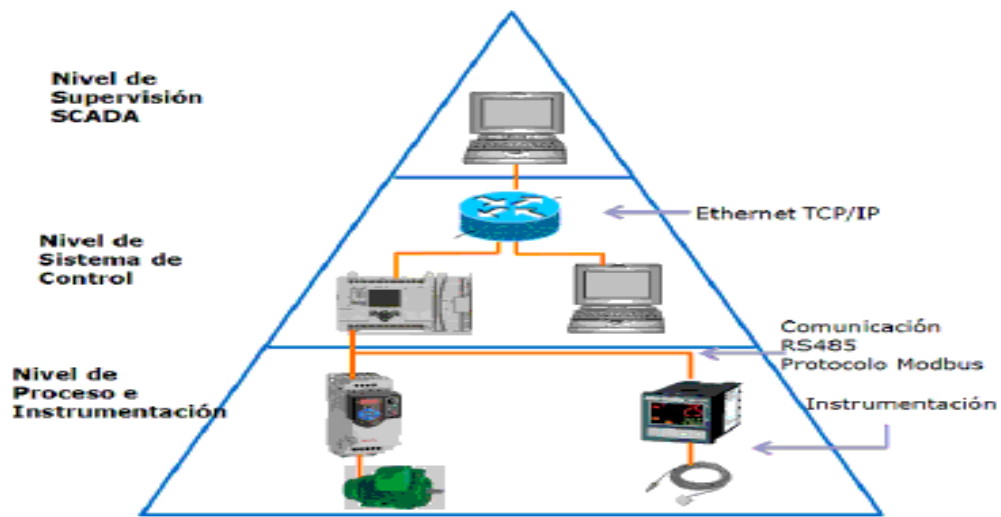


Figura 6. Estructura básica de un sistema SCADA a nivel de hardware

Fuente: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1234-12342014000100007&script=sci_arttext

3.2.9.2. Ordenador Central o (MTU)

Se trata del ordenador principal del sistema el cual supervisa y recoge la información del resto de las subestaciones, bien sean otros ordenadores conectados a los instrumentos de campo o directamente sobre dichos instrumentos. Este ordenador suele ser un PC, el cual soporta el HMI. De esto se deriva que el sistema SCADA más sencillo es el compuesto por un único ordenador, el cual es el MTU que supervisa toda la estación.

3.2.9.3. Ordenadores Remotos (RTU)

Estos ordenadores están situados en los nodos estratégicos del sistema gestionando y controlando las subestaciones del sistema, reciben las señales de los sensores de campo, y comandan los elementos finales de control ejecutando el software de la aplicación SCADA. Se encuentran en el nivel intermedio o de automatización, a un nivel superior está el MTU y a un nivel inferior los distintos instrumentos de campo que son los que ejercen la automatización física del sistema,

control y adquisición de datos, en la figura 7 se observa las funciones básicas de una RTU en un sistema SCADA.

3.2.9.4. Red de comunicación

Éste es el nivel que gestiona la información que los instrumentos de campo envían a la red de ordenadores desde el sistema. El tipo de BUS utilizado en las comunicaciones puede ser muy variado según las necesidades del sistema y del software escogido para implementar el sistema SCADA, ya que no todos los softwares (así como los instrumentos de campo como PLCs) pueden trabajar con todos los tipos de BUS.

3.2.10. Instrumentos de Campo

Son todos aquellos que permiten tanto realizar la automatización o control del sistema como los PLC o como los que se encargan de la captación de información del sistema (sensores y alarmas).

3.2.11. PLC

Es un controlador lógico programable (PLC) que permite la automatización, especialmente de procesos de la industria, debido a que controlan tiempos de ejecución y regulan secuencias de acciones.

3.3. Definición de términos básicos

- **Lodo biológico:** El lodo activado es un proceso de tratamiento por el cual el agua residual y el lodo biológico (microorganismos) son mezclados y aireados
- **PTAR:** Planta de tratamiento de agua residual.
- **Tanque de aireación:** Estructura donde el desagüe y los microorganismos (incluyendo retorno de los lodos activados) son mezclados.

- **Tanque sedimentador:** El desagüe mezclado procedente del tanque es sedimentado separando los sólidos suspendidos (lodos activados), obteniéndose un desagüe tratado clarificado.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se explica la naturaleza de la investigación y exponen detalladamente cada una de las fases establecidas para el desarrollo del proyecto, así como los criterios utilizados durante su realización.

4.1. Tipo de investigación

En el marco de la investigación planteada, referida a la elaboración de un diseño de SCADA que permita realizar la supervisión y monitoreo de los equipos de la planta de tratamiento de agua, esto con la finalidad de detectar las condiciones de fallas en los mismos a través del sistema automatizado, este proyecto se define como un proyecto factible.

Arias (2006), indica: “El proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico para satisfacer necesidades de una institución o grupo social” (p.31), lo que indica que se puede mejorar la problemática en la empresa.

4.2. Diseño de la investigación

El siguiente trabajo implica una investigación de campo, definida por el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la UPEL (2007) de la siguiente manera:

Se entiende por investigación de campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos

característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de la investigación conocidos o en desarrollo (p.18).

Bajo estos parámetros, el diseño de esta investigación es de campo, ya que se recogerán datos directamente del sitio a trabajar, observando de manera directa los hechos en el proceso.

4.3. Nivel de la investigación

Además, Arias (2005), dice:” La investigación descriptiva busca obtener información acerca del estado actual de los fenómenos, precisar la naturaleza de una situación tal como existe en el momento del estudio.

Basado en lo anterior, este estudio se considera descriptivo ya que los datos se obtuvieron directamente de la realidad, es decir del sitio de trabajo, tanto la descripción del proceso de la planta de tratamiento de agua como las características de los equipos de control y de medición

4.4. Fases de la investigación

A continuación, se explican y se presentan las cuatro fases metodológicas que se establecieron para la elaboración del presente informe de pasantía:

4.4.1. Fase I. Diagnóstico de la situación actual del sistema de supervisión en la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa FCA L.L.C.

Para conocer el proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales a cargo del departamento de ambiente se iniciará con un diagnóstico que permitirá indagar, revelar y manifestar la situación del sistema de supervisión de la PTAR.

Según, Ramírez (2006, p.137), una técnica “es un procedimiento más o menos estandarizado que se ha utilizado con éxito en el ámbito de la ciencia. De las técnicas más frecuentes utilizadas en las ciencias sociales, se tienen, por ejemplo: la observación, la encuesta y la entrevista”.

4.4.3. Fase II. Determinación de los dispositivos de medición y de control que son necesarios para facilitar la supervisión de la planta de tratamientos de aguas residuales

Una vez hecho el diagnóstico de la planta se puede determinar los dispositivos que se requieren o hagan falta para facilitar la supervisión de la planta de tratamiento de aguas residuales.

4.4.3. Fase III. Análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de un sistema supervisorio para la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa FCA L.L.C

En esta fase se procederá a realizar el análisis para comprobar si es viable el proyecto, tomando en cuenta el enfoque técnico, operativo y económico.

4.4.4. Fase IV. Diseño de un sistema supervisorio utilizando el software Wonderware InTouch 2014 R2 para la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa FCA L.L.C.

En esta fase se elaborará el diseño del sistema supervisorio para la planta de tratamiento de aguas residuales, utilizando las variables de interés que serán reflejadas en el sistema de supervisión SCADA.

CAPITULO V

RESULTADOS

En este capítulo se da a conocer los resultados de este proyecto de pasantía, los cuales fueron obtenidos al desarrollar cada una de las fases metodológicas descritas en el capítulo anterior. En el mismo se consideraron los aspectos más importantes vinculados a los objetivos específicos que persigue la propuesta.

5.1. Fase I. Diagnóstico de la situación actual del sistema de supervisión de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa FCA L.L.C.

5.1.1 Descripción del proceso de tratamiento físico-químico de aguas residuales de FCA de Venezuela L.L.C.

La P.T.A.R. de FCA de Venezuela L.L.C. tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales que está compuesto por cuatro etapas: tratamiento físico-químico, tratamiento biológico, desinfección y etapa de filtrado con arena.

De las etapas mencionadas el tratamiento físico-químico es la primera de ellas, además de ser la etapa del sistema de tratamiento en donde se lleva a cabo la propuesta. Este tratamiento es aplicado a las aguas residuales industriales, tiene como fin remover los sólidos disueltos y en suspensión, mediante la alteración de su estado físico y facilitar así su eliminación por sedimentación, siendo posible la eliminación de metales y fósforos, previo a mezclar las mismas con las aguas servidas en la segunda etapa del sistema: tratamiento biológico (A2O), en la cual se lleva a cabo un tratamiento biológico de las aguas residuales combinadas, industriales y servidas.

Posteriormente se efectúa la desinfección de las aguas residuales provenientes del tratamiento biológico con hipoclorito de sodio y por último se lleva a cabo un filtrado con arena de las mismas, para obtener una mayor calidad del efluente de la planta de tratamiento.

Debido a que la propuesta de un sistema de supervisión se centró en el sistema de tratamiento físico-químico, en las figuras 7 y 8 se muestran los diagramas de bloques y de flujo de dicha etapa del proceso, respectivamente.

El sistema de tratamiento físico-químico cuenta con una estación de bombeo de aguas residuales industriales, en la cual se retienen las aguas residuales provenientes del proceso de ensamblaje de vehículos, túnel de tratamiento con fosfato, cabinas de pintura, fondo, lijado y cabina de partes plásticas, rejillas y dispositivos. Con la excepción de las aguas residuales provenientes del sistema de tratamiento por electro-deposición aplicado a la superficie de la carrocería E-COAT.

La estación de bombeo cuenta con un tanque subterráneo de concreto EB-1, con un volumen de operación de 8.328 litros, posee un canal en el cual se realiza un desbaste del agua residual mediante el paso de la misma a través de una rejilla rectangular, quedando retenidas en ella las partículas con dimensiones mayores a 620 mm de largo y 40 mm de ancho. Posterior al desbaste, el agua residual es sometida a un proceso de separación de aceite SA, mediante el cual, el aceite es separado de la misma, por medio del contacto del agua residual con una superficie porosa del tipo tubo flexible.

Desde la estación de bombeo de aguas residuales, es bombeada intermitentemente el agua residual al tanque DUMP; T-D y /o a unos de los dos tanques del BATCH; T-B1 ó T-B2 a razón de 378 litros/minuto.

El tanque DUMP tiene una capacidad de 189.271 litros y posee un mezclador para mantener la homogeneidad del agua residual. A razón de 606 litros/minutos es bombeada el agua residual desde el tanque DUMP a uno de los tanques BATCH. Existe la posibilidad de bombear el agua residual desde el clarificador de placas

inclinadas; CPI hacia el tanque DUMP, mediante la activación de un desvío existente en el sistema.

Los tanques BATCH tienen una capacidad de 100.000 litros cada uno, estos funcionan de manera alternativa y son utilizados para crear una mezcla homogénea de las aguas residuales bombeadas desde la estación de bombeo y /o del tanque DUMP. Los tanques BATCH se utilizan también para variar el pH del agua residual, mediante la adición de H_2SO_4 y/o $CaOH$ hasta el rango adecuado, para la precipitación de metales y fósforo.

Hacia el tanque E-COAT; T-E son bombeadas las aguas provenientes del sistema de tratamiento E-COAT, este tanque tiene una capacidad de 50.000 litros y desde este se bombea de manera regulada, a razón de 379 litros/minutos el agua residual a uno de los tanques BATCH. Existe también una línea de desvío hacia el tanque DUMP, la cual puede ser activada cuando sea necesario.

El tratamiento físico-químico se inicia cuando uno de los BATCH es llenado con una combinación de las aguas residuales provenientes de los tanques DUMP, E-COAT y de la estación de bombeo de aguas residuales industriales, dicha combinación consiste en un 30% de agua residual proveniente del tanque E-COAT y 70% entre las otras dos fuentes. Una vez completada la carga del BATCH se disminuye el PH del mismo hasta 6, agregando ácido sulfúrico (H_2SO_4), rompiendo así los complejos metálicos que puedan existir, luego se agrega una lechada de cal ($CaOH$) al contenido de dicho tanque para elevar el pH a 9, formándose sólidos insolubles de hidróxido y fosfatos metálicos.

- AST: agua semi-tratada
- EBAR: Estación de bombeo de aguas residuales

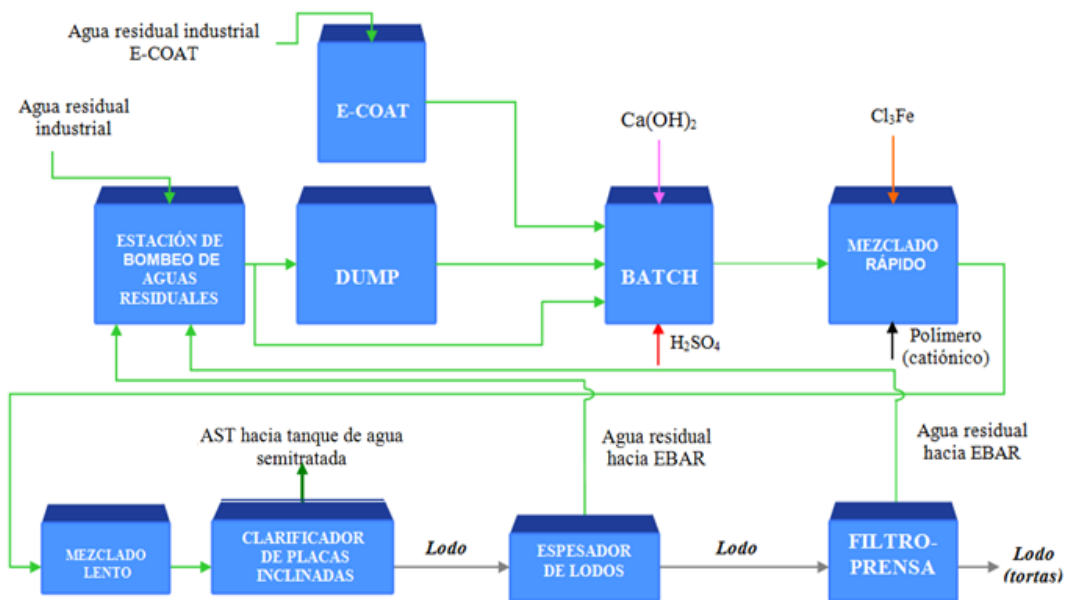


Figura 7. Diagrama de bloques del proceso de tratamiento físico-químico de aguas residuales

Fuente: FCA Venezuela L.L.C. (2018)

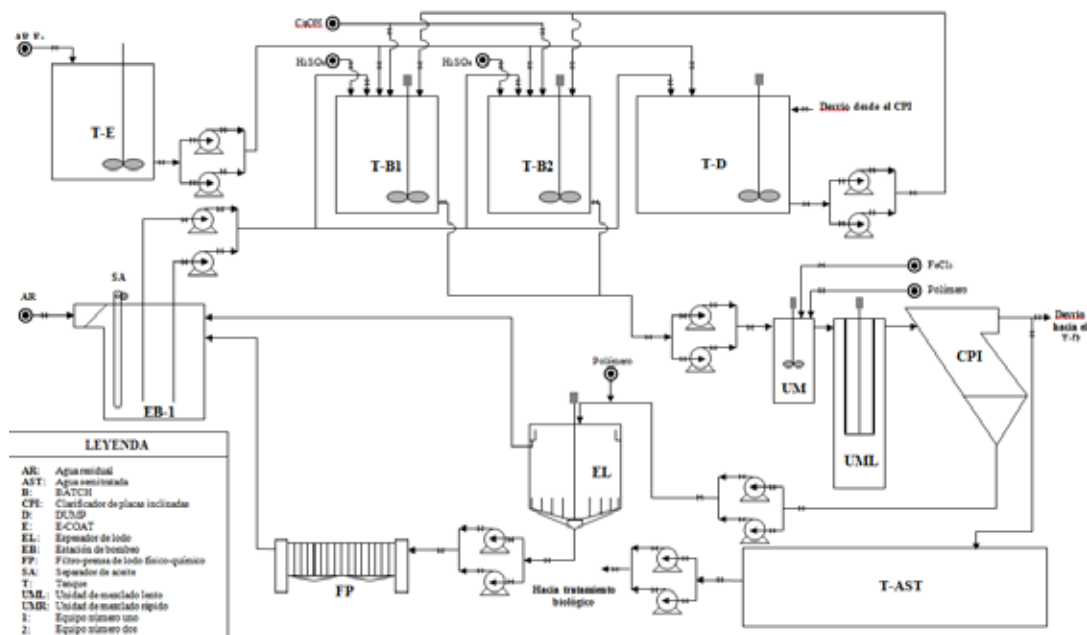


Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de tratamiento físico-químico de aguas residuales

Fuente: FCA Venezuela L.L.C. 2018

Posterior a la adición de la lechada de cal (CaOH), el contenido del BATCH es bombeado hacia la unidad de mezclado rápido; UMR a razón de 379 litros/minutos, que tiene una capacidad de 1.022 litros, en donde se dosifica cloruro férrico (FeCl_3) como agente coagulante y un polímero catiónico (amina policuaternaria con peso molecular promedio de $(5,85 \pm 0,05) \times 10^6$) como floculante, mejorándose así la sedimentación de los sólidos. Esta unidad de mezclado rápido posee un mezclador de 1 HP y 1.750 rpm. Una vez dosificado el cloruro férrico y el polímero, el agua pasa hacia el floculador; unidad de mezclado lento UML, la cual ofrece las condiciones necesarias para que el polímero reaccione, esta unidad tiene una capacidad de 4.883 litros y está equipada con un mezclador de 0.5 HP y 17.5 rpm y un controlador de velocidad. Este mezclador posee paletas al eje del mismo, para mejorar la floculación.

Por último, mediante un sistema de rebose en la unidad de mezclado rápido el agua residual es transferida hacia el clarificador de pato inclinado, en donde se separa la materia sedimentada (lodo físico-químico). El clarificador de platos inclinados tiene una capacidad máxima de 454 litros/minutos, una superficie total de 44.6 m^2 y una velocidad máxima de $1,02 \text{ litros/min/m}^2$.

Las aguas residuales tratadas en el sistema de tratamiento físico-químico son descargadas hacia un tanque en donde se depositan las mismas y el lodo depositado en la parte inferior del clarificador es bombeado al espesador de lodo físico-químico.

El espesador de lodo es un tanque cilíndrico de 12.568 litros, cuya pendiente tiene una inclinación de 60° con respecto a la horizontal. Está equipado con un conjunto moto-reductor giratorio, mediante el cual se asegura la recogida de los lodos depositados en la fosa central colectora de lodos, a través de rascadores dispuestos en el fondo. El conjunto mecánico, además facilita el desprendimiento

del agua y de los gases ocluidos en los lodos, el cual se produce por la acción de un rastrillo vertical, colgado del dispositivo giratorio.

El sistema está constituido por una serie de barras montadas (en peine), con lo que se evita el bloqueo del fango durante su transporte hacia el centro, y se reducen las uniones físicas entre partículas, por movimiento de la masa. Además, posee dos vertederos laterales, mediante los cuales el agua es drenada por la parte superior del espesador y enviada hacia la estación de bombeo de aguas residuales industriales.

El lodo espesado, contenido en el fondo del espesador consta de un porcentaje en peso de sólidos del 1 al 2 por ciento. Este es enviado hacia el filtro-prensa a un caudal de 1.141 litros/minuto. El filtro-prensa tiene una capacidad de 0.43 m³ y opera a una presión de 7 kgf/cm² para desaguar el lodo físico-químico con un nivel de sólidos de 20 a 30 por ciento. El filtrado del filtro-prensa es descargado hacia la estación de bombeo de aguas residuales para su posterior tratamiento en la etapa 2 (tratamiento biológico).

5.1.2. Descripción del sistema de supervisión de la P.T.A.R. de FCA de Venezuela L.L.C.

Cada una de las etapas es atendida por un operador que se encarga de realizar las todas las tareas para mantener operativa la planta de tratamiento. La forma de supervisar la P.T.A.R. es por medio del mismo operador, que se encarga de estar pendiente del nivel de los tanque, debe subir y observar si está muy lleno o muy vacío, para poder abrir o cerrar las válvulas correspondientes y evitar que se desborden o se vacíen por completo los tanques, ya que los sensores de los tanques se dañaron y las válvulas no son automáticas, otra actividad que supervisa es la de tomar muestras de agua en los tanques de tratamiento para analizarlas en el laboratorio y observar el nivel de pH que tiene el agua, ya que el pHmetro de la planta se encuentra averiado, posteriormente se determina cuánta cal y ácido sulfúrico se debe añadir al tanque de tratamiento.

Los mezcladores que hay en los tanques deben ser monitoreados también, debido a que, si llega a detenerse alguno, los sólidos que hay en el agua descienden hasta el fondo del tanque y al no estar en movimiento estos se compactan y se endurecen, evitando que gire el mezclador.

5.1.3. Descripción del sistema de control de la P.T.A.R. de FCA de Venezuela L.L.C.

El sistema de control de la P.T.A.R. abarca 34 interruptores en el cuarto de control que se encuentra ubicado al lado del departamento de ambiente, el mismo operador se encarga de subir o bajar el interruptor para encender los motores de las bombas de transferencias, los mezcladores, los sopladores, entre otros equipos.

5.2. Fase II. Determinación de los dispositivos de medición y de control que son necesarios para facilitar la supervisión de la planta de tratamientos de aguas residuales

La forma de determinar los dispositivos de medición y control que son necesarios para facilitar la supervisión de la P.T.A.R., fue a través de la elaboración de una tabla con todos los nombres de los equipos incluyendo sus características, tal cual como se muestra en la tabla 2, de este modo se pudo chequear si se encontraba operativo o no cada uno de los equipos. En la misma tabla 2 se encuentran los equipos prioritarios para empezar con la propuesta del sistema de supervisión, ya que el diseño de la interface estuvo centrado solamente en la etapa 1 de la P.T.A.R., sin dejar a un lado la escalabilidad que puede llegar a tener el proyecto.

En esta fase también se realizó un análisis para selección del PLC que este más acorde a las condiciones de la planta de tratamiento de aguas residuales, indicando las características de la fuente, del CPU y la cantidad de módulos analógicos y digitales que se pueden llegar a necesitar.

Tabla 2. Lista de los equipos ubicados en la etapa 1: tratamiento físico-químico

#	EQUIPO	Denominación	OK	NO OK	DESCRIPCIÓN
1	10000002	BOMBA 1 DE ACIDO SULFURICO	✓		Bomba Centrífuga Speroni
2	10000003	BOMBA 1 DE CLORURO FERRICO	✓		
3	10000115	BOMBA 1 DE POLIMERO	✓		
4	10000012	BOMBA 1 DE TRANSFERENCIA BATCH	✓		Bomba centrífuga gorman rupp, autoaspirantes de manejo de sólidos de alta resistencia con capacidad de reprimir
5	10000013	BOMBA 1 DE TRANSFERENCIA DUMP	✓		
6	10000014	BOMBA 1 DE TRANSFERENCIA E-COAT	✓		
7	10000016	BOMBA 1 DE TRANSFERENCIA SEMITRATADO	✓		Bomba Centrífuga Speroni
8	10000019	BOMBA 2 DE ACIDO SULFURICO		✓	
9	10000020	BOMBA 2 DE CLORURO FERRICO		✓	
10	10000116	BOMBA 2 DE POLIMERO	✓		Bomba centrífuga gorman rupp, autoaspirantes de manejo de sólidos de alta resistencia con capacidad de reprimir
11	10000029	BOMBA 2 DE TRANSFERENCIA BATCH	✓		
12	10000030	BOMBA 2 DE TRANSFERENCIA DUMP	✓		
13	10000031	BOMBA 2 DE TRANSFERENCIA E-COAT	✓		Bomba Centrífuga Speroni
14	10000033	BOMBA 2 DE TRANSFERENCIA SEMITRATADO	✓		
15	10000122	BOMBA NEUM 1 TRANSFS LODO CPI A ESPESADOR	✓		
16	10000023	BOMBA 2 TRANSFS LODO CPI A ESPESADOR	✓		Bomba Centrífuga Speroni
17	10000024	BOMBA 1 TRANSFS CAL	✓		
18	10000025	BOMBA 2 TRANSFS CAL		✓	
19	10000039	ESPESADOR DE LODO	✓		
20	10000043	FLOCULADOR	✓		
21	10000050	MOTO-MEZCLADOR 1 DE SEMITRATADO	✓		220 V, 1 HP y 1.750 rpm
22	10000049	MOTO-MEZCLADOR 2 DE SEMITRATADO	✓		220 V, 1 HP y 1.750 rpm
23	10000051	MOTO-MEZCLADOR DE E-COAT	✓		220 V, 1 HP y 1.750 rpm
24	10000052	MOTO-MEZCLADOR DE IGUALACION	✓		220 V, 1 HP y 1.750 rpm
25	10000053	MOTO-MEZCLADOR DEL BATCH 1	✓		220 V, 1 HP y 1.750 rpm
26	10000054	MOTO-MEZCLADOR DEL BATCH 2	✓		220 V, 1 HP y 1.750 rpm
27	10000055	MOTO-MEZCLADOR DEL DUMP	✓		220 V, 1 HP y 1.750 rpm
28	10000056	MOTO-MEZCLADOR RAPIDO	✓		220 V, 1 HP y 1.750 rpm
29	10000057	MOTO-MEZCLADOR TANQUE 1 DE CAL	✓		220 V, 1 HP y 1.750 rpm
30	10000058	MOTO-MEZCLADOR TANQUE 2 DE CAL	✓		220 V, 1 HP y 1.750 rpm
32	10000132	MOTOR DE BOMBA 1 ACIDO SULFURICO	✓		220/440V, 1/2 HP
33	10000066	MOTOR DE BOMBA 1 DE TRANSFERENCIA BATCH	✓		220/440V, 2 HP
34	10000067	MOTOR DE BOMBA 1 DE TRANSFERENCIA DUMP	✓		
35	10000068	MOTOR DE BOMBA 1 DE TRANSFERENCIA E-COAT	✓		
36	10000135	MOTOR DE BOMBA 1 POLIMERO	✓		220/440V, 1/2 HP
37	10000070	MOTOR DE BOMBA 1 TRANSFERENCIA SEMITRATADA	✓		220/440V, 1 HP
38	10000133	MOTOR DE BOMBA 2 ACIDO SULFURICO	✓		220/440V, 1/2 HP

Fuente: Henríquez (2018)

Tabla 2.cont.

#	EQUIPO	Denominacion	OK	NO OK	DESCRIPCIÓN
39	10000073	MOTOR DE BOMBA 2 DE TRANSFERENCIA BATCH	✓		220/440V, 2 HP
40	10000074	MOTOR DE BOMBA 2 DE TRANSFERENCIA DUMP	✓		
41	10000075	MOTOR DE BOMBA 2 DE TRANSFERENCIA E-COAT	✓		
42	10000136	MOTOR DE BOMBA 2 POLIMERO	✓		220/440V, 1/2 HP
43	10000077	MOTOR DE BOMBA 2 TRANSFERENCIA SEMITRATADA	✓		220/440V, 1 HP
44	10000083	MOTOR DEL ESPESADOR DE LODOS	✓		220/440V, 1 HP
45	10000085	MOTOR DEL SEPARADOR DE ACEITE Y GRASA	✓		220/440V, 1/2 HP
46	10000087	NIVEL DEL BATCH 1	✓		SENSOR DE NIVEL POR ULTRASONIDOS, 4-20 Ma, -10 A 10 V, 0 A 20 Ma
47	10000088	NIVEL DEL BATCH 2	✓		
48	10000089	NIVEL DEL DIGESTOR AEROBICO	✓		
49	10000090	NIVEL DEL DUMP	✓		
50	10000091	NIVEL DEL E-COAT	✓		SENSOR DE NIVEL POR ULTRASONIDOS, 4-20
51	10000092	NIVEL DEL ESPESADOR	✓		
52	10000093	NIVEL DEL SEMITRATADO	✓		
53	10000094	PH-METRO DEL TANQUE BATCH 1	✓		HQ10 HACH PRTABLE LDO DISSOLVED OXYGEN/PH METER, 115V y 220V
54	10000095	PH-METRO DEL TANQUE BATCH 2	✓		
55	10000096	PH-METRO DEL TANQUE DE IGUALACION	✓		
56	10000097	PLC		✓	
57	10000099	SEPARADOR ACEITE Y GRASA	✓		
58	10000156	VALVULA DE ACIDO AL BATCH 1	✓		PLASTIGAMA VÁLVULA DE BOLA, MATERIAL DE HIEERO CON PARTES PLASTICAS, SIN ACCIONAMIENTO ELECTRICO
59	10000163	VALVULA DE ACIDO AL BATCH 2	✓		
60	10000154	VALVULA DE CAL 1 AL BATCH 1	✓		
61	10000161	VALVULA DE CAL 1 AL BATCH 2	✓		
62	10000155	VALVULA DE CAL 2 AL BATCH 1	✓		
63	10000162	VALVULA DE CAL 2 AL BATCH 2	✓		
64	10000157	VALVULA DEL BATCH 1 AL CPI	✓		
65	10000164	VALVULA DEL BATCH 2 AL CPI	✓		
66	10000165	VALVULA DEL CPI AL DUMP	✓		
67	10000166	VALVULA DEL CPI AL SEMITRATADO	✓		
68	10000152	VALVULA DEL DUMP AL BATCH 1	✓		
69	10000159	VALVULA DEL DUMP AL BATCH 2	✓		
70	10000153	VALVULA DEL E-COAT AL BATCH 1	✓		
71	10000160	VALVULA DEL E-COAT AL BATCH 2	✓		
72	10000149	VALVULA DEL E-COAT AL DUMP	✓		

Selección del PLC

Se seleccionó un PLC de la familia Siemens S7-300 por su disponibilidad en el mercado local, y por la facilidad de conseguir piezas de reemplazo en caso que fuera necesario.

También es lo suficientemente robusto para soportar la cantidad de entradas y salidas físicas que se requieren. Actualmente se requieren 43 entradas y 138 salidas digitales, según se aprecia en las tablas 4 y 5.

Por otra parte, se tomó en cuenta la escalabilidad del proyecto, ya que se puede llegar a requerir de más entradas y salidas, por lo tanto, se seleccionó 13 módulos de DI 16/DO 16 DC 24V/ 5 A, dejando espacio suficiente para utilizar más entradas y salidas digitales. Adicionalmente, se requiere de 4 módulos analógicos modelo 331-7kf02-0AB0, AI 8x 12 BIT, para poder trabajar con los sensores de nivel y pH-Metros, que son un total de 9 entradas analógicas, dejando entradas libres para cuando sea necesario.

Para el CPU se seleccionó el modelo 313C-2PN/DP por su memoria incorporada y procesador, tomando en cuenta la expansión que puede llegar a tener el programa en caso de añadir más elementos al PLC, por este motivo se debe considerar un CPU con un buen procesador para evitar que tarde al momento de hacer su ciclo de chequeo de la lista de variables del PLC, haciendo que las variables chequeadas al inicio de su ciclo queden inservibles, ya que si tarda demasiado, cuando culmine su ciclo las variables iniciales ya no son de utilidad. 5MB es un tamaño considerable para una automatización de este nivel, teniendo en cuenta que esta propuesta se enfocó solo en la etapa 1 del proceso físico-químico de la P.T.A.R. Las características y referencias de los equipos seleccionados se listan en la tabla 3.

Tabla 3. Equipos seleccionados para la automatización

CANTIDAD	EQUIPOS	CARACTERISTICAS	REFERENCIA
1	Fuente de poder	Modelo: S7-300 PS 307 Corriente: 5 A Voltaje de Entrada: 120/230 VAC Voltaje de Salida: 24 V DC	6ES7307-1EA01-0AA0
1	CPU	Modelo: CPU S7-300 313C-2PN/DP Voltaje nominal: 24VDC Memoria de trabajo: 5K (Kilobyte) Tarjeta de memoria: 5 MB	6ES7314-6EH04-0AB0
8	Modulos de entradas digitales	Entradas: DI 16 DC 24V/ 5 A	6ES7 321-1BH02-0AA0
13	Modulos de salidas digitales	Salidas: DO 16 DC 24V/ 5 A	6ES7 322-1BH01-0AA0
4	Modulos de entradas analogicas	Entradas: AI 8x 12 BIT	6ES7 331-7KF02-0AB0

Fuente: Henríquez (2018)

Tabla 4. Lista de variables de entradas digitales del PLC

ENTRADAS DIGITALES				
#	SIMBOLO	DIRECCION	TIPO DE DATO	COMENTARIO
1	ENERGIZAR SISTEMA	E 0.0	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR EL SISTEMA
2	DEENERGIZAR SISTEMA	E 0.1	BOOL	PULSADOR N/C PARA DEENERGIZAR EL SISTEMA
3	PARADA DE EMERGENCIA	E 0.2	BOOL	PULSADOR TIPO HONGO N/C PARA DETENER EL SISTEMA EN CASO DE EMERGENCIA
4	TRANSF1_E-COAT_BATCH_1	E 0.3	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DE E-COAT AL BATCH 1 USANDO LA BOMBA DE TRANSF 1 DE E-COAT
5	TRANSF2_E-COAT_BATCH_1	E 0.4	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DE E-COAT AL BATCH 1 USANDO LA BOMBA DE TRANSF 2 DE E-COAT
6	TRANSF1_E-COAT_BATCH_2	E 0.5	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DE E-COAT AL BATCH 2 USANDO LA BOMBA DE TRANSF 1 DE E-COAT
7	TRANSF2_E-COAT_BATCH_2	E 0.6	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DE E-COAT AL BATCH 2 USANDO LA BOMBA DE TRANSF 2 DE E-COAT
8	TRANSF1_DUMP_BATCH_1	E 0.7	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DE DUMP AL BATCH 1 USANDO LA BOMBA DE TRANSF 1 DEL DUMP

Fuente: Henríquez (2018)

Tabla 4.cont.

9	TRANSF2_DUMP_BATCH_1	E 1.0	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DE DUMP AL BATCH 1 USANDO LA BOMBA DE TRANSF 2 DEL DUMP
10	TRANSF1_DUMP_BATCH_2	E 1.1	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DE DUMP AL BATCH 2 USANDO LA BOMBA DE TRANSF 1 DEL DUMP
11	TRANSF2_DUMP_BATCH_2	E 1.2	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DE DUMP AL BATCH 2 USANDO LA BOMBA DE TRANSF 2 DEL DUMP
12	TRANSF1_EB_BATCH_1	E 1.3	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DE LA ESTACION DE BOMBEO AL BATCH 1 USANDO LA BOMBA DE TRANSF 1 DE LA ESTACION DE BOMBEO
13	TRANSF2_EB_BATCH_1	E 1.4	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DE LA ESTACION DE BOMBEO AL BATCH 1 USANDO LA BOMBA DE TRANSF 2 DE LA ESTACION DE BOMBEO
14	TRANSF1_EB_BATCH_2	E 1.5	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DE LA ESTACION DE BOMBEO AL BATCH 2 USANDO LA BOMBA DE TRANSF 1 DE LA ESTACION DE BOMBEO
15	TRANSF2_EB_BATCH_2	E 1.6	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DE LA ESTACION DE BOMBEO AL BATCH 2 USANDO LA BOMBA DE TRANSF 2 DE LA ESTACION DE BOMBEO
16	TRANSF_CAL_BATCH_1	E 1.7	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. LA MEZCLA DE PRODUCTO DE CAL AL BATCH 1 USANDO LA BOMBA DE TRANSF. DEL TANQUE DE CAL
17	TRANSF_CAL_BATCH_2	E 2.0	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. LA MEZCLA DE PRODUCTO DE CAL AL BATCH 2 USANDO LA BOMBA DE TRANSF. DEL TANQUE DE CAL

Tabla 4.cont.

18	TRANSF_AS_BATCH_1	E 2.1	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. LA MEZCLA DE ACIDO SULFURICO AL BATCH 1 USANDO LA BOMBA DE TRANSF. DEL TANQUE DE ACIDO SULFURICO
19	TRANSF_AS_BATCH_2	E 2.2	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. LA MEZCLA DE ACIDO SULFURICO AL BATCH 2 USANDO LA BOMBA DE TRANSF. DEL TANQUE DE ACIDO SULFURICO
20	TRANSF1_BATCH_1_UM	E 2.3	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DEL BATCH 1 A LA UNIDAD DE MEZCLADO RAPIDO USANDO LA BOMBA DE TRANSF.1 DEL TANQUE DE BATCH 1
21	TRANSF2_BATCH_1_UM	E 2.4	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DEL BATCH 1 A LA UNIDAD DE MEZCLADO RAPIDO USANDO LA BOMBA DE TRANSF.2 DEL TANQUE DE BATCH 1
22	TRANSF1_BATCH_2_UM	E 2.5	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DEL BATCH 2 A LA UNIDAD DE MEZCLADO RAPIDO USANDO LA BOMBA DE TRANSF.1 DEL TANQUE DE BATCH 2
23	TRANSF2_BATCH_2_UM	E 2.6	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUA DEL BATCH 2 A LA UNIDAD DE MEZCLADO RAPIDO USANDO LA BOMBA DE TRANSF.2 DEL TANQUE DE BATCH 2
24	TRANSF_CF_UM	E 2.7	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. LA MEZCLA DE CLORURO FERRICO A LA UNIDAD DE MEZCLADO RAPIDO USANDO LA BOMBA DE TRANSF. DEL TANQUE DE CLORURO FERRICO
25	TRANSF_POLIMERO_UM	E 3.0	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. LA MEZCLA DE POLIMERO A LA UNIDAD DE MEZCLADO RAPIDO USANDO LA BOMBA DE TRANSF. DEL TANQUE DE POLIMERO

Tabla 4.cont.

26	TRANSF1_CPI_EL	E 3.1	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. EL LODO QUE SE ENCUENTRA AL FONDO DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL ESPESADOR DE LODO USANDO LA BOMBA DE TRANSF. 1 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS
27	TRANSF2_CPI_EL	E 3.2	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. EL LODO QUE SE ENCUENTRA AL FONDO DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL ESPESADOR DE LODO USANDO LA BOMBA DE TRANSF. 2 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS
28	TRANSF2_CPI_TAST	E 3.3	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. EL AGUA RESIDUAL QUE SE ENCUENTRA EN LA SUPERFICIE DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS USANDO LA BOMBA DE TRANSF. 2 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS
29	TRANSF2_CPI_DUMP	E 3.4	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LA VALVULA CORRESPONDIENTE PARA DEJAR PASAR EL AGUA RESIDUAL MAL TRATADA QUE SE ENCUENTRA EN LA SUPERFICIE DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL TANQUE DUMP SIN TENER QUE USAR UNA BOMBA DE TRANSFERENCIA
30	TRANSF1_TAST_TB	E 3.5	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUAS SEMI-TRATADAS AL TRATAMIENTO BIOLOGICO USANDO LA BOMBA DE TRANSF. 1 DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS
31	TRANSF2_TAST_TB	E 3.6	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. AGUAS SEMI-TRATADAS AL TRATAMIENTO BIOLOGICO USANDO LA BOMBA DE TRANSF. 2 DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS
32	TRANSF_POLIMERO_EL	E 3.7	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. LA MEZCLA DE POLIMERO AL ESPESADOR DE LODOS USANDO LA BOMBA DE TRANSF. DEL TANQUE DE POLIMERO

Tabla 4.cont.

33	TRANSF1_EL_FP	E 4.0	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. EL LODO ESPESADO AL FILTRO PRENSA USANDO LA BOMBA DE TRANSF. 1 DEL ESPESADOR DE LODOS
34	TRANSF2_EL_FP	E 4.1	BOOL	CONTACTO N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE LAS VALVULAS CORRESPONDIENTES PARA TRANSF. EL LODO ESPESADO AL FILTRO PRENSA USANDO LA BOMBA DE TRANSF. 2 DEL ESPESADOR DE LODOS
35	MEZCLADOR E-COAT	E 4.2	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE EL MEZCLADOR DEL TANQUE DE E-COAT
36	MEZCLADOR DUMP	E 4.3	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE EL MEZCLADOR DEL TANQUE DUMP
37	MEZCLADOR BATCH 1	E 4.4	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE EL MEZCLADOR DEL TANQUE DE BATCH 1
38	MEZCLADOR BATCH 2	E 4.5	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE EL MEZCLADOR DEL TANQUE DE BATCH 2
39	MEZCLADOR TAST	E 4.6	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE EL MEZCLADOR DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS
40	MEZCLADOR EL	E 4.7	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE EL MEZCLADOR DEL TANQUE DEL ESPESADOR DE LODOS
41	SEPARADOR DE ACEITE	E 5.0	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE EL SEPARADOR DE ACEITES
42	MEZCLADOR UMR	E 5.1	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE EL MEZCLADOR DEL TANQUE DE UNIDAD DE MEZCLADO RAPIDO CUANDO SE HALLA INGRESADO LA VELOCIDAD
43	MEZCLADOR UML	E 5.2	BOOL	PULSADOR N/A PARA ENERGIZAR UNA MARCA QUE ACTIVE EL MEZCLADOR DEL TANQUE DE UNIDAD DE MEZCLADO LENTO CUANDO SE HALLA INGRESADO LA VELOCIDAD

Tabla 5. Lista de variables de salidas digitales del PLC

SALIDAS DIGITALES				
#	SIMBOLO	DIRECCION	TIPO DE DATO	COMENTARIO
1	M_E-COAT	A 0.0	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE E-COAT
2	M_DUMP	A 0.1	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE DUMP
3	M_BATCH_1	A 0.2	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE BATCH 1
4	M_BATCH_2	A 0.3	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE BATCH 2
5	M_TAST	A 0.4	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE TAST
6	M_EL	A 0.5	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE EL
7	M_UMR	A 0.6	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE UMR
8	M_UML	A 0.7	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE UML
9	MOTOR_SEPARADOR R_ACEITE	A 1.0	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE SEPARADOR DE ACEITE
10	BOMBA_E- COAT_TRANSF_1	A 1.1	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 1 DE E-COAT
11	BOMBA_E- COAT_TRANSF_2	A 1.2	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 2 DE E-COAT
12	VALVULA_ECOAT_1	A 1.3	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 1 DE E-COAT
13	VALVULA_ECOAT_2	A 1.4	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 2 DE E-COAT
14	VALVULA_ECOAT_3	A 1.5	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 3 DE E-COAT
15	VALVULA_ECOAT_4	A 1.6	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 4 DE E-COAT
16	VALVULA_ECOAT_5	A 1.7	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 5 DE E-COAT
17	VALVULA_ECOAT_6	A 2.0	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 6 DE E-COAT
18	BOMBA_DUMP_TR ANSF_1	A 2.1	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 1 DE DUMP
19	BOMBA_DUMP_TR ANSF_2	A 2.2	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 2 DE DUMP
20	VALVULA_DUMP_7	A 2.3	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 7 DE E-COAT HACIA EL DUMP
21	VALVULA_DUMP_1 0	A 2.4	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 10 DE LA ESTACION DE BOMBEO AL DUMP
22	VALVULA_DUMP_1 1	A 2.5	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 11 DEL DUMP

Tabla 5.cont.

23	VALVULA_DUMP_1 2	A 2.6	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 12 DEL DUMP
24	VALVULA_DUMP_1 3	A 2.7	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 13 DEL DUMP
25	VALVULA_DUMP_1 4	A 3.0	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 14 DEL DUMP
26	VALVULA_DUMP_1 5	A 3.1	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 15 DEL DUMP
27	VALVULA_DUMP_1 6	A 3.2	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 16 DEL DUMP
28	BOMBA_BATCHS_T RANSF_1	A 3.3	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 1 DE BATCH 1 Y 2
29	BOMBA_BATCHS_T RANSF_2	A 3.4	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 2 DE BATCH 1 Y 2
30	VALVULA_BATCH_2 _17	A 3.5	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 17 DEL DUMP AL BATCH 2
31	VALVULA_BATCH_2 _19	A 3.6	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 19 DE LA ESTACION DE ACIDO SULFURICO AL BATCH 2
32	VALVULA_BATCH_2 _20	A 3.7	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 19 DE LA ESTACION DE CAL AL BATCH 2
33	VALVULA_BATCH_2 _21	A 4.0	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 21 DE LA ESTACION DE BOMBEO AL BATCH 2
34	VALVULA_BATCH_2 _8	A 4.1	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 8 DEL E-COAT AL BATCH 2
35	VALVULA_BATCH_1 _9	A 4.2	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 9 DEL E-COAT AL BATCH 1
36	VALVULA_BATCH_1 _18	A 4.3	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 18 DEL DUMP AL BATCH 1
37	VALVULA_BATCH_1 _22	A 4.4	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 22 DE LA ESTACION DE BOMBEO AL BATCH 1
38	VALVULA_BATCH_1 _23	A 4.5	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 23 DE LA ESTACION DE ACIDO SULFURICO AL BATCH 1
39	VALVULA_BATCH_1 _24	A 4.6	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 24 DE LA ESTACION DE CAL AL BATCH 1
40	VALVULA_BATCH_2 _25	A 4.7	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 25 DEL BATCH 2
41	VALVULA_BATCH_1 _26	A 5.0	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 26 DEL BATCH 1
42	VALVULA_BATCH_1 _27	A 5.1	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 27 DEL BATCH
43	VALVULA_BATCH_1 _28	A 5.2	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 28 DEL BATCH

Tabla 5.cont.

44	VALVULA_BATCH_1_29	A 5.3	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 29 DEL BATCH
45	VALVULA_BATCH_1_30	A 5.4	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 30 DEL BATCH
46	VALVULA_BATCH_1_31	A 5.5	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 31 DEL BATCH
47	VALVULA_BATCH_1_32	A 5.6	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 32 DEL BATCH
48	VALVULA_BATCH_1_33	A 5.7	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 33 DE LA ESTACION DE CLORURO FERRICO A LA UNIDAD DE MEZCLADO RAPIDO
49	VALVULA_BATCH_1_34	A 6.0	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 34 DE LA ESTACION DE POLIMERO A LA UNIDAD DE MEZCLADO RAPIDO
50	BOMBA_CPI_TRANSF_1	A 6.1	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 1 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL ESPESADOR DE LODOS
51	BOMBA_CPI_TRANSF_2	A 6.2	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 2 DEL DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL ESPESADOR DE LODOS
52	VALVULA_CPI_35	A 6.3	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 35 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL DUMP EN CASO DE QUE EL AGUA NO SE TRATO BIEN
53	VALVULA_CPI_36	A 6.4	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 36 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADO
54	VALVULA_CPI_37	A 6.5	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 37 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS PARA TRANSFERIR EL LODO QUE ENCUENTRA AL FONDO AL ESPESADOR DE LODOS
55	VALVULA_CPI_38	A 6.6	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 38 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL ESPESADOR DE LODOS
56	VALVULA_CPI_39	A 6.7	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 39 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL ESPESADOR DE LODOS
57	VALVULA_CPI_40	A 7.0	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 40 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL ESPESADOR DE LODOS
58	VALVULA_CPI_41	A 7.1	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 41 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL ESPESADOR DE LODOS
59	VALVULA_CPI_42	A 7.2	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 42 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS AL ESPESADOR DE LODOS
60	BOMBA_EL_TRANSF_1	A 7.3	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 1 DEL ESPESADOR DE LODOS AL FILTRO PRENSA
61	BOMBA_EL_TRANSF_2	A 7.4	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 2 DEL ESPESADOR DE LODOS AL FILTRO PRENSA
62	VALVULA_EL_42	A 7.5	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 42 DE LA ESTACION DE POLIMERO AL ESPESADOR DE LODOS
63	VALVULA_EL_43	A 7.6	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 43 DEL ESPESADOR DE LODOS AL FILTRO PRENSA
64	VALVULA_EL_44	A 7.7	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 44 DEL ESPESADOR DE LODOS AL FILTRO PRENSA

Tabla 5.cont.

65	VALVULA_EL_45	A 8.0	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 45 DEL ESPESADOR DE LODOS AL FILTRO PRENSA
66	VALVULA_EL_46	A 8.1	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 46 DEL ESPESADOR DE LODOS AL FILTRO PRENSA
67	VALVULA_EL_47	A 8.2	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 47 DEL ESPESADOR DE LODOS AL FILTRO PRENSA
68	VALVULA_EL_48	A 8.3	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 48 DEL ESPESADOR DE LODOS AL FILTRO PRENSA
69	VALVULA_EB_49	A 8.4	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 49 DE LA ESTACION DE BOMBEO
70	VALVULA_EB_50	A 8.5	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 50 DE LA ESTACION DE BOMBEO
71	VALVULA_EB_51	A 8.6	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 51 DE LA ESTACION DE BOMBEO
72	VALVULA_EB_52	A 8.7	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 52 DE LA ESTACION DE BOMBEO
73	VALVULA_EB_53	A 9.0	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 53 PARA EMPEZAR A LLENAR EL TANQUE DE LA ESTACION DE BOMBEO
74	BOMBA_TAST_TRA NSF_1	A 9.1	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 1 DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS
75	BOMBA_TAST_TRA NSF_2	A 9.2	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 2 DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS
76	VALVULA_TAST_54	A 9.3	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 54 DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS AL TRATAMIENTO BIOLOGICO
77	VALVULA_TAST_55	A 9.4	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 55 DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS AL TRATAMIENTO BIOLOGICO
78	VALVULA_TAST_56	A 9.5	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 56 DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS AL TRATAMIENTO BIOLOGICO
79	VALVULA_TAST_57	A 9.6	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 57 DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS AL TRATAMIENTO BIOLOGICO
80	VALVULA_TAST_58	A 9.7	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 58 DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS AL TRATAMIENTO BIOLOGICO
81	VALVULA_TAST_59	A 10.0	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 59 DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS AL TRATAMIENTO BIOLOGICO
82	LUZ_PILOTO_SIST_E NERGIZADO	A 10.1	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL SISTEMA ESTA ENERGIZADO
83	LUZ_PILOTO_SIST_D EENERGIZADO	A 10.2	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL SISTEMA ESTA DEENERGIZADO
84	LUZ_PILOTO_PE	A 10.3	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL SISTEMA SE DETUBO COMPLETAMENTE POR UNA EMERGENCIA
85	LUZ_PILOTO_MEZCL ADOR_E-COAT	A 10.4	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE E-COAT ESTA ENCENDIDO
86	LUZ_PILOTO_MEZCL ADOR_DUMP	A 10.5	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DEL MEZCLADOR DEL DUMP ESTA ENCENDIDO

Tabla 5.cont.

87	LUZ_PILOTO_MEZCLADOR_BATCH_1	A 10.6	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DEL MEZCLADOR DEL BATCH 1 ESTA ENCENDIDO
88	LUZ_PILOTO_MEZCLADOR_BATCH_2	A 10.7	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DEL MEZCLADOR DEL BATCH 2 ESTA ENCENDIDO
89	LUZ_PILOTO_MEZCLADOR_UMR	A 11.0	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE LA UNIDAD DE MEZCLADO RAPIDO ESTA ENCENDIDO
90	LUZ_PILOTO_MEZCLADOR_UML	A 11.1	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE LA UNIDAD DE MEZCLADO LENTO ESTA ENCENDIDO
91	LUZ_PILOTO_MEZCLADOR_EL	A 11.2	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DEL MEZCLADOR DEL ESPESADOR DE LODOS ESTA ENCENDIDO
92	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_E-COAT_TRANSF_1	A 11.3	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 1 DE E-COAT ESTA ENCENDIDO
93	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_E-COAT_TRANSF_2	A 11.4	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 2 DE E-COAT ESTA ENCENDIDO
94	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_DUMP_TRANSF_1	A 11.5	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 1 DEL DUMP ESTA ENCENDIDO
95	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_DUMP_TRANSF_2	A 11.6	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 2 DEL DUMP ESTA ENCENDIDO
96	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_BATCHS_TRANSF_1	A 11.7	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 1 DEL BATCH 1 Y 2 ESTA ENCENDIDO
97	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_BATCHS_TRANSF_2	A 12.0	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 2 DEL BATCH 1 Y 2 ESTA ENCENDIDO
98	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_CPI_TRANSF_1	A 12.1	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 1 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS ESTA ENCENDIDO
99	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_CPI_TRANSF_2	A 12.2	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 2 DEL CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS ESTA ENCENDIDO
100	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_EL_TRANSF_1	A 12.3	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 1 DEL ESPESADOR DE LODOS ESTA ENCENDIDO
101	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_EL_TRANSF_1	A 12.4	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 2 DEL ESPESADOR DE LODOS ESTA ENCENDIDO
102	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_TAST_TRANSF_1	A 12.5	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 1 DEL TANQUE DE AGUAS SEMITRATADAS ESTA ENCENDIDO
103	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_TAST_TRANSF_2	A 12.6	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 2 DEL TANQUE DE AGUAS SEMITRATADAS ESTA ENCENDIDO
104	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_EL_TRANSF_1	A 12.7	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 1 DEL ESPESADOR DE LODOS ESTA ENCENDIDO
105	LUZ_PILOTO_BOMBA_A_EL_TRANSF_2	A 13.0	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 2 DEL ESPESADOR DE LODOS ESTA ENCENDIDO

Tabla 5.cont.

106	LUZ_PILOTO_MOTOR_SEPARADOR_ACEITE	A 13.1	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DEL SEPARADOR DE ACEITE ESTA ENCENDIDO
107	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_ALTO_ECOAT	A 13.2	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE E-COAT ESTA MUY ALTO
108	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_E-COAT	A 13.3	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE E-COAT ESTA ALTO
109	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_E-COAT	A 13.4	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE E-COAT ESTA BAJO
110	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_BAJO_E-COAT	A 13.5	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE E-COAT ESTA MUY BAJO
111	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_ALTO_DUMP	A 13.6	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL DUMP ESTA MUY ALTO
112	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_DUMP	A 13.7	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL DUMP ESTA ALTO
113	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_DUMP	A 14.0	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL DUMP ESTA BAJO
114	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_BAJO_DUMP	A 14.1	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL DUMP ESTA MUY BAJO
115	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_ALTO_EB	A 14.2	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE LA ESTACION DE BOMBEO ESTA MUY ALTO
116	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_EB	A 14.3	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE LA ESTACION DE BOMBEO ESTA ALTO
117	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_EB	A 14.4	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE LA ESTACION DE BOMBEO ESTA BAJO
118	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_BAJO_EB	A 14.5	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE LA ESTACION DE BOMBEO ESTA MUY BAJO
119	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_ALTO_BATCH_1	A 14.6	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL BATCH 1 ESTA MUY ALTO
120	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_BATCH_1	A 14.7	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL BATCH 1 ESTA ALTO
121	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_BATCH_1	A 15.0	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL BATCH 1 ESTA BAJO
122	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_BAJO_BATCH_1	A 15.1	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL BATCH 1 ESTA MUY BAJO
123	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_ALTO_BATCH_2	A 15.2	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL BATCH 2 ESTA MUY ALTO
124	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_BATCH_2	A 15.3	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL BATCH 2 ESTA ALTO
125	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_BATCH_2	A 15.4	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL BATCH 2 ESTA BAJO

Tabla 5.cont.

126	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_BAJO_BATCH_2	A 15.5	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL BATCH 2 ESTA MUY BAJO
127	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_ALTO_EL	A 15.6	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL ESPESADOR DE LODOS ESTA MUY ALTO
128	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_EL	A 15.7	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL ESPESADOR DE LODOS ESTA ALTO
129	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_EL	A 16.0	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL ESPESADOR DE LODOS ESTA BAJO
130	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_BAJO_EL	A 16.1	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DEL ESPESADOR DE LODOS ESTA MUY BAJO
131	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_ALTO_TAST	A 16.2	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS ESTA MUY ALTO
132	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_TAST	A 16.3	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS ESTA ALTO
133	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_TAST	A 16.4	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS ESTA BAJO
134	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_BAJO_TAST	A 16.5	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS ESTA MUY BAJO
135	LUZ_PILOTO_PH_ALTO_BATCH_1	A 16.6	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL PH DEL TANQUE DEL BATCH 1 ESTA MUY ALTO
136	LUZ_PILOTO_PH_BAJO_BATCH_1	A 16.7	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL PH DEL TANQUE DEL BATCH 1 ESTA MUY BAJO
137	LUZ_PILOTO_PH_ALTO_BATCH_2	A 17.0	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL PH DEL TANQUE DEL BATCH 2 ESTA MUY ALTO
138	LUZ_PILOTO_PH_BAJO_BATCH_2	A 17.1	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL PH DEL TANQUE DEL BATCH 2 ESTA MUY BAJO

Fuente: Henríquez (2018)

Selección de la electroválvula

Criterios para seleccionar la válvula solenoide modelo 115AV Cierre

El primer criterio a tomar en consideración para seleccionar una válvula es de acuerdo a su función. Para esta propuesta se necesitan válvulas esféricas que interrumpan el flujo de la línea de forma total y en el momento preciso. También se consideraron los diferentes niveles de presión a los que serán sometidas las válvulas en las diferentes secciones de la etapa 1 del proceso físico-químico de la P.T.A.R., por lo que se seleccionó una válvula con un rango amplio de presión para que pueda usarse en cualquier sección de la etapa 1 del proceso.

Otro criterio tomado en cuenta fue el tipo de material que puede usarse, ya que la planta de tratamiento de aguas residuales no trabaja con temperaturas muy altas, por lo que se puede utilizar una válvula con partes plásticas o válvulas completamente de hierro y de acero, para este caso se consideró totalmente de hierro, ya que este tipo de válvulas puede llegar a soportar hasta 180 °F, en caso de que la P.T.A.R. llegue a altas temperaturas.



Figura 9. Válvula solenoide modelo 115AV Cierre
Fuente: FCA Venezuela L.L.C. (2018)

En este mismo orden de ideas, el tipo de accionamiento es importante tomarlo en consideración, una válvula de accionamiento eléctrico es lo más práctico para este caso, ya que se puede accionar al mandarle una señal eléctrica desde el cuarto de control, mediante el PLC, y así de esta forma se puede llegar a monitorear y hasta controlar.

El último criterio en tomar en consideración es el tamaño en pulgadas del diafragma, ya que hay diferentes tamaños de tuberías para cada sección; para esta propuesta se determinó el tamaño del diafragma para cada sección del proceso de la P.T.A.R. y el resultado se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Tamaño del diafragma de la válvula en pulgadas para cada estación de la etapa 1 de la P.T.A.R.

EQUIPO	ESTACIÓN	PULGADAS
ELECTRO-VALVULA	E-COAT	8
	DUMP	8
	BATCH 1 Y 2	4
	TANQUE DE AGUAS SEMI-TRATADAS	4
	UNIDAD DE MEZCLADO RAPIDO	4
	CLARIFICADOR DE PLATOS INCLINADOS	4
	ESPEADOR DE LODOS	4
	ESTACION DE BOMBEO	8

Fuente: Henríquez (2018)

Funcionamiento de la válvula solenoide modelo 115AV Cierre

Un solenoide de tres vías, en una posición, conecta la presión de abastecimiento a la cámara del diafragma de la válvula principal, provocando su cierre. En la otra posición, el solenoide conecta la cámara del diafragma a la atmosfera, permitiendo la abertura total de la válvula.

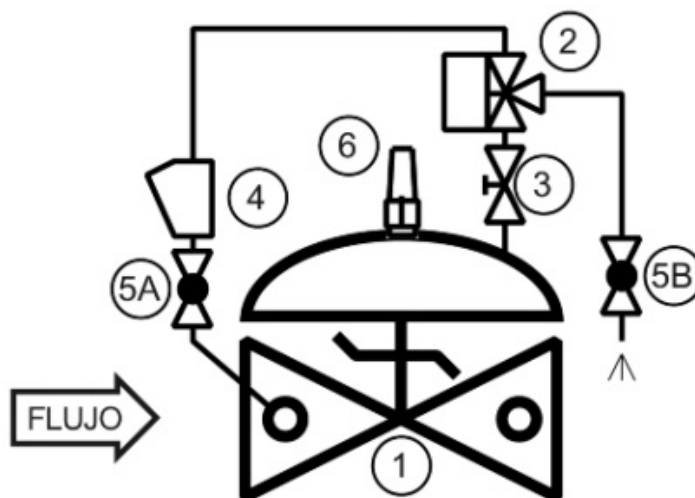


Figura 10. Diagrama válvula solenoide modelo 115AV Cierre
Fuente: FCA Venezuela L.L.C. (2018)

Características

- Ø Carcasa: NEMA 4X resistencia a la intemperie, NEMA 4X, 6P, 7,9 a prueba de explosiones
- Ø Cuerpo: Metal, acero inoxidable
- Ø Voltaje: 24, 120, 240, 480 VAC / 12, 24 VDC
- Ø Temperatura: -40 °F – 180 °F
- Ø Tipo de conexión de extremos: Roscadas
- Ø Presión máxima soportada: 400 psi
- Ø El solenoide de operación eléctrica permite que la válvula se abra o se cierre.
- Ø Puede realizarse su mantenimiento sin ser retirada de la línea.
- Ø La operación de escape hacia la atmosfera permite una mínima pérdida de presión.

5.3. Fase III. Análisis de la factibilidad técnica, operativa y económica de la propuesta de un sistema supervisorio para la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa FCA L.L.C

En esta fase se procedió a realizar el análisis para comprobar si es viable el proyecto, tomando en cuenta el enfoque técnico, operativo y económico.

5.3.1 Factibilidad económica

Se evaluó la factibilidad económica del proyecto, a manera de verificar un aproximado del costo que tendría esta propuesta, para lo cual se necesita como mínimo los elementos mencionados en la tabla 7 para poder mejorar el sistema de supervisión e implementar la interface diseñada en la fase 4 de la propuesta, a continuación, se muestra la tabla 7 de costos variables.

Tabla 7. Costos variables

CANT	ELEMENTO	MARCA	REFERENCIA	P. UNIT.	PRECIO (BSF)
1	Fuente de 5A, 24 VDC, 120/230 VAC	SIEMENS	6ES7307-1EA01-0AA0	275.000.000,00	275.000.000,00
1	CPU de 24 VDC, tarjeta de memoria 5 MB y memoria de trabajo de 5 KB	SIEMENS	6ES7314-6EH04-0AB0	30.000.000,00	30.000.000,00
8	Modulos de entradas digitales DI 16 DC 24V/ 0,5 A	SIEMENS	6ES7 321-1BH02-0AA0	15.000.000,00	120.000.000,00
13	Modulos de salidas digitales Do 16 DC 24V/ 0,5 A	SIEMENS	6ES7 322-1BH01-0AA0	15.000.000,00	195.000.000,00
4	Modulos entradas analogicas de 8 Entradas: AI 8x 12 BIT	SIEMENS	6ES7 331-7KF02-0AB0	40.000.000,00	160.000.000,00
39	Valvula solenoide esferica	OCV	115-1, 4 pulgadas	215.000.000,00	8.385.000.000,00
20	Valvulas olenoides esferica	OCV	115-1, 8 pulgadas	247.000.000,00	4.940.000.000,00
Total					14.105.000.000,00

Fuente: Henríquez (2018)

En la tabla 7 se determinó el costo total de los equipos, con un monto total de 14.105.000.000,00 BsF para la fecha del 15 de agosto del 2018.

Tabla 8. Costos fijos

#	DESCRIPCIÓN	COSTO BsF.
1	Mantenimiento de los equipos	120.000.000,00
2	Mano de obra	450.000.000,00
Total		570.000.000,00

Fuente: FCA Venezuela L.L.C. (2018)

Tiempo de instalación del PLC

La instalación del PLC requiere de ciertos pasos para llevar a cabo esta propuesta, como se refleja en la tabla 9, por lo que se calculó el tiempo aproximado

que se tomaría realizar todas las actividades para su ejecución y también se muestra el costo de la mano de obra justificando a su vez el monto de la tabla 8.

Tabla 9. Costo de la instalación del PLC

ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	HORAS	PRECIO/HORAS	TOTAL bsf
Diseño de esquemas	3	60	937.000,00	450.000.000,00
Programacion de PLC		60		
Instalacion del equipo		40		

Fuente: Carlos Henríquez. (2018)

Si se ejecuta la propuesta se debe considerar la compra de los módulos del PLC al mayor, y las válvulas solenoide también, ya que la política de precio justos establecida en el país por el gobierno nacional, se refiere a obtener una ganancia de 30% sobre el precio de producto, por lo que es natural inferir que el costo total de adquisición de los módulos y válvulas solenoides al mayor es de un 30% menos, por lo que el costo variable que se muestra en la tabla 7 será mucho menor en comparación de comprar cada módulo y válvula por unidad. En la tabla 10, se muestra el costo variable al mayor donde se incluye solo el costo de los módulos y las válvulas, ya que la fuente y el CPU se necesita una sola unidad, por lo tanto, el costo del PLC y la fuente será sumado al costo total.

Tabla 10. Costo variable al mayor

DESCIPCIÓN	COSTO
Costo variable al detal para las valvulas solenoide y los modulos tanto digitales como analogicas	13.800.000.000,00
Precio justo del -30%	4.140.000.000,00
Precio al mayor	9.660.000.000,00

Fuente: Henríquez (2018)

El costo final de la propuesta se determinó mediante la suma de los costos variables al mayor, los fijos y el costo del CPU y la fuente del PLC, ver tabla 11.

Tabla 11 costo total

DESCRIPCION	COSTO
Costo variable mayor	9.660.000.000,00
Costo fijo	570.000.000,00
Ganancia por unidad del 30%	3.069.050.000,00
IVA 12.5%	1.662.375.000,00
Precio al mayor	14.961.425.000,00

Fuente: Carlos Henríquez (2018)

En la tabla 11 se determinó el costo total de las válvulas solenoide y los módulos del PLC tanto digitales como analógicos si se adquiere al mayor, si se le suma el costo de la fuente y el CPU del PLC da un total de 15.016.425.000,00 BsF.

Para el 15 de agosto del 2018, el monto necesario es de BsF. 15.016.425.750,00; equivalentes a 3.479,49 dólares, con una tasa de cambio de Bs. 4.315.688,91 (dólar paralelo). En vista de la dificultad de adquirir dólares con la tasa de cambio oficial SIMADI se hace la conversión con la tasa paralela.

Para concluir el análisis de factibilidad económica, la inversión se recuperará a corto plazo, como se muestra en la tabla 13, en un tiempo de 5 meses y 26 días, donde se muestra el tiempo de recuperación de la inversión inicial basado en cálculos y en la tabla 12 se muestra los cálculos hechos para justificar el tiempo de recuperación de la inversión.

Tabla 12. Cálculos para el tiempo de recuperación de la inversión

CONCEPTO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Estado de resultado		3.500.000.000,00	2.500.000.000,00	2.500.000.000,00	2.750.000.000,00	3.600.000.000,00
Depreciacion		125.136.875,00	125.136.875,00	125.136.875,00	125.136.875,00	125.136.875,00
Inversion inicial	-15.016.425.000,00	0	0	0	0	0
Flujo neto de efectivo	-15.016.425.000,00	3.625.136.875,00	2.625.136.875,00	2.625.136.875,00	2.875.136.875,00	3.725.136.875,00

Fuente: FCA de Venezuela L.L.C. (2018)

Entre el mes 5 y el mes 6 se tiene la recuperación total de la inversión, donde se indica que en meses son 5, y se determina cuanto es el tiempo en días como se muestra en la tabla 13 y se dice que en días toma un tiempo de 26 días.

Tabla 13. Tiempo exacto de la recuperación de la inversión

MESES	DIAS
5	$30 \times 0,87$
0	26,1

Fuente: FCA de Venezuela L.L.C. (2018)

En la tabla 13, se refleja los equipos de la planta de tratamiento de la etapa 1, que requiere de un mayor cuidado, cuyo tiempo de vida útil puede prolongarse si se monitorea adecuadamente.

En algún momento se tendrá que realizar una inversión para adquirir nuevos equipos, lo normal es que la vida útil de una bomba de transferencia es muy amplia, aproximadamente de unos 10 años, pero con la falta de supervisión adecuada para estos equipos, trabajarían más de lo necesario, acortando su tiempo de vida a la mitad, en cambio con el sistema SCADA, cada equipo estaría monitoreado, evitando que trabajen innecesariamente.

Los costos hoy en la actualidad son muy elevados como para estar reemplazando equipos de trabajo cuando se pudo haber evitado, en la tabla 13, se refleja los precios de cada equipo de la P.T.A.R. para la etapa 1 que requieren de más cuidado.

**Tabla 14. Costo de los equipos que requiere de más cuidado en la P.T.A.R.
para la etapa 1 del proceso**

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION	Precio por unidad BsF.	Precio total BsF.
12		Bomba centrifuga speroni	660.000.000,00	7.920.000.000,00
6	bomba de transferencia	Bomba centrifuga gorman rupp, autoaspirantes de manejo de sólidos de alta resistencia con capacidad de reprimir	1.250.255.000,00	7.501.530.000,00
10	Moto-mezclador	mezclador de 220V, 1 HP	350.000.000,00	3.500.000.000,00
Total				18.921.530.000,00

Fuente: FCA de Venezuela L.L.C. (2018)

En conclusión, el costo total que se tendría que invertir para reemplazar los equipos que se pueden llegar a dañar por falta de un buen monitoreo es de 18.921.530.000,00 BsF. actualmente, ya que, si se considera los constantes aumentos de precios, el costo reflejado en la tabla 12 será mucho mayor. Por lo tanto la inversión que se necesita para esta propuesta de un sistema de supervisión es factible a largo plazo.

5.3.2 Factibilidad técnica

La factibilidad técnica, se divide en dos aspectos, primero determinar y garantizar que la persona que desarrolla el proyecto esté capacitada, que posea conocimientos en sistemas SCADA, instrumentación, medición y electricidad para poder avalar que se ejecutará un trabajo idóneo, pensando en que el personal de la industria FCA DE VENEZUELA L.L.C. quede satisfecho con el trabajo final. En éste sentido, se puede afirmar que está garantizado el nivel de conocimiento necesario, debido a que, el autor es un estudiante del décimo semestre en ingeniería electrónica que cuenta con los conocimientos necesarios para el desarrollo del

sistema de supervisión, además, la investigación que se realiza, se encuentra bajo tutela de la Universidad José Antonio Páez a través de la asignación de un tutor especializado en el área que se desarrolla, y que también cuenta, con un grupo de profesionales docentes especializados en las áreas de electrónica, electricidad y telecomunicaciones, que pueden ser consultados en cualquier momento si se amerita.

El conjunto de profesionales al servicio de esta investigación sustenta los métodos aplicados en el desarrollo de dicha investigación

Además del equipo encargado de la propuesta, se tiene como segundo aspecto, pero no menos importancia, garantizar que se cuenta con todos los equipos y elementos necesarios para el desarrollo e instalación del proyecto. En este caso, la empresa FCA de Venezuela L.L.C. cuenta con el personal mecánico y eléctrico capacitado para poder llevar a cabo la instalación de las válvulas solenoides y la instalación del PLC junto con la programación respectiva para la P.T.A.R.

Aunque se debe realizar una inversión para mejorar el sistema de supervisión, el proyecto en este aspecto es factible, ya que los equipos tienen una vida útil prolongada y además se cuenta con los conocimientos y componentes necesarios para poder concretar el desarrollo del sistema de supervisión SCADA para la P.T.A.R.

5.3.3 Factibilidad operativa

La factibilidad operativa corresponde al conocimiento mínimo que deberá tener la persona que trabaje directamente con el sistema. Al ser un sistema digital, el propietario debe saber interpretar los indicadores visuales que el sistema de control pueda generar. En éste aspecto, lo importante es desarrollar dentro de esta investigación una interface amigable que pueda ser muy fácil de manipular para que cualquier operario pueda entender fácilmente su función y saber qué acciones tomar dada la situación indicada en la pantalla.

Operativamente, el sistema es operativamente factible ya que, al desarrollar una interface amigable, el operario de la P.T.A.R. podrá contar con toda la comodidad y facilidad necesaria para supervisar la planta de tratamiento de aguas residuales sin cansarse tanto mental como físicamente e incluso poder manipular el sistema sin necesitar de mano de obra especializada.

5.4. Fase IV. Diseño de un sistema supervisorio utilizando el software Wonderware InTouch 2014 R2 para la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa FCA L.L.C.

En esta fase se procedió a elaborar el diseño del sistema supervisorio para la planta de tratamiento de aguas residuales, tomando en cuenta las variables de interés que deben ser reflejadas en el sistema supervisión SCADA mediante una interface hombre máquina.

También se facilita la medición diaria de nivel en cada tanque, cuyos valores son registrados y almacenados por el departamento de ambiente, esta información es útil para llenar sus indicadores ambientales.

Se va a utilizar el software Wonderware InTouch 2014 R2 version 10.0, ya que la industria dispone de la licencia de este mismo software y cuenta con la disponibilidad para llegar a utilizarse. También se cuenta con un ordenador cuyas características del CPU son:

Sistema

- Ø Fabricante: Samsung
- Ø Evaluación: 5.5 Evaluación de la experiencia en Windows
- Ø Procesador: Intel® Core™ i5-2330M CPU@ 2.50GHz 2.50 GHz
- Ø Memoria instalada (RAM): 3.00 GB
- Ø Tipo de sistema: Sistema operativo de 32 bits

El ordenador está ubicado en el laboratorio del departamento de ambiente donde analizan las muestras tomadas de los tanques de agua de la P.T.A.R.

Las variables que se muestran en la tabla 14, son las que se van a monitorear en el sistema SCADA, ya que se debe hacer una revisión constantemente de cada una de ellas, sobre todo de las bombas de transferencia, también monitorear el motor del mezclador de E-COAT, ya que debe permanecer siempre activo, para evitar que los sólidos se vayan al fondo y se compacten. Igualmente, se debe chequear que estén funcionando las electroválvulas para confirmar que se está cumpliendo con la transferencia completa.

Tabla 15. Lista de variables a monitorear y almacenar en el SCADA

#	SIMBOLO	DIRECCION	TIPO DE DATO	COMENTARIO
1	M_E-COAT	A 0.0	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE E-COAT
2	BOMBA_E-COAT_TRANSF_1	A 1.1	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 1 DE E-COAT
3	BOMBA_E-COAT_TRANSF_2	A 1.2	BOOL	ENERGIZAR EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA 2 DE E-COAT
4	VALVULA_ECOAT_1	A 1.3	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 1 DE E-COAT
5	VALVULA_ECOAT_2	A 1.4	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 2 DE E-COAT
6	VALVULA_ECOAT_3	A 1.5	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 3 DE E-COAT
7	VALVULA_ECOAT_4	A 1.6	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 4 DE E-COAT
8	VALVULA_ECOAT_5	A 1.7	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 5 DE E-COAT
9	VALVULA_ECOAT_6	A 2.0	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 6 DE E-COAT
10	VALVULA_DUMP_7	A 2.3	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 7 DE E-COAT HACIA EL DUMP
11	VALVULA_BATCH_2_8	A 4.1	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 8 DEL E-COAT AL BATCH 2
12	VALVULA_BATCH_1_9	A 4.2	BOOL	ENERGIZAR EL SOLENOIDE DE LA VALVALUA 9 DEL E-COAT AL BATCH 1
13	LUZ_PILOTO_SIST_ENERGIZADO	A 10.1	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL SISTEMA ESTA ENERGIZADO
14	LUZ_PILOTO_PE	A 10.3	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL SISTEMA SE DETUBO COMPLETAMENTE POR UNA EMERGENCIA
15	LUZ_PILOTO_MEZCLADOR_E-COAT	A 10.4	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DEL MEZCLADOR DE E-COAT ESTA ENCENDIDO
16	LUZ_PILOTO_BOMBA_E-COAT_TRANSF_1	A 11.3	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 1 DE E-COAT ESTA ENCENDIDO
17	LUZ_PILOTO_BOMBA_E-COAT_TRANSF_2	A 11.4	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 2 DE E-COAT ESTA ENCENDIDO
18	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_ALT_O_ECOAT	A 13.2	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE E-COAT ESTA MUY ALTO

Fuente: Henríquez (2018)

Tabla 14.cont.

19	LUZ_PILOTO_NIVEL_ALTO_E-COAT	A 13.3	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE E-COAT ESTA ALTO
20	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_E-COAT	A 13.4	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE E-COAT ESTA BAJO
21	LUZ_PILOTO_NIVEL_BAJO_BAJO_E-COAT	A 13.5	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL NIVEL DEL TANQUE DE E-COAT ESTA MUY BAJO
22	LUZ_PILOTO_MANT_BOMBA_E-COAT_TRANSF_1	A 17.2	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 1 DE E-COAT ESTA REQUIERE MANTENIMIENTO
23	LUZ_PILOTO_MANT_BOMBA_E-COAT_TRANSF_2	A 17.3	BOOL	LUZ PILOTO PARA INDICAR QUE EL MOTOR DE LA BOMBA DE TRANSF 2 DE E-COAT ESTA REQUIERE MANTENIMIENTO

En la Figura 11, se muestra la lista de tags utilizados para el diseño de la interface en Wonderware InTouch, que hacen posible realizar las animaciones para simular el proceso de transferencia del tanque de E-COAT, a su vez poder monitorear los equipos y también hacer posible llevar un registro de los eventos programados a través de estos tags y en la tabla 15 se describe la función de cada tags.

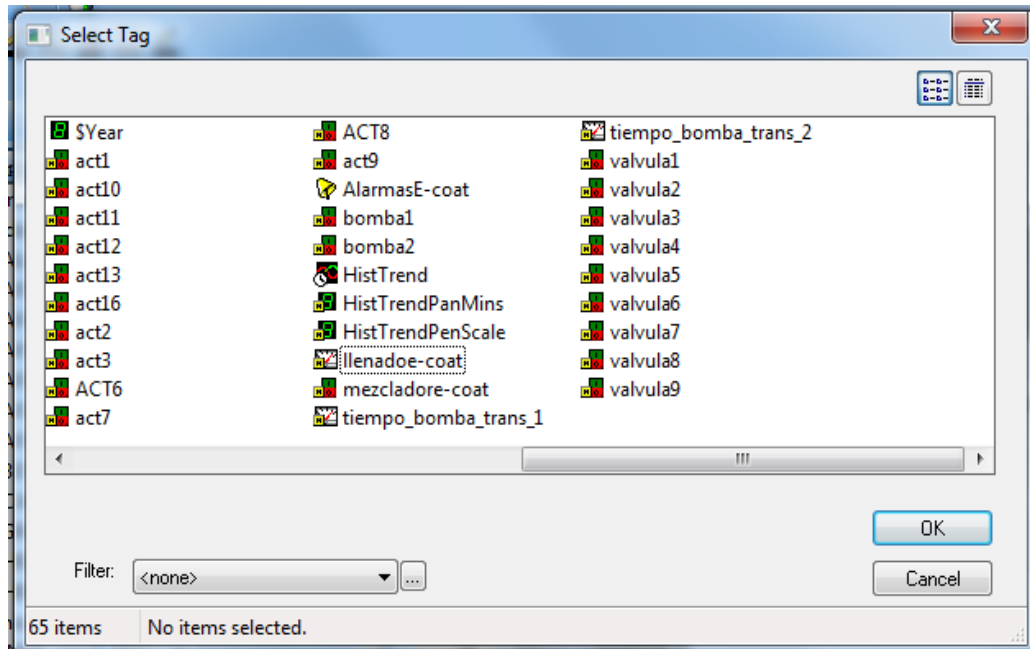


Figura 11. Lista de tags
Fuente: Carlos Henríquez, 2018

Tabla 16. Lista de tags usados para el diseño de la interface

#	TAGS	DESCRIPCION
1	act1	Interruptor para energizar sistema y encender una luz piloto
2	act2	Actuador para indicar que el nivel tanque E-COAT esta muy alto
3	act3	Actuador para indicar que el nivel tanque E-COAT esta alto
4	act6	Actuador para indicar que el nivel tanque E-COAT esta bajo
5	act7	Actuador para indicar que el nivel tanque E-COAT esta muy bajo
6	act8	Enciende una luz piloto para indicar que la bomba 1 requiere mantenimiento
7	act9	Enciende una luz piloto para indicar que la bomba 2 requiere mantenimiento
8	act10	Interruptor para desenergizar el sistema y encender una luz piloto
9	act12	Actuador para prender la bomba de transferencia 1
10	act13	Actuador para prender la bomba de transferencia 2
11	bomba1	Enciende una luz piloto para indicar que la bomba 1 esta encendida
12	bomba2	Enciende una luz piloto para indicar que la bomba 2 esta encendida
13	valvula1	Actuador para abrir y cerrar la valvula 1
14	valvula2	Actuador para abrir y cerrar la valvula 2
15	valvula3	Actuador para abrir y cerrar la valvula 3
16	valvula4	Actuador para abrir y cerrar la valvula 4
17	valvula5	Actuador para abrir y cerrar la valvula 5
18	valvula6	Actuador para abrir y cerrar la valvula 6
19	valvula7	Actuador para abrir y cerrar la valvula 7
20	valvula8	Actuador para abrir y cerrar la valvula 8
21	valvula9	Actuador para abrir y cerrar la valvula 9
22	mezcladore-coat	Actuador para enecer el mezclador de E-COAT y una luz piloto
23	llenadoe-coat	Sensor de nivel analogico

Fuente: Henríquez (2018)

En la figura 12 se muestra el esquema de ventanas para el diseño del sistema de supervisión, el cual tiene una ventana principal que conecta con las demás ventanas, en esta ventana principal es para que los usuarios permitidos por el departamento de ambiente accedan al sistema a ver o manipular el proceso dependiendo de su nivel, ya que cada usuario está configurado con niveles diferentes, por ejemplo un analista tiene un nivel de 5000 que le permite solo acceder al sistema a recopilar información sin modificar ni controlar el proceso, mientras que un supervisor tiene un nivel de 9999, que le permite acceso a todo el sistema, tanto a recopilar información, acceder tanto al historial de alarmas como ver los reportes y modificar la configuración del sistema si así lo desea entre otras actividades.

La segunda ventana es del proceso E-COAT, donde se muestra cada equipo que se desea monitorear a través de un panel de indicadores visuales y se conecta con las demás ventanas del programa, en el panel se está indicando cuando están activados los motores de las bombas de transferencia y del mezclador del tanque, junto con las electro-válvulas y los sensores de nivel para saber qué tan lleno o vacío se encuentra.

También tiene una gráfica en tiempo real para monitorear la curva de nivel del tanque y un panel de visualización para ver las alarmas en tiempo real del proceso y se tiene una barra de botones donde se puede energizar el sistema, detener el sistema en caso de una emergencia, un botón para iniciar la transferencia donde se selecciona la bomba de transferencia que se desea (la bomba 1, la bomba 2 o ambas) y verificar que el motor del mezclador este activo, otro botón que tiene la ventana del proceso es de cambiar de transferencia que permite alternar la bomba que se está usando actualmente, la razón por la que se hace esto es para que descansen mientras la otra trabaja y así prolongar su vida útil sin sobrecargar cada bomba, otro botón de la ventana del proceso es el del historial que te permite acceder a dos ventanas más; la primera es al historial de alarmas donde el supervisor puede acceder y detallar cada

evento ocurrido durante su ausencia y la segunda es al historial de nivel que te permite observar la curva de nivel en la fecha y hora exacta que el usuario decida ir.

Hay otro botón en la ventana principal que es de reporte, el cual te permite generar un reporte donde se puede observar un block de notas con los datos del usuario conectado actualmente y los eventos configurados más resaltantes para que cada vez que se genere un reporte se actualice y cuando se cierre la sesión también se actualice. Cada ventana tiene su botón de ayuda, donde explica o muestra algunas condiciones o datos importantes que se necesiten saber del proceso.

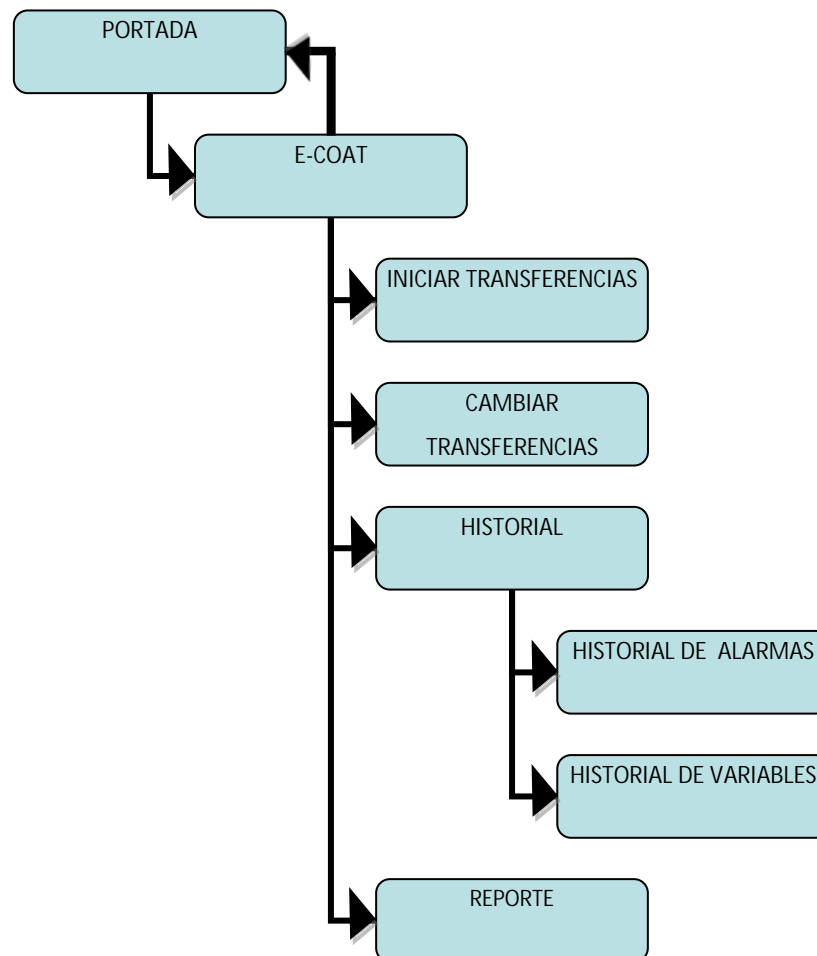


Figura 12 Esquema de ventanas para el diseño del sistema de supervisión

Fuente: Henríquez (2018)

Descripción de cada pantalla

En la figura 13 se muestra la primera pantalla del sistema de supervisión hecho en el software Wonderware InTouch, donde aparecen los siguientes elementos:

Ø Barra superior

Ø Botones



Figura 13. Ventana de la portada

Fuente: Henríquez (2018)

En la figura 14 se muestra la fecha, nombre del sistema, hora, usuario, nivel y cerrar sesión; en el último elemento al hacer clic se cierra la sesión, provocando que cualquier ventana que este activa se cierre y habrá la ventana principal, a su vez genera un reporte de salida cada vez que se cierre la sesión indicando los eventos registrados en el SCADA.

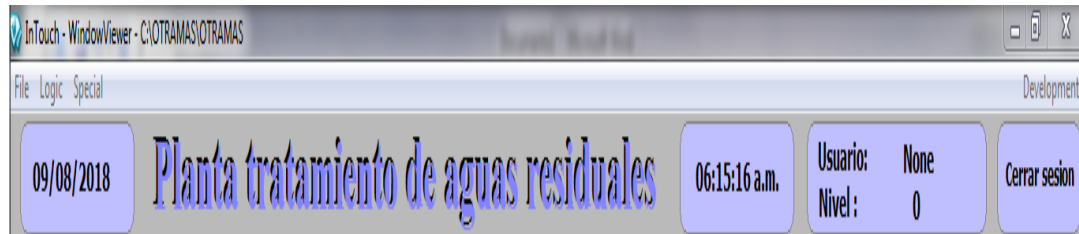


Figura 14. Barra superior
Fuente: Henríquez (2018)

En la Figura 15, se muestra los botones de iniciar sesión, proceso y ayuda, lo primero que se debe hacer es darle al botón de ayuda para ver que hace cada botón, para iniciar sesión debe ser un personal autorizado, ya que si no está registrado en la base de datos no podrá acceder al sistema y el botón de proceso está inhabilitado porque solo personal autorizado puede ingresar a monitorear el proceso, para este caso cualquier usuario registrado y con sesión iniciada puede acceder a ver.



Figura 15. Botones
Fuente: Henríquez (2018)

En la figura 16, se muestra la ventana de E-COAT junto con los siguientes elementos:

- Ø Barra de botones de E-COAT
- Ø Panel de indicadores E-COAT
- Ø Gráfica de nivel del tanque de E-COAT
- Ø Barra de alarmas de E-COAT
- Ø Barra superior

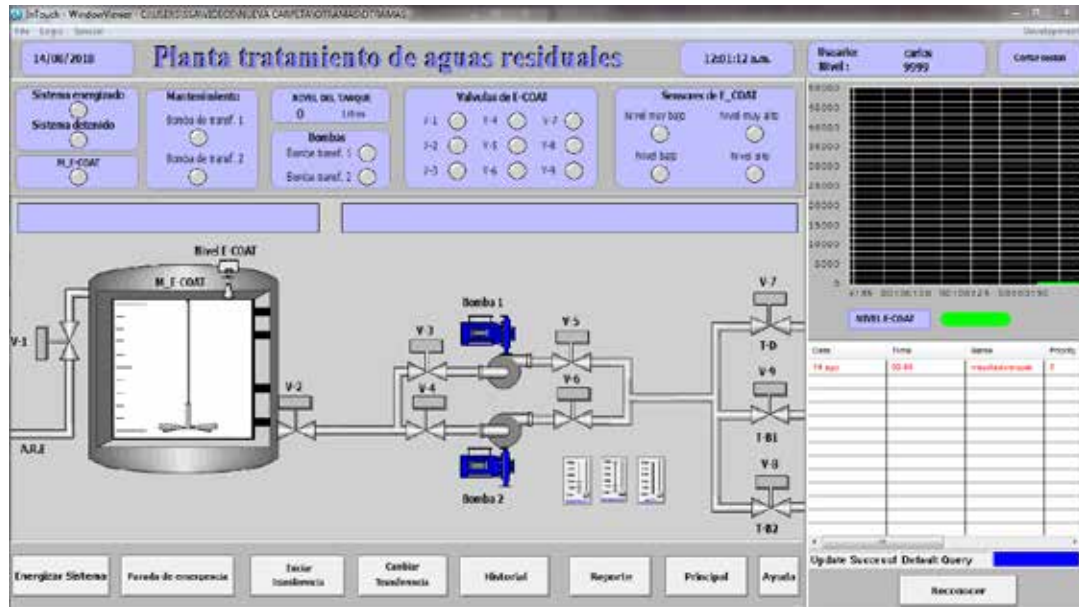


Figura 16. Ventana de E-COAT

Fuente: Henríquez (2018)

En la figura 17 se muestra los botones de energizar sistema, parada de emergencia (P/E), iniciar transferencia, cambiar transferencia, historial, reporte, principal, ayuda y reconocer alarmas. A continuación, se dará una breve explicación de cada botón de la ventana de E-COAT.

ØEnergizar sistema: energiza cada equipo del proceso de la sección del tanque de E-COAT.

ØParada de emergencia: al presionar este botón se detiene todo el sistema en caso de una emergencia.

ØIniciar transferencia: abre una ventana para seleccionar con cuál de las dos bombas se va a iniciar la transferencia.

ØCambiar transferencia: abre una ventana para alternar el uso de las bombas de transferencia.

ØHistorial: abre una ventana para acceder al historial de alarmas o al historial de nivel del tanque de E-COAT.

ØReporte: abre una ventana para generar un reporte del tanque de E-COAT.

Ø Ayuda: este botón muestra una breve explicación de cada elemento.

Ø Reconocer alarmas: este botón reconoce las alarmas que se han activado en tiempo real.



Figura 17. Barra de botones de E-COAT

Fuente: Henríquez (2018)

En la figura 18 se muestra el panel de indicadores de E-COAT donde se observa a través de luces piloto cada evento que se desea monitorear para el tanque de E-COAT, se muestra la luz piloto de:

Ø Sistema energizado: Muestra cuando el sistema está alimentado.

Ø Sistema detenido: Muestra cuando el sistema está detenido por una emergencia.

Ø M_E-COAT: Muestra cuando el motor del mezclador E-COAT está encendido.

Ø Mantenimiento: Muestra cuando las bombas de transferencia 1 y 2 han trabajado por más de 5 días sin descanso.

Ø Nivel del tanque: Muestra la cantidad de litros que tiene el tanque de E-COAT.

Ø Válvulas de E-COAT: Muestra cada una de las válvulas activadas.

Ø Sensores de E-COAT: Muestra los sensores activos para el nivel del tanque de E-COAT.



Figura 18. Panel de indicadores E-COAT
Fuente: Henríquez (2018)

En la figura 19 se muestra un visualizador para ver la gráfica en tiempo real del nivel del tanque de E-COAT, donde está configurado con los límites del tanque, en el eje Y varia de 0-50.000 litros y en el eje X varia con respecto al tiempo cada 25 segundos. El segundo elemento de la figura 19 es una tabla donde se visualiza los eventos o alarmas que se generan en tiempo real durante el proceso, se puede observar la fecha del evento ocurrido junto con la hora, el nombre del evento, la prioridad y un comentario que aparecerá si se desliza la barra inferior.



Figura 19. Gráfica de nivel del tanque de E-COAT y Barra de alarmas
Fuente: Henríquez (2018)

En la figura 20 de iniciar transferencia se muestran 3 pasos iniciales que se deben seguir para poder iniciar el proceso de transferencia y se muestran los siguientes botones:

- Ø Verificar
- Ø Bomba 1
- Ø Bomba 2
- Ø Deseleccionar bombas
- Ø Chequear
- Ø Continuar



Figura 20. Ventana iniciar transferencia

Fuente: Henríquez (2018)

El paso 1 es para verificar el nivel del tanque de E-COAT al hacer clic en el botón de “verificar”, este botón muestra una ventana como la figura 21 con una nota, una advertencia y unas condiciones que tiene la transferencia. Es importante este paso, ya que nos indicara a cual tanque se transferirá el agua dependiendo de su nivel y muestra las condiciones para saber a cuál tanque se va a realizar las transferencias, si a uno, a dos o a los 3.



Figura 21. Ventana de ayuda para el paso 1 de la ventana de transferencia
Fuente: Henríquez (2018)

El paso 2 es para seleccionar la bomba de transferencia con la que se va a trabajar, ya sea con la bomba 1, la bomba 2 o con ambas bombas, si se llega a seleccionar ambas y solo quieres trabajar con una, se presiona el botón de “deseleccionar bombas” y seleccionas la bomba que deseas (lo recomendable es seleccionar una bomba para que una descanse mientras la otra trabaja).

El paso 3 es para verificar con el botón de “chequear”, que al iniciar el proceso, el motor del mezclador de E-COAT este encendido y el botón de “continuar” es para cerrar la ventana de “iniciar transferencias” y esperar a que el tanque este con un nivel mayor a 35.000 litros para que inicie la transferencia y se abran las válvulas correspondientes y los sensores empiecen a actuar.

En la figura 22 se muestran 5 botones, lo primero es ver el botón de “ayuda” para ver que hace cada botón como se muestra en la figura 23.

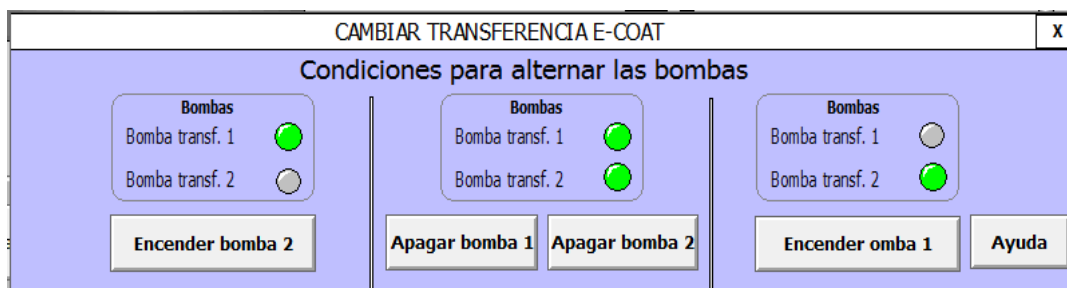


Figura 22. Ventana de cambiar transferencia E-COAT
Fuente: Henríquez (2018)

Lo primero que hay que percatarse es saber cuál de las tres condiciones está el proceso, si se encuentra con la condición 1, se presiona el botón para encender la bomba 2 y luego pasara a la condición 2, donde se debe presionar el botón correspondiente (si estaba encendida la bomba 1 y se prendió la bomba 2, se debe presionar “apagar bomba 1” para apagarla).

Si el proceso esta con la condición contraria (con la bomba 1 apagada y la bomba 2 encendida) se presiona el botón para encender la bomba 1 y luego pasa a la condición 2, donde se debe presionar el botón correspondiente (si estaba encendida la bomba 2 y se prendió la bomba 1, se debe presionar “apagar bomba 2” para apagarla).

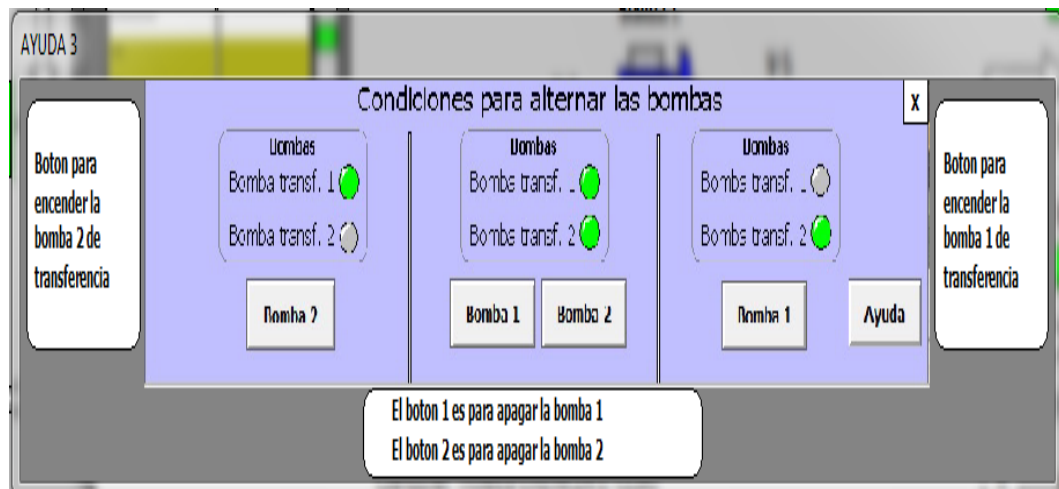


Figura 23. Ventana de cambiar transferencia E-COAT

Fuente: Henríquez (2018)

En la figura 24 está la ventana historial, donde se muestran los botones “nivel de E-COAT” y “Alarmas de E-COAT”, el primer botón abre una ventana como se ve en la figura 25 para ver el historial de nivel de E-COAT y en el segundo botón abre una ventana como se muestra en la figura 26, para ver el historial de alarmas.

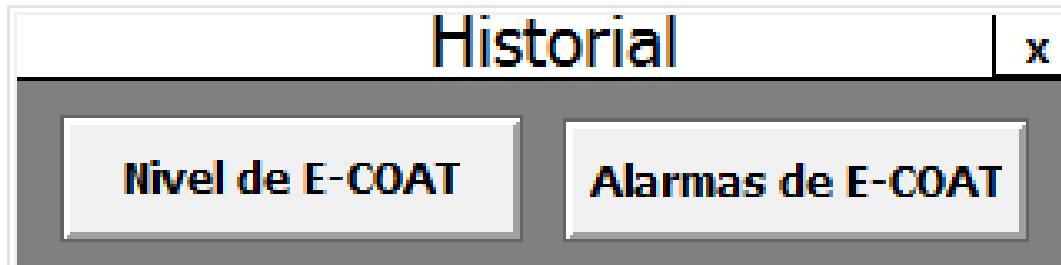


Figura 24. Ventana historial
Fuente: Henríquez (2018)

En la figura 25 se visualiza el historial del nivel del tanque de E-COAT para poder ver la hora y fecha exacta del nivel que tuvo el tanque en su momento, esta grafica es de mucha utilidad para los analista del departamento de ambiente, ya que ellos utilizan este tipo de información para llevar un registro de los niveles del tanque.

Actualmente lo hacen de forma manual pero con este sistema de supervisión pueden llegar a tener esos datos que estarían registrados en el SCADA y ya no tendrían que preocuparse de que se les olvide tomar ese dato todos los días.



Figura 25. Ventana historial de nivel
Fuente: Henríquez (2018)

En la Figura 26 se muestra las alarmas y eventos que ha tenido el proceso, donde se visualiza también la hora y la fecha exacta, también la prioridad y un comentario asociado al evento ocurrido, esta ventana es muy útil para el supervisor de la planta para supervisar y detallar cada evento que ha ocurrido mientras no está presente, de esta forma no tendrá que preocuparse que ocurran fallas y no se logren detectar en el momento justo.

Time	Operator	Name	Priority	Group	Alarm Comment
08/10/2018 09:15:58 a.m.	None	\$HistoricalLogging	999	\$System	\$HistoricalLogging
08/10/2018 09:15:58 a.m.	None	\$NewAlarm	999	\$System	\$NewAlarm
08/10/2018 09:15:58 a.m.	None	\$Operator	999	\$System	\$Operator
08/10/2018 10:58:40 a.m.	carlos	ACT6	5	AlarmasE-coat	nivel e-coat muy alto
08/10/2018 10:58:40 a.m.	carlos	mezcladore-coat	5	AlarmasE-coat	mezclador e-coat apagado
08/10/2018 10:00:39 a.m.	carlos	act3	2	AlarmasE-coat	nivel e-coat alto
08/10/2018 10:00:39 a.m.	carlos	ACT6	5	AlarmasE-coat	nivel e-coat muy alto
08/10/2018 09:48:30 a.m.	carlos	act3	2	AlarmasE-coat	nivel e-coat alto
08/10/2018 09:48:29 a.m.	carlos	act3	2	AlarmasE-coat	nivel e-coat alto
08/10/2018 09:48:27 a.m.	carlos	act3	2	AlarmasE-coat	nivel e-coat alto
08/10/2018 09:48:22 a.m.	carlos	act3	2	AlarmasE-coat	nivel e-coat alto
08/10/2018 09:48:20 a.m.	carlos	ACT6	5	AlarmasE-coat	nivel e-coat muy alto
08/10/2018 09:48:20 a.m.	carlos	act3	2	AlarmasE-coat	nivel e-coat alto
08/10/2018 09:48:19 a.m.	carlos	ACT6	5	AlarmasE-coat	nivel e-coat muy alto
08/10/2018 09:15:58 a.m.	None	mezcladore-coat	5	AlarmasE-coat	mezclador e-coat apagado

Displaying 15 to 29 of 29 alarms. Default Query 100 % Complete

Figura 26. Ventana historial
Fuente: Henríquez (2018)

En la Figura 27 de la ventana reporte se muestran dos botones, el primer botón es para ver el reporte de los eventos ocurridos en el proceso de E-COAT y el segundo botón es para generar el reporte, donde se actualiza el reporte existente añadiendo un nuevo reporte debajo del anterior como se muestra en la figura 28.



Figura 27. Ventana reporte
Fuente: Henríquez (2018)

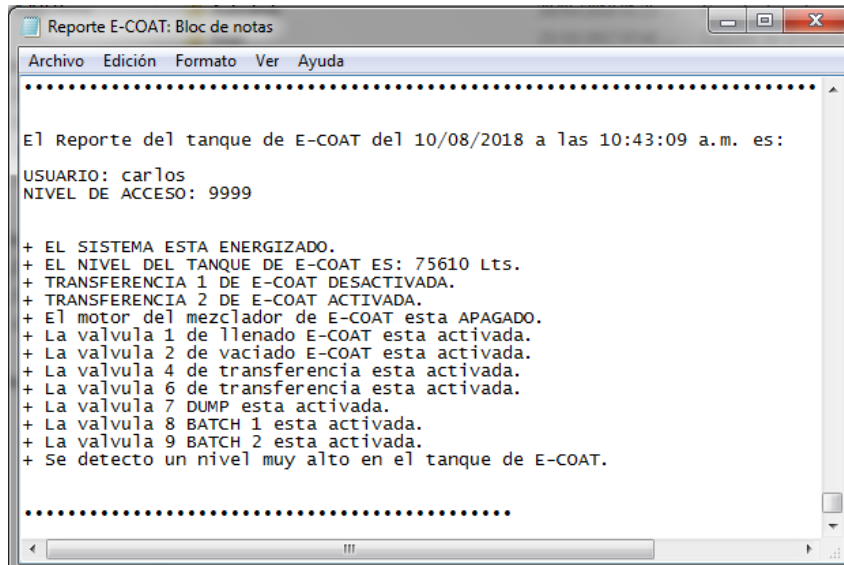


Figura 28. Reporte E-COAT

Fuente: Henríquez (2018)

En la figura 29 se muestra una ayuda explicando que hace cada botón de manera breve.

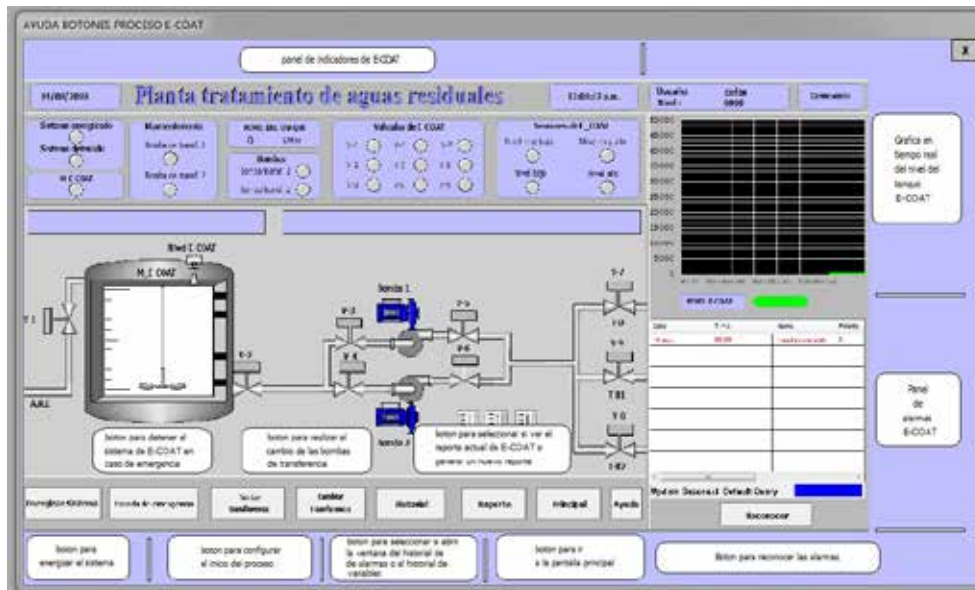


Figura 29. Ventana de ayuda para la ventana del proceso

Fuente: Henríquez (2018)

En la figura 30 se muestra la ventana de ayuda explicando cada boton de la portada.



Figura 30. Ventana de ayuda para la ventana de portada
Fuente: Henríquez (2018)

CONCLUSIONES

Se logró realizar un diagnóstico del sistema de control y de supervisión, según lo propuesto en el primer objetivo específico, explicando cómo se controla la planta de tratamiento de aguas residuales, que es a través de un operador.

También se describió el proceso de la etapa 1 de la P.T.A.R., a través de un diagrama de flujo y un esquema del proceso, donde se muestra cada sección de manera detallada para facilitar el entendimiento del proceso, esta información puede llegar a ser de mucha utilidad para el personal involucrado en esta propuesta.

Se realizó un análisis para seleccionar un PLC, según lo propuesto en el segundo objetivo específico, debido a que actualmente no poseen uno y es fundamental un dispositivo de control para dar inicio a esta propuesta.

También se elaboró una tabla mostrando la cantidad de entradas, salidas digitales y entradas analógicas, cuya información es muy útil para iniciar la programación de la automatización de la planta de tratamientos de aguas residuales, ya que se encuentra detallada los nombres de cada variable que se va a manipular junto con un comentario explicando la función de cada variable para la etapa 1.

Se seleccionó una electro-válvula esférica de aislamiento total modelo 115 AV, formando parte del segundo objetivo propuesto, para reemplazar las válvula manuales que hay actualmente en la P.T.A.R., para que se pueda abrir y cerrar las válvulas correspondientes de forma automática.

Se elaboró un análisis factible de la propuesta, según lo propuesto en el tercer objetivo específico, indicando la cantidad de equipos que se requiere, los costos que genera esta inversión y mostrando el tiempo de recuperación de inversión que tiene esta propuesta.

También se realizó un análisis explicando que en la industria se tiene el personal capacitado para llevar a cabo esta propuesta, tanto el personal mecánico como el eléctrico y electrónico.

Se diseñó en el software Wonderware InTouch 2014 R2 versión 10.0 el sistema de supervisión para la planta de tratamientos de aguas residuales, según lo propuesto en el cuarto objetivo específico, donde se realizó una muestra de lo que se puede llegar a hacer para el tanque de E-COAT, en el cual se puede monitorear las bombas de transferencia, se visualiza el nivel del tanque en litros a través de un panel de visualización, también se puede observar el historial de alarmas para que el supervisor pueda revisar con cuidado cada evento ocurrido durante su ausencia.

Se puede ver el historial de nivel del tanque indicando la hora y fecha exacta, en donde los analista del departamento pueden llegar a usarlo para llenar sus indicadores ambientales sin tener que preocuparse de que no se hizo la medición diaria de nivel por falta de personal y lo más importante generar un reporte indicando el usuario que actualmente está conectado junto con los eventos más importantes ocurridos durante el proceso de la P.T.A.R.

Para concluir se pudo cumplir con el objetivo general de proponer un sistema de supervisión para la planta de tratamiento de aguas residuales, incluyendo cada uno de los objetivos específicos.

RECOMENDACIONES

Recurrir a la descripción del proceso de la P.T.A.R. en la fase 1 para desarrollar la programación del PLC.

Utilizar la tabla con la lista de variables donde incluye todas las entradas y salidas tanto digitales como analógicas para facilitar la automatización del proceso.

Usar el análisis de la selección de una electro-válvula de la fase 2 para reemplazar las válvulas de la P.T.A.R., ya que cuentan con el personal mecánico necesario para realizar este trabajo y estas válvulas son las que pudieran adaptarse mejor a los procesos de la etapa 1.

Tener en consideración el análisis de factibilidad económica cuando se inicie el proyecto, ya que en la fase 3 se indica la cantidad de equipos que se requiere y muestra los precios aproximados que pueden llegar a tener cada uno de los equipos y señala el tiempo de recuperación de la inversión de la propuesta.

Utilizar la explicación del sistema de supervisión hecha en la fase 4 para capacitar al encargado de la P.T.A.R., ya que en esta fase está bien detallado el funcionamiento de cada una de las pantallas del sistema.

Después de implementar el proyecto capacitar a los analistas del departamento de ambiente para que puedan acceder al sistema solo a buscar información para sus indicadores, esto se puede hacer con sus usuarios configurados para que no modifiquen ni controlen el proceso sino que solo accedan al historial y a los reportes generados.

REFERENCIAS

Impresas

- Arias, A. y Piracoca, M. (2015). *Diseño e implementación de un sistema SCADA para monitoreo de flujo y temperatura del sistema de llenado aséptico de jugo maracuyá en la agro-industria frutas de la pasión C.LDTA*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.
- Acuña, B. (2012). *Modernización de la arquitectura del sistema de supervisión de la casa de máquinas I de la central hidroeléctrica Simón Bolívar*. Universidad Central de Venezuela, Venezuela
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica (6ta edición)*. Caracas, Venezuela. Editorial Episteme.
- Betancourt, J. (2015). *Diseño de un sistema de control supervisión y adquisición de datos (SCADA) para el monitoreo, supervisión y gestión del proceso de fabricación de láminas climatizadas en la empresa venezolana de cobertura (VENCOR)*. Universidad José Antonio Páez, Venezuela
- Tamayo, A. (2000), *El Proceso de la Investigación Científica (4ta edición)*. Caracas. Editorial NORIEGA.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006), *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas, 4ta edición. Editorial FEDUPEL.
- Cohen y Asin (2000). *Sistema de información para los negocios: un enfoque de toma de desiciones (3ra edición)*. México, editorial Graw Hill.
- Tamayo y Tamayo (2000). *El proceso de la investigación científica (2da edición)*. México. Editorial Limusa S.A. de C.V.
- Quevedo, M. (2013). *Formación docente en el uso de las tic sobre el marco del proyecto Canaima educativo en la escuela Bolivariana rural “La providencia” Estado Táchira*. Universidad José Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela

Metcalf & Eddy (1995). *Ingeniería De Aguas Residuales. Tratamiento Vertido y Reutilización* (3ra edición). Madrid editorial McGraw Hill.

Romero, J. (1999). *Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño* (1ra edición). Colombia, editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Electrónicas

El Proyecto Factible: una modalidad de investigación. (2007). Miranda. Disponible:
<http://www.redalyc.org/pdf/410/41030203.pdf>
[Consulta: 2017, Noviembre, 19].