

**ESTADO DEL ARTE DE LA AUTOMATIZACIÓN  
EN PLANTA 2 DE MEXICHEM RESINAS COLOMBIA**

**CARLOS JOSÉ PACHECO RUBIO  
ALBIS RAFAEL PALENCIA CADENA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y MECATRONICA  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. YC.**

**2008**

**ESTADO DEL ARTE DE LA AUTOMATIZACIÓN  
EN PLANTA 2 DE MEXICHEM RESINAS COLOMBIA**

**CARLOS JOSÉ PACHECO RUBIO  
ALBIS RAFAEL PALENCIA CADENA**

Minor en automatización Industrial

Monografía presentada como requisito para optar el título de ingeniero  
electrónico y mecatrónico respectivamente

Director

**MSc. JORGE ELICER DUQUE**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y MECATRONICA  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. YC.**

**2008**

**Cartagena, 7 de julio de 2008**

Señores

**Comité Curricular de Ingeniería**  
**Universidad Tecnológica de Bolívar**  
Ciudad,

Respetados señores:

Por motivo de la presente, nos permitimos informarles que la monografía titulada **“Estado del arte de la automatización en planta 2 de Mexichem Resinas Colombia”** ha sido desarrollada de acuerdo a los objetivos establecidos.

Como autores de la monografía, consideramos que el trabajo es satisfactorio y amerita ser presentado para su evaluación.

---

Carlos José Pacheco Rubio

---

Albis Rafael Palencia Cadena

**Cartagena, 7 de julio de 2008**

Señores

**Comité Curricular de Ingeniería  
Universidad Tecnológica de Bolívar**

Respetados señores:

Cordialmente me permito informarles que he llevado a cabo la dirección del trabajo de grado de los estudiantes Carlos José Pacheco Rubio y Albis Rafael Palencia Cadena, titulado **Estado del arte de planta 2 de Mexichem Resinas Colombia.**

---

Jorge Duque

**Ingeniero eléctrico**

**Director Programa de Ingeniería eléctrica y electrónica**

**Cartagena 9 de julio**

**A quien le interese**

Ciudad,

Los estudiantes Carlos José Pacheco Rubio y Albis Rafael Palencia Cadena identificados con cedula de ciudadanía 1128045840 de Cartagena y 1128044680 de Cartagena respectivamente, damos la autorización y el poder a la Universidad Tecnologica de Bolívar para que disponga de nuestra monografía de grado, para optar al título de ingeniería mecatrónica y electrónica respectivamente, denominada **Estado del arte de la automatización en planta 2 de Mexichem Resinas Colombia**, para todo lo que la institución considere pertinente.

Atentamente

---

Carlos José Pacheco Rubio  
cc. 1128045840 de Cartagena

---

Albis Rafael Palencia Cadena  
cc. 1128044680 de Cartagena

**Notas de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente de jurado**

---

**Firma jurado**

---

**Firma jurado**

**Cartagena de Indias D. T. y C., 9 de julio 2008**

A Dios por habernos brindado las oportunidades  
que nos han permitido ser lo que somos hoy.  
A nuestras familias por habernos brindado su apoyo  
incondicional para cumplir las metas que nos hemos  
propuesto en esta etapa de nuestras vidas en la que  
nos formamos como profesionales.

## **AGRADECIMIENTOS**

El desarrollo de este trabajo ha sido gracias a la colaboración de:

- GUARDIOLA, Luís. Ingeniero químico de planta 2 por permitirnos hacer la entrevista referente al proceso que se realiza en planta 2 para la obtención de PVC por suspensión.
- RAMOS, Víctor. Instrumentista de gran experiencia por permitirnos brindarnos su tiempo en cuanto a la explicación del funcionamiento de los equipos en campo y como se encuentran interconectados con el sistema de control.
- DUQUE, Jorge. Director programa Ingeniería Eléctrica y Electrónica por asesorarnos en la estructuración de este trabajo.

Personas que nos apoyaron al habernos brindado su tiempo y parte su experiencia, muchas gracias.



## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS</b>	<b>3</b>
<b>1. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA</b>	<b>4</b>
<b>1.1. RAZÓN SOCIAL</b>	<b>4</b>
<b>1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA</b>	<b>5</b>
<b>2. PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA</b>	<b>6</b>
<b>2.1. PROCESO DEL PVC EN SUSPENSIÓN</b>	<b>6</b>
<b>2.2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE SPVC EN PLANTA 2</b>	<b>7</b>
<b>3. ESTADO DEL ARTE: PIRÁMIDE DE AUTOMATIZACIÓN</b>	<b>15</b>
<b>3.1. PRIMER NIVEL: CAMPO</b>	<b>17</b>
<b>3.1.1. Temperatura</b>	<b>17</b>
<b>3.1.2. Presión</b>	<b>20</b>
<b>3.1.3. Nivel</b>	<b>25</b>
<b>3.1.4. Flujo</b>	<b>27</b>
<b>3.1.5. Válvulas de control y actuadores</b>	<b>29</b>

<b>3.2. SEGUNDO NIVEL: CONTROL DE PROCESO. Sistema de control: PROVOX FISHER</b>	<b>31</b>
<b>3.2.1. Niveles de control. Ciclo de control de batch. Control discreto y regulatorio. Unidad de control de operaciones</b>	<b>32</b>
<b>3.2.2. Consola e interfase de producción</b>	<b>35</b>
<b>3.2.3. Estructura del control general y específico</b>	<b>36</b>
<b>3.3. TERCER NIVEL: PLANIFICACIÓN Y CTRL GESTIÓN</b>	<b>42</b>
<b>3.4. CUARTO NIVEL: PLANIFICACIÓN DE RECURSOS EMPRESARIALES (ERP) – SAP</b>	<b>43</b>
<b>4. OPTIMIZACIÓN DEL USO DE ACTIVOS DE LA EMPRESA</b>	<b>46</b>
<b>5. PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS</b>	<b>48</b>
<b>5.1. REVISIÓN CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN</b>	<b>48</b>
<b>5.2. CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS</b>	<b>48</b>
<b>6. IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>52</b>
<b>7. ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN</b>	<b>58</b>
<b>8. SEGURIDAD INTEGRADA</b>	<b>60</b>

<b>9. ENCUESTA DEL PERFIL PROFESIONAL DE LA AUTOMATIZACIÓN EN CARTAGENA DE INDIAS</b>	<b>63</b>
<b>9.1. EVALUACIÓN DE DOMINIOS DE DESEMPEÑO</b>	<b>64</b>
<b>9.2. EVALUACION DE TAREAS DE LOS DOMINIOS DE DESEMPEÑOS</b>	<b>65</b>
<b>9.2.1. Estudios De Factibilidad</b>	<b>65</b>
<b>9.2.2. Definición</b>	<b>66</b>
<b>9.2.3. Desarrollo</b>	<b>67</b>
<b>9.2.4. Implementación</b>	<b>68</b>
<b>9.2.4. Operación y Mantenimiento</b>	<b>69</b>
<b>CONCLUSIONES GENERALES</b>	<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>72</b>

## INTRODUCCIÓN

Una de las tareas más importantes para abordar el análisis de la problemática local y regional es estudiar con cierto detalle la realidad que nos rodea. Uno de estos detalles es el estudio de la realidad de la automatización industrial cuyo objetivo primordial se centra en identificar las fortalezas y debilidades de la automatización industrial en Cartagena cuyo foco se centra en la zona de Mamonal, sector donde se encuentran hoy en día más de un centenar de empresas.

De acuerdo a estudios hechos por la prensa local<sup>1</sup>, la Zona Industrial de Mamonal, en los últimos 4 años, pasó de tener 113 empresas a 170, lo que significó un crecimiento del 50,4% en número de nuevas compañías (57 en total) instaladas en esa área de la ciudad.

Algunas de ellas han comenzado a ampliar su infraestructura como Argos que ya inició los primeros movimientos de tierra para su nueva planta en Mamonal, antigua sede de Álcalis (Ver figura 1), Propilco que inicio la instalación de nuevos silos para el almacenamiento de productos, Petroquímica que ha sido adquirida por el grupo Mexichem y la cual se encuentra elaborando un proyecto para el montaje de un nuevo sistema de automatización llamado YOKOGAWA que es el punto básico de este trabajo.

La mayoría de empresas industriales en Mamonal exigen un alto grado de automatización, que va desde elementos básicos como lo son los instrumentos de campo hasta los sistemas de administración y esto debido a los altos peligros, precisiones en recetas, optimización de procesos, manejo de pedidos (área comercial) y mantenimiento que requieren cada uno de los procesos de transformación de la materia prima

con el fin de obtener un producto final deseado que cumpla con los estándares establecidos por la propia empresa u otras entidades.

Algunos ejemplos de empresas en el sector de Mamonal que implementan la automatización como herramienta fundamental en la elaboración de sus productos son ECOPETROL, Petroquímica, Biofilm, Cabot, Abocol, Propilco, Lamitech, Dexton, Achacar, Polyban, Cellux entre otras.

El desarrollo de esta monografía va encaminada al estudio y análisis del estado del arte de la automatización de la empresa petroquímica Mexichem resinas de Colombia en una de sus tres plantas que la conforman (Planta de Copolímeros, Planta suspensión y Planta Emulsión).

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio sobre la automatización industrial en Mexichem Resinas de Colombia, conociendo los avances que la empresa tiene en dicho campo para estar al tanto de tecnologías utilizadas y de sus necesidades en automatización y realizar un análisis de las fortalezas y falencias del sector industrial de Cartagena y así contribuir con soluciones efectivas.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un recorrido de la planta para obtener información detallada de los instrumentos involucrados en la automatización.
- Realizar entrevistas con los ingenieros de proceso y de instrumentación de la planta.
- Conocer y describir el proceso industrial de Mexichem Resinas de Colombia.
- Identificar cada nivel de la pirámide de automatización Mexichem Resinas de Colombia.
- Analizar los aspectos a resaltar en la optimización del uso de los activos en la empresa, impacto ambiental, seguridad y el manejo de información, identificando los factores que benefician a la empresa.

## 1. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

### 1.1 RAZÓN SOCIAL

Mexichem es un grupo mexicano de empresas químicas y petroquímicas que integra principalmente dos cadenas productivas: Cadena Cloro-Vinilo y Cadena Flúor. Una de las empresas del grupo Mexichem que participa en la cadena Cadena Cloro – Vinilo es Mexichem Resinas Vinílicas que cuenta con tres plantas industriales: dos en México y una en Cartagena Colombia.

La planta de Cartagena fue adquirida a Petroquímica Colombiana en marzo de 2007 y está localizado en el complejo industrial de Mamonal, donde se producen resinas de suspensión, emulsión y especialidades con una capacidad instalada de más de 400,000 toneladas anuales.

Figura 1. Planta de Mexichem Resinas de Colombia



Fuente: [http://mexinet/home/biblioteca\\_fotos\\_videos.html](http://mexinet/home/biblioteca_fotos_videos.html)

Resinas Colombia S.A.

## **1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA<sup>(2)</sup>**

Petroquímica Colombiana PETCO (Actualmente Mexichem Resinas de Colombia) ha estado produciendo una variedad de resinas de PVC desde 1965. Asentada en una extensión de terreno de aproximadamente 29 hectáreas, la empresa posee una franja de 1 hectáreas con orilla sobre la bahía de Cartagena.

Cuenta allí con las siguientes instalaciones industriales: 2 plantas de PVC de Suspensión, con capacidad para 295.000 toneladas por año de homopolímero, 5.000 de Copolímero y 1 planta de PVC de Emulsión con 26.000 toneladas por año y una planta de compuesto (Antiguamente llamada GEON )

La planta que será tomada como referencia en este estudio es la planta de Suspensión (SPVC), cuyo sistema de automatización actual está soportado principalmente con DCS de tecnología de la compañía FISHER-PROVOX. En la actualidad existen planes de migrar dicha tecnología a otra suministrada por la firma YOKOGAWA para finales del año 2008. Además del sistema de control que rige a cada planta, todas ellas se encuentran ligadas a un sistema de gestión llamado SAP, usado para la planificación de recursos empresariales (ERP) que es nivel más alto de la pirámide de automatización.

Este sistema de gestión implementado por toda la empresa a nivel de todas las cadenas de producción de Mexichem, también será estudiado en esta monografía ya que uno de los objetivos es identificar a la planta en cada uno de los niveles de la pirámide de automatización.



## **2. PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA**

### **2.1 PROCESO DEL PVC EN SUSPENSIÓN <sup>(3)</sup>**

La cadena de Cloro – Vinilo del grupo Mexichem produce resina de PVC que es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo (MVC) a policloruro de vinilo (PVC). La resina que resulta de esta polimerización es la más versátil de la familia de los plásticos; pues además de ser termoplástica, a partir de ella se pueden obtener productos rígidos y flexibles. A partir de procesos de polimerización, se obtienen compuestos en forma de polvo o pellet (Planta Compuestos – GEON -), plastisoles, soluciones y emulsiones.

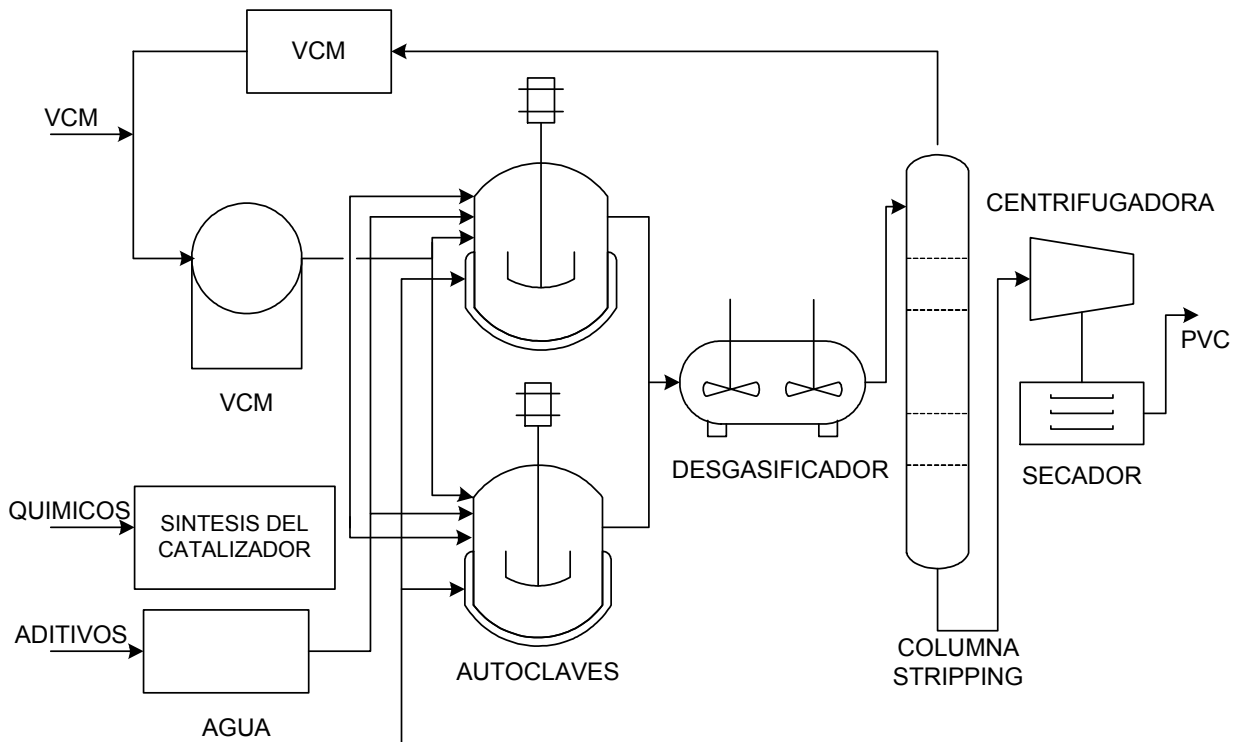
El proceso de suspensión se obtiene homopolímeros y copolímeros y es el más empleado, correspondiéndole cinco octavas partes del mercado total. El proceso se lleva a cabo en reactores de acero inoxidable con cargas de 15,000 Kilogramos, en donde se emplean como agentes de suspensión la gelatina, los derivados celulósicos y el alcohol polivinílico, (iniciadores) en un medio acuoso de agua purificada, aereada o desmineralizada.

Después del final de la reacción (Alrededor de 4 horas), se agotan los reactores y la mezcla de agua y PVC es separada del monómero no reaccionado. El PVC es centrifugado, secado y embalado. El agua es reciclada o tratada en la unidad de tratamiento de efluentes.

Como el MVC tiene propiedades tóxicas, es muy importante que no se libere para la atmósfera ni permanezca en el producto. Por eso, varias etapas del proceso y las características de los equipamientos donde él ocurre, fueron concebidas para evitar tales pérdidas: esto asegura que las resinas contengan sistemáticamente menos que 1g de MVC por tonelada

de PVC. Un esquema general del proceso de suspensión se muestra en la figura 2.

Figura 2. Obtención PVC por suspensión en Solvay Martorell.



Fuente: <http://www.solvaymartorell.com>

## 2.2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE SPVC EN PLANTA 2 <sup>(4)</sup>

El proceso de la planta inicia con el recibo y almacenamiento de MVC (mono cloruro de vinilo), mostrado en la figura 3 y 4, que es la materia prima principal de la empresa traído desde el exterior por medio de buques que llegan la muelle. Del muelle es llevado hasta los tanques salchichas y/o esferas donde es almacenado para luego ser usado en los reactores que se encargan del proceso de polimerización. Además de este ingrediente, también se adicionan otros ingredientes que son el agua desmineralizada, agente de suspensión, buffer, iniciador y finalizador en ciertas etapas del proceso.

Figura 3. Proceso de almacenamiento de MVC.

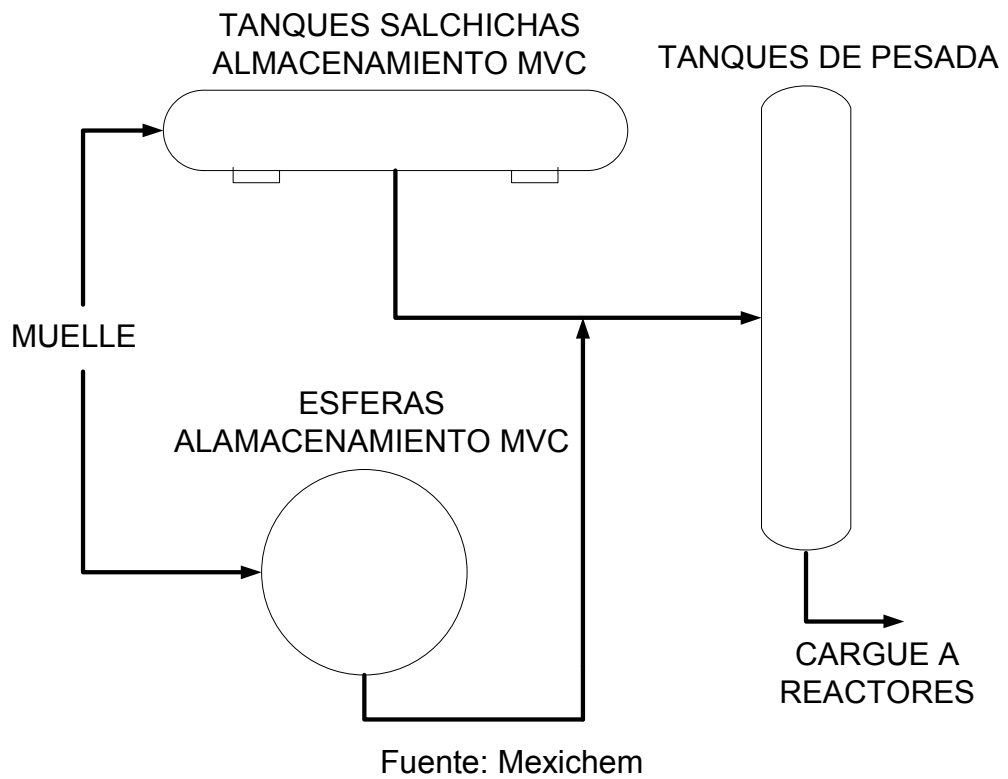


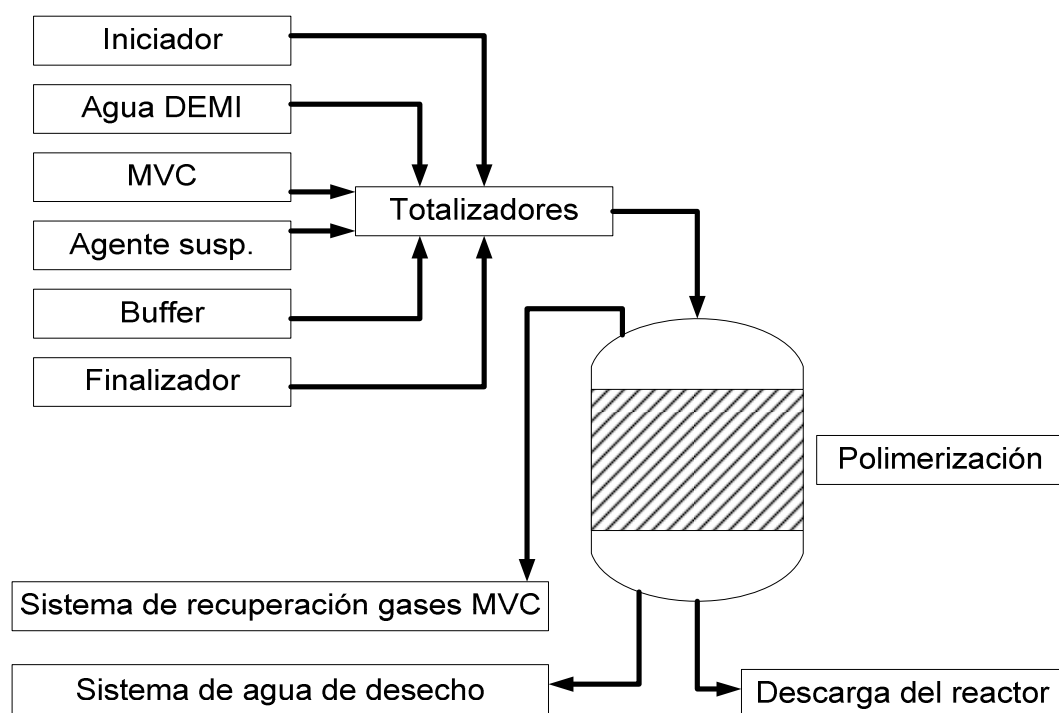
Figura 4. Almacenamiento de MVC en las esferas (4 esferas)



Fuente: <http://www.mti.eu.com/images/storagesphere225319.jpg>

Inicialmente comienza con el cargue continuo de agua y MVC (liquido) que van siendo mezclados con un agitador, instalado en el reactor, para que se homogenicen, a la vez de van adicionando los agentes y buffer (deben estar en suspensión) entre los que afectan propiedades físicas del PVC tal como su viscosidad, tamaño, porosidad y PH estable.

Figura 5. Proceso de cargue de reactor.



Fuente: Mexichem

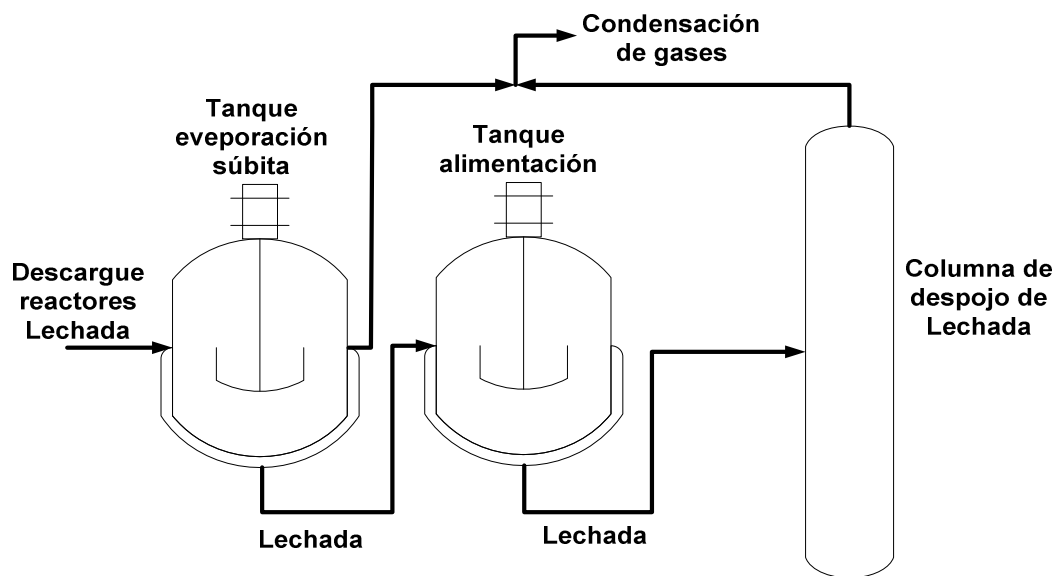
Luego de que estos agentes son adicionados a la carga, se agrega el iniciador el cual da comienzo a una reacción exotérmica por lo que hay que controlar la temperatura por medio de las chaquetas, ya sea por agua de refrigerada o amoniaco dependiendo de la línea de producción.

Por cuestiones económicas, no es rentable hacer reaccionar completamente el MVC pues el proceso de reacción tomaría mucho tiempo. Entonces, luego de haber transcurrido alrededor de 3 ½ a 5, la

reacción es finalizada al agregarle el terminante a base de peróxido llamado ATCC y se procede a evacuar el reactor.

Luego de que se ha hecho la reacción se obtiene la llamada “lechada” de PVC que viene siendo la mezcla de agua en suspensión, PVC producido, aditivos empleados y MVC que no reaccionó (20% de MVC agregado), este último ingrediente es la razón por la cual se manda la lechada al sistema de despojo pasando primero por un tanque (tanque flash) el cual se encuentra a baja presión para que el MVC (estado gaseoso) sea absorbido mientras que la lechada es agitada para que los gases sigan ascendiendo y siendo absorbidos por la parte superior del tanque haciéndose el primer despojo donde el MVC recuperado en este sistema es llevado a los condensadores que se encargan de llevarlo de estado gaseoso a líquido para ser nuevamente reutilizado.

Figura 6. Sistema de despojo



Fuente: Mexichem

Seguidamente, el sistema de despojo continúa con las columnas donde la lechada es sometida a un proceso térmico para un segundo proceso de

despojo por medio de la inyección de vapor que libera aun más el MVC de la lechada que es llevado también a los condensadores.

Figura 7. Columnas de despojo de metanol usado por A. H. Lundberg Associates, Inc.



Fuente: [www.lundbergassociates.com/](http://www.lundbergassociates.com/)

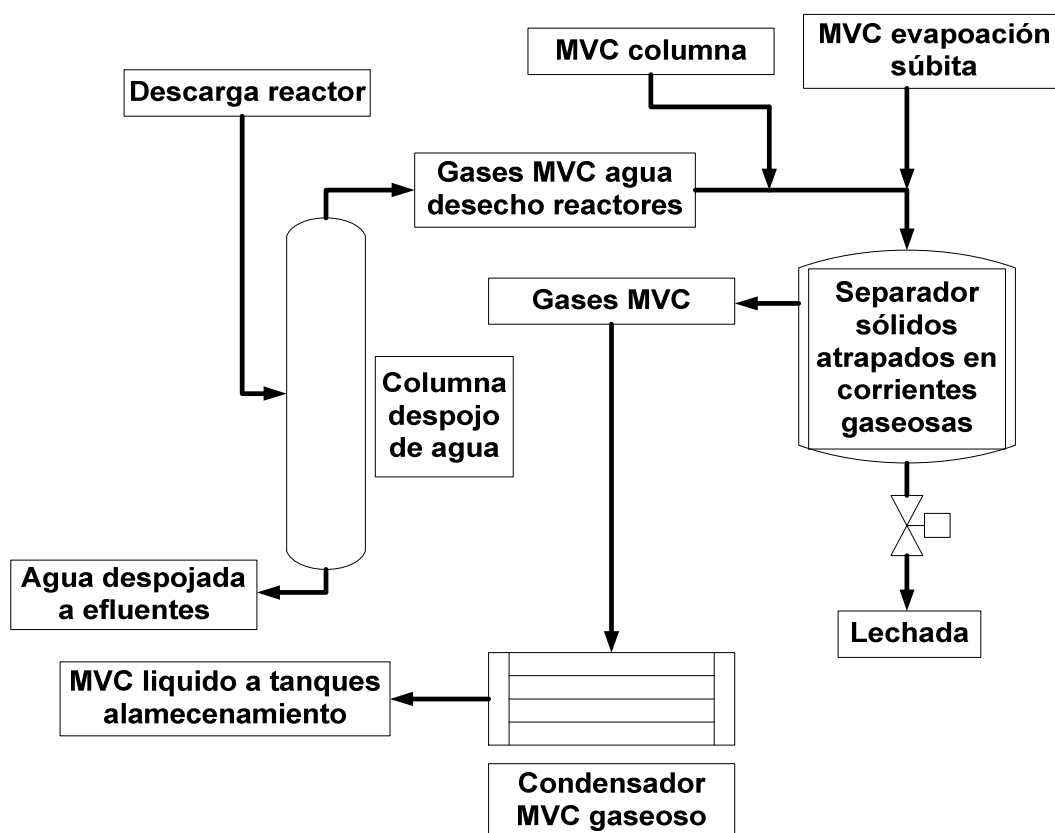
La lechada que ha pasado por las columnas de despojo tienen alrededor de un 20% de agua por lo que es llevada a una centrifuga y unos tornillos transportadores que la llevan hacia el secador rotatorio que en su interior fluye aire caliente el cual deja la torta (lechada pasada por centrifuga) con 0.5% de agua correspondiente a su peso. Esta agua separada de la lechada es llevada a un sistema de recuperación donde es tratada para su reutilización.

Después de esto la resina, ya seca, es arrastrada hasta unas cribas donde son separadas las fracciones mayores a 425 micrones y luego es llevada a distintos silos de almacenamiento y finalmente son empacadas por las diferentes estaciones de empaque o despachadas a semi-granel.

Mientras sucede todo este proceso de recuperación de MVC, donde ya el reactor ha sido evacuado totalmente, el reactor es llenado con agua mezclada con noxol (químico que evita que la lechada se pegue a las paredes, en este caso del reactor), el agua es agitada para arrastrar la lechada que quedo dentro de este.

Esta mezcla es llevada a una columna de despojo, en la cual se inyectan químicos que ayudan a recuperar más MVC, llevado a los condensadores y luego a tanques de almacenamiento para su reutilización mientras que el agua despojada en su totalidad de MVC se desecha.

Figura 8. Sistema de despojo MVC de agua



Fuente: Mexichem

Además de cada sistema que forma parte directa de la producción de la planta, esta está formada por muchas áreas en las cuales se establece una prioridad en el control de una o mas variables de proceso, estas áreas son:

Área de reacción - Reactores -.

Área de despojo

Área de agua desmineralizada - Agua DEMI -

Área de recuperación MVC.

Área de secado.

Área de almacenamiento y empaque

Área de pigmentos y aditivos comunes (iniciadores).



Área de MVC (almacenamiento y cargue)

Área de agua recuperada.

En el aspecto de seguridad industrial, existen áreas que son comunes en todas las plantas, entre las cuales se encuentran:

Red contra incendio

Cromatógrafos

Detectores de fuego y calor

Explosímetros

SNIFFER

Por otro lado, todas las plantas dependen del suministro de servicios generales con los cuales pueden funcionar, tales servicios son

Sistema de aire. Ejemplo: Válvulas neumáticas SOV y VSP.

Sistema de gas natural (secadores).

Sistema de tratamiento de efluentes.

Sistema de refrigeración.

Sistema de amoníaco.

Sistema de agua de torres

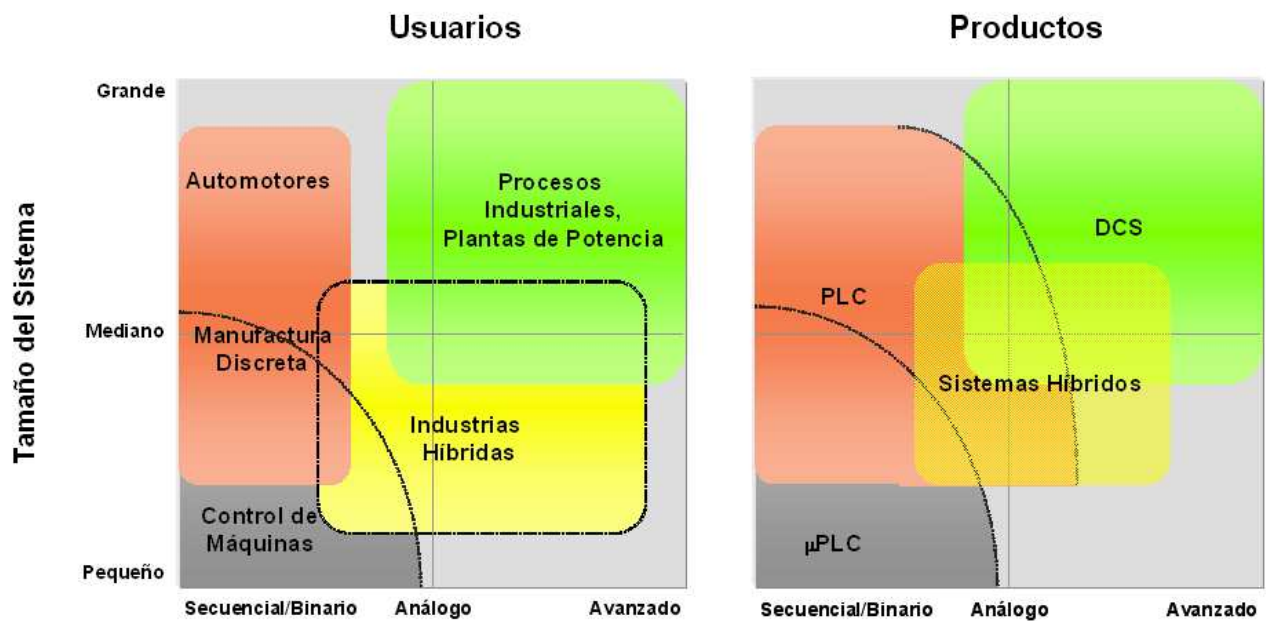
Sistema eléctrico.

Hoy en día, esta es la planta más eficiente y más productiva de la empresa, llegando a un promedio de 25.000 toneladas por mes de producción de PVC mientras que otras plantas como planta 1 producen 2.500 toneladas por mes. Y esta es una de las principales razones por las cuales se ha escogido el sistema de control de esta planta pues es mas amplio al tener adquiridos en su control muchísimos mas sistemas y elementos en el campo, eso incluye válvulas, transmisores, sensores, motores etc.

### 3. ESTADO DEL ARTE. PIRÁMIDE DE AUTOMATIZACIÓN <sup>(5)</sup>

Desde un punto de vista una empresa es una estructura en la que se establecen procesos de producción que dependen de ciertos parámetros de entrada tales como materia prima, pedidos de los clientes y energía que requiere para poder ejecutar los procesos y que, dependiendo del tipo de procesos que realice, implementa un tipo de tecnología y de planta con las cuales pueda obtener un mayor control de los procesos (Figura 9).

Figura 9. Plantas y tecnologías respecto a la infraestructura y control.



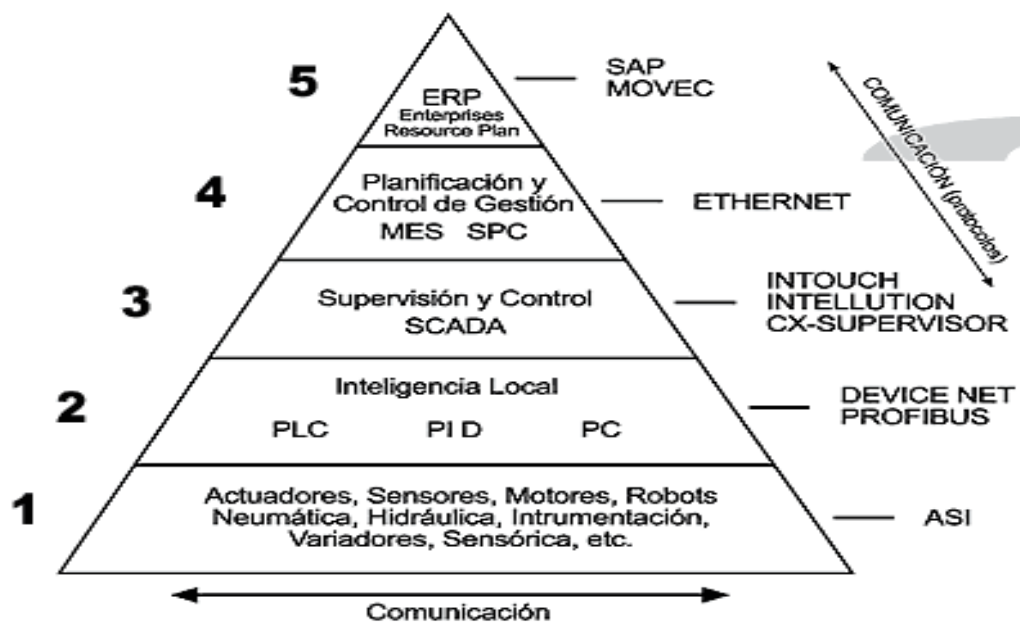
Fuente: “Estado del Arte” de la Automatización Industrial en Cartagena de Indias. Jose Luis Villa

La tecnología del proceso en Mexichem se basa en sistemas de control distribuido que emplean plantas de potencia que son de gran tamaño y están bajo un control avanzado. Esta empresa pertenece a la industria

petroquímica, que utilizan el petróleo o el gas natural como materias primas para la obtención de productos, en este caso la resina de PVC.

Sin embargo todos los procesos industriales tienen que tener un tipo de interacción con el área administrativa (ventas, finanzas, mantenimiento) de la empresa con el fin de que haya una mayor integración, mejor control, planeación, desarrollo, dirección hacia las metas que la empresa deba cumplir. Y es aquí donde se aplica el concepto de la pirámide de automatización la cual establece las relaciones que entre cada una de las áreas de la empresa, desde instrumentos hasta la administración de la empresa, y es la definición del estado del arte de la automatización en que la se analizará a la empresa en cada uno de los niveles de dicha pirámide (Figura 10).

Figura 10. Pirámide automatización.



Fuente: [www.impecosmc.com](http://www.impecosmc.com)

### **3.1. PRIMER NIVEL: CAMPO <sup>(6)</sup>**

#### **TRANSMISORES, SENSORES, SWITCHES, INDICADORES Y VÁLVULAS DE CONTROL.**

En la planta 2 de la empresa (SPVC), se utilizan en su mayor parte instrumentos inteligentes, transmisores, los cuales están conformados por una etapa sensora (sensor), la cual establece una variable eléctrica sea de corriente o tensión dependiendo de la intensidad de la variable de proceso que este sensando, variables como temperatura, presión, potencia, nivel, flujo y analizadores de sustancias tales como cloro.

La variable de proceso que se tiene más en cuenta en la ejecución del proceso es la de temperatura y mucho mas en la etapa de polimerización (funcionamiento de los reactores) y por esta razón los ingenieros de planta han requerido el montaje de más de un sensor de temperatura en cada reactor, con el fin de garantizar una lectura confiable de la temperatura pues es una variable critica dentro de este proceso.

Como se ha mencionado anteriormente, la empresa tienen en cuenta muchas variables de proceso por lo que se han implementado una gran diversidad de instrumentos de campo aplicados a la medición de todas estas variables:

#### **3.1.1. TEMPERATURA**

##### **INDICADORES**

Los llamados TI (temperature indicator) son implementados en muchas áreas de las plantas pues, como se ha mencionado, la temperatura es la variable mas prioritaria en todos los procesos que desarrolla la planta y por tal razón es indispensable tener un control total de esta variable que

va desde el sistema de control en el DCS hasta el control en el campo donde los operadores puedan visualizar la temperatura localmente y de ser necesario tomar decisiones en el caso que se presente alguna emergencia al observar un valor anormal de temperatura en el sistema.

Un ejemplo de esto es el sistema de secado de aire en donde la temperatura es crítica pues se trata del aire que usa toda la planta para el funcionamiento óptimo de equipos, hay que recordar que es indispensable que el aire sea seco (no tenga humedad) para un correcto funcionamiento de los equipos y evitar daños en los circuitos eléctricos que hay dentro de estos. Este estado óptimo del aire se logra por el calentamiento del aire que pasa a través de rejillas de sílica las cuales absorben la humedad al calentarlas, pero en caso de que haya una sobre temperatura, estas rejillas se pueden dañar y liberar la sílica y mezclarla con el aire lo cual sería un desastre en todo el sistema de aire produciendo taponamiento en las tuberías de aire y mal funcionamiento en los elementos tales como válvulas.

## SWITCHES

En general, este elemento cumple una función importante en la protección de equipos implementados para el apagado de equipos y generación de alarmas en el DCS, en el caso de temperatura se implementa mucho en los equipos de sistema de refrigeración para la generación de alarmas por baja temperatura en el agua refrigerada que va hacia los tanques de agua refrigerada para enviar a las chaquetas de los reactores para controlar la temperatura de reacción alrededor de los 150° C. Por otro lado también se implementa en los arrancadores de motores (contactores térmicos) para controlar la corriente que circula por ellos en su etapa de arranque.

## SENSORES

La mayoría de los sensores de temperatura son TERMOCUPLAS y RTD's, alrededor de 500 en todas las plantas. Estos sensores son implementados en los reactores donde se montan alrededor de 6 termocuplas por reactor pues se tratan de elementos muy críticos y es necesario establecer una redundancia y evitar falsas emergencias por sobre temperatura cuando uno de estos elementos fallen.

Estos elementos van directamente al DCS en donde se conectan a una tarjeta que se encarga de procesar la señal de resistencia y enviar una señal eléctrica a las tarjetas de entrada sistema de control que a su vez permite visualizar esta variable en los monitores.

## TRANSMISORES

La planta cuenta con transmisores de temperatura de diverso fabricantes, ROSMOUNT, FOXBORO. Pero como ya se trato de mencionar anteriormente, la variable de temperatura es la más controlada y por tal razón se han implementado en su gran parte más SENSORES en lugar de transmisores.

Estos transmisores, al igual que los trasmisores de otras variables, cuentan con comunicación HART con la cual el instrumentista se puede comunicar con el dispositivo y hacer una respectiva calibración, configuración, prueba de lazo (loop test) del equipo.

Figura 11. Transmisores de temperatura, sensores y termo pozos



Fuente: Rosemount Product Manual

### 3.1.2. PRESIÓN

#### INDICADORES

Los llamados PI (Pressure indicator) son los tipos de indicadores mas encontrados en la planta pues se trata de una variable de proceso que puede usarse para medir otras variables además de ella misma, tal es el nivel de llenado de los tanques y reactores pues al conocer las dimensiones del tanque y/o reactor y la densidad de la sustancia contenida en él, se puede calcular el nivel, y es aquí del porque muchos transmisores de nivel tienen el mismo principio de medición de un transmisor de presión.

En la planta estos PI pueden ser encontrados además en las bombas para verificar correcto funcionamiento de esta, hay que tener en cuenta de que si no hay presión suficiente la bomba cavaría y como no se cuenta

con transmisores para todas las bombas usadas en la planta, en el DCS no se ve reflejado este fenómeno y terminaría dañándose, por lo que estos elementos son indispensables para que el operador en campo para que apague la bomba manualmente cuando se presente este fenómeno.

Respecto a los tanques cerrados se cuenta con manovacuumetros que se utilizan para medir vacío pues muchos de estos tanques requieren que no haya presencia de partículas de aire tal es el caso de los tanques que almacenan MVC y MVA (materia prima usada en planta 1), en estas aplicaciones es necesario instalar los PI con sellos con el fin de que no haya deterioro del elemento, estos sellos lo que hacen es transmitir la presión del tanque al instrumento por medio de un liquido que tiene en su interior (glicerina). Un sello usado para proteger el instrumento es mostrado en la figura 12.

Figura 12. Sello/Brida



Fuente: Rosemount Product Manual

## SWITCHES

Estos switches en especial se utilizan para proteger a las bombas y los agitadores de los tanques y/o reactores que se encuentran dentro de una secuencia programada, secuencias como el cargue de los reactores y



recuperación de MVC, pues como se ha explicado anteriormente es necesario evitar que se presente cavitación en estos elementos y evitar que sufran algún daño.

De esta manera los switches de presión pueden enviar una señal de alarma o hacer una secuencia de shut down de esta desde el DCS ya sea automáticamente o manualmente por los operadores que vean la alarma.

En la planta se pueden encontrar switches configurados para alta presión y baja presión los cuales pueden ser aplicados para diferentes funciones. Uno de los usos de los switches de presión se da en las bombas WOMAN las cuales se utilizan para hacer el lavado de los reactores cuando producción se dispone a cambiar el producto.

Estas bombas en especial puede generar chorros de agua a una presión de 6000Lb, la cual es la necesaria para que todos los residuos pegados a las paredes internas del reactor sean quitados y desechados por el drenaje. El sistema de apagado automático de esta bomba por baja presión se hace por medio de un switch de presión el cual es calibrado cerca de 50PSI, cuando hay una presión más baja que esta un contacto se abre y se interrumpe la alimentación de tensión al motor de la bomba y esta termina finalmente apagándose.

Por otro lado, los switches para alta presión son implementados en los discos de ruptura los cuales tienen una función fundamental y es evitar la sobre presión de un tanque o una línea haciendo que haya un venteo ya sea en el tanque o en la línea por medio de la apertura de un disco que ha sido disparado por el switch.

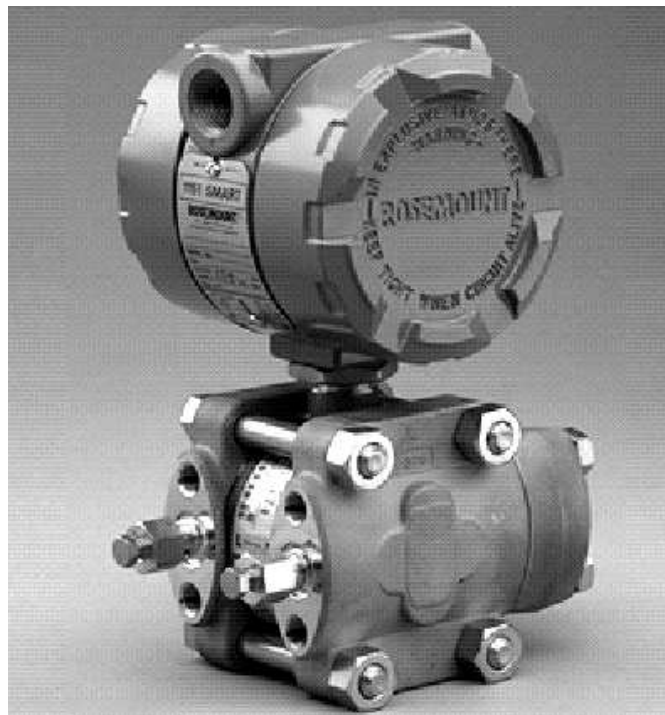
Estos switches también se encuentran implementados en las calderas que se encargan de producir calor para la generación de vapor que es

usado en el proceso, evitando que estas se sobre presionen por medio de un shut down automático o alarma del sistema localmente y en el DCS.

## TRANSMISORES

Los transmisores de presión son los transmisores más encontrados en la planta. Estos se utilizan principalmente en los reactores, columnas de despojo, sistema de aire y de vapor. Muchos de estos transmisores son inteligentes, manejan comunicación por protocolo HART y en su gran mayoría son de marca ROSEMOUNT tal como el que se muestra en la figura 13.

Figura 13. Transmisor de presión inteligente MODEL 1151



Fuente: Rosemount Product Manual

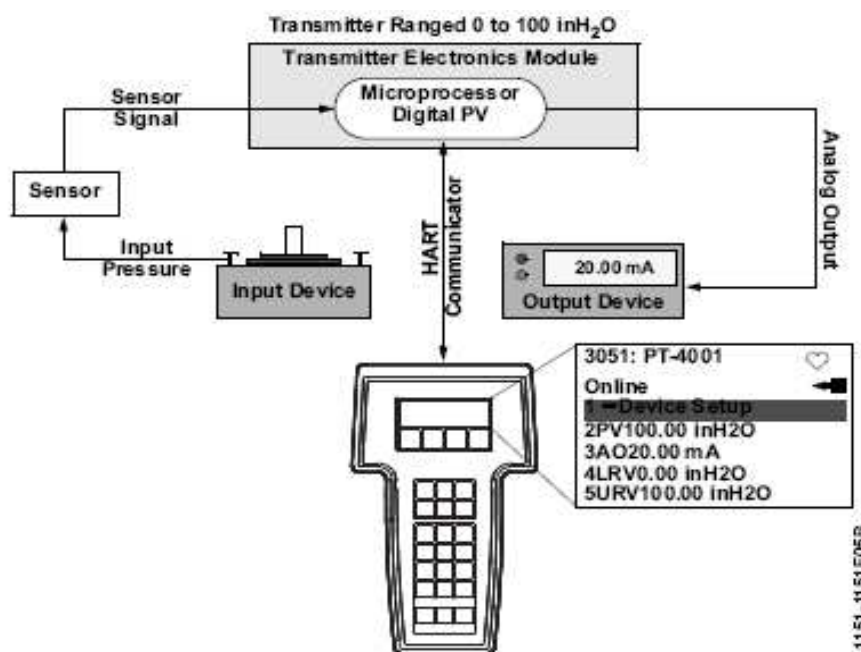
Los transmisores HART pueden procesar los dos tipos de señales: corriente de 4-20 mA y señal digital (a través del protocolo HART) tal como se muestra en la figura 14.



La característica principal de estos transmisores es que utilizan capilares los cuales transmiten la presión hasta una celda que se deforma generando una variación de capacitancia la cual es procesada por el transmisor y finalmente es generada una corriente de 4 a 20mA hacia el DCS.

La calibración de estos equipos de la planta se realiza por medio de la comunicación HART, mostrada en la figura 16, donde se puede configurar, medir la variable de proceso (PV) y también generar dicha variable de proceso para verificar su calibración en el DCS.

Figura. 16 Conexión para calibración del transmisor de presión HART



Fuente: Rosemount Product Manual

### 3.1.3. NIVEL

En la planta se encuentran instalados básicamente dos tipos de transmisores de nivel de acuerdo a su principio de funcionamiento:

- Medición de nivel por presión
- Medidor de nivel tipo radar

El más común es el que funciona bajo el principio de presión pues, conociendo la densidad del producto y la presión en el tanque se puede calcular el nivel.

Otro tipo de transmisor de nivel es el de radar. El funcionamiento del radar se basa en la emisión y recepción de microondas, las cuales rebotan en la parte superior de la sustancia contenida en un recinto. Dicho rebote es captado por una antena y la diferencia de tiempo entre la emisión y la captación de la onda, determina el cálculo del nivel del tanque.

Figura 17. Transmisor de nivel tipo RADAR



Fuente: Rosemount Product Manual

### 3.1.4. FLUJO

La variable de flujo es otra de las de mayor importancia dentro del proceso al igual que la temperatura en el sistema de cargue pues las especificaciones de una determinada receta exigen un estricto seguimiento de una receta. Debido a esto, es indispensable controlar la cantidad que cada ingrediente que se carga en el reactor. En consecuencia, en la planta se pueden encontrar medidores de flujo tipo coriolis y tipo electromagnético.

Los de tipo electromagnético se utilizan en las líneas que salen hacia los sistemas de despojo (tanques flash y columna de despojo) para controlar la cantidad de lechada que entra. Este tipo de transmisor registra una variación de tensión inducida que depende directamente de la velocidad del fluido con propiedades conductivas. Por lo tanto, son adecuados para medir el flujo de la lechada, la cual presenta cierto grado de conductividad. En la figura 18 se muestra un transmisor de tipo electromagnético.

Figura 18. Transmisor de flujo tipo electromagnético



Fuente: Rosemount Product Manual

Por su parte, se utilizan los medidores másicos basados en el efecto coriolis cuando se trata de un control mas critico del flujo de una sustancia. Los medidores de efecto coriolis tienen un margen de error del 0.1%, y presentan otras muchas ventajas como medición temperatura y totalización.

Además de otros sistemas, los medidores de flujo tipo coriolis han sido implementados en en forma redundante en las líneas de MVC y agua para el cargue de los reactores. Esta redundancia garantiza un correcto cargue del los reactores pues la salida de servicio de uno de los medidores másicos no afectaría la producción sino que entraría a funcionar el otro medidor ya sea de agua o MVC.

Figura 19. Medidor de flujo tipo coriolis MICRO MOTION ELITE.



Fuente: Rosemount Product Manual

Estos transmisores de flujo también se utilizan para la medición de los demás ingredientes del cargue en especial para el iniciador, pues un bajo control de la cantidad puede hacer que la reacción demore mucho tiempo (baja cantidad a la establecida en la receta) u ocurra un golpe térmico (demasiado de acuerdo a la receta) que pueda causar una emergencia, y si con el sistema de refrigeración no se puede controlar la temperatura de reacción, es necesario terminar forzosamente la reacción agregando el terminante (ATCC) que neutraliza al iniciador.

### **3.1.5. VÁLVULAS DE CONTROL Y ACTUADORES**

Los actuadores son utilizados para la operación de las válvulas para el control de los diversos productos que se manejan en la planta (PVC, Vapor, Agua, Amoniaco, etc.). Se utilizan válvulas de diversos fabricantes de acuerdo a la aplicación de esta pues los requerimientos de presión, temperatura, medidas, etc. deben cumplirse estrictamente para que haya un proceso de planta óptimo, entre estos fabricantes se encuentran las válvulas JamesBury, XOMOX, Fisher, todos estos tipos de válvula son de accionamiento neumático pues es la tecnología mas practica para este control.

#### **Válvulas ON/OFF (VSP y SOV)**

Estas válvulas operan en dos estados (abierta o cerrada) por lo que se les implementan un par switches de finales de carrera (desfasados 90°) para indicar en el DCS su estado, además de esto se le han adaptado un accesorio sobre su actuador que indica su estado tal como se muestra en la figura 20, dentro de estas cajas son colocados los switches de posición.



Figura 20. Válvula, actuador JamesBury e indicador local posición.



Fuente: Valvules JamesBury. Flow Control

Por sus características, estas válvulas son accionadas por medio de solenoides las cuales conmutan sus salidas (canal de salida de aire) cuando se les envía una señal eléctrica, comúnmente de 24VDC o 110VAC, esta salida de aire es conectada al actuador. Generalmente, la conexión entre el actuador y la solenoide es de punto a punto (cada salida de la solenoide a una entrada del actuador) donde el flujo de aire en ambos sentidos permite el accionamiento de la válvula también en ambos sentidos.

### **Válvulas inteligentes**

Estas válvulas poseen una ventaja muy importante respecto a las válvulas accionadas por solenoide y es que su posición puede variar entre los dos estados límites (abierto y cerrado). Esto se debe a la señal análoga (4mA a 20mA) que reciben los módulos IP (corriente a presión) que hay instalados en estas válvulas. Estos módulos relacionan la señal análoga a una señal neumática de 3 a 15Psi que va al actuador, el cual acciona la válvula en una rango de 0% a 100% abierta. Una de estas válvulas se puede apreciar en la figura 21.

Figura 21. Válvula de control Fisher y posicionador.



Fuente: <http://www.emersonprocess.es>

Estas válvulas son implementadas para el control de proceso en áreas críticas y se pueden encontrar en gran parte para el control de temperatura que se da por el flujo de amoniaco, de vapor y agua refrigerante. También se presentan para el control flujo en el cargue de los reactores (preparación de receta) pues una valor menor o mayor al establecido repercute en las especificaciones de calidad del producto.

### **3.2. SEGUNDO NIVEL: CONTROL DE PROCESO. Sistema de control: PROVOX FISHER. <sup>(7)</sup>**

Como ya se ha mencionado, planta de suspensión (Planta 2) tiene implementado un sistema de control llamado PROVOX proporcionado por FISHER, quien es uno de los máximos líderes en lazos de instrumentación y tecnología, que introduce un nuevo método para definir, documentar y resolver problemas de control de secuencia y producción por lotes al añadir unidades controladoras de operaciones y grupos de consolas para el sistema de instrumentación y las combina con un nuevo método de análisis de control que hace más fácil desarrollar las tareas

involucradas al diseñar estrategias de control óptimo para el proceso especialmente en los procesos que se hacen por lotes (BATCH).

La producción por lotes (Batch) tiene muchas características que la diferencian de la producción continua. Una diferencia obvia en batch es que el producto va en cantidades discretas que en el flujo continuo. En el batch es importante considerar múltiples productos, múltiples trayectorias de flujo, tiempos de detención y estados transitorios.

En vista de las complejas características y consideraciones espaciales de control del batch y secuencia de control, se ha desarrollado un nuevo y completo método de control-análisis llamado BATCH FORMALISM, el cual establece una jerarquía conceptual de técnicas fácilmente aplicadas a este tipo de proceso en las cuales se incluyen tres niveles de control:

### **3.2.1. Niveles de control**

Ciclo de control del batch

Unidad de control de operaciones

Control discreto y regulatorio

#### **Ciclo de control de batch**

Provee un sofisticado control e interfase de operación capaz de coordinar el uso de los equipos de planta y enfocarse en la optimización de estrategias de control para múltiples productos y/o múltiples cursos de proceso. En el método PROVOX, se involucran los ciclos de batch, actividades y procedimientos, por lo que el sistema provee muchas funciones de control dentro de este nivel de control:

- Desarrollo de procedimientos de batch (secuencia)
- Programación de batch (ejecución de secuencia)

- Unidad coordinadora de batch (señales controladoras - salidas)
- Contabilidad de batch (sensores y transmisores - entradas)
- Seguimiento de batch (supervisión)

### **Unidad de control de operaciones**

Una unidad de operación consiste de una secuencia de pasos de procesos tanto de tiempo y como de eventos, que deben darse en el proceso para la obtención de un producto o porción de este. Este nivel de control provee el control y la interfase de operación necesitada para dirigir la operación de unidades de procesos individuales.

Dentro del sistema PROVOX, la unidad de operaciones son fáciles diseñar y documentar aplicando las técnicas del diagrama de secuencia de tiempo que se ha desarrollado como parte del batch formalism.

El sistema de control al provee una interfase completa de operación, el operador se mantiene informado del progreso de toda la unidad de operaciones y fases durante la ejecución automática de un procedimiento. En esta interfase se le brinda una serie de comandos al operador que le permiten intervenir durante la producción automática de un btach (lote).

### **Control discreto y regulatorio**

Dentro de cada operación de equipo se encuentran acciones de control discreto y regulatorio. Las técnicas de este control para el proceso de batching son similares al de proceso continuo, donde la interfase de proceso (elementos de campo) requiere tanto entradas análogas como discretas para las distintas variables de proceso (flujo, temperatura, etc. encontradas en el control continuo). Las salidas al proceso incluyen elementos finales de control regulatorio tal como válvulas reguladoras en

especial válvulas neumáticas controladas por señal eléctrica de 4mA a 20mA.

Los elementos de control discreto pueden tener más de dos posiciones y la posición deseada puede cambiar para cada lote de producción o dentro del mismo lote. Este nivel de control, le permite al operador eliminar fallas erróneas en el proceso para asegurar la producción de un lote, y si es caso, tomar acciones de control discreto individualmente como un procedimiento en modo manual. Tal es el caso de las válvulas solenoides (SOV y VSP) las cuales tienen solo dos posiciones (cerrada o abierta).

Los controladores, los cuales son distribuidos en toda la planta, son dispositivos principales de control que ejecutan algoritmos de control discreto (secuencia) y regulatorio (continuo). Estos se conectan con todo tipo de señales análogas y discretas de entra y salida, desempeñando funciones de monitoreo totalmente automatizadas que pueden llevar un control sofisticado con bastante precisión, liberando a los operadores de tareas de rutina y simultáneamente reducir las posibilidades de cometer errores humanos.

Las consolas interpretan los datos y presentan los resultados en una ventana que le muestra el proceso al operador, además permiten a los operadores ejercer un control central o distribuido en el ciclo de producción de un lote.

Todos estos datos monitoreados pueden ser mostrados en una consola CRTs e impresos en formatos gráficos, numéricos para el uso de los operadores, ingenieros y gerentes de planta.

### **3.2.2. Consola e interfaz de producción**

Funcionalmente, la consola se presenta como una ventana por la cual el personal de gerencia, ingeniería y operación pueden observar una planta, cada uno en sus propios términos.

Gerencia:

- Captura datos completos del proceso.
- Provee documentación y grabación de desempeño.
- Implementa mercado y otras decisiones en mezcla de producto y cantidades de producción.
- Coordinación general de operación de la planta.

Ingeniería:

- Provee detalles del proceso para estudio.
- Permite modificación en estrategias de control y procedimientos de operación.
- Aloja revisiones y crecimiento de proceso.

Operación:

- Presenta válvulas, alarmas, tendencias, predicciones, otra información necesitada para tomar decisiones inmediatas.
- Acepta comandos de control
- Registrar y grabar rutinas automáticas.
- Asegura uniformidad de producción en un alto desempeño.

La consola es el punto de administración central para el sistema de control. La interfase tiene la facilidad para el control por jerarquías del ciclo de producción de un lote donde se proveen distintas interfases para operación, ingeniería y gerencia. Además contiene una gran base de

datos con el fin de coordinar y supervisar la operación del proceso cuya información es administrada por el controlador por medio de la red de datos.

### **3.2.3. Estructura del sistema de control general y específico <sup>(8)</sup>**

La estructura de este sistema de control se establece por medio de un bus de comunicación llamado PROVOX DATA HIGHWAY (Figura 22 y 23) que enlaza los dispositivos (campo) con la consola de operación, la cual contiene módulos electrónicos y programas que conforman la interfase entre el operador y el sistema de control.

De acuerdo a la figura 22 y 23:

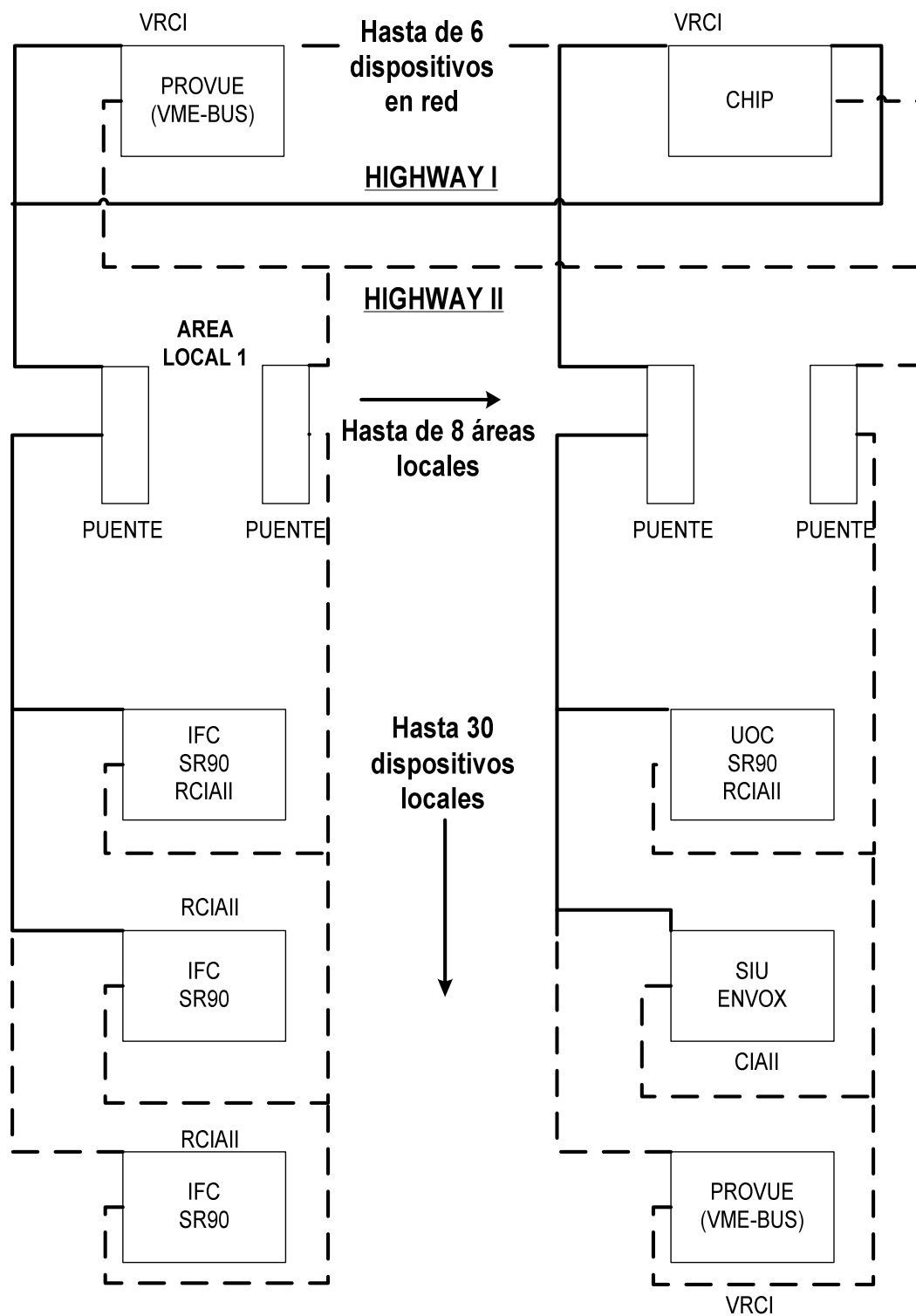
**Consola PROVUE**, es una familia de dispositivos de interfase de operación, cada una consiste de unidades electrónicas y unidades de display de video a color de alta resolución (VDUs). Estas consolas son usadas para:

- Monitoreo de todos los aspectos del control de procesos
- Comunicación con dispositivos controladores
  - Lazos de comunicación
  - Acceso y cambios de los parámetros del controlador
  - Inicio y parada de operaciones

**Sistema de configuración ENVOX**, es una tarjeta de interfase y un computador con programa de configuración ENVOX que se usa para:

- Configurar todos los dispositivos
- Ejecutar lazos y comunicación de operaciones
- Diagnósticos detallados del desempeño del dispositivo

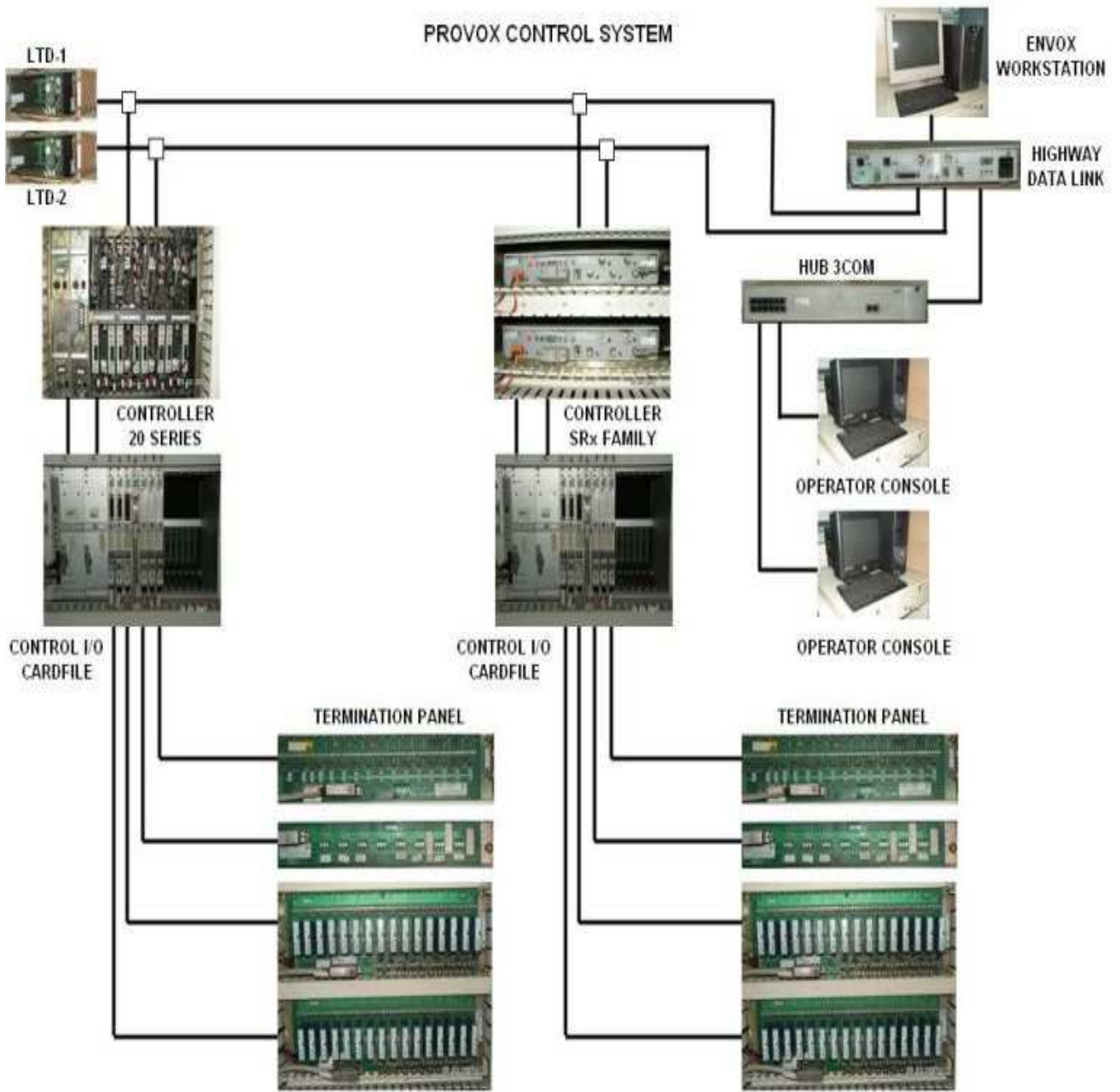
Figura 22. Instalación típica de enlace primario y secundario. Estructura esquemática.



Fuente: Mexichem



Figura 23. DCS Fisher Provox



Fuente: <http://www.equipmatching.com/>

**Controlador SR90**, son una familia de dispositivos que proveen:

- Adquisición de datos
- Control continuo
- Control de lotes
- Control de entradas y salidas análogas, discretas y datos en serie.

**Director local de tráfico (LTD)**: Controles de comunicaciones entre dispositivos de una comunicación local, los cuales administran la comunicación entre un dispositivo de una red local con otro dispositivo de otra red.

**Interfase del computador/comunicación (CHIP)**, el sistema cuenta con computadores en la planta con acceso a toda la base de datos de proceso de PROVOX, incluyendo datos del controlador y los dispositivos de la consola. Esto le permite al usuario hacer cálculos especiales para:

- Optimización
- Reporte
- Análisis de procesos
- Otras tareas de administración de planta

**Unidad de interfase de red (NIU)**, es un dispositivo que provee comunicaciones de interfase entre dispositivos PROVOX y los servidores que ejecuten CHIP. Las aplicaciones de programa incluyen paquetes como:

- Historial de datos
- Consola mostradora de tendencia
- Administrador de datos por grupo
- Servidor de datos de proceso

**Unidad de interfase controladora programable (PCIU)**, permite a otros dispositivos:

- Monitorear la operación
- Controlar funciones de controladores programables (conexión RS-232)

**Multiplexor**, dispositivo de adquisición de datos. Acepta señales análogas, discretas y fuentes contadoras de pulsos. Puede ser utilizado para suministrar información a un punto virtual en un dispositivo.

**Unidad almacenadora de datos (DCU)**, un dispositivo de interfase que guarda datos entre la red de datos PROVOX y los controladores, los cuales son diseñados para la aplicación en control continuo y puede ser utilizada como punto virtual de un dispositivo con otros.

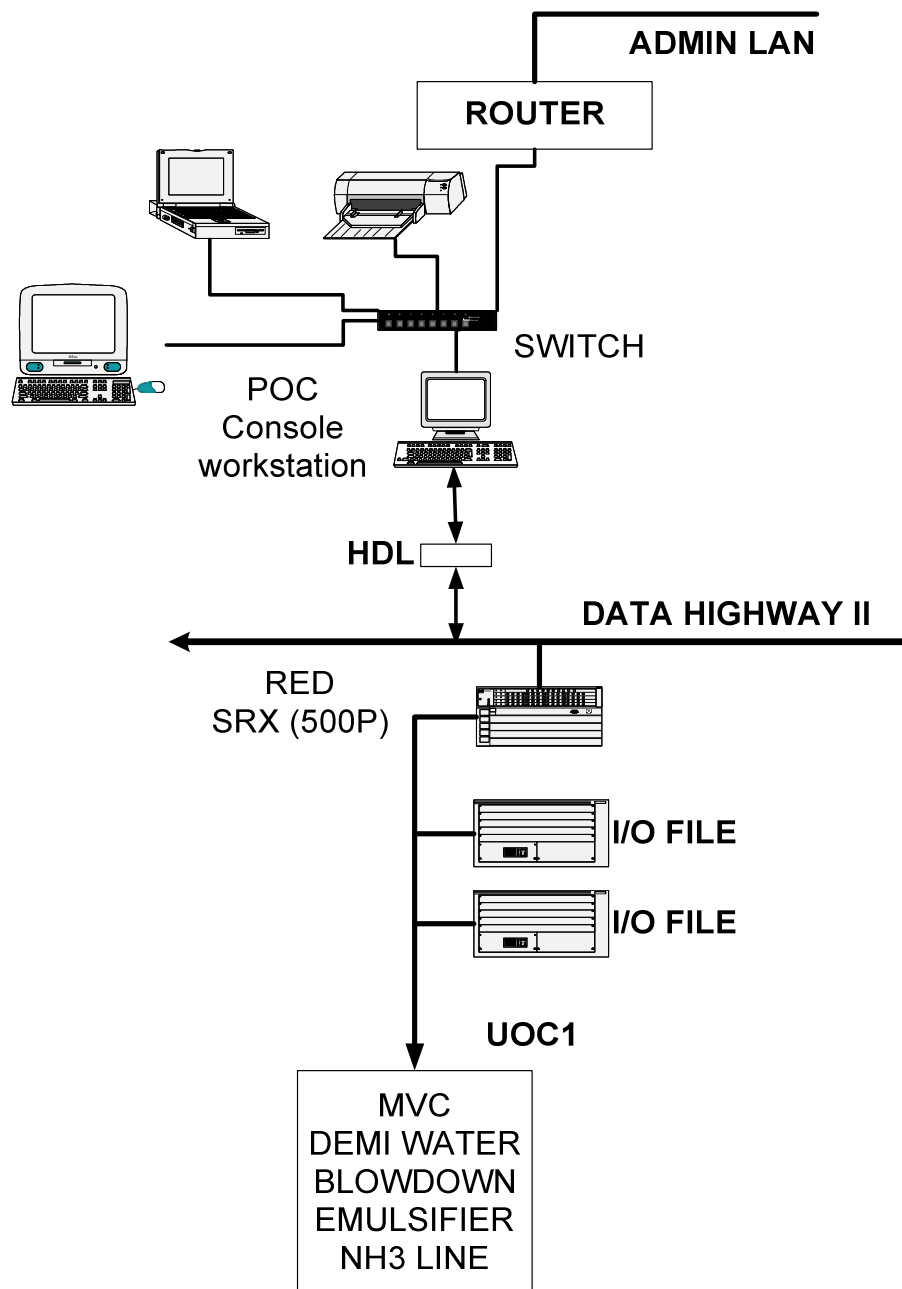
La estructura de cómo se encuentra implementado el sistema de control PROVOX en la empresa se describe a continuación:

Las señales provenientes de cada instrumento que mide la respectiva variable de proceso (temperatura, presión, nivel, etc.) o estado del sistema (ON/OFF) van a una caja de conexión JB (JUNCTION BOX) ubicada en puntos estratégicos de la planta, donde las entradas son conectan a un policable (alrededor de 25 pares de cables) el cual lleva todas estas señales en grupo a las tarjetas de entrada ubicadas en el cuarto de control.

Estas por protocolo de comunicación se enlazan al sistema de control, el cual brinda una interfaz grafica al usuario para visualizar el valor de una determinada variable de proceso, de igual manera esta interfaz se encuentra comunicada con los controladores (alrededor de 10 controladores en toda la planta, llamados UOC), ver figura 24, los cuales se encargan de enviar las señales de control al campo. Estos

controladores se comunican con los FILES (canales internos de los UOC) que a su vez poseen tarjetas internas las cuales están formadas cada una por 8 canales, estos canales son los que se conectan con los dispositivos de control directamente (actuadores).

Figura 24. Estructura comunicación de PROVOX en la planta 2 (UOC1)



Fuente: Mexichem

### **3.3. TERCER NIVEL: PLANIFICACION Y CTRL GESTIÓN**

SAP, además de ser un sistema ERP, esta formado por una serie de módulos que permiten la comunicación entre todos los departamentos de la empresa, lo cual es la principal ventaja de este sistema pues se implementa para muchas finalidades entre las cuales se encuentra:

- Ventas de pedidos
- Ordenes de mantenimiento
- Gestión de proyectos
- Compras de productos

SAP permite que la información documentada por un departamento sea entendida por el nivel próximo, por ejemplo, la información referente a ventas de pedidos es tomada por el departamento de proceso quienes planifican una estrategia para la obtención de la cantidad de producto que se necesita, eso involucra el uso de equipos y sistemas (que reactores, que químicos a usar, tiempo de proceso, tipo de empaque, cantidad de bolsas empacadas, estibas) que al final permitan obtener el producto especificado por un cliente.

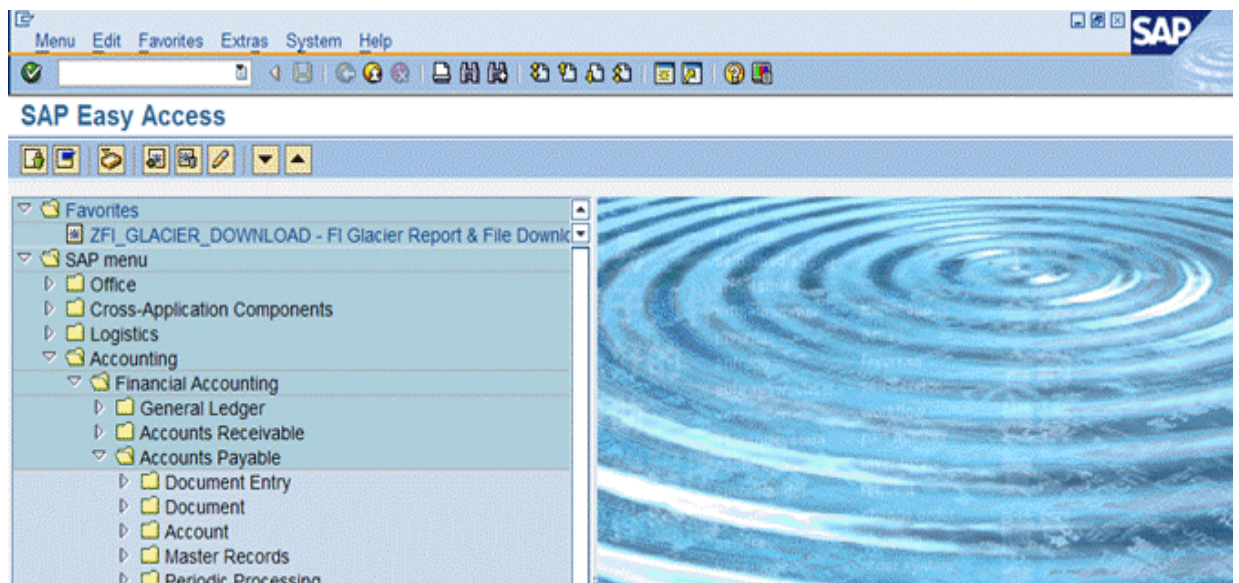
En el área de procesos, cuando se presentan situaciones en las que hay que revisar o hacer modificaciones en el sistema para que se pueda obtener determinado producto entra en juego el mantenimiento y la ingeniería los cuales se encargan de trabajar sobre dicho equipo para que finalmente producción pueda obtener el producto deseado.

### 3.4. CUARTO NIVEL: PLANIFICACION DE RECURSOS EMPRESARIALES – SAP (SOLUCIONES, APLICACIONES Y PRODUCTOS) <sup>(9)</sup>

SAP ERP Se trata de un software llamado, llamado hasta mediados de 2007 como SAP R/3, en el que la R significa *procesamiento en tiempo real* y el número 3 se refiere a las tres capas de la arquitectura de proceso: bases de datos, servidor de aplicaciones y cliente.

La empresa cuenta una plataforma de SAP denominada SAP NetWeaver. Esta plataforma tecnológica convierte a SAP en un programa Web-enabled, lo que significa que estaría totalmente preparado para trabajar con él mediante la web, se puede trabajar con SAP mediante cualquier navegador de internet si se tienen los componentes apropiados de SAP NetWeaver (SAP Portals) y es de esta manera de cómo todas las cadenas del grupo MEXICHEM se comunican por medio de la configuración de sus servidores.

Figura 25. Ejemplo de pantalla SAP.

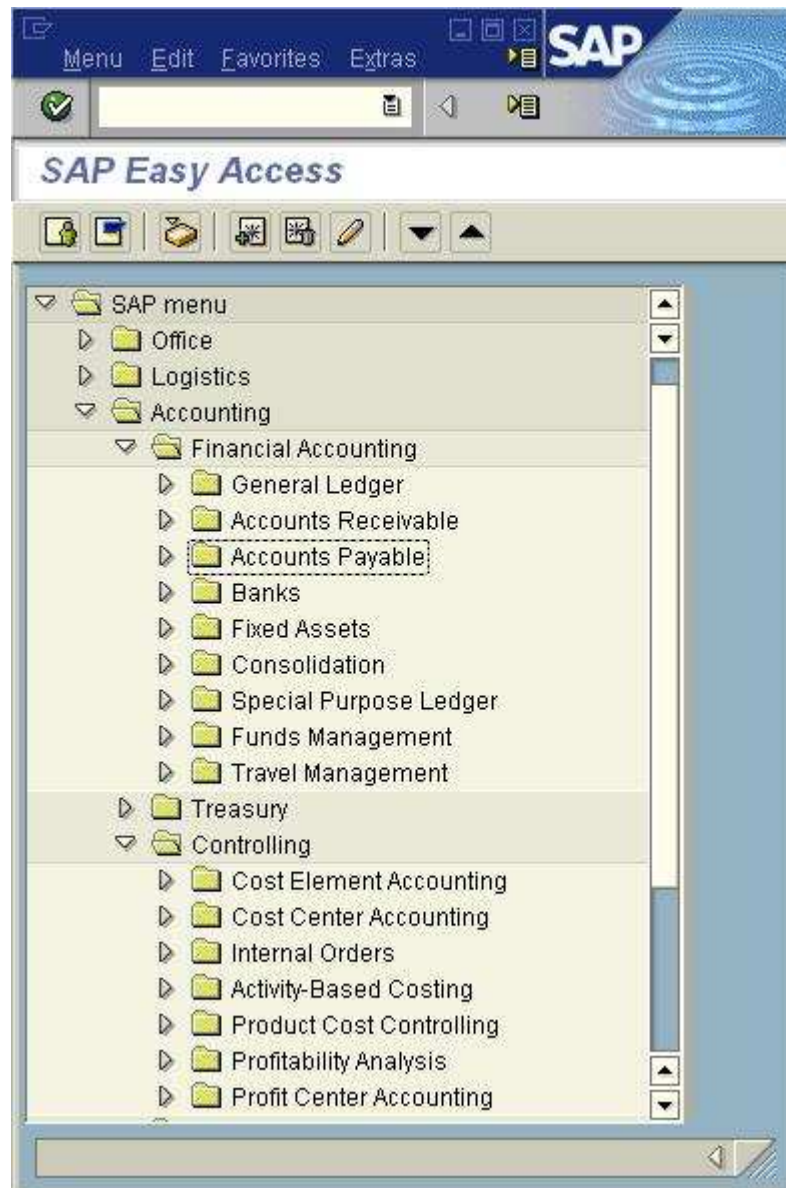


Fuente: [www.purdue.edu](http://www.purdue.edu)

SAP cuenta con varios módulos de aplicación R/3 que son:

- Gestión Financiera (FI): Libro mayor, libros auxiliares, ledgers especiales, etc.
- Controlling (CO): Gastos generales, costes de producto, cuenta de resultados, centros de beneficio, etc.
- Tesorería (TR): Control de fondos, gestión presupuestaria, flujo de efectivo
- Sistema de proyectos (PS): Grafos, contabilidad de costes de proyecto, etc.
- Gestión de personal (HR): Gestión de personal, cálculo de la nómina, contratación de personal, etc.
- Mantenimiento (PM): Planificación de tareas, planificación de mantenimiento, etc.
- Gestión de calidad (QM): Planificación de calidad, inspección de calidad, certificado de, aviso de calidad, etc.
- Planificación de producto (PP): Fabricación sobre pedido, fabricación en serie, Kanban, etc.
- Gestión de material (MM): Gestión de stocks, compras, verificación de facturas, etc.
- Comercial (SD): Ventas, expedición, facturación, etc.
- Workflow (WF), Soluciones sectoriales (IS): Contienen funciones que se pueden aplicar en todos los módulos
- Activos Fijo (AF), Ingresos, depreciación y amortización de activos fijos. (Sub modulo de FI) AM

Figura 26. Ejemplo de menú SAP



Fuente: <http://www.whypad.com/>



#### **4. OPTIMIZACIÓN DEL USO DE ACTIVOS DE LA EMPRESA**

En Mexichem Resinas de Colombia, el área de proceso, ingeniería y mantenimiento tiene sus respectivas funciones sin embargo no se encuentran independizados pues se ha creado una consciencia organizacional pues los resultados no se obtienen individualmente sino como un grupo. Es por tal razón que la comunicación continua entre los departamentos especialmente los mencionados, es muy importante y esto se logra mediante el sistema de gestión para el manejo de recursos, llamado SAP.

Las funciones que posee el área de proceso se encuentra:

- Operar sistemas de la planta para la obtención final del producto deseado.
- Coordinar los tipos resina que se producirán
- Optimizar el uso de sistemas y químicos tomando muestras del producto final y realizar los respectivos ajustes a la receta, a los parámetros de reacción, recuperación (tiempo, temperatura, presión, etc.).

Las funciones realizadas por mantenimiento son muchas y se presentan en muchas áreas, por tal razón se divide en 4 grandes grupos, electricidad, mecánica, instrumentación y metalmecánica, los cuales poseen las siguientes funciones:

- Realizar las labores de mantenimiento preventivo programadas semanalmente por el área de planeación
- Prestar los servicios de mantenimiento en la presencia de un fallo del sistema.

- Hacer el seguimiento del desempeño de los sistemas de la planta.

Las funciones de ingeniería se presentan en las tres áreas, proceso, proyecto y mantenimiento, pues el ingeniero de proceso de encarga de analizar los problemas de rendimiento y optimización que se presenten en la planta y realizar las respectivas modificaciones que puedan implementarse con la ayuda de los ingenieros de proyecto que planifican la forma en que se puede implementar dicha modificación mientras que el ingeniero de mantenimiento se encarga de coordinar el mantenimiento preventivo y su función principal es estar al tanto de los problemas que se presenten en la planta y darle solución a estos.

## **5. PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS**

### **5.1. REVISIÓN DE CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN**

El sistema de control posee una modalidad completamente automática ciertas partes del proceso como en el cargue de los reactores las cuales se dan por la ejecución de **secuencias**, las cuales se pueden ser modificadas por los ingenieros del área de instrumentación de acuerdo a los requerimientos que soliciten los ingenieros de proceso. Por otro lado, la programación en el sistema de control se da por la creación individual de nodos (transmisores, bombas y válvulas) y su respectivo enlace a las demás elementos del proceso.

En la revisión de estos códigos, sean de secuencia o enlace con los elementos del proceso y el DCS, se recurren a los libros de procesos FDP (descripción funcional de proceso) en donde se encuentran los valores de todas las variables, alarmas, tiempos de retardo, sentencias condicionales para la ejecución de un proceso.

### **5.2. CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS**

La calibración de equipos se lleva a cabo por los técnicos del área de instrumentación los cuales se encuentran en la capacidad de cumplir con las actividades que se deben desarrollar en la planta. Los procedimientos de calibración son facilitados por los jefes de planeación quienes han sido los encargados de programar dicha actividad.

Estos procedimientos se presentan para todos los instrumentos, no solo de proceso sino también de seguridad tales como los detectores de gases y llama los cuales son desmontados y llevados al taller de instrumentación

para su respectiva revisión pues se trata de instrumentos que no se deben probar en la planta porque generarían una alarma.

Por el lado de los instrumentos de proceso, se cuenta con una gran diversidad de instrumentos inteligentes, los cuales pueden ser calibrados sin la necesidad de desmontar ni sacar de servicio por mucho tiempo pues su análisis se realiza por medio de comunicación directa con el instrumento, protocolo HART, a través de un comunicador de campo, el cual se muestra en la figura 27.

Figura 27. Comunicador de campo 375 (Protocolo HART)



Fuente: Rosemount Product Manual

Con la ayuda de esta interfaz, todos los transmisores con comunicación HART pueden ser calibrados directamente en el campo sin necesidad de desmontarlos y sacarlos de servicio pues directamente se pueden configurar su span, se puede hacer el ajuste de cero y se puede hacer una prueba de lazo (loop test) con la cual se simula una señal que es

verificada en el cuarto de control para corroborar que la comunicación entre el instrumento (transmisor) y el cuarto de control (workstation).

Por otro lado se cuenta con el área de metrología, en el cual se han se cuenta con otros instrumentos que han sido certificados por entidades mayores, se cuenta con instrumentos tales como:

Calibradores de lazo (FLUKE 707) que mide y genera variables eléctricas (corriente, voltaje y frecuencia).

Calibradores de proceso de documentación (FLUKE 744).

Calibradores de proceso multifunción (FLUKE 726) los cuales tienen funciones similares al del 707 además una comunicación HART con los instrumentos.

Figura 28. Calibradores FLUKE (707 izquierda, 744 centro y 726 derecha)



Fuente: <http://www.inotek.com/>

Respecto a la calibración de válvulas de control, se cuenta con generadores de corriente de 4 a 20mA, el procedimiento de calibración consiste en desconectar la válvula del lazo de control, generar la señal análoga de control y verificar la posición de la válvula en el indicador de posición que se encuentra acoplado con el eje del actuador. Se hacen

simulaciones de 4, 8, 12, 16 y 20mA y se verifica si la válvula esta 0, 25%, 50%, 75% y 100% abierta respectivamente, en el caso de que no sea así se varían el par de topes (tornillos) que determinan el recorrido máximo y mínimo de la válvula.

Respecto a los sensores tales como termocuplas y RTD's se cuenta con las tablas estandarizadas por los fabricantes y lo que se hace es desmontarlas del termo pozo en que se encuentren y se llevan al taller donde usan los bloques secos (FLUKE 9170, 9171,9172 y 9173, Ver figura 29) los cuales son equipos para el control de temperatura desde -45°C a 700°C y de esta manera se puede observar el comportamiento de una termocupla o de una RTD para las variaciones de temperatura en la que opera, estableciendo un margen de error de acuerdo a la zona critica en la que se encuentre.

Figura 29. Fluke 9170



Fuente: <http://www.transcat.com/>

## 6. IMPACTO AMBIENTAL <sup>(10)</sup>

Mexichem Resinas de Colombia es consciente de los daños ambientales que podrían causar los productos químicos que utiliza por tal razón se han implementado sistemas que eviten la contaminación del ambiente, se ha optimizado el uso de recursos y se han elaborado estrategias para el adecuado manejo de productos.

Dentro de los sistemas implementados se encuentra el de despojo con el cual se recupera en lo más posible todo el MVC sobrante en producto obtenido de la reacción (lechada) quedando solo cerca de 1 gr. de MVC por tonelada de PVC, lo cual se refleja en la alta eficiencia de la planta que se encuentra alrededor de un 98% respecto al uso del MVC.

Además de estos sistemas de despojo de la lechada, también existen procedimientos para el desarrollo de algunas actividades, entre las cuales se muestran a continuación:

- PREPARAR DISPERSIÓN DE LUPEROX 223-E50 EN ALCOTEX 72,5 Y TWEEN 21
- Situación normal.
- Aspecto: Residuos sólidos contaminados.
- Impacto: Suelo.
- Acción: Lave los recipientes en las duchas destinadas para tal fin, perfórelos y siga procedimiento SER005.
- Importancia: Alta.
- Severidad: Alta.
- Probabilidad de ocurrencia: Siempre.
- Permanencia del impacto: Pocas veces.
- LAVADO QUIMICO BAFFLES Y CAMISA REACTORES PLANTA 2

- Situación anormal.
  - Aspecto: Vertimiento de solución al piso.
  - Impacto: Agua.
  - Acción: Neutralizar aguas de lavado para ser drenadas.
  - Importancia: Alta.
  - Severidad: Alta.
  - Probabilidad de ocurrencia: Siempre.
  - Permanencia del impacto: Pocas veces.
- 
- Prueba de presión en el sistema de amoniaco
  - Situación anormal.
  - Aspecto: Descarga de gases.
  - Impacto: Aire
  - Acción sugerida: Usar implementos de seguridad personal
  - Importancia: Baja
  - Severidad: Media
  - Probabilidad de ocurrencia: baja
  - Permanencia del impacto: Pocas veces
- 
- De acuerdo a todos los posibles impactos ambientales negativos que se podrían generar, Mexichem se ha propuesto los siguientes objetivos:
- Ser rigurosos en el cumplimiento de la legislación ambiental colombiana y, muy específicamente, de los requerimientos hechos a Mexichem por las entidades ambientales competentes a través de resoluciones y actos de otra naturaleza (Cumplimiento de la legislación ambiental colombiana).
  - Optimizar el consumo de materias primas y otros recursos tales como energía, agua, gas, etc.



- Reducir la generación de desechos que se disponen en el relleno sanitario Distrital, manteniendo el ambiente de las plantas en condiciones impecables de orden, aseo y limpieza (Manejo integral de los residuos). **Meta:** 25 m3 No reciclables/mes.
- Asistir a la capacitación programada en general, incluyendo la ambiental, manteniendo la asistencia igual o mayor a 97 %, mensualmente durante el año.
- Evitar accidentes ambientales en las plantas de PETCO mensualmente durante el año. (Cero accidentes ambientales)

Respecto a la legislación ambiental por las cuales se encuentra basada la empresa se muestran en la tabla 1, las normas técnicas de medio ambiente.

Tabla 1. Normas técnicas medio ambiente

<b>NORMAS TÉCNICAS MEDIO AMBIENTE – CATALOGO 2004</b>			
<b>Número</b>	<b>Título en español</b>	<b>Título en Inglés</b>	<b>Vigente</b>
GTC 100	Calidad del agua. Guia para los procedimientos de cadena de custodia de muestras.	Water quality guide for sample chain-of-custody procedures.	Si
GTC 103	Revisión periódica de instalaciones para suministro de gas natural destinadas a usos residenciales y comerciales y sus correspondientes artefactos a gas.	Periodic inspection of installations for natural gas supply intended to commercial and residential uses and their corresponding gas appliances.	Si
GTC 104	Gestión del riesgo ambiental. Principios y procesos.	Environmental risk management. Principles and process.	Si
GTC 2	Manual de métodos analíticos para el control de calidad del agua	Handbook of analytical methods for the quality control of the water	Sí
GTC 24	Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente y la recolección selectiva.	Environmental management. Solid wastes. Guidelines for source separation and selective collection.	Sí
GTC 25	Gestión ambiental. Calidad de agua. Muestreo. Técnicas	Environmental management. Water quality. Sampling. General	Sí

**NORMAS TÉCNICAS MEDIO AMBIENTE – CATALOGO 2004**

<b>Número</b>	<b>Título en español</b>	<b>Título en Inglés</b>	<b>Vigente</b>
	Generales de muestreo para estudios biológicos.	techniques of sampling for biological studies.	
GTC 30	Gestión ambiental. Suelos. Guía para el monitoreo de aguas subterráneas	Environmental management. Soil. Guide for monitoring of ground water	Sí
GTC 31	Gestión ambiental. Agua. Guía para la realización de ensayos de toxicidad (bioensayos) en organismos acuáticos	Environmental management. Water. Guide to perform toxicity test (biotests) in aquatic organisms.	Sí
GTC 34	Guía estructura básica del programa de salud ocupacional.	Basic guide for the program of occupational health	Sí
GTC 35	Gestión ambiental. Residuos. Guía para la recolección selectiva de residuos sólidos.	Descripcion en ingles no disponible.	No
GTC 39	Gestión ambiental. Aire. Plantación del monitoreo para evaluar la calidad del aire ambiente.	Environmental management. Air. Planning of ambient air quality monitoring.	Sí
GTC 45	Guía para el diagnostico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgo, su identificación y valoración.	Guide for the diagnosis of labor conditions or risk factors panorama, its identification and valuation	Sí
GTC 52	Guía para la inclusión de aspectos ambientales en las normas de producto.	Guide for the inclusion of environmental aspects in product standards.	Sí
GTC 53-2	Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos.	Environmental management. Solid wastes. Guide for taking advantage of plastic wastes.	Sí
GTC 53-3	Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de envases de vidrio.	Environmental management. Solid waste. Guide for the use of glass bottles.	Sí
GTC 53-4	Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el reciclaje de papel y cartón.	Environmental management. Solid wastes. Guidelines for paper and paperboard recycling.	Sí
GTC 53-5	Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de los residuos metálicos.	Environmental management. Solid wastes. Guidance for metallic wastes use.	Sí
GTC 53-6	Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de residuos de papel y cartón compuestos con	Environmental management. Solid wastes. Guidance for use of paper and paperboard wastes composite with other materials.	Sí

**NORMAS TÉCNICAS MEDIO AMBIENTE – CATALOGO 2004**

<b>Número</b>	<b>Título en español</b>	<b>Título en Inglés</b>	<b>Vigente</b>
	otros materiales.		
GTC 53-7	Guía del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos.	Guidelines for using non-hazardous organic solid wastes	Sí
GTC 59	Guía metodología para la selección y aplicación de modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos.	Methodologic guide for selection and application of dispersion models of atmospheric pollutant.	Sí
GTC 8	Electrotecnia. Principios de ergonomía visual. Iluminación para ambientes de trabajo en espacios cerrados	Electrotechnic. Principles of visual ergonomics. Lighting of indoor work systems	Sí
NTC 1141	Automotores. Extintores portátiles.	Vehicles. Portable fire-extinguishers.	Sí
NTC 1355	Construcción. Comportamiento al fuego. Vocabulario.	Building. Behaviour on fire. Vocabulary	Sí
NTC 1423	Materiales de construcción. Determinación del potencial calorífico.	Building materials. Determination of calorific potential	Sí
NTC 1446	Protección contra el fuego, medios de extinción de fuego, polvo químico seco.	Fire protection. Fire extinguishers media. Powder	Sí
NTC 1447	Materiales de construcción. Ensayo de incombustibilidad.	Building materials. Non-combustibility test	Sí
NTC 1454	Agua potable. Determinación de boro.	Drinking water. Determination of boron	No
NTC 1458	Higiene y seguridad. Clase de fuego.	Safety and hygiene. Kind of fire	Sí
NTC 1460	Calidad del agua. Determinación del selenio.	Water quality. Determination of selenium.	Sí
NTC 1461	Higiene y seguridad. Colores y señales de seguridad.	Safety and hygiene. Colors and signs of safety	Sí
NTC 1478	Material de seguridad y lucha contra incendios. Terminología.	Safety material and fire protection. Terminology	Sí
NTC 1480	Elementos de construcción. Ensayo de resistencia al fuego.	Elements of building construction. Fire-resistance test	Sí
NTC 1482	Ensayos de resistencia al fuego. Ensamblajes de puertas y cierres.	Fire-resistance test. Door and shutter assemblies	Sí
NTC 1483	Detectores de incendio. Clasificación.	Fire detectors. Clasification	Sí
NTC 1493	Suelos. Ensayo para determinar el límite plástico y el índice de plasticidad.	Descripcion en ingles no disponible.	No
NTC	Suelos. Ensayo para determinar	Soils. Standard test method for	Sí

<b>NORMAS TÉCNICAS MEDIO AMBIENTE – CATALOGO 2004</b>			
<b>Número</b>	<b>Título en español</b>	<b>Título en Inglés</b>	<b>Vigente</b>
1495	el contenido de humedad de suelos y rocas, con base en la masa	laboratory determination of water content of soil and rock by mass	
NTC 1503	Suelos. Factores de contracción de suelos por medio del método del mercurio	Soils. Standard test method for shrinkage factors of soils by the mercury method	Sí
NTC 1504	Clasificación de los suelos para propósitos de ingeniería - sistema de clasificación unificada de suelos	Standard classification of soils for engineering purposes (unified soil classification system)	Sí
NTC 1523	Higiene y seguridad. Cascos de seguridad industrial.	Hygiene and safety industrial safety helmets.	Sí
NTC 1527	Suelos. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión encofinada de suelos cohesivos	Soils. Test method for unconfined compressive strength of cohesive soil	Sí
NTC 1528	Suelos. Ensayo para determinar la masa unitaria en el terreno. Método del balón de caucho.	Soils. Field unit mass determination test. Rubber ball method	Sí
NTC 1581	Transporte y embalaje. Reglas generales para el transporte marítimo de mercancías peligrosas.	Transport and packaging. General rules for sea transportation of dangerous merchandise	Sí
NTC 1584	Higiene y seguridad. Equipos de protección respiratoria. Definiciones y clasificación.	Hygiene and safety. Equipment for respiratory protection. Definitions and classification	Sí
NTC 1589	Higiene y seguridad. Equipos de protección respiratoria. Métodos de ensayos.	Hygiene and safety. Equipment for respiratory protection. Test methods.	Sí
NTC 1642	Higiene y seguridad. Andamios. Requisitos generales de seguridad.	Hygiene and safety. Scaffolds. General requirements for safety	Sí
NTC 1657	Seguridad. Cajas de seguridad para protección contra robo.	Safety. Burglary resistant safes	Sí
NTC 1667	Suelos. Método de ensayo para determinar la densidad y el peso unitario en el terreno. Método del cono de arena.	Soils. Test method for density and unit weight of soil in place. Sand cone method.	Sí

Fuente: Base datos empresa, servidor 2

## 7. ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En un principio la empresa contó con un sistema de información llamado GEIDI, especialista en gestión de tecnologías de información (IT) y redes de computador, el cual ofrece en mayor parte a pequeñas y medianas empresas soluciones innovadoras.

Sin embargo, este sistema fue reemplazado hace más de un año por un sistema más completo, uno de los mejores sistemas ERP de hoy día, llamado SAP, el cual se encuentra dividido en módulos que permiten un manejo de información de todo tipo, información de mantenimiento, ingeniería, administración (finanzas, recursos humanos, gerencia, etc.), proceso, etc. Sin embargo toda esta diversidad es transparente para todos los empleados de la empresa pues SAP maneja un ambiente que no lo hace complejo para su uso.

Por tal razón, se ha creado una integridad de información que comparten todos los departamentos sin excepción y generalmente dicha información fluye como se muestra a continuación:

Administración → Proceso → Ingeniería (Proyecto) y Mantenimiento

Esto ha hecho que se maneje una organización, en la que se establecen protocolos para el desarrollo de actividades como por ejemplo entre el área de mantenimiento y de procesos, los cuales están relacionados con las **ordenes de trabajo**, siendo los operadores (proceso) quienes generan los avisos para el mantenimiento de un equipo por medio de SAP y los planeadores (mantenimiento) quienes organizan las diferentes actividades relacionadas con el aviso.

En el área de proyectos, un ejemplo del manejo de información es el pedido de equipos, por medio de las llamadas **SOLPED**, que son solicitados al departamento de compras quienes se encargan de gestionar el dicho proceso. Por otro lado, SAP permite la creación de proyectos, el cual se encuentra vinculado a un conjunto de órdenes de trabajo para su ejecución.

## **8. SEGURIDAD INTEGRADA <sup>(11)</sup>**

Mexichem Resinas de Colombia posee instalaciones que pueden presentar riesgos inherentes a los procesos, en los cuales se pueden generar emergencias por lo que el tema de la seguridad es un factor tenido en cuenta de manera muy estricta, en el cual se han elaborado un gran número de procedimientos para el desarrollo de actividades.

Dentro de todos esos procedimientos se encuentra:

Entrada a espacios confinados.

Manejo de MVC y/o otros productos químicos.

Manual de trabajos en caliente.

Plan de emergencia.

Procedimiento para revisión de extintores.

Procedimiento para splinkers.

Por otro lado también se ha decretado una serie de normas de seguridad relacionadas con:

Misión del ingeniero de seguridad.

Deberes de los supervisores e ingenieros de turno.

Obligaciones de los empleados.

Responsabilidad de los inspectores de seguridad.

Seguridad en oficinas, laboratorio y planta.

Actualmente, la seguridad de la empresa esta bajo una serie de normas técnicas de seguridad que son mostradas en la tabla 1.

Tabla 2. Normas técnicas seguridad

<b>NORMAS TÉCNICAS SEGURIDAD – CATALOGO 2004</b>			
<b>SEGURIDAD OCUPACIONAL. HIGIENE INDUSTRIAL</b>			
<b>Número</b>	<b>Título en español</b>	<b>Título en Inglés</b>	<b>Vigente</b>
GTC 34	Guía estructura básica del programa de salud ocupacional.	Basic guide for the program of occupational health	Sí
GTC 45	Guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgo, su identificación y valoración.	Guide for the diagnosis of labor conditions or risk factors panorama, its identification and valuation	Sí
NTC 1461	Higiene y seguridad. Colores y señales de seguridad.	Safety and hygiene. Colors and signs of safety	Sí
NTC 2095	Higiene y seguridad. Código de práctica para el uso de redes de seguridad en trabajos de construcción.	Hygiene and safety. Practice code for using security networks in construction	Sí
NTC 2390	Dibujo técnico. Simbología. Símbolos gráficos utilizados sobre equipos. Índice y tabla sinóptica	Technical drawings. Graphical symbols to be used on equipment. Index and summary table	Sí
NTC 2771	Higiene y seguridad. Mallas para seguridad industrial.	Hygiene and safety. Industrial safety nets	Sí
NTC 3701	Higiene y seguridad. Guía para la clasificación, registro y estadística de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales	Hygiene and security. Guide for classification, recording an statistics of work injuries and professional diseases	Sí
NTC 3793	Salud ocupacional clasificación registro y estadísticas de ausentismos laboral	Occupational health. Clasification, recording and statistics for labor absenteeism.	Sí
NTC 3886	Higiene industrial. Determinación de fenol y p-cresol en orina. Técnica niosh 8305/85	Industrial hygiene. Determination of phenol and p-cresol in fluor. Niosh technics 8305/85	Sí
NTC 4066	Seguridad en la soldadura y el corte	Safety in welding and cutting	Sí
NTC 4114	Seguridad industrial. Realización de inspecciones planeadas.	Industrial safety. Fulfillmet of planned inspections	Sí
NTC 4115	Medicina del trabajo. Evaluaciones médicas ocupacionales.	Work medicine. Occupational medical assessment.	Sí
NTC 4116	Seguridad industrial. Metodología para el análisis de tareas.	Industrial safety. Ask analysis. Methodology.	Sí
NTC 4278	Reglas de seguridad relativas a la utilización de los equipos de soldadura eléctrica por arco y procesos afines.	Safety principles relating to the use of electric arc welding equipment, and related processes.	Sí
NTC-ISO 3165	Muestreo de productos químicos para uso industrial. Seguridad en el muestreo	Sampling of chemical products for industrial use. Safety in sampling	Sí



<b>NORMAS TÉCNICAS SEGURIDAD – CATALOGO 2004</b>			
<b>SEGURIDAD OCUPACIONAL. HIGIENE INDUSTRIAL</b>			
<b>Número</b>	<b>Título en español</b>	<b>Título en Inglés</b>	<b>Vigente</b>
NTC-OHSAS 18001	Sistemas de gestión en seguridad y salud ocupacional	Occupational health and safety management systems	Sí
NTC-OHSAS 18002	Sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional. Directrices para la implementación del documento ntc – ohsas 18001.	Occupational health and safety management systems: guidelines for the implementation of ntc-ohsas 18001	Sí

Fuente: Base datos empresa, servidor 2

## **9. ENCUESTA DEL PERFIL PROFESIONAL DE LA AUTOMATIZACIÓN EN CARTAGENA DE INDIAS**

Se ha hecho la realización de una encuesta proporcionada por los organizadores del minor dirigida hacia las personas cuyo trabajo está vinculado al área de la automatización en la empresa, en este caso de Mexichem Resinas Colombia, y de la cual se han obtenido una serie de conclusiones acerca del manejo que se lleva en el área del control automático.

Partiendo de los datos personales de cada persona encuestada y de lo observado en la visitas a la empresa, se puede apreciar de que en gran parte los profesionales son de genero masculino, tal como lo demuestra la encuesta, de la cual también se aprecia de hay un promedio de edad entre los 40 y 60 años, con una experiencia mayor de 15 años, lo cual es algo muy gratificante para la empresa pues cuenta con un personal altamente capacitado y con gran experiencia. Por otro lado, la dedicación de tiempo en el área de automatización es satisfactoria pues dentro de la encuesta se registra como un mínimo del 25%, lo cual deja ver de que hay un gran vinculo a diario entre el personal y el control automático de la empresa que es un factor muy importante para la consecución de los objetivos propuestos por la misma.

Respecto al área en que los trabajadores se desempeña es en el control de procesos pues Mexichem es una empresa petroquímica teniendo como objetivo final la producción de resina de PVC, sin embargo también se manifiesta el área de mantenimiento que ayuda la optimización y funcionamiento adecuado de los equipos dentro de la producción.

En la empresa como ya se ha mencionado se realiza la manufactura de química; el personal que maneja directamente el área de la

automatización en la empresa está formado por ingenieros enfocados en el área del mantenimiento y de proyectos, en los cuales se destacan los ingenieros electrónicos, electricistas y de sistemas, teniendo un ingreso anual alrededor de los 45 millones de pesos.

## **9.1 EVALUACION DE DOMINIOS DE DESEMPEÑO**

En este ítem se pueden apreciar las prioridades que la empresa le da a los diferentes **dominios de desempeño** (estudios de factibilidad, definición, diseño de sistemas, desarrollo, implementación, operación y mantenimiento), en donde se tienen muy en cuenta los estudios de factibilidad y la definición pues estos dominios le permiten a la empresa la implementación estrategias que le permitan obtener los resultados deseados en el tiempo estimado pues es allí donde se mide la eficiencia de ella, de igual forma se puede apreciar la gran importancia que tiene el área de operación y mantenimiento pues son las que repercuten directamente en la ejecución de las tareas y así de la consecución de los objetivos propuestos en un principio.

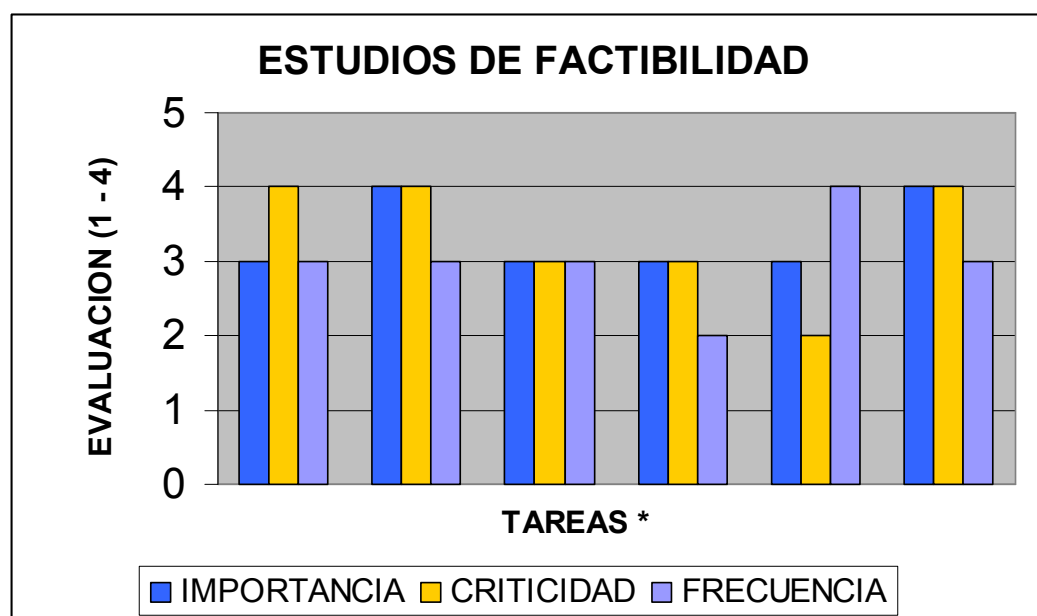
Respecto al tiempo empleado por los profesionales para cada dominio de desempeño, se concluye que alrededor del 80% de los empleados se dedican a estudios de factibilidad, diseño de sistemas, operación y mantenimiento lo cual representa las áreas básicas que se presentan dentro de una empresa, tales áreas son las de gerencia, proyectos, producción y mantenimiento respectivamente.

## 9.2. EVALUACION DE TAREAS DE LOS DOMINIOS DE DESEMPEÑOS

### 9.2.1. Estudios De Factibilidad

Los resultados obtenidos en la encuesta respecto a los estudios de factibilidad se muestran en la figura 30.

Figura 30. Resultados obtenidos para los estudios de factibilidad



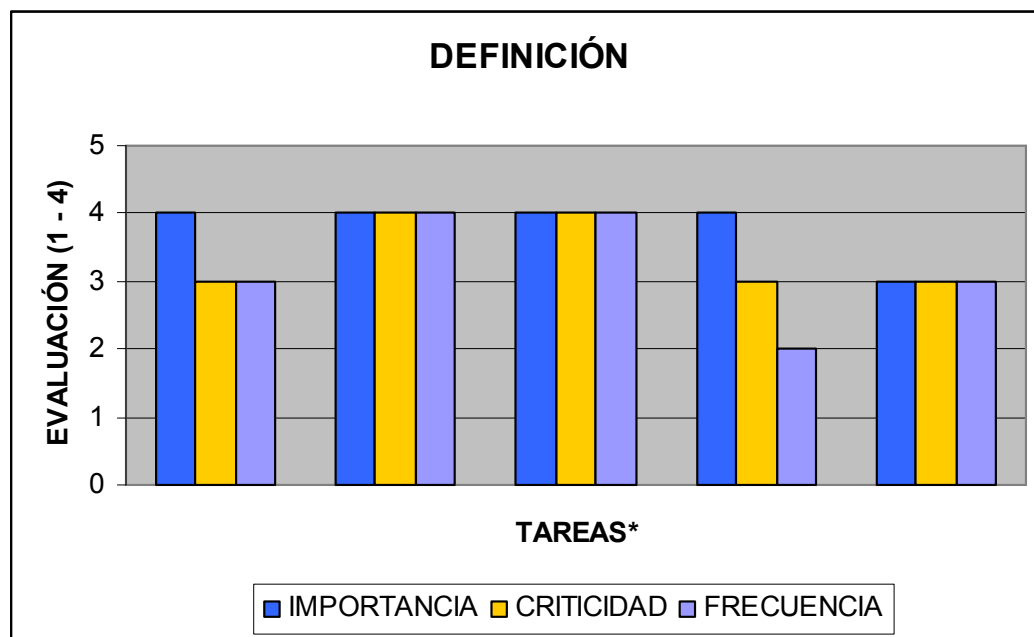
Fuente: Autores. \* Ver formato de encuesta (tareas)

Como se ya se ha mencionado, este dominio es llevado prácticamente pro el área administrativa la cual se encarga de hacer los respectivos estudios de resultados y objetivos a proponer y uno de los puntos mas importante dentro de una empresa es la rentabilidad y he aquí que en los resultados se haya resaltado pues a partir de este factor se determina la ganancia de una empresa. Mientras que la tarea que menos resalta es respecto a los estudios técnicos, pues es una tarea **compartida** con otras entidades (contratistas) y por tal razón, y mas a nivel de frecuencia, esta tarea, relativamente, es baja.

### 9.2.2. Definición

Los resultados obtenidos en la encuesta respecto a definición se muestran en la figura 31.

Figura 31. Resultados obtenidos para definición



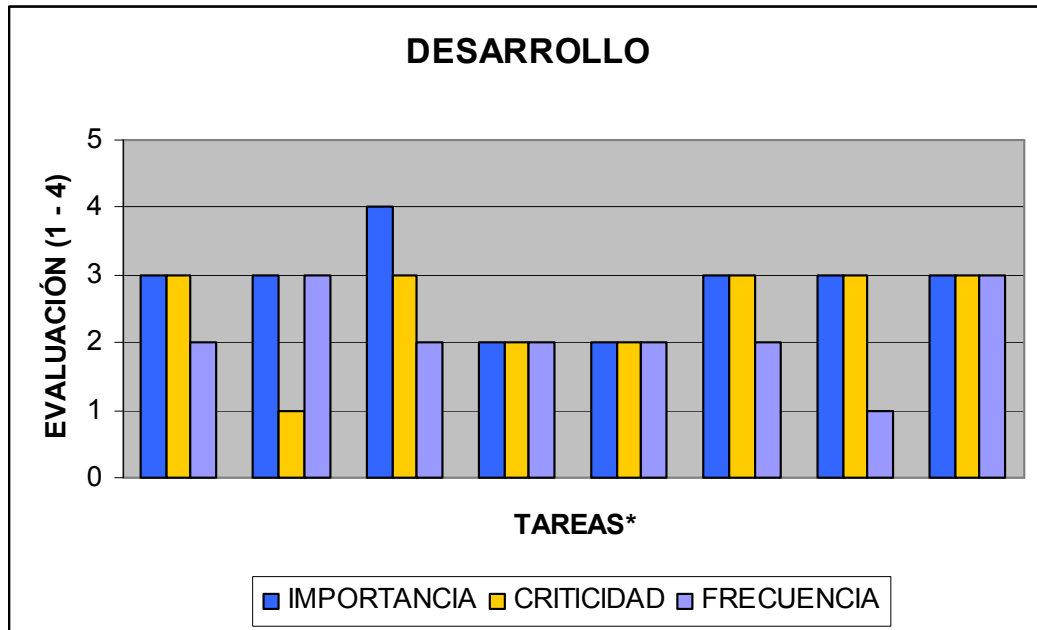
Fuente: Autores. \* Ver formato de encuesta (tareas)

De los resultados plasmados en la figura 31, se infiere la gran importancia que la empresa al análisis de soluciones para la definición de estrategias de automatización optimizando las áreas involucradas y por otro lado la gran prioridad que se da al establecimiento de datos y requerimientos básicos para la consecución de los diseños proyectados por la empresa pues este dominio se vuelve crítico al haber una mala justificación o desconocimiento de lo que se quiere, lo que se tendrá y lo que producirá, lo que al final del proceso, al realizarse el montaje, sobran o harán falta estructuras que de una u otra forma no harán parte efectiva del sistema que se logró.

### 9.2.3. Desarrollo

Los resultados obtenidos en la encuesta respecto al desarrollo se muestran en la figura 32.

Figura 32. Resultados obtenidos para desarrollo



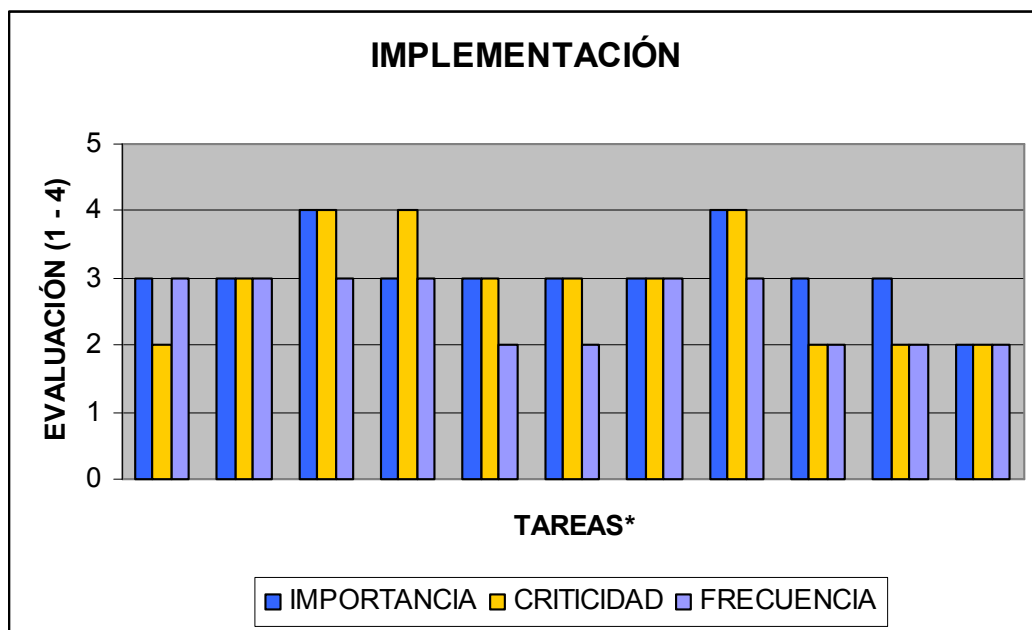
Fuente: Autores. \* Ver formato de encuesta (tareas)

De los resultados obtenidos referente al dominio de desarrollo, la empresa se empeña en establecer una configuración del sistema de control tal como se encuentra establecida en los documentos de diseño con el fin de cumplir con los objetivos propuestos. Pues con la ayuda de los documentos de diseño se pueden confrontar los posibles problemas que se puedan presentar al tratar de alterar parámetros de configuración lo cual permite que se presenten anomalías a lo largo del proceso que pueden generar pérdidas a la empresa. Por tal razón la empresa ha procurado que se siga al margen los diseños y configuraciones establecidas inicialmente y que al ser necesario modificar un parámetro, debe haber una justificación válida.

#### 9.2.4. Implementación

Los resultados obtenidos en la encuesta respecto a la implementación se muestran en la figura 33.

Figura 33. Resultados obtenidos para implementación



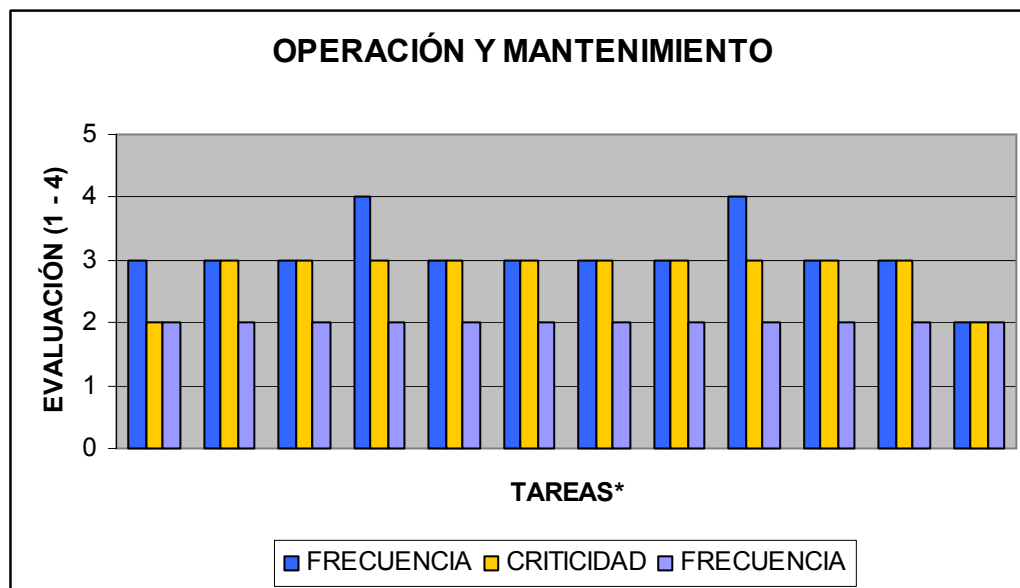
Fuente: Autores. \* Ver formato de encuesta (tareas)

De estos resultados cabe resaltar la criticidad que existe en cuando a la instalación de configuración, comprobación de configuración y capacitación de los empelados para la realización de estas actividades pues es fundamental para la implementación de equipos. Al contar con estas actividades en especifico, se pueda garantizar la ejecución de muchas actividades referentes al campo tales sean actividades de mantenimiento o de ejecución de un proyecto las cuales repercuten en el desempeño de la producción de la planta.

### 9.2.5. Operación y Mantenimiento

Los resultados obtenidos en la encuesta respecto a la operación y mantenimiento se muestran en la figura 34.

Figura 34. Resultados obtenidos para operación y mantenimiento



Fuente: Autores. \* Ver formato de encuesta (tareas)

Con base a los resultados plasmados en la figura 34, los empleados muestran que hay una gran importancia en cuanto a la capacitación y entrenamiento para la manipulación de equipos y así desarrollar competencia que le permitan a los empleados desempeñarse de un manera mas eficiente en cuanto al desarrollo de sus labores lo cual es un beneficio para la empresa. Además, también se manifiesta la gran importancia en cuanto a la disponibilidad de las herramientas que le permitan a los empleados desarrollar sus labores satisfactoriamente pues al no contar con un software las labores no se cumplen y esto repercute al desempeño de la empresa en forma directa de acuerdo a cuanto afecte el no poder desarrollar la actividad.



## **CONCLUSIONES GENERALES**

De acuerdo a la información realizada de la automatización de la empresa petroquímica Mexichem Resinas de Colombia, se puede concluir lo siguiente:

El control automático se encuentra en un nivel alto pues la planta casi en un 100% se encuentra automatizada ya que todos los procesos pueden ser controlados desde DCS, donde los operadores en campo no tienen que someterse a condiciones extremas para la manipulación de equipos como válvulas de vapor, de sustancias químicas que lo pongan en peligro. Esta etapa ha sido superada totalmente pues los operadores en campo se encargan de confirmar el estado de un equipo, en el caso de las válvulas verificar que este abierta por medio de la indicación local.

La empresa al contar con SAP, uno de los sistemas de planificación de recursos empresariales de hoy día, la organización de la planificación es satisfactoria pues este sistema está enlazado en toda la empresa y por ende la comunicación es una sola y no se presentan malos entendidos a la hora de ejecutar una labor. Por otro lado, la empresa se encuentra en el diseño y ejecución de proyectos que han sido planificados a largo plazo, el mayor de ellos es el proyecto de la migración de sistema de control de PROVOX a YOKOGAWA, el cual se ejecutará el próximo año pero que se ha planeado desde el año anterior.

La empresa tiene un gran cualidad que repercute directamente en sus empleados, tal es el caso de las capacitaciones en donde la empresa procura que los fabricantes, al traer un equipo e instalarlo en la planta, se encarguen de darles las instrucciones adecuadas del uso del equipo a las personas adecuadas, sean ingenieros y técnicos para el futuro mantenimiento del equipo. Por otro lado, se les permite a todas las

personas de mantenimiento, según se la paliación, asistir a las charlas dadas por lo fabricantes tanto en las instalaciones de capacitación como en campo con los instrumentos.

## BIBLIOGRAFÍA

<sup>(5)</sup> VILLA, José Luis. Guía: “Estado del Arte” de la Automatización Industrial en Cartagena de Indias: Sector Mamonal. Minor en Automatización Industrial. Universidad Tecnológica de Bolívar. 2008.

<sup>(7)</sup> FISHER CONTROLS. Configuration Engineering Manual. October 1992. Manual proporcionado por la biblioteca de la empresa Mexichem Resinas de Colombia.

<sup>(7)</sup> FISHER CONTROLS. PROVOX INSTRUMENTATION. CUSTOM / BATCH CONSOLE AND CUSTOM COMPUTER. CATALOG 404-11. September 1985. Manual proporcionado por la biblioteca de la empresa Mexichem Resinas de Colombia.

<sup>(4)</sup> GUARDIOLA, Luís. Ingeniero Químico planta 2. Entrevista: Descripción del proceso industrial en planta 2. Mexichem. Cartagena de Indias. 2008

<sup>(6)</sup> RAMOS, Víctor Hugo. Instrumentista. Entrevista: Instrumentos de campo. Mexichem. Cartagena de Indias. 2008

<sup>(8)</sup> RAMOS, Víctor Hugo. Instrumentista. Entrevista: Estructura del sistema de control, de equipos al cuarto de control. Mexichem. Cartagena de Indias. 2008

### **Internet:**

<sup>(2)</sup> MEXICHEM

Página Oficial MEXICHEM

< <http://www.mexichem.com.co/>>

<<http://mexinet/home/index.html>>

<sup>(1)</sup> El Universal (10 de abril 2008)

Página oficial de El universal

<[www.eluniversal.com.co](http://www.eluniversal.com.co)>

<sup>(9)</sup> WIKIPEDIA

Enciclopedia Libre en Línea. SAP. Pagina Visitada en Mayo de 2008.

<<http://en.wikipedia.org/wiki/SAP> >

### **Imágenes:**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

Página oficial de la universidad

<<http://www.pucp.edu.pe>>

LUNDBERG ASSOCIATES

Página web de Lundberg associates

<[www.lundbergassociates.com](http://www.lundbergassociates.com)>

MTI (Material Test & Inspection)

Página Oficial de MTI

<<http://www.mti.eu.com>>

Rosemount Product Manual. Emerson Process Management (CD)