



**“ESTADO DE ARTE” DE LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL
EN CARTAGENA DE INDIAS.**

**“MEXICHEM RESINAS VINILICAS”
“Planta 1”
SECTOR MAMONAL**

**ALBERTO CARLOS PEÑA PALACIOS
JAIR ENRIQUE LECHUGA SIERRA**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T. y C.
2008**



**“ESTADO DE ARTE” DE LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL
EN CARTAGENA DE INDIAS.**

**“MEXICHEM RESINAS VINILICAS”
“Planta 1”
SECTOR MAMONAL**

**ALBERTO CARLOS PEÑA PALACIOS
JAIR ENRIQUE LECHUGA SIERRA**

**MONOGRAFIA DE GRADO PRESENTADA PARA OPTAR POR EL
TITULO DE INGENIEROS ELECTRONICOS**

**DIRECTOR:
PhD. José Luís Villa Ramírez**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T. y C.
2008**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVOS	8
TERMINOS BASICOS	9
 Capitulo 1.	
IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA DONDE SE DESARROLLÓ EL TRABAJO	12
 Capitulo 2.	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL ESTUDIADO	14
2.1 Producción y transformación del PVC	14
2.2 Ciclo de vida del PVC	15
2.3 Propiedades y Ventajas	16
2.4 PVC y sus aplicaciones	17
2.5 Descripción técnica del proceso	18
 Capitulo 3.	
METODOLOGIA	21

Capitulo 4.

DESCRIPCION DE LOS NIVELES DE LA	27
AUTOMATIZACION INDUSTRIAL EN LA EMPRESA	
ESTUDIADA	
3.1 Nivel de Campo	29
3.2. Nivel de Control	42
3.3 Nivel de Sistema de ejecución de Manufactura	47
3.4 Nivel de Planificación de Recursos	49

Capitulo 5.

ESTADO DEL ARTE DE LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL	53
4.1 Optimización del uso de activos en la planta	53
4.2 Control avanzado	57
4.3 Administración de la información	58
4.4 Salud, Seguridad y Ambiente	58

Capitulo 6.

OBSERVACIONES	63
----------------------	-----------

Capitulo 7.

ENCUESTA DEL PERFIL PROFESIONAL DE LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL EN CARTAGENA DE INDIAS	65
7.1 Evaluación de Dominios de desempeño	66
7.2 Evaluación de Tareas de los Dominios de desempeño	68
CONCLUSIONES GENERALES DEL TRABAJO	74
BIBLIOGRAFÍA	76
PAGINAS WEB	78
INDICE DE FIGURAS	79
INDICE DE TABLAS	81
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

La presente monografía hace referencia al tema “Estado del arte de la automatización industrial en Cartagena”, que se puede definir como el resultado del estudio de la realidad de la automatización industrial en el sector industrial Mamonal, en particular en las instalaciones de la empresa Mexichem.

El principal objetivo consiste en establecer por medio de la observación y estudio la existencia o no de tecnologías y prácticas profesionales relacionadas con la automatización de procesos industriales que en teoría deberían estar presentes en plantas de gran tamaño como son las que conforman las instalaciones de la empresa Mexichem en la zona industrial Mamonal. Para lograr este objetivo se debe analizar primero la pirámide ideal de automatización que se debe aplicar a procesos industriales

Este documento es base para el análisis de la problemática local y regional a nivel industrial y fue desarrollado con el interés de identificar fortalezas, debilidades y necesidades de la industria en Cartagena a nivel de automatización, Control e instrumentación.

Para la realización de este documento se tomo como base principal la información recolectada de entrevistas realizadas a ingenieros dedicados al área de automatización, documentos adjuntados en la página Web y visitas técnicas realizadas a la plantas de Mexichem

Los principales resultados del estudio demuestran que la planta 1 de Mexichem cuenta con tecnologías y se realizan prácticas profesionales

relacionadas con la automatización industrial que en teoría deben estar presentes en plantas de gran tamaño.

El presente documento está organizado por siete capítulos de la siguiente forma: el primer capítulo es la introducción a la empresa donde se desarrollo el estudio, el segundo capítulo abarca la descripción en detalle del proceso en estudio, el tercer capítulo explica la metodología como se realizo el trabajo, el cuarto capítulo describe los niveles de automatización industrial en la empresa estudiada, el quinto capítulo profundiza y complementa el estado del arte de la automatización industrial en la empresa, el sexto capítulo incluye consideraciones, opiniones y observaciones en cuanto a problemáticas referentes a la automatización en el proceso y el ultimo capitulo muestra los resultado de la encuesta del perfil profesional de la automatización industrial en Cartagena de indias.

Invitamos a usted a que indague a continuación el estado del arte de la automatización industrial en Cartagena y queda a su juicio que este documento sirva de base para investigaciones futuras.

OBJETIVO GENERAL

- Realizar el estudio del estado del arte de la automatización industrial en la planta de la empresa Mexichem Resinas Vinilicas estableciendo la existencia o no de tecnologías y prácticas profesionales relacionadas con la automatización de procesos industriales que en teoría deberían estar presentes en plantas de gran tamaño como son las que conforman las instalaciones de la empresa Mexichem en la zona industrial Mamonal.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir el proceso industrial estudiado en la empresa Mexichem.
- Describir los distintos niveles de automatización localizado en las plantas de Mexichem.
- Describir la optimización del uso de activos en la planta, rol de operadores y eficiencia de la ingeniería en la planta.
- Conocer el impacto de la empresa sobre el medio ambiente y las medidas tomadas para contrarrestar los efectos.
- Indagar acerca de proyectos de control avanzado desarrollados en la empresa.
- Conocer el modo de administración de la información en la empresa.
- Concluir de manera general acerca del estado del arte de la empresa estudiada

TERMINOS BASICOS

- **ESTADO DEL ARTE:** Se puede describir el estado del arte a nivel tecnológico industrial como todos aquellos desarrollos y técnicas de última tecnología realizados a los procesos de una empresa, que han sido probados en la industria y han sido acogidos y aprobados por distintos fabricantes.
- **SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)**
Control supervisor y adquisición de datos, Se refiere a un sistema diseñado para ser utilizado en el control de producción que incluye un software, base de datos, comunicaciones, redes, interfaz hombre maquina, controladores y hardware de entrada y salida. Este sistema permite almacenar y mostrar la información de manera continua y confiable, llevar a cabo acciones de control iniciadas por el operador (abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas), mostrar alarmas al operador de cambios detectados en la planta y guardar información de estos cambios para su posterior evaluación, relacionar los datos obtenidos durante el proceso con aplicaciones generales como gráficos de tendencia, historia de variables, predicciones, etc.
- **DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM (DCS)**
Los DCSs son sistemas con un control supervisorio y lógicas distribuidas en módulos dedicados a tareas específicas que trabajan en forma independiente al procesador central, En estos sistemas existe comunicación entre los módulos de control. Dado el caso que se presenten fallas o sobrecarga de trabajo es posible transferir todo o

parte de tareas a otras unidades, esto evita bloqueos del sistema (Paradas de la planta)

- ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP)

Se denominan ERPs los software o sistemas de información empresariales que se encarga de la integración de la información y optimización de todos los procesos y recursos de la empresa por medio de módulos como: Logística, distribución, inventarios, Compras, Ventas, Recursos Humanos, Producción, entre otros. Estos sistemas ofrecen una interfaz amigable con el usuario para realizar las transacciones de la empresa y generar una base de datos centralizada para el almacenamiento de la información.

- MANUFACTURING EXECUTION SYSTEMS (MES)

MES o Sistema de ejecución de manufactura se denominan los software que tienen como funciones la Asignación de recursos, Programación de Operaciones, Despacho de unidades de producción, Administración de la calidad, de procesos, de mantenimiento y Análisis de rendimiento

- COMPUTER MAINTENANCE MANAGEMENT SOFTWARE (CMMS)

Computer Maintenance Management Software Traduce al español Gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO). Este término abarca un software que permite la gestión de mantenimiento de todos los equipos (Preventivo, Predictivo y Correctivo) e instalaciones de la empresa, Crear un historial de incidencias y

averías, realizar el control de almacén (Repuestos y Recambios) y Generar y seguir las ordenes de trabajo.

- MONOMERO CLORURO DE VINILO (MVC)

Pertenece al grupo de los Hidrocarburos Halogenados, Gas incoloro a temperatura ambiente, olor ligeramente dulzón. Su principal uso es la fabricación de plásticos y resinas Polivinilicas (PVC). Es altamente toxico y muy inflamable, debido a esto su manejo requiere de estrictos controles de contaminación atmosférica.

- POLIMERO CLORURO DE VINILO (PVC)

El comúnmente conocido PVC (del inglés *PolyVinyl Chloride*) es un polímero termoplástico. A temperatura ambiente se observa como material blanco que comienza a ablandar alrededor de los 80°C y se descompone por encima de 140°C. Esta resina resulta de la polimerización del cloruro de vinilo. Tiene una muy buena resistencia eléctrica y a la llama. Se pueden dividir en dos tipos: Rígidos usados para envases, ventanas, tuberías, las cuales han reemplazado en gran medida al hierro y Flexible usados en cables, juguetes, calzados, pavimentos, recubrimientos, techos tensados, entre otros

CAPITULO 1

IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Empresa: Mexichem Resinas Vinílicas

Ubicación: Km 8 Sector Industrial Mamonal, Cartagena de Indias (Bolívar)

Sector de producción: Industria Manufacturera

Subsector: Fabricación de productos de Plásticos

Producto: Policloruro de Vinilo PVC

La empresa Mexichem Resinas Vinilicas (MRV) conocida anteriormente como Petroquímica Colombiana S.A. (PETCO) hace parte del grupo empresarial mexicano MEXICHEM.

Esta empresa, localizada actualmente en el km 8 del sector industrial Mamonal de Cartagena de Indias, comenzó a operar en 1965 (año en que se inició la producción del policloruro de vinilo en Colombia), desde entonces se ha dedicado a producir y comercializar materias primas para la industria de los plásticos bajo normas internacionales de gestión de calidad, seguridad y protección ambiental, lo que la distingue como una empresa líder comprometida a impulsar el progreso nacional y el mejoramiento de la calidad de vida.



Figura N°1. Planta industrial de Mexichem en Cartagena

Fuente: Mexichem

Las instalaciones industriales de MEXICHEM, mostrada en la figura N°1, cuentan con varias plantas para la fabricación de resinas de PVC, dotadas con alta tecnología y operada por un experimentado equipo humano.

La capacidad de producción instalada alcanza las 390000 toneladas métricas por año abarcando un amplio portafolio de resinas de PVC de uso general. Los productos de MEXICHEM son resinas de PVC que pueden clasificarse en tipo suspensión y tipo emulsión. Las resinas PVC tipo suspensión incluyen Homopolímeros de uso general y copolímeros de cloruro y acetato de vinilo. La capacidad instalada para la producción de este tipo de resinas suma 330000 toneladas métricas por año. Las Resinas PVC tipo Emulsión producidas por MRV satisface casi con todos los requerimientos de aplicaciones conocidas. La capacidad instalada para la producción de Resinas PVC tipo Emulsión es de 60000 toneladas métricas por año.

Las instalaciones de Mexichem Resinas Vinílicas en Cartagena constan de tres plantas caracterizadas así:

Planta 1: DCS Delta V (Emerson Process Management)

Planta de producción de resina PVC tipo Suspensión

Planta 2: DCS (Transición) Sistema Provox (Emerson) a Centrum CS3000 (Yokogawa)

Planta de producción de resina PVC tipo Suspensión

Planta 3: DCS I/A Series System (Foxboro)

Planta de Producción de resina PVC tipo Emulsión

CAPITULO 2

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL ESTUDIADO

El proceso estudiado se encarga de la producción del cloruro de polivinilo, más conocido como PVC o simplemente como vinilo que es un polímero sintético perteneciente a la familia de los termoplásticos.

2.1 Producción y Transformación del PVC

Las materias primas de las cuales se deriva el PVC son la sal común y el petróleo o gas natural. Del petróleo o gas se obtiene el etileno, mediante un proceso de craqueo; la sal se disuelve en agua y se somete a electrólisis para separar el cloro presente en ella. El etileno y el cloro son entonces combinados bajo calor para obtener un gas monómero, el cloruro de vinilo. Las moléculas del monómero se encadenan como resultado de una reacción conocida como polimerización. El producto resultante de este proceso es el PVC en su estado de resina virgen, cuyo aspecto es el de un fino polvillo blanco.

La resina de PVC es mezclada con diversos aditivos, tales como estabilizadores, plastificantes, modificadores del impacto, colorantes y otros), dependiendo del producto a la que vaya a destinarse. El compuesto de PVC resultante, en forma de polvo o escamas (pellets), incorpora toda la gama de propiedades requeridas para su procesamiento y uso. Dependiendo de los aditivos seleccionados, el PVC puede hacerse totalmente flexible o rígido, con cualquier forma o textura, transparente u opaco y adquirir virtualmente cualquier color. Atributos como la durabilidad, la resistencia y el desempeño ante el fuego se incluyen entre las características que son determinadas por los aditivos presentes en la formulación del compuesto.

La transformación del PVC en productos de consumo se realiza mediante técnicas comunes para todos los plásticos, tales como extrusión, inyección, calandrado, soplado o termo formado.

2.2 Ciclo de vida del PVC

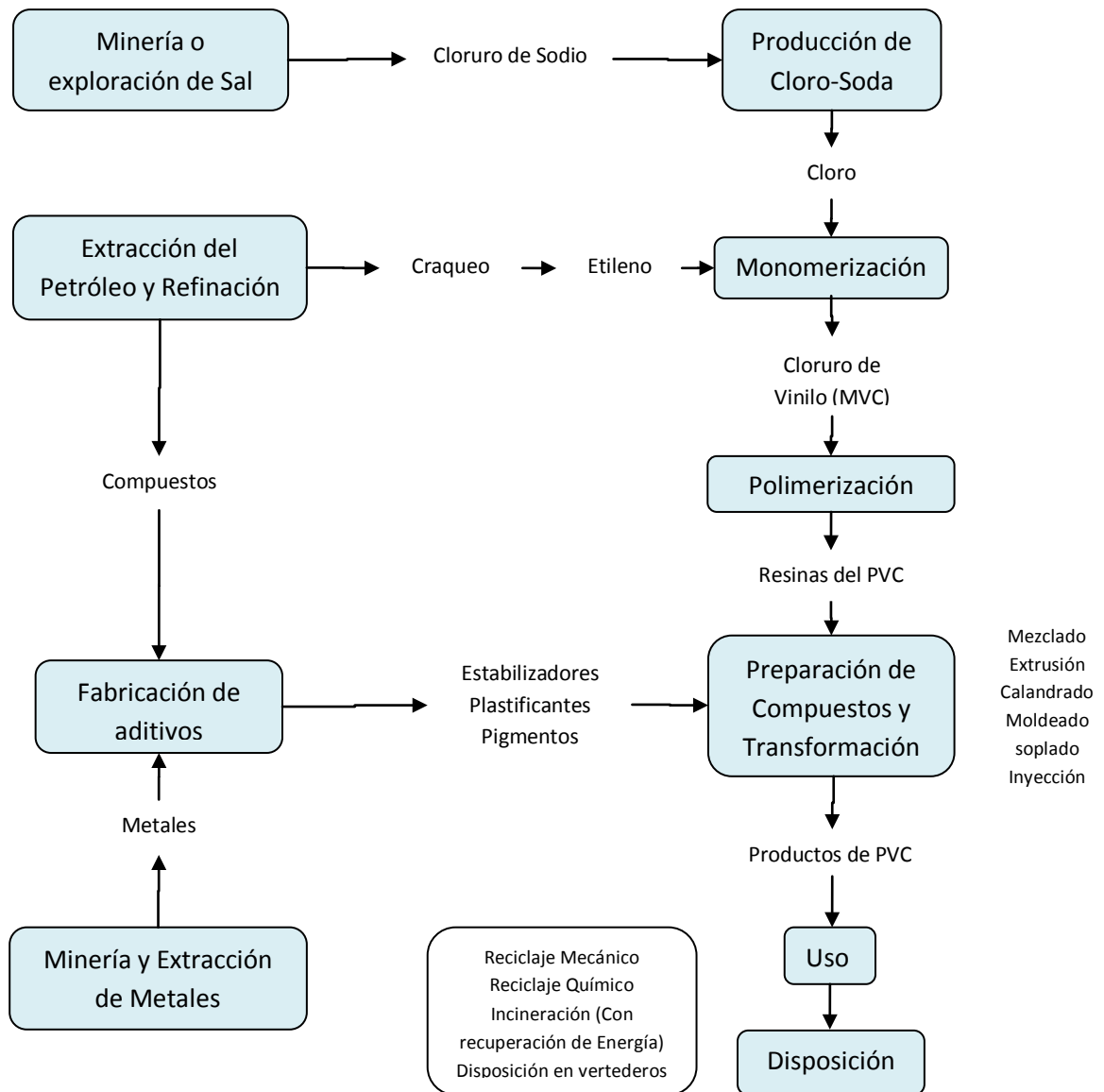


Figura Nº2. Ciclo de vida del PVC

Fuente: www.petco.com.co

En la figura N°2 se muestra el ciclo de vida del PVC desde su extracción hasta su disposición.

2.3 Propiedades y Ventajas

El uso del PVC en sus diversas aplicaciones conlleva ventajas técnicas, funcionales, económicas y ambientales.

Entre las características de los productos elaborados con PVC se cuentan atributos como:

- Excelente resistencia mecánica al impacto o al aplastamiento
- Bajo peso lo que facilita su porte y aplicación
- Capacidad de aislamiento térmico, eléctrico y acústico
- Baja inflamabilidad natural: es auto extingible, no propaga el fuego.
- Atoxicidad, lo que permite su empleo en productos que deban estar en contacto con sustancias de consumo humano.
- Resistencia a los factores ambientales, como calor y corrosión.
- Resistencia a la mayoría de los reactivos químicos.
- Resistencia a la acción de hongos, bacterias, insectos y roedores.
- Impermeabilidad a gases y líquidos.
- Facilidad de mantenimiento.
- Durabilidad

El PVC ofrece también una óptima relación costo-beneficio y un eco-balance favorable en sus principales aplicaciones, cuando se le compara con materiales alternativos:

- Dado que su molécula está constituida en un 57% de cloro, obtenida de la sal común, y sólo contiene un 43% de etileno, derivado del

petróleo, el PVC es menos dependiente del consumo de recursos no renovables que otros plásticos. En cambio, aprovecha un compuesto abundante en la naturaleza y prácticamente inagotable como es la sal.

- Más del 65 % del PVC que se produce mundialmente se destina a aplicaciones con una larga vida útil, lo que multiplica la eficiencia en el uso de los recursos utilizados en su producción y transformación.
- Los productos de PVC consumen menos energía y generan menos emisiones de CO₂ en las distintas etapas de su ciclo de vida, comparados con materiales alternativos.
- Como todos los plásticos, el PVC es 100% reciclable en nuevas o similares aplicaciones al término de su vida útil.

2.4 PVC y sus Aplicaciones

Gracias a su capacidad para ser mezcladas con diversos aditivos, las resinas de PVC pueden satisfacer los requerimientos técnicos y funcionales de una amplia gama de productos: desde aquellos tan rígidos y durables como una tubería para el transporte de agua potable, hasta los totalmente flexibles y transparentes, como las películas extensibles para empacar alimentos.

Alrededor del 60% del PVC que se produce mundialmente se destina a productos utilizados en la construcción e infraestructura. No obstante, son innumerables las aplicaciones de uso cotidiano para las cuales el PVC es el material de elección: muebles y accesorios, calzado y vestuario, partes de automóviles, de electrodomésticos y computadores; dispositivos hospitalarios, empaques y envases, juguetes, y muchos otros.

Este versátil termoplástico ha demostrado sus beneficios en todos los ámbitos de la vida moderna, desempeñando un papel esencial en la atención de necesidades humanas básicas, como el suministro de agua potable y

energía, tratamientos médicos y soluciones de vivienda para la creciente población mundial.

2.5 Descripción técnica del proceso.

Para el desarrollo del presente estudio se ha considerado La planta 1, encargada de la producción de la resina PVC tipo Suspensión, está compuesta por un Sistema de Control Distribuido DCS digital de automatización Delta V de Emerson Process Management.

En el proceso de fabricación de PVC se necesita agua desmineralizada, por lo que Mexichem cuenta con una planta interna de tratamiento del agua que es tomada desde el canal del dique.

Inicialmente a un reactor de acero inoxidable de 15000 Kg se le inyecta monómero gaseoso a una presión de 20 psi. Esto se realiza 2 o 3 veces con el fin de eliminar el aire presente en el reactor.

Se carga agua desmineralizada en el reactor y posteriormente se carga el Monómero Cloruro de Vinilo MVC¹ impulsado por bombas desde tanques tipos esfera y salchicha en donde anteriormente se ha cargado el producto desde buques alojados en el muelle de Mexichem. La cantidad de monómero es censada por un medidor de flujo másico. Luego se debe esperar un tiempo de estabilización de masa.

¹ Este MVC es el resultado de la mezcla de MVC Nuevo o Fresco con el MVC Recuperado de todo el proceso (siempre se mezcla mayor cantidad de MVC Nuevo que MVC Recuperado)

Se inicia el agitador del reactor. Después de aproximadamente 10 minutos se agregan aditivos como el Monómero Acetato de Vinilo MVA y algunos solventes clorados como el TriCloroEteno (TCE) y el TriCloroFenol (TCF) por medio de tuberías con medidores de flujo másico de acuerdo a las especificaciones deseadas para el producto saliente.

Comienza el precalentado hasta una temperatura de 150 °C, esta es controlada por medio de una chaqueta del reactor que permite la recirculación de agua a través de una tubería conectada a un calentador. El flujo del agua calentada o refrigerada se da de acuerdo a las decisiones de un controlador de temperatura. Después del calentamiento se agregan otros aditivos iniciadores de reacción.

Se espera que después de cierto tiempo la sustancia produzca su propia temperatura. La temperatura debe mantenerse controlada. Después de aproximadamente 4 Horas se da la polimerización. La presión del reactor baja aproximadamente a 40 Psi, Esto significa que más del 80% del MVC se mezcló produciendo lo que se conoce como Lechada (Agua + Resina de PVC + MVC (Gaseoso)).

La lechada resultante es sometida a baja presión en donde el MVC gaseoso es adsorbido para ser llevado a un sistema en donde se produce su condensación. Una vez el MVC en estado líquido puede ser reutilizado. Luego se descarga el reactor y se transfiere la sustancia resultante (con un bajo porcentaje de MVC) a través de una tubería manipulada de acuerdo a las decisiones del control de flujo y control de presión a una columna de despojo para recuperar MVC a través de la inyección de vapor. Este MVC recuperado es también llevado al sistema de condensación para ser adecuado para su reutilización. Desde esta columna de despojo es transportada la lechada con aproximadamente 20% de agua a tanques de

almacenamiento y de ahí es conducido a un sistema de centrífuga donde se aplica control de torque eliminando agua (Agua efluente del proceso) dejando solo resina húmeda de PVC.

Luego ingresa al secador rotativo en donde se eliminan restos de humedad por medio de control de temperatura. El agua resultante tanto de la centrífuga como del secador rotativo es llevada a un sistema de recuperación en donde se adecúa para ser reutilizada.

La resina de PVC es filtrada y separada en fracciones en el orden de los micrones y es alojada en tolvas o silos de almacenamiento para ser empacada en bolsas y finalmente cargada y distribuida a los distintos clientes de Mexichem.

CAPITULO 3

METODOLOGIA

La composición del estado del arte de la automatización industrial en Cartagena se desarrollo en tres etapas de la siguiente manera:

1. Planeación del estudio, determinación de la empresa donde se desarrollaría la investigación y selección de las personas idóneas para la recolección de la información.

2. Búsqueda y recopilación de las fuentes de información:
 - a. Monografías, artículos, trabajos especiales
 - b. Investigaciones aplicadas
 - c. Encuestas y entrevistas
 - d. Manuales de dispositivos
 - e. Tutoriales de los sistemas implementados
 - f. Visitas técnicas a la planta estudiada.
 - g. Páginas web

3. Lectura, análisis, interpretación y clasificación de las fuentes de información, a partir de la cual se seleccionaron los puntos fundamentales para la conformación del estado del arte y redacción del presente documento

Estas tres etapas tuvieron una duración aproximada de 6 meses en la cual se logro conocer los aspectos más relevantes en cuanto a la arquitectura de la automatización industrial de la planta 1 de Mexichem.

La descripción del estado del arte se desarrolló en base al documento conceptual: "Estado del arte" de la automatización industrial en Cartagena de indias (Anexo 3), el cual establece la directrices para identificar en la empresa los factores que conforman esta sección. Teniendo en cuenta que la sola presencia de la tecnología no es suficiente para el desarrollo de las tareas planeadas y la toma de decisiones en la industria, se organizó la descripción del estado del arte de la siguiente manera:

1. Optimización del uso de activos en la planta

Describe los departamentos de operación, mantenimiento e ingeniería y la relación, desde el punto de vista de sistema, entre ellos. Indaga también acerca de procedimientos estandarizados de calibración, ajuste de reguladores e instrumentos. Se enfoca en algunos tópicos tecnológicos como la identificación de buses de campo instalados, instrumentación inteligente y actualizaciones tecnológicas de instrumentos.

2. Control avanzado

Muestra resultados acerca de la evaluación, desarrollo y practica de proyectos de actuales en cuanto a técnicas control avanzado de procesos dentro de la planta

3. Administración de la información

Indaga acerca de la calidad de la información manejada por los departamentos encargados de tomar decisiones y negociar. También busca identificar el uso de herramientas como ERP, IMS y MES

4. Salud, Seguridad y Ambiente

Detalla la aplicación y conocimientos de normatividades por parte de los trabajadores de la empresa en cuanto al medio ambiente, de igual forma, investiga acerca de la seguridad física de los operadores y seguridad de los sistemas de la planta. Revela la existencia de proyectos con el fin de disminuir el impacto ambiental.

Según la naturaleza de los objetivos en cuanto al nivel de conocimiento que se desea alcanzar, la presente monografía es considerada *Tipo Descriptiva*, esta se efectúa cuando se desea describir en todos sus componentes principales una realidad, para nuestro caso específico “El estado del arte de la automatización Industrial en Cartagena”. De manera que el objetivo de esta monografía consiste en llegar a conocer la situación actual de la automatización industrial en Mexichem a través de la descripción exacta de las actividades, objetos y procesos en ella. La meta de la monografía no se limita a la recolección de datos, sino a la identificación de tecnologías y prácticas profesionales relacionadas con la automatización de procesos industriales que en teoría deberían estar presentes en plantas de gran tamaño como son las que conforman las instalaciones de la empresa Mexichem en la zona industrial Mamonal.

RECOLECCION DE LA INFORMACION

Para la composición del estado del arte de la automatización industrial centrados en la planta 1 de Mexichem se hizo necesario hacer entrevistas, encuestas y recolección de documentos en forma magnética e impresa como se describe a continuación:

ENTREVISTAS

Se realizaron un total de 3 entrevistas a profesionales en el área de la automatización industrial que trabajan actualmente en Mexichem y que cumplieron los siguientes requisitos:

Tipo: Entrevista

Género: Hombres y mujeres

Edad: 23 a 60 años

Actividad que desarrolla: Ingeniero de proyecto, Ingeniero de Proceso, Ingeniero de Mantenimiento

Educación (niveles cursados): Profesional

Profesión: Ingeniero en áreas afines a la Automatización Industrial

Localización: Cartagena, Zona Industrial de Mamonal

Características particulares: Debe ser trabajador de Mexichem

Tiempo de dedicación al área: entre 50 y 100%

Estas entrevistas tomaron varias sesiones debido a la cantidad de información que se deseaba recolectar. Dentro de estas se desarrollaron casi todos los temas de interés para el desarrollo de la monografía dentro de los que se destaca la arquitectura del sistema de automatización de la empresa.

ENCUESTA

Se realizó la encuesta a 10 personas profesionales en el área de la automatización que laboran dentro de la zona industrial de Mamonal pero no específicamente en Mexichem. La encuesta estuvo basada en un documento denominado “Encuesta del perfil profesional de la automatización en Cartagena de indias” mostrado en el anexo 1. Debido a su extensión no todos los encuestados mostraron gran disposición a la realización de la

encuesta, pues esta le demandaría demasiado tiempo para responder, por lo que se les facilitó un documento impreso a cada uno para que en un tiempo aproximado de una semana respondieran las preguntas dadas. Con los resultados adjuntados a este documento sumados a los resultados presentados por otros estudiantes del Minor de Automatización industrial del programa de ingeniería electrónica se espera obtener una opinión generalizada de la población acerca del perfil del profesional de la automatización en Cartagena. La selección de las personas fue realizada de acuerdo a la siguiente caracterización:

Tipo: Encuesta

Género: Hombres y mujeres

Edad: 23 a 60 años

Actividad que desarrolla: Ingeniero de proyecto, Ingeniero de Proceso, Ingeniero de Mantenimiento

Características económicas (ingresos): no es relevante.

Educación (niveles cursados): Profesional

Profesión: Ingeniero en áreas afines a la Automatización Industrial

Localización: Cartagena, Zona Industrial de Mamonal

Características particulares: Ninguna

Tiempo de dedicación al área: entre 50 y 100%

Para el procesamiento de la información se digitaron los datos de las encuestas en tablas realizadas en la herramienta de Microsoft Office Excel, de estas a su vez se hacían otras tablas definitivas que muestran en valores y en porcentaje la información recolectada de las encuestas. Para analizar la información, después de la tabulación de los datos obtenidos en las encuestas, se realizaron diagramas de barras que permitieron hacer una mejor observación de los resultados.

DOCUMENTACION

Se recolectó información referente a los procesos que se desarrollan en la planta 1 en Mexichem, de la siguiente forma:

- Manuales de algunos dispositivos localizados en la planta.
- Tutoriales de sistemas instalados en la empresa como Delta V y SAP.
- Páginas web, dentro de estas, la página oficial de Mexichem en donde se encontró abundante información acerca de procedimiento, organización, normas y productos.
- Monografías, artículos y trabajos especiales referentes a sistemas de automatización y de planeación de recursos empresariales.
- Investigaciones aplicadas en cuanto a la implementación de nuevos sistemas en la industria y estudios ambientales.

CAPITULO 4

DESCRIPCION DE LOS NIVELES DE LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL EN LA EMPRESA ESTUDIADA

Para analizar de una mejor manera la forma como se encuentra constituida la empresa es necesario indagar puntualmente acerca de cada uno de los niveles de la llamada Pirámide de Automatización industrial sobre ella.

La pirámide de Automatización industrial (Figura N°3) nos muestra cómo las tecnologías se aplican de acuerdo al nivel de decisión y el manejo de la información, así se puede relacionar las acciones que deben tener una respuesta más rápida y que corresponde con la operación técnica del proceso con el nivel más bajo de la pirámide, y aquellas acciones que son realizadas para un largo plazo y que conllevan a un arduo análisis y gran manejo de información con el nivel más alto de la pirámide.

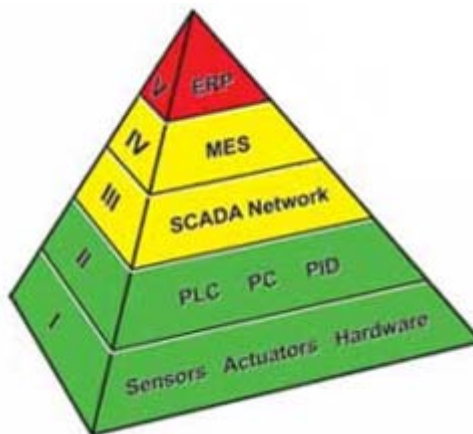


Figura N° 3. Pirámide de Automatización Industrial

Fuente: "Introducción al estado de arte en Cartagena de Indias", Ph.D José Luis Villa. Universidad Tecnológica de Bolívar. Cartagena, 2007

Adaptando la empresa estudiada a ésta pirámide es necesario unir el nivel de SCADA y el nivel de PLC, PIC, y PC en un solo nivel de control conformado por un DCS. De esta forma desde su nivel inferior a superior la pirámide queda conformada de la siguiente manera:

Nivel de Campo: Abarca los dispositivos que se encuentran en contacto directo con el proceso, dentro de estos incluimos sensores, transmisores, switches, bombas, indicadores y motores.

Nivel de control: El control del proceso estudiado se da por medio de un DCS Delta V, No existen PLC, PID y tampoco SCADA dentro del proceso, todas las funciones de control, visualización, monitoreo, y datos son realizadas por el DCS.

Nivel de Sistema de Ejecución de Manufactura: Este nivel se encarga de administrar las operaciones, mantenimiento, Calidad, Mano de obra, secuencia de unidades de producción, registro de datos y mediciones críticas del proceso. Dentro de la planta estudiada estas funciones son realizadas por el software también encargado de la planificación de recursos empresariales: SAP

Nivel de Planificación de recursos empresariales: El Principal propósito de un ERP es otorgar soporte a los clientes de la empresa, tiempos rápidos de respuesta a sus problemas así como un eficiente manejo de información que permita la toma oportuna de decisiones y disminución de los costos totales de operación. Esta función la cumple en Mexichem el Software denominado SAP (Systems, Applications and Products).

En la figura N°4 muestra la organización de la Pirámide de Automatización Industrial asociada a Mexichem

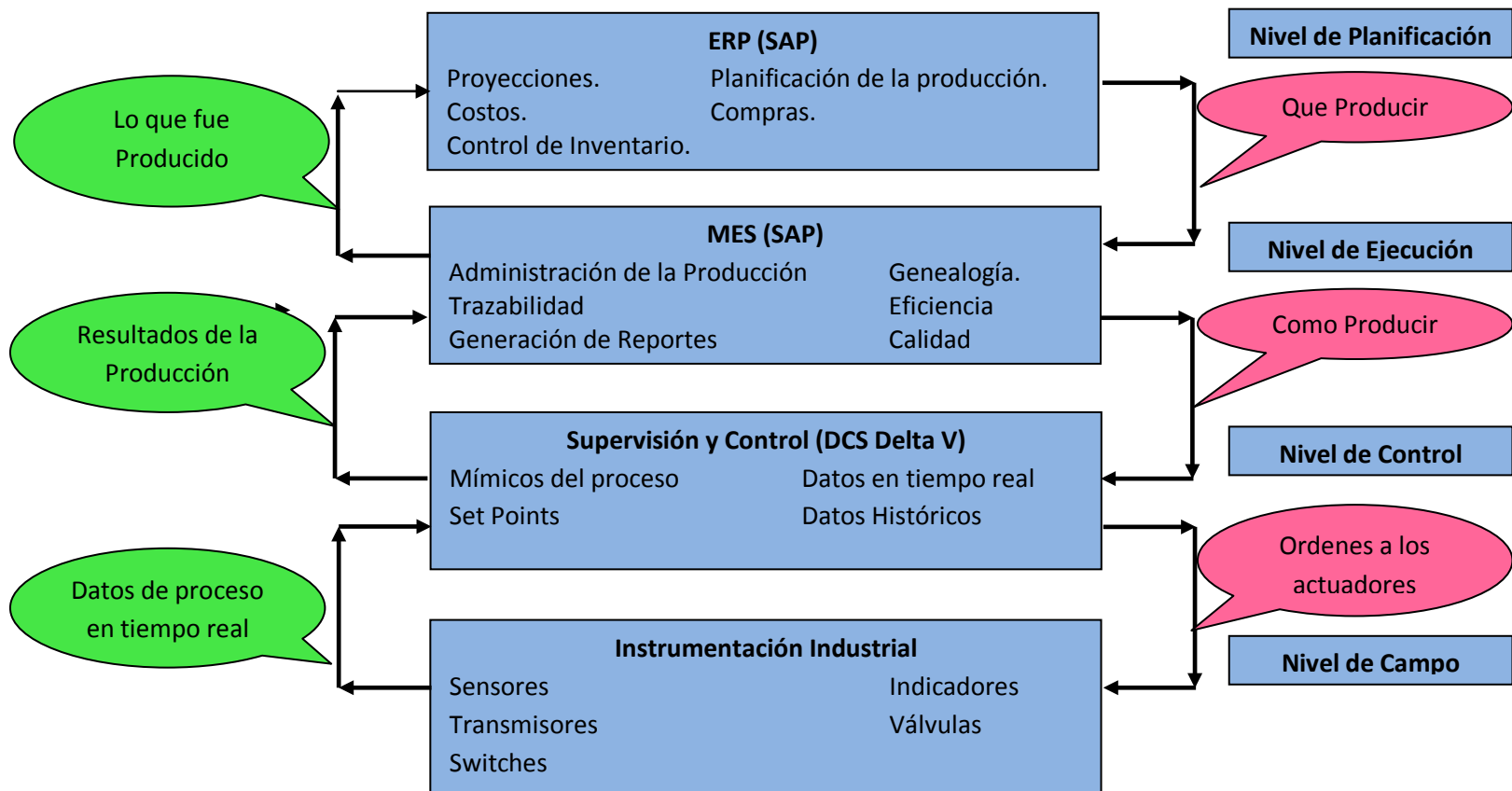


Figura N° 4. Pirámide de Automatización en Mexichem

Fuente: Autores

4.1 Nivel de Campo.

Este nivel hace referencia esencialmente a todos los dispositivos sensores y actuadores que contiene el proceso para su normal funcionamiento. En la planta estudiada las variables a medir y a manipular son: Temperatura, Presión, Nivel y flujo.

Algunas variables del proceso son consideradas críticas o riesgosas por lo que se implementa su medición de manera redundante.

A continuación se describen los dispositivos de campo encontrados en la planta estudiada:

INDICADORES

Son los dispositivos que gráficamente muestran el valor de una variable.

Indicadores de Temperatura (TI):

La temperatura es una de las variables más críticas a lo largo del proceso de producción de PVC, así el uso de indicadores que muestren valores actuales de temperatura a los operadores resulta fundamental a la hora de tomar decisiones para mantener la seguridad de la planta y obtener un producto de excelente calidad

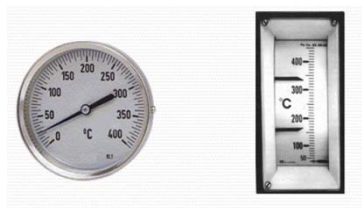


Figura N° 5. Indicadores de temperatura

Fuente: Memorias Minor de automatización Industrial, Modulo Instrumentación, Universidad Tecnológica de Bolívar, 2007

Estos indicadores (Ver figura N°5) pueden ser observados en los tanques reactores para mostrar al operador local el valor actual de temperatura y tomar medidas cuando se observe un valor por fuera de lo normal. Otra aplicación de estos dispositivos es en el sistema de secado de aire, que es el encargado de eliminar la humedad del aire que utilizan los dispositivos de la planta. Esto se hace por medio del calentamiento de unas rejillas de sílica la cual no debe presentar ningún sobrecalentamiento porque esto provoca daños en ella haciendo liberar la sílica, lo que provocaría el taponamiento de las tuberías y erróneo funcionamiento de los instrumentos

Indicadores de Presión (PI):

La presión es también una variable muy controlada en el proceso. Es importante notar que la presión puede producir variaciones en la temperatura y es por esto que durante el proceso se debe hacer un especial seguimiento de esta variable.



Figura N° 6. Indicadores de presión

Fuente: <http://www.centraldemangueras.com/instrument.htm>

Los indicadores de presión como los mostrados en la figura N°6 son utilizados para indicar en campo para indicar los valores de presión de carga y descarga de producto en una bomba. La importancia de estos indicadores radica en que no todas las bombas informan al DCS sobre estos valores de presión y son los operadores los que deben tomar decisiones para evitar daños en dichas Bombas.

En algunas partes del proceso como los reactores en donde se mezclan el MVC, agua y aditivos, donde se necesita que el medio esté libre de aire y que se proteja el instrumento de sustancias que lo deterioren se hace necesario usar Indicadores de presión con Sello

TRANSMISORES

Los transmisores son instrumentos que captan la variable del proceso y la envían a distancia a un elemento receptor indicador, registrador o controlador. Dentro de los más conocidos están los transmisores neumáticos, electrónicos y digitales. En Mexichem encontramos transmisores de temperatura, de presión y de nivel.

Es importante notar que la mayoría de los dispositivos transmisores que se tienen en la planta son inteligentes, esto significa que además de que el dispositivo ofrece un valor del proceso del sistema en tiempo real también es capaz de proporcionar una base de datos al responsable del mantenimiento para tomar acciones. De otra forma se puede decir que este tipo de dispositivos facilita a los técnicos de la planta el acceso al estado y la información sobre la situación de los elementos finales de control.

Para la comunicación de estos dispositivos inteligentes se utiliza el protocolo HART que significa Transductor remoto direccionable de alta velocidad. En sus inicios fue utilizado por la compañía Rosemount en 1986 como un diseño de comunicación exclusivo para los transmisores. Después que se permitió el uso de este protocolo por parte de otros fabricantes ha adquirido amplia popularidad y hoy en día se constituye como uno de los estándares de mayor desarrollo para mantenimiento de los instrumentos inteligentes en la industria.

Dentro de las ventajas que representa el uso del protocolo HART esta su fácil uso y su efectiva comunicación digital de dos vías simultánea a una señal análoga de 4 a 20 mA. El protocolo Hart proporciona una solución de comunicación compatible con gran parte de los instrumentos instalados y de uso actual.

Transmisores de Temperatura:

En ciertos puntos del proceso en donde se considera crítico el proceso en relación a la variable temperatura son utilizados los transmisores de temperatura que emiten un valor que el DCS es capaz de interpretar y escalar para ser mostrado al operador y dar alarmas del sistema. Muchos de estos transmisores cuentan con comunicación Hart la cual les permite a los encargados de la instrumentación calibrar y configurar el equipo dados los requerimientos del sistema.

Estos transmisores son utilizados en los reactores desde donde se le envía las señales al DCS y de ahí al sistema de visualización de este, en donde los operadores pueden observar el funcionamiento del proceso, y al notar algún valor de temperatura fuera de los rangos establecidos tomar las decisiones correspondientes. Planta 1 cuenta con transmisores ROSEMOUNT 3044C y 3144.

Transmisores de Presión:

Los transmisores de presión (Ver figura N°7) son frecuentemente observados en los reactores, en las esferas y algunas tuberías. Al igual que la mayoría de los transmisores de temperatura, los transmisores de presión cuentan con comunicación Hart con la cual es posible leer valores de proceso, configurarlos y calibrarlos. En planta 1 poseen transmisores ROSEMOUNT 1151 y 3051.



Figura N° 7. Transmisores de presión

Fuente: <http://www.interempresas.net/Mantenimiento/feriavirtual/ResenyaProducto.asp?R=30464>

Transmisores de Nivel:

En la planta se encontraron transmisores de nivel tipo radar (Ver figura N°8), una de las ventajas de este tipo de transmisores es que soportan altas temperaturas y altas presiones, y se pueden hacer mediciones en tanques con gases y con cambios en la composición de la atmósfera interna



Figura N° 8. Transmisores de Nivel

Fuente: Memorias Minor de automatización Industrial, Modulo Instrumentación, Universidad Tecnológica de Bolívar, 2007

De igual manera se localizan en la planta transmisores de nivel basados en la medición de la presión los cuales tienen buena exactitud y pueden usarse en líquidos corrosivos mediante el uso de diafragmas, pero se debe tener en

cuenta que su uso se limita a volúmenes definidos y densidades de sustancia estables. En la figura N°9 se observa transmisores de nivel basado en la medición de presión.



Figura N° 9. Transmisores de Nivel basados en la medición de la presión

Fuente: Manual de producto Rosemount

SWITCHES

El uso de estos dispositivos de campo radica en la protección de otros elementos que se podrían deteriorar si alguna de las variables que manejan se encuentra por fuera de los rangos normales de operación. El funcionamiento de los switches consiste en la apertura o cerrado de contactos que permiten o detienen el flujo de corriente eléctrica a un dispositivo del proceso o envían una señal al DCS o al operador para que se realice un procedimiento de apagado o encendido cuando se haya sobrepasado un valor límite de funcionamiento normal.

Dentro de la instrumentación de la planta se encuentran switches de temperatura utilizados por ejemplo en el sistema de refrigeración de la chaqueta del reactor y en el arranque de motores, y switches de presión que son utilizados para proteger las bombas que transportan los productos en el sistema. Entre ellos se encuentran: SWITCH DE NIVEL ULTRASONICO MAGNETROL SERIE 911 y LEVEL MARK 616

SENSORES

Sensores de Temperatura:

Con el fin de monitorear la temperatura de zonas críticas específicas del proceso se usa de manera redundante Termocuplas y termoresistores (RTDs).

Las termocuplas son el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. Estos dispositivos están compuestos por dos alambres de distinto material unidos en un extremo al que al aplicarle temperatura producirán un pequeño voltaje en el orden de los milivoltios entre los extremos opuestos

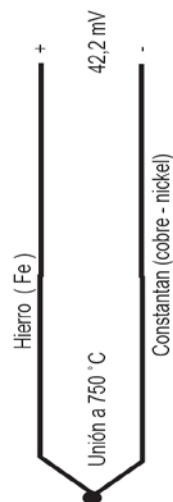


Figura N° 10. Termocuplas

Fuente: <http://www.jmi.com.mx/sensores.htm>

Las termocuplas industriales son normalmente encontradas con el extremo donde se produce la unión dentro de tubos de acero inoxidable y el otro extremo unido a terminales eléctrico protegidos por una caja de aluminio (Ver figura N° 10)

Los termoresistores conocidos comúnmente como RTDs (Ver figura 11). La pieza central de la RTD está fabricada a base de un metal de alta pureza cuya resistencia aumenta a medida que la temperatura aumenta, de esta forma midiendo la resistencia se puede conocer la temperatura del medio en el cual está inmerso el termoresistor.

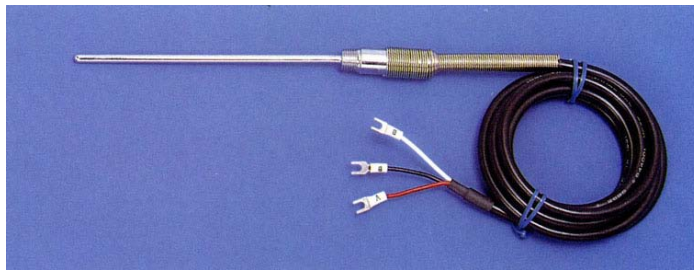


Figura N° 11. Termoresistencia

Fuente: <http://www.aims.biz/thermo.html>

Medidores de Flujo:

Durante el proceso es muy importante conocer con exactitud la cantidad de ingrediente que pasa a través de una tubería para la composición de un tipo específico de PVC. Dentro de la planta se encuentran como instrumento de medición de caudales de masa medidores tipo coriolis, turbinas y magnéticos. Entre ellos se encuentran los medidores de flujo MAGNETICO TAYLOR

Medidores de Flujo Tipo Coriolis:

Estos medidores mostrados en la figura N°12 funcionan a partir de la desviación en la tubería de un bucle en forma de omega (Ω) en estado de

vibración controlada en su armónico principal o en su segundo armónico. La vibración del tubo perpendicular al sentido en el que se desplaza el fluido produce una fuerza de aceleración en la tubería de entrada y una fuerza de desaceleración en la de salida, con lo que se genera un par que cambia de sentido dependiendo de la vibración y el ángulo de torsión del tubo, siendo este último directamente proporcional a la masa que cruza por la tubería en ese instante.

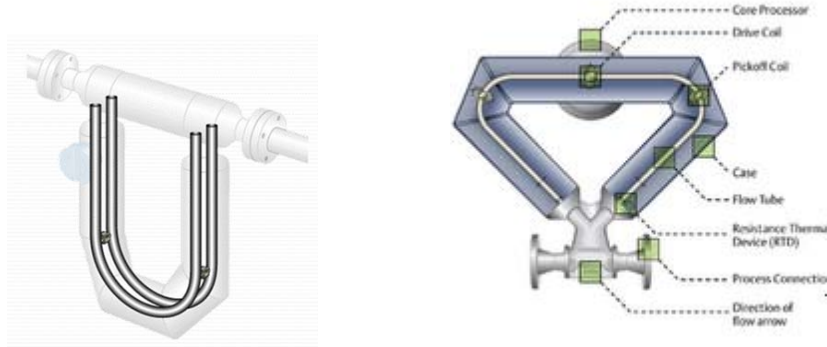


Figura Nº 12. Medidor de flujo tipo coriolis

Fuente: <http://aitunexpo.blogspot.com/2007/05/tipos-sensores-y-construccion.html>

Las medidas en este tipo de medidor no se ve afectada por cambios de temperatura y presión, por no poseer partes móviles requiere de mínimo mantenimiento y el rango de exactitud es menor del 0.2 % de la rata de flujo.

Este tipo de medidores es utilizado en las para carga de MVC y agua a los reactores, y son dispuestos de manera redundante puesto que se debe tener un estricto control de la cantidad de sustancia ingresada al sistema.

Medidores de Flujo Tipo Turbinas:

Este tipo de medidor se basa en un rotor entre dos conos que gira al paso del fluido con velocidad directamente proporcional al caudal, así la velocidad

de rotación generada en el rotor es directamente proporcional al flujo y puede ser medida por un detector inductivo, por una celda foto eléctrica o por engranajes (Ver figura N°13)

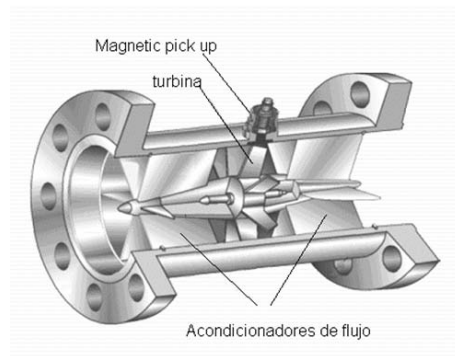


Figura N° 13. Medidor de flujo tipo turbina

Fuente: http://www.dorot.com/index.php?page_id=372

Medidores de Flujo Tipo Magnéticos:

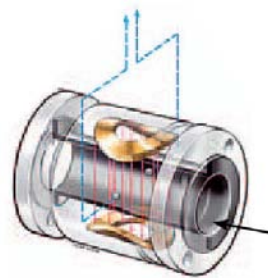


Figura N° 14. Medidor de flujo tipo magnético

Fuente: Catalogo medidores de flujo Siemens

El funcionamiento de este tipo de medidores mostrados en la figura N° 14 se basa en la ley de Faraday del siguiente modo: al pasar un fluido conductor a través de un campo magnético se produce una fuerza electromagnética (F.E.M.), directamente proporcional a la velocidad del mismo, de donde se puede deducir también el caudal. Una de las ventajas de este tipo de medidor es que no tiene partes en movimiento y no hay reducción de diámetro.

Este tipo de medidor es utilizado en las tuberías de entrada al sistema de despojo.

VALVULAS

Las válvulas son elementos finales de control, los cuales pueden de acuerdo a su modificación pueden causar cambios en las variables de flujo, presión, nivel y temperatura de un sistema. En Mexichem las válvulas son utilizadas para controlar diversos productos en la planta 1, como son: agua, amoniaco, MVC, PVC y Aditivos. En la Figura N° 15 se muestra una válvula de control con actuador.

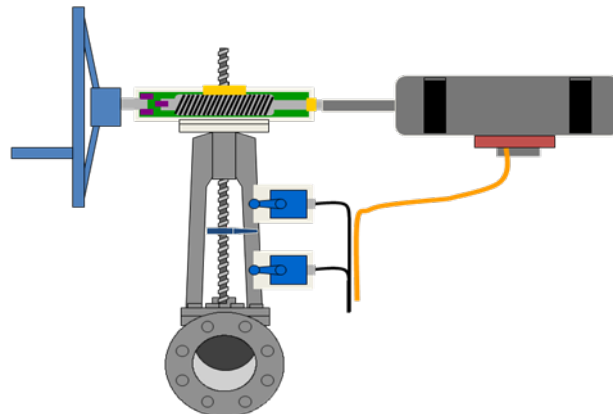


Figura N° 15. Válvula de control con actuador

Fuente: curso de entrenamiento válvulas de control, equipos y controles industriales eci

Válvulas de control: La selección de las válvulas se han tenido en cuenta aspectos como capacidad requerida, materiales de composición del cuerpo de válvula, tipo de conexiones, ruido, límites de vibración y erosión, cavitación y características de flujo, presión, temperatura y sustancia a conducir, son utilizadas en partes del proceso en donde se requiere un paso de porcentaje de flujo, es decir, controla gradualmente la cantidad de líquido

que pasa a través de esta. Este tipo de válvula es adaptada para que envíen al sistema DCS señales de su posición de abertura (desde 0 a 100%)



Figura Nº 16. Válvula de control

Fuente: Curso Válvulas de Control, AADECA 2005

Válvulas ON/OFF: La característica fundamental es que solo permiten dos estados. Este tipo de válvula es comúnmente visto en plantas donde se realizan procesos como el estudiado, donde cuando por una tubería se ha pasado una cantidad exacta de fluido, es necesario cerrarlo inmediatamente para efectos de calidad en las recetas del producto procesado. Estas válvulas tienen la capacidad de enviar al DCS señales de abierto o cerrado

4.2 Nivel de Control.

El control de la Planta en estudio está a cargo del DCS Delta V.

Delta V es una creación de Emerson process Management quienes se esforzaron por construir un sistema de automatización que pudiera hacer fácil: diseño, ingeniería, instalación, mantenimiento y operación.

El nombre Delta V es derivado de la ecuación de ingeniería para la aceleración (dV/dt) Cambio de velocidad sobre el cambio del tiempo. El sistema Delta V ofrece un poderoso software de fácil uso para diseñar y operar aplicaciones de control de procesos. Este sistema utiliza muchos estándares de Windows, lo que lo hace muy amigable a la hora de diseño y operación.

El hardware del sistema de automatización básico debe componerse como se muestra en la figura N° 17:

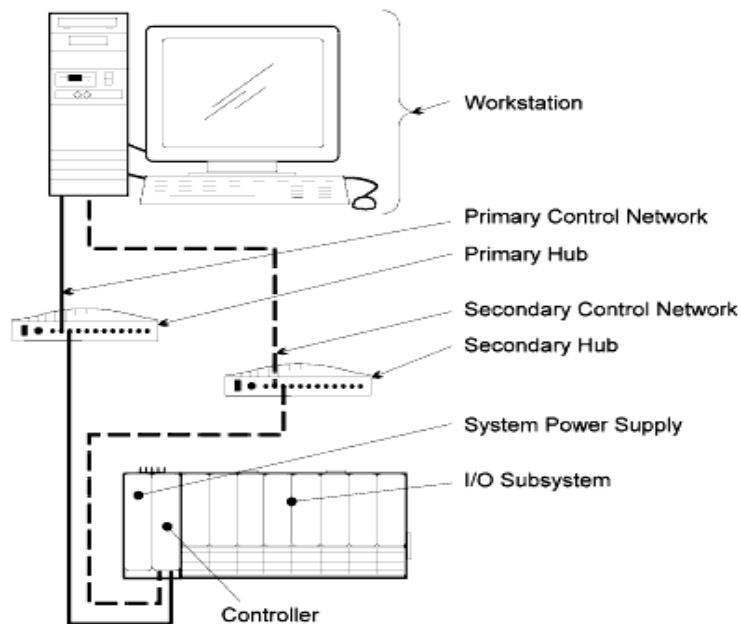


Figura N° 17. Arquitectura sistema básico DCS
Fuente: DeltaV Books online

1. Uno o más estaciones de trabajo Delta V (Workstation)
2. Una red de control para las comunicaciones entre los nodos del sistema, es posible conectar otra red redundante (Primary and Secondary Hub)
3. Fuentes de poder (System Power Supply)
4. Uno o más controladores Delta V que realicen control local y administre datos y comunicaciones entre los módulos de entradas y salidas y la red de control (Controller)
5. Al menos un módulo de entrada y salida por controlador que procese información de los dispositivos de campo (I/O Subsystem)
6. Identificador de sistema (Llave del sistema, conector que se enchufa al puerto por donde se va a establecer la comunicación desde la estación de trabajo)

El sistema ayuda a los usuarios a crear sistemas de procesos de control que son de fácil configuración, de fácil operación, consistentes y seguros. Esto se logra gracias a:

- Uso de tecnología Plug and Play para la configuración de Hardware
- Librerías de módulos de control reusables para simplificar la configuración inicial
- Posibilidad de usar la técnica drag and Drop para simplificar la configuración y hardware de sistema
- Interface gráfica similar a la que utiliza el ambiente de Microsoft Windows
- Interacción, ayuda sensible al contexto y documentación en línea
- Hardware y Software se enfocan en garantizar un sistema seguro e integral
- Asistente de configuración que paso a paso configura proceso y sistema.

Las estrategias de control en el sistema delta V son configuradas en módulos, estos módulos son la unidad más pequeña de control lógico en el sistema y contiene algoritmos, condiciones, alarmas, displays, información histórica y otras características que definen herramientas del proceso.

Algunas de las aplicaciones que contiene Delta V son:

Operator Interface and DeltaV Operate: Incluye gráficos y tendencias de alta resolución, orden de alarmas por usuarios y escritorio de operación estándar o personalizada. En la figura N° 18 se muestra un ejemplo de la ejecución de DeltaV Operate.

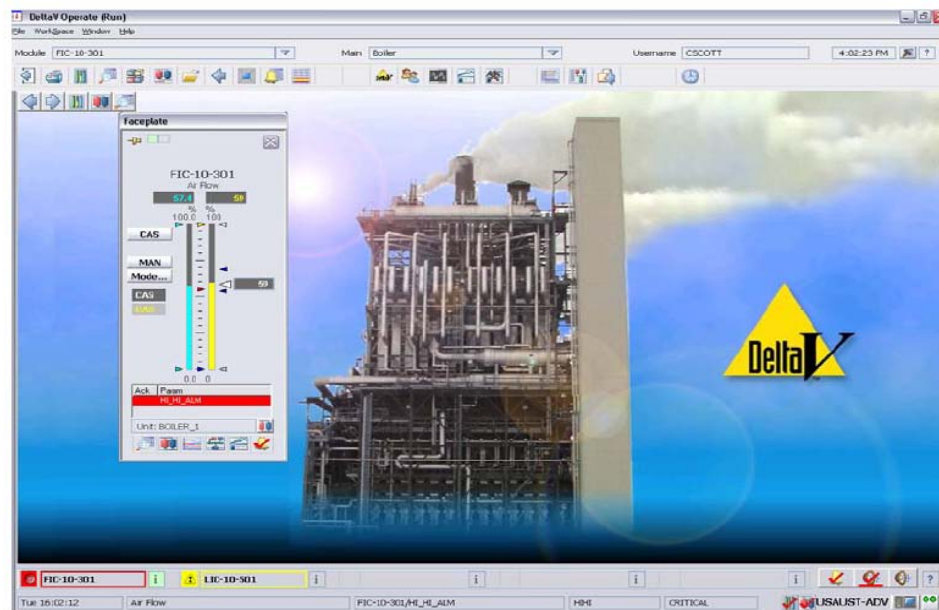


Figura N°18. DeltaV Operate

Fuente: Product Data Sheet, DeltaV Operate

Batch Operator Interface: Esta herramienta permite simplificar el complejo control por lotes por medio de vistas de graficas de procedimientos jerarquizados. En Batch Operator Interface es posible realizar: calendario de lotes, gestión de equipos del lote, modificación de la ejecución del lote en línea y muestra información de los eventos de la jornada.

Diagnostics Explorer: incluye almacenamiento de eventos en tiempo real, información en el controlador, módulos de entrada y salida, y memoria usada.

Graphics Studio (part of Configuration Software Suite): Crea gráficos de procesos para la interface del operador usando gráficos, texto y datos, y animación de herramientas.

Batch Executive: coordina actividades durante la operación del lote como coordinar la ejecución de recetas, realiza arbitraje de equipamientos, sincroniza la comunicación fase a fase, genera y almacena eventos del lote, soporta múltiples Batch Executives y muestra información del lote en Delta V Operate Graphics. La figura N°19 muestra las actividades coordinadas por Batch Executive

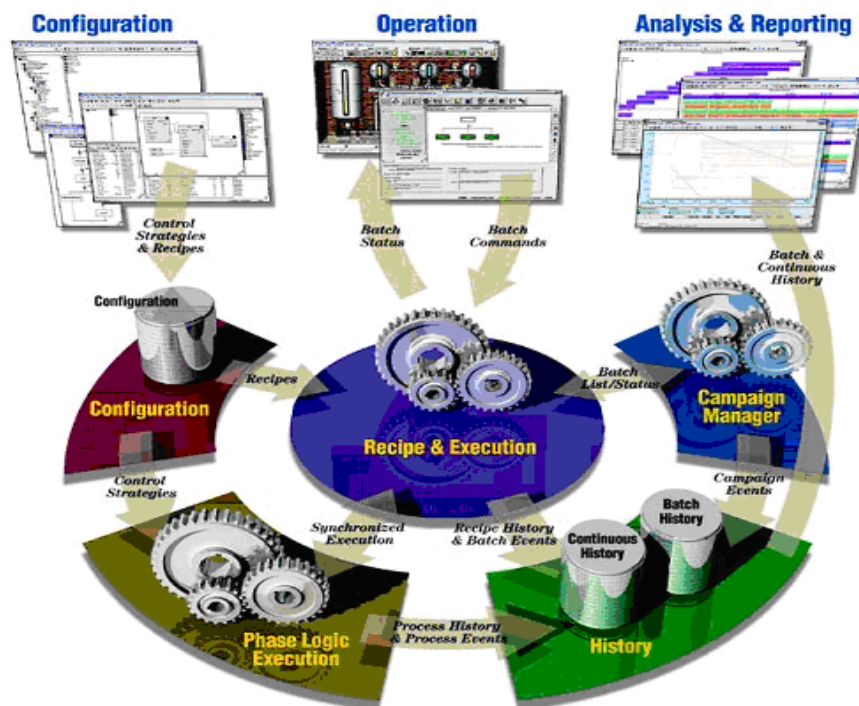


Figura N° 19. Funciones Batch Executive
Fuente: Product Data Sheet, DeltaV Batch Executive

Batch Historian: automáticamente recolecta los datos de la ejecución del proceso desde el DeltaV Batch Executive, datos de eventos del proceso desde Delta V Event Chronicle, datos de alarmas y Datos de cambios realizados por el operador.

Event Chronicle: recolecta cambios del operador, instalación de módulos de control, alarmas y cambios en el estado de los dispositivos.

La figura N° 20 muestra la arquitectura de DeltaV Batch integrada por Batch Operate Interface, Batch Executive, Batch Historian y los controladores.

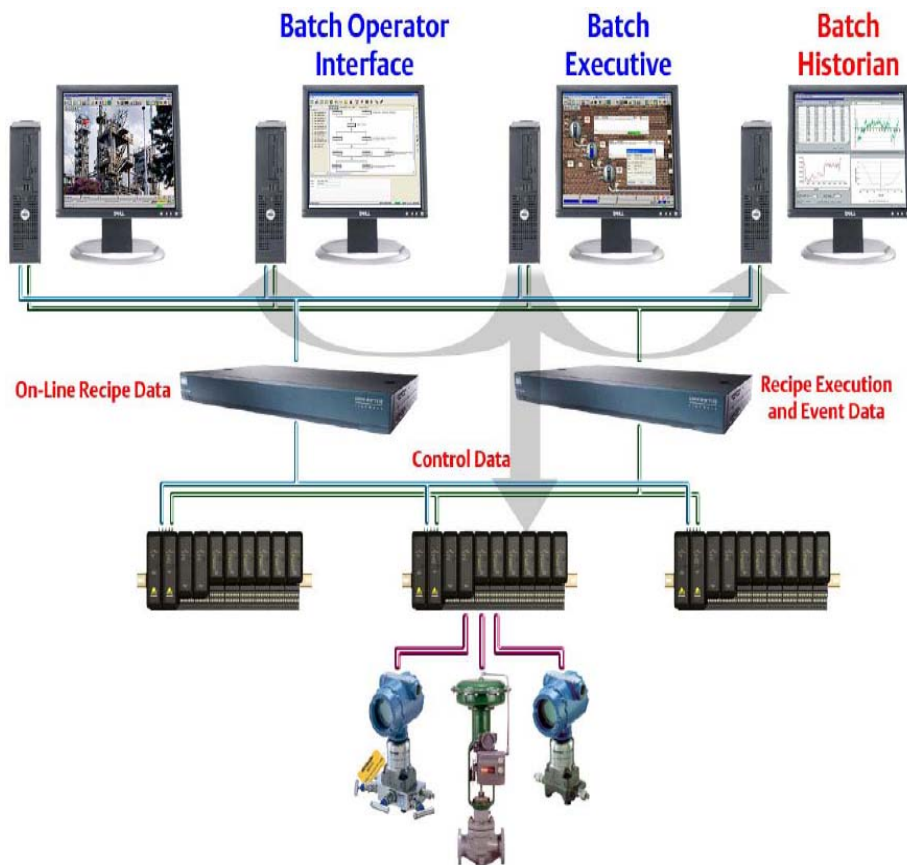


Figura N° 20. Arquitectura DeltaV Batch
Fuente: Product Data Sheet, DeltaV Batch Historian

4.3 Nivel de Sistema de Ejecución de manufactura (*Manufacturing Execution System*)

Este nivel también es conocido como de Planificación y control de Gestión. En Mexichem todas las funciones correspondientes a este nivel son realizadas por algunos módulos del software denominado SAP, más orientado a la planificación de recursos empresariales

Manufacturing Execution System conocido por sus iniciales como MES debe cumplir las siguientes funciones:

Asignación de recursos: Provee un listado detallado o historia de los recursos de la empresa incluyendo maquinas y herramientas. Muestra cuando estos dispositivos están disponibles para que inicie el proceso de manufactura.

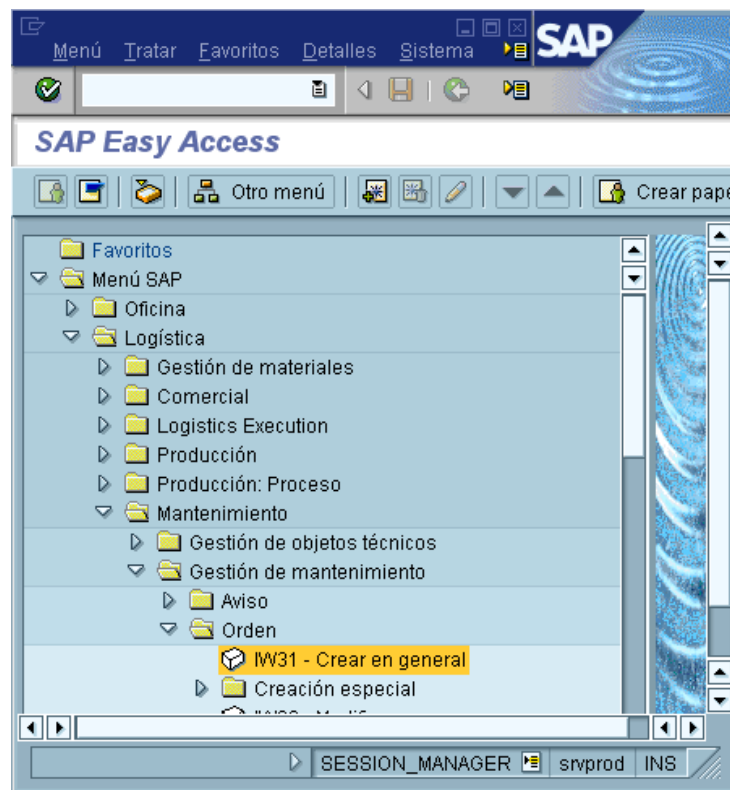


Figura N° 21. menú de usuario SAP Easy Acces

Fuente: Manual SAP R/3

Programación de Operaciones: muestra la secuencia de operaciones a realizar basado en las prioridades atributos y características relacionadas a las unidades de producción específicas

Despacho de unidades de producción: dirige la secuencia de las unidades de producción mediante órdenes de trabajo

Control de Documentos: archiva de manera organizada los documentos que deben tenerse en la unidad de producción. Dentro de estos documentos se encuentran las recetas, procedimientos de operación y notificaciones de cambios en la ingeniería del producto.

Adquisición y recolección de Datos: registra los datos de producción del proceso. Esto se puede hacer tanto de forma manual como automática.

Administración de la mano de obra: proporciona las herramientas para programar la mano de obra directa como indirecta de cada proceso de producción.

Administración de la calidad: analiza en las mediciones críticas del proceso en comparación con normas de calidad específicas y genera correcciones para las condiciones anormales del proceso.

Administración de procesos: hace seguimiento al proceso de producción y proporciona las herramientas al operador para tomar decisiones y realizar correcciones sobre el proceso de manufactura.

Análisis de rendimiento: realiza un análisis comparativo entre cada proceso de producción para establecer diferencias de rendimiento a largo tiempo.

Administración del mantenimiento: establece un orden de actividades que garantizan que los equipos y herramientas de la planta de producción estén

en óptimo estado para su momento de operación. Esta función es notable en la figura N° 21

4.4 Nivel de planeación de recursos empresariales.

Este nivel también denominado ERP por sus siglas en inglés de *enterprise resource planning* se encarga de integrar y automatizar procesos de la empresa tales como producción, compras, finanzas, inventarios, proveedores, recursos humanos, mantenimiento, entre otros, permitiendo además de compartir datos entre los distintos departamentos de la empresa, producir y acceder a la información en tiempo real. Uno de los propósitos principales de este tipo de sistemas es el de agilizar los tiempos de entrega y respuesta a los clientes por medio de la optimización del manejo de la información. La inserción de los ERP en las empresas permite la toma oportuna de decisiones y la disminución de los costos totales de operación

Tres características primordiales con las que cuenta un sistema de recursos empresariales son:

- Integrabilidad: posee la capacidad de integrar diferentes procesos como control de inventarios, planeación de distribución de productos, cobranza y los movimientos contables, entre otros, controlados de manera automática y segura desde el punto de vista de la manipulación de la información.
- Modulabilidad: las funciones de los ERP se encuentran divididas en módulos, es decir, que de acuerdo a los requerimientos de los distintos departamentos de una empresa se instalaran los módulos necesarios (por ejemplo: ventas, materiales, finanzas, control de almacén, entre otros)

- Adaptabilidad: cada modulo del ERP puede ajustarse a los requerimientos particulares de un empresa. Esto se hace configurando los resultados deseados del proceso.

Actualmente existen múltiples soluciones ERP dentro de los que se destacan: SAP, Oracle, QAD, PeopleSoft, SSA, IBM. Es importante resaltar que estos programas manejan en general los mismos tipos de módulos, la diferencia se basa en la especialidad de cada empresa fabricante, es así como QAD se enfatiza en el manejo de manufactura y PeopleSoft en manejo de personal, por ejemplo.

Es notable que en la industria cartagenera las soluciones ERP se han enfocado a empresas grandes, y esto es justificable por su alto costo relativo a los ingresos de las medianas y pequeñas empresas.

En nuestro estudio a Mexichem encontramos que los módulos ERP son suministrados por SAP.

SAP es uno de los paquetes de planeación de recursos empresariales más vendidos en Latinoamérica y ha suministrado soluciones a más de 50 empresas colombianas entre las que se encuentran, Panamco-Indega (Coca-Cola), Avianca, Seguros La Previsora, Colseguros, Cervecería Leona y Comcel.

SAP mantiene las características de los sistemas ERP, de esta forma se puede definir como un software compuestos por distintos módulos de administración empresarial experto en sistemas de información gerencial (Ver figura N°22).

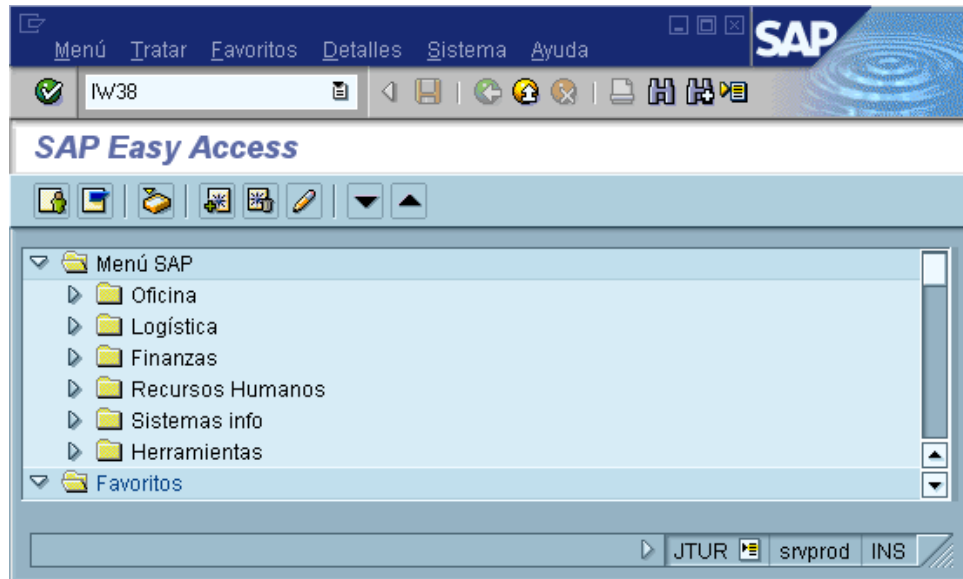


Figura Nº 22. Menu de modulos SAP

Fuente: Manual SAP R/3

Mexichem cuenta con la última versión de SAP denominada SAP NetWeaver, definida por expertos como la plataforma de tecnología integrada para todas las aplicaciones SAP.

SAP NetWeaver integra y automatiza los diferentes departamentos, la información y procesos de la empresa, más allá de las tecnologías y formas de organización. Además de esto, SAP NetWeaver es capaz de conectarse a través de Internet con otras empresas ya sea proveedores o clientes, consiguiendo incrementar ventas y utilidades. De forma general y en concordancia con lo que se explicaba acerca de los sistemas ERP, SAP NetWeaver dispone de una gran variedad de funcionalidades que permiten analizar la empresa, optimizar las finanzas, gestionar los recursos humanos, operaciones y servicios corporativos, además proporciona soporte para cuestiones referentes a la gestión de sistemas de administración de usuarios, gestión de configuración, gestión de datos centralizada y gestión de servicios Web.

SAP NetWeaver permite compartir información por medio de internet entre las distintas empresas pertenecientes al grupo empresarial Mexichem.

SAP cuenta con varios módulos de aplicación R/3 (R significa procesamiento en tiempo real y 3 denota las tres capas de la arquitectura de proceso: Base de datos, Servidor de aplicaciones y cliente) que son, entre otros:

- Módulo FI (contabilidad financiera): muestra una visión integral de las funciones contables y financieras,
- Módulo CO (Controlling): se encarga de la contabilidad interna de las empresas (Costos y factores),
- Módulo MM (Gestión de materiales): se encarga del control de inventarios,
- Módulo PP (Planificación de la Producción): se encarga de gestión de la fabricación de productos,
- Módulo SD (Ventas y Distribución): módulo encargado de la parte comercial (Ventas, Facturación, etc.),
- Módulo TR (Tesorería): gestión de fondos, presupuesto y flujo de efectivo,
- Módulo PS (Sistema de proyectos): manejo de costos de proyectos,
- Módulo HR (Recursos Humanos): personal, nominas, contratos, etc.,
- Módulo PM (Mantenimiento): ordenamiento de tareas y mantenimientos,
- Módulo QM (Gestión de calidad): planificación e inspección de calidad,
- Módulo AF (Activos Fijo): ingresos, depreciación y amortización de activos fijos.

CAPITULO 5

DESCRIPCION ESTADO DEL ARTE

El estado del arte se explica mediante el desarrollo de los siguientes temas:

- OPTIMIZACION DEL USO DE ACTIVOS EN LA PLANTA
- CONTROL AVANZADO
- ADMINISTRACION DE LA INFORMACION
- SALUD, SEGURIDAD Y AMBIENTE

5.1 OPTIMIZACIÓN DEL USO DE ACTIVOS EN LA PLANTA

La empresa tiene funciones claramente definidas para la operación, mantenimiento e ingeniería de proceso. La comunicación entre estos tres entes debe ser continua para obtener las metas deseadas en la planta. La comunicación y registro de información entre los tres departamentos se da por medio del software SAP.

Se puede identificar para cada departamento las siguientes funciones, entre otras:

Operación:

- Opera los procesos asignados
- Reporta a mantenimiento fallas en el sistema
- Verificar el desempeño del sistema y los registros periódicamente usando procedimientos establecidos con el objetivo de asegurar el cumplimiento de las normas, regulaciones y “mejores prácticas”

- Monitorear el desempeño usando herramientas de desempeño de software y hardware con el fin de soportar la detección temprana de problemas potenciales.

Mantenimiento:

- Verifica el desempeño del sistema y los registros periódicamente
- Proporciona la calibración y ajustes de instrumentos
- Proveer soporte técnico para el personal de operación
- Monitorea el desempeño usando software y hardware con el fin de soportar la detección temprana de problemas potenciales
- Desempeñar inspecciones periódicas de acuerdo con los estándares y procedimientos

Ingeniería de proceso

- Analizar las necesidades tecnológicas de la planta
- Solucionar las fallas recurrentes del proceso
- Establecer requerimientos y datos detallados del proyecto
- Realizar el diseño detallado, incluyendo arquitectura de red, medios de comunicación físicos, protocolos, estrategias de automatización, interfase hombre maquina, base de datos.
- Realizar el montaje en las partes críticas del diseño.
- Realizar la verificación del todo los dispositivos, sistemas y comunicaciones
- Resolver problemas y realizar ajustes al diseño

El área de ingeniería de proceso es la encargada de identificar las fallas recurrentes en el proceso, cada falla en el sistema es analizada para su solución.

El sistema de supervisión en el DCS puede ser modificado de acuerdo a las necesidades de los operadores por los ingenieros del proceso o contratistas.

Semanalmente las dependencias realizan informes de acuerdo al trabajo realizado o informando cualquier anomalía o futuro inconveniente detectado y mensualmente se realizan reuniones con el personal para analizar el comportamiento de las deferentes áreas encargadas del sostenimiento de la planta.

El área de mantenimiento de la empresa es la encargada de desarrollar programas estandarizados de calibración y ajustes de instrumentos, y llevarlos a cabo. Semanalmente se tiene la planeación de los sistemas e instrumentos que necesitan ajustes, pero esta planeación depende de los estudios de mantenimiento basado en confiabilidad.

Para los procedimientos de calibración son tenidos en cuenta todos los dispositivos de la planta incluyendo aquellos que hacen parte de la seguridad. En la planta existen una gran diversidad de instrumentos y estos han sido clasificados, tipificados y estudiados desde el punto del funcionamiento seguro y confiable.

Para la calibración de los dispositivos de la planta se cuentan con instrumentos con certificaciones que garantizan su correcta medición. Dentro de estos encontramos:

- Fluke 707
- Fluke 726
- Fluke 744 (Ver figura N° 23)

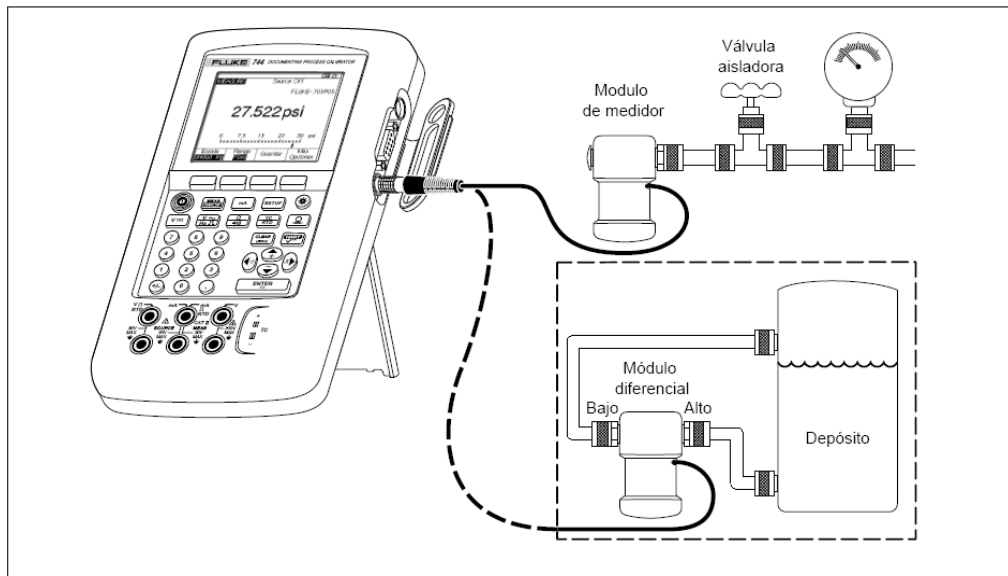


Figura N° 23. Comunicación Hart con dispositivos de campo (Conexión para medición de presión)

Fuente: Manual Fluke 744

La calibración de las válvulas de control se realiza por medio de la simulación de señales de 4 a 20 mA y 0 a 10 V. Para determinar la correcta calibración del instrumento se tienen en cuenta los puntos extremos y ciertos valores intermedios trabajados comúnmente como 25%, 50 % y 75%

Gran parte de los instrumentos de la planta pertenecen a los denominados Smart (Inteligentes). Para este tipo de dispositivos se utilizan los instrumentos que soporten comunicaciones HART. La calibración y mantenimiento de estos dispositivos se muestra como una ventaja puesto que en ciertos casos no es necesario desmontarlos y es posible además de tener un histórico de funcionamiento y alarmas, observar su operación en línea.

La empresa se encuentra en constante mejoramiento y crecimiento, por lo que las herramientas dispuestas en la planta deben ser modificables permitiendo soluciones escalables. Los diseños de ingeniería realizados en la planta permiten que sean reutilizables en proyectos futuros como ampliaciones de la planta. Se tienen programas implementados para analizar el proceso de acuerdo al comportamiento corriente del proceso. Es importante resaltar que no existen simuladores del proceso debidamente ajustados a la realidad de la planta.

5.2 CONTROL AVANZADO

Los ingenieros de la planta están al tanto de resultados actuales en control avanzado, y actualmente en las instalaciones se realiza un proyecto que abarca este tema.

Dentro de la formación de los ingenieros de la planta se tienen incluidas prácticas y tendencias de control avanzado, visitas a distintas partes del mundo en donde se han implementado estos sistemas y capacitaciones por parte de los fabricantes de productos.

Actualmente la empresa no cuenta con convenios con otras empresas, institutos o centros de investigación para evaluar proyectos de control avanzado de procesos.

Por restricciones de seguridad de información no es posible abarcar de manera más profunda el tema.

5.3 ADMINISTRACION DE LA INFORMACION

Como se ha explicado, la administración de la información entre los distintos departamentos de la empresa se da por los módulos del software SAP.

Es importante destacar que cada actividad a realizar por parte de los operadores, ingenieros de proyectos, o personal de mantenimiento debe tener constancia y autorización por los correspondientes, y para solicitar estos últimos, existen formatos preestablecidos a completar desde el mismo software. Un ejemplo de esto es la creación de órdenes de trabajo generada por los operadores y planeada y ejecutada por el personal de mantenimiento. Otros ejemplos de este tipo podrían ser: creación de avisos y generación de orden de mantenimiento preventivo.

A nivel de gerencia y recursos empresariales, la característica integradora del SAP, hace que entre un departamento y otro no se pierda o se modifique la información organizando de mejor manera la contabilidad de la empresa.

5.4 SALUD, SEGURIDAD Y AMBIENTE

En la planeación de los procesos y productos, Mexichem otorga la más alta prioridad a las consideraciones relacionadas con la seguridad, la salud y la protección del medio ambiente.

Desde agosto de 2000, la operación de la empresa está orientada según los principios de la RESPONSABILIDAD INTEGRAL, que es una iniciativa voluntaria del sector empresarial a nivel global en la cual las compañías, a través de sus asociaciones nacionales, se comprometen a trabajar conjuntamente para mejorar de manera continua el desempeño en

seguridad, salud y ambiente de sus productos, procesos y servicios, a lo largo del ciclo de vida, contribuyendo así al logro del desarrollo sostenible.

Mexichem ha adquirido un compromiso voluntario que determina el cumplimiento de un exigente código de ética empresarial del proceso, y a implementar 103 prácticas gerenciales, o estándares de excelencia en gestión de la seguridad, la protección de la salud y del ambiente. Estas prácticas se agrupan temáticamente en seis códigos:

Código 1: Preparación de la comunidad para la respuesta ante emergencias

Código 2: Seguridad en la distribución y transporte

Código 3: Seguridad del proceso

Código 4: Protección Ambiental (ISO 14001)

Código 5: Acompañamiento del producto

Código 6: Seguridad y Salud de los trabajadores

Cada año es evaluado el nivel de avance logrado en estos códigos y es sometido a verificación por las partes interesadas (equipos externos de verificación) como autoridades ambientales, representantes de la comunidad, miembros de las organizaciones no gubernamentales y expertos en la industria.

Mexichem es una empresa que tiene muy en cuenta el medio ambiente, tanto los ingenieros como operadores conocen las normatividades que aplican respecto al cuidado y responsabilidad ambiental. Dentro de las preocupaciones de la empresa se encuentra no arrojar desperdicios, en este caso de MVC, al medio y que el agua de salida de los procesos sea limpia. Es importante resaltar que el agua utilizada en el proceso y que sale como efluente de este es tratada y reutilizada en el mismo proceso.

Dentro de los esfuerzos realizados por Mexichem en la preservación del medio ambiente y optimización del proceso se encuentra la ejecución de un sistema de detección de escape de partículas finas en tolvas y silos de almacenamiento de PVC (Figura N°24), mejoras en el sistema de secado y fabricación de estibas de PVC. Este proyecto se encaminó a minimizar las emisiones atmosféricas compuesta por polvos de resinas con diámetros mayores a 0.05 micrones. Antes de la instalación de este sistema se emitían al ambiente alrededor de 50 toneladas de resina al año, después de poner en funcionamiento el sistema de filtros y detectores de polvo se logro eliminar casi en su totalidad (Ver tabla N°1).

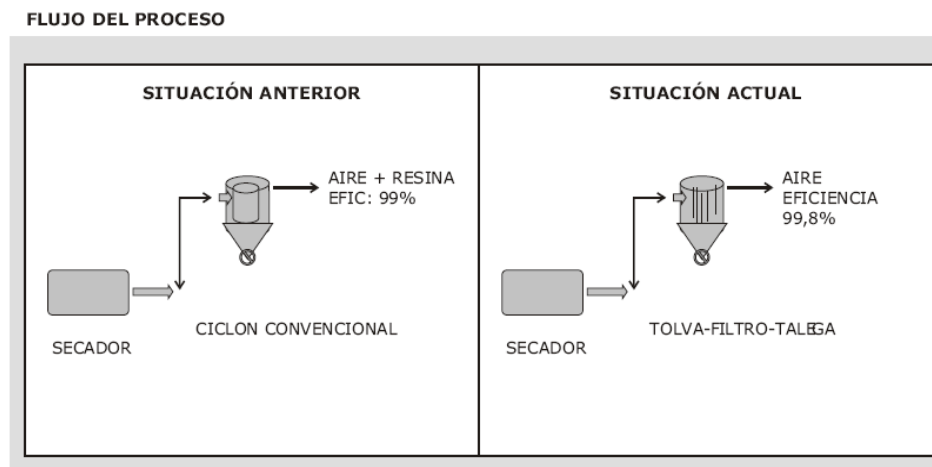


Figura N° 24. Cambios en tolva después del proyecto de reducción de emisiones atmosféricas

Fuente: casos de aplicación de producción más limpia en Colombia, 2002

RESULTADOS

INDICADOR	ANTES	DESPUÉS	REDUCCIÓN	% DE REDUCCIÓN
Residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario (t/año)	130 de resina en polvo	Ninguna	130	100
Reducción de emisiones atmosféricas (t/año)	50	Ninguna	50	100

Tabla N° 1. Indicadores de cambios antes y después del proyecto de reducción de emisiones atmosféricas

Fuente: casos de aplicación de producción más limpia en Colombia, 2002

En este proyecto intervinieron conjuntamente los departamentos de producción, ingeniería de procesos, ambiental e ingeniería de proyectos de Mexichem.

La política ambiental en Mexichem expresa: *“Partiendo de la prevención como principio fundamental, PETCO produce y comercializa su PVC en conformidad con las normas ambientales, tanto de obligatorio cumplimiento como de adopción voluntaria, en el marco de una gestión que se ve constantemente favorecida con el aporte de sus experiencias y resultados, y que redunde en beneficio y satisfacción de las partes interesadas”.*

Esta política además de enfocar sus esfuerzos en la disminución de residuos al ambiente, también se dirige a la parte de optimización de consumo de energía, de gas, agua desmineralizada y vapor. Es importante resaltar que los costos ambientales de la planta están claramente dimensionados

Actualmente existen proyectos para la reducción de las emisiones contaminantes, dentro de esta se encuentra una planta de purificación de agua y recuperación de materia prima (MVC)

La seguridad es de los aspectos más importantes en la empresa es por eso que Mexichem ha designado un área de seguridad física que ha establecido una política basada en cultura, valores y principios que tiene como objetivos:

- Prevenir el comercio ilícito de drogas dada su actividad exportadora.
- Prevenir atentados terroristas en contra de los bienes materiales de la planta y su instalación portuaria así como también, la integridad física de quienes laboran en sus instalaciones.
- Prevenir cualquier otra modalidad delictiva atentatoria contra la seguridad de la Empresa.

- Controlar el acceso de personas y vehículos a las instalaciones para las que sean autorizados.
- Procedimentar las diferentes funciones del cuerpo de vigilancia.
- Realizar ejercicios de reacción ante situaciones que simulen hechos atentatorios contra la seguridad física de la Empresa.
- Mantener buenas relaciones con los organismos de seguridad del Estado.
- Aplicar los procedimientos de vigilancia con seriedad, responsabilidad, mesura y ante todo, respeto para quien sea objeto de los mismos.

En Mexichem, las normas de seguridad están impresas en el llamado “Manual de Seguridad” en donde se describe la distribución y funciones de los vigilantes en la planta, y distintos procedimientos y reglamentos que rigen al personal propio de Mexichem, contratistas y visitantes a la planta.

También encontramos que existen planes de emergencia y de evacuación que hacen parte de los sistemas de responsabilidad integral, administración ambiental y seguridad en seguridad industrial y salud ocupacional. Estos planes de emergencia y de evacuación, establecidos por separado, no solo abarcan la seguridad de las personas propias de Mexichem, si no que cubre a las plantas aledañas en la zona industrial de Mamonal de acuerdo al tipo de emergencia. Por otro lado se puede decir que las empresas del sector industrial de Mamonal han establecido alianzas de cooperación en caso de emergencia teniendo en cuenta que la seguridad no se puede tomar como hechos aislados entre plantas vecinas.

En el anexo 2 es posible observar una lista de normas de salud, seguridad y ambiente que se cumplen en Mexichem.

CAPITULO 6

OBSERVACIONES

Mexichem resinas Vinílicas es una empresa líder en la producción de distintos tipos de PVC. Una de las cosas que ha convertido esto en una realidad es la clara idea que se tiene acerca de los nivel de automatización en que se organiza una planta industrial, es así como claramente es definible desde el más bajo nivel de automatización correspondiente a la instrumentación de campo en donde se deben tomar decisiones rápidas y seguras para la correcta y oportuna ejecución de la producción planeada, hasta el más alto nivel correspondiente a los procesos empresariales.

La planta 1 de Mexichem es catalogada de gran tamaño por lo que el sistema de control establecido es un sistema de control distribuido, proporcionado por Emerson Process Management denominado DeltaV cuyas estrategias de control se centran en la producción por Batch.

La industria en Colombia se ha percatado que es más rentable pagar por la realización de estudios para establecer planes de mantenimiento que detallen la vida útil de un activo en la planta con relación a las incalculables pérdidas por parada de producción no planeada en la empresa, con base en esto, en Mexichem se están llevando a cabo los estudios para hacer la ingeniería de mantenimiento orientada a confiabilidad. Al llevarse a cabo los planes de mantenimiento se garantizará la calidad y entrega a tiempo del producto y se evitara pérdidas por no producción.

Los riesgos ocasionados por la ejecución de actividades industriales que involucran sustancias peligrosas que se manipulan en los procesos hace indispensable la creación de nuevos sistemas y aplicaciones tecnológicas en

pro de la protección del hombre, el medio ambiente y los bienes de la empresa, a estos se les llaman Sistemas Integrados de Seguridad (SIS). Este último se podría explicar también como la automatización del equipamiento técnico para las funciones relacionadas con la seguridad en los procesos o maquinarias. Estos sistemas van de la mano con la denominada seguridad funcional que se enfoca en que los SIS operen correctamente en respuesta a sus entradas y por lo tanto que sean altamente confiables. De acuerdo a las fuentes de información, por el hecho de trabajar con sustancias peligrosas en Mexichem, se ha tenido que implementar sistemas integrados de seguridad pero no se garantiza que se hayan realizado estudios de seguridad funcional.

CAPITULO 7
ENCUESTA DEL PERFIL PROFESIONAL DE LA AUTOMATIZACION
INDUSTRIAL EN CARTAGENA DE INDIAS

Con el fin de aportar a la estructuración de programas de formación a nivel de posgrado adecuados a la comunidad profesional de Cartagena iniciada por el programa de ingenierías eléctricas y electrónica de Universidad Tecnológica de Bolívar se decidió incluir dentro del alcance de la presente monografía los resultados arrojados por la encuesta denominada: “DEL PERFIL PROFESIONAL DE LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL EN CARTAGENA DE INDIAS” (Ver Anexo 1)

La población objetivo para la encuesta son los profesionales en el área de automatización industrial en Cartagena y especialmente en la Zona Industrial de Mamonal, para mayor claridad se hace la siguiente caracterización:

Tipo: Encuesta

Género: Hombres y mujeres

Edad: 23 a 60 años

Actividad que desarrolla: Ingeniero de proyecto, Ingeniero de Proceso, Ingeniero de Mantenimiento

Características económicas (ingresos): no es relevante.

Educación (niveles cursados): Profesional

Profesión: Ingeniero en áreas afines a la Automatización Industrial

Localización: Cartagena, Zona Industrial de Mamonal

Características particulares: ninguna

Tiempo de dedicación al área: entre 50 y 100%

Teniendo en cuenta que estos resultados serán computados con otros presentados por estudiantes del Minor de Automatización industrial del programa de ingeniería Electrónica se ha escogido de manera selectiva una muestra de 10 personas, con esta esperamos obtener una opinión generalizada de la población.

El procesamiento de la información para el análisis se hizo mediante el uso de la herramienta de Microsoft Office Excel, en este se tabularon los datos obtenidos, y se realizaron los diagramas de barras y de pastel que nos permitieron el análisis de todos los valores provenientes de las encuestas.

Existe la tendencia entre los encuestados en la realización de trabajos en industrias química, de plásticos y petroquímica, es notorio identificar que dentro de los encuestados solo uno pertenece a una sociedad profesional

7.1 Evaluación de Dominios de desempeño

Se evaluaron en cuanto a la importancia, criticidad y frecuencia los siguientes dominios de desempeño (Principales responsabilidades que definen el desempeño del profesional en automatización)

1. Estudios de Factibilidad
2. Definición
3. Diseño de Sistemas
4. Desarrollo
5. Implementación
6. Operación y mantenimiento

Para la evaluación se sigue los criterios de la tabla N°2:

Importancia	Criticidad
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substancial
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo

Tabla N° 2. Criterios de evaluación de importancia y criticidad

Fuente: Encuesta del perfil profesional del perfil profesional de la automatización industrial en Cartagena de indias

En cuanto a la importancia y criticidad de los dominios de desempeños los encuestados mantuvieron las tendencias mostradas en la figura N°25:

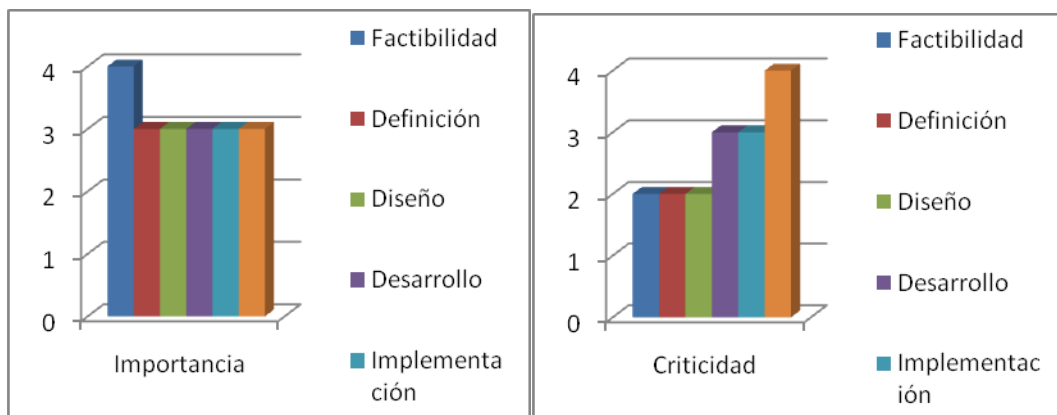


Figura N° 25. Diagrama de barras de resultados de evaluación de los dominios de desempeño (Importancia y criticidad)

Fuente: Autores

Se observa que se le dio una gran importancia al dominio de desempeño Factibilidad, pero de igual manera los otros dominios presentaron una importancia considerable para los encuestados. Indiscutiblemente la operación y mantenimiento es uno de los dominios mas críticos de un proyecto.

El comportamiento de la gráfica de la frecuencia de los dominios de desempeño responde a la pregunta: ¿Qué porcentaje de tiempo emplea el profesional de la automatización realizando tareas en cada uno de los dominios de desempeño?

En la figura N°26 se observa que existe un equilibrio entre el tiempo dedicado a cada uno de los dominios de desempeño

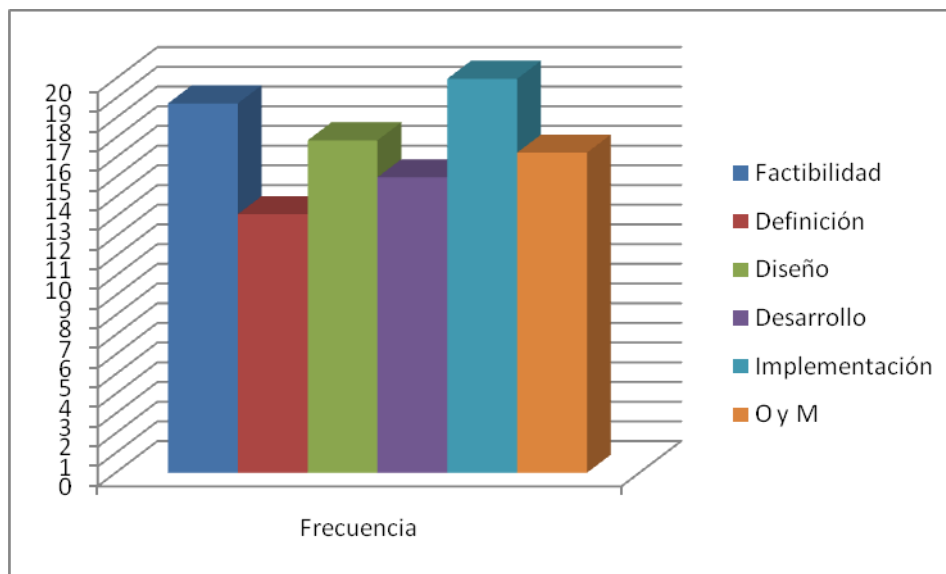


Figura N° 26. Diagrama de barras de resultados de evaluación de los dominios de desempeño (Frecuencia)

Fuente: Autores

7.2 Evaluación de Tareas de los Dominios de desempeño

En las figuras a continuación se muestra la representación en barras de las respuestas de los encuestados en cuanto a Importancia, criticidad y frecuencia de cada una de las tareas correspondientes a cada uno de los dominios de desempeño.

La valoración de cada tarea de dominio de desempeño se sigue de acuerdo a la tabla N°3:

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substancial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Tabla Nº 3. Criterios de evaluación de importancia, criticidad y frecuencia

Fuente: Encuesta del perfil profesional del perfil profesional de la automatización industrial en Cartagena de indias

Dominio 1: Estudios de Factibilidad

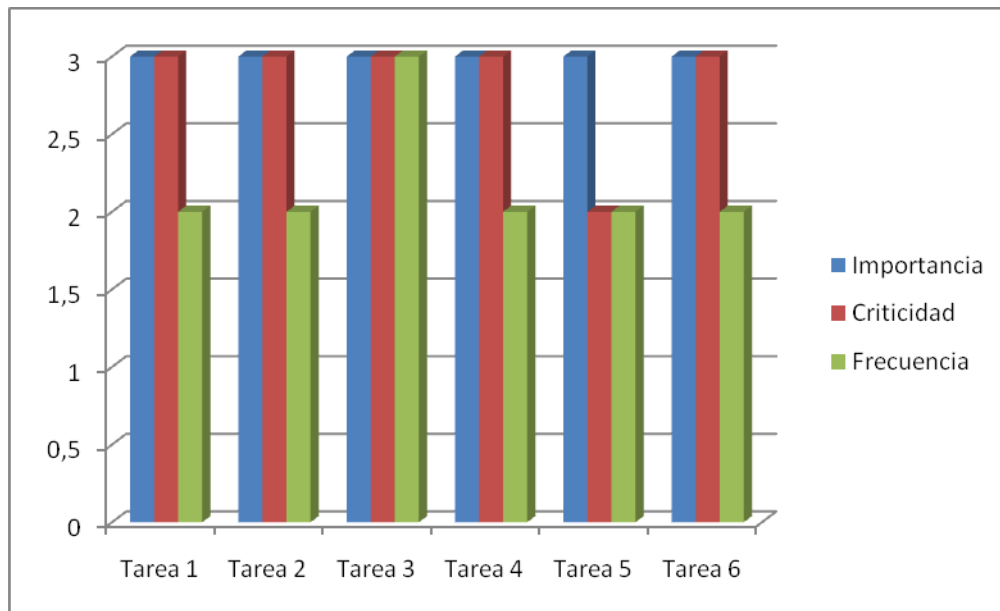


Figura Nº 27. Diagrama de barras de resultados de evaluación de las tareas del dominio de desempeño Estudios de Factibilidad. Fuente: Autores

En la figura Nº 27 se observa la tendencia de calificar como muy importante la cada una de las tareas relativas a los estudios de factibilidad. La criticidad de las tareas se divide entre la evaluación de causa de peligro moderado y causa de peligro substancial

Dominio 2: Definición

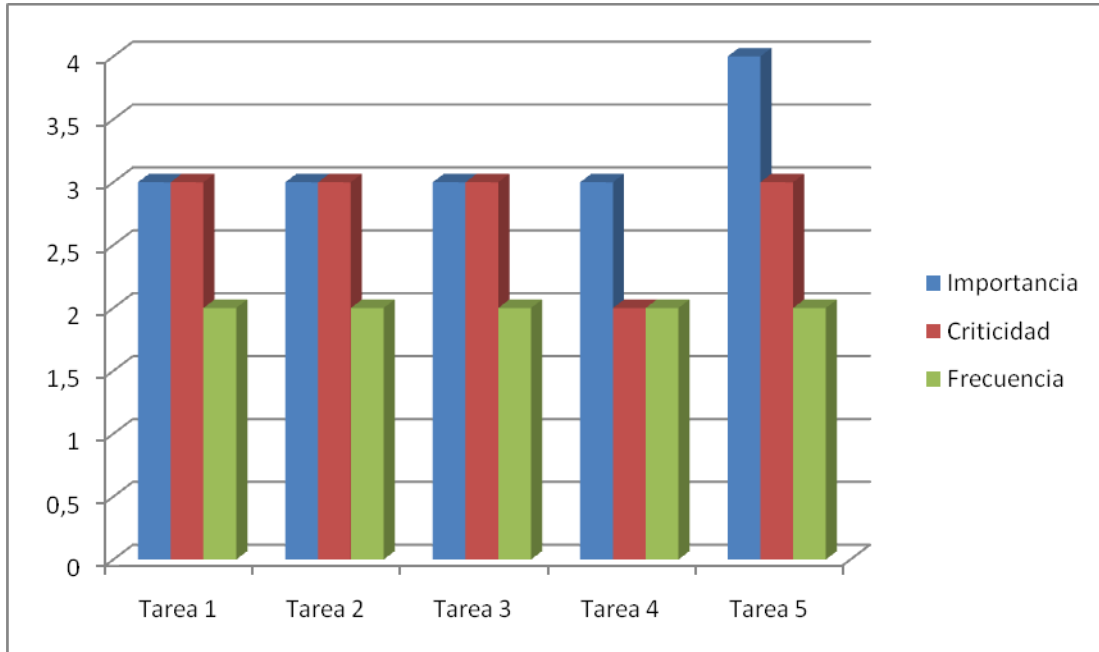


Figura N° 28. Diagrama de barras de resultados de evaluación de las tareas del dominio de desempeño Definición

Fuente: Autores

En la figura N° 28 se destaca que dentro de la tarea del dominio Definición se considera muy importante recolectar los requerimientos del proyecto creando un documento de base de diseño y un documento de requerimientos del usuario con el objetivo de lanzar la fase de diseño. La frecuencia con la que los encuestados realizan este dominio de en promedio una vez por mes.

Dominio 3: Diseño de Sistemas

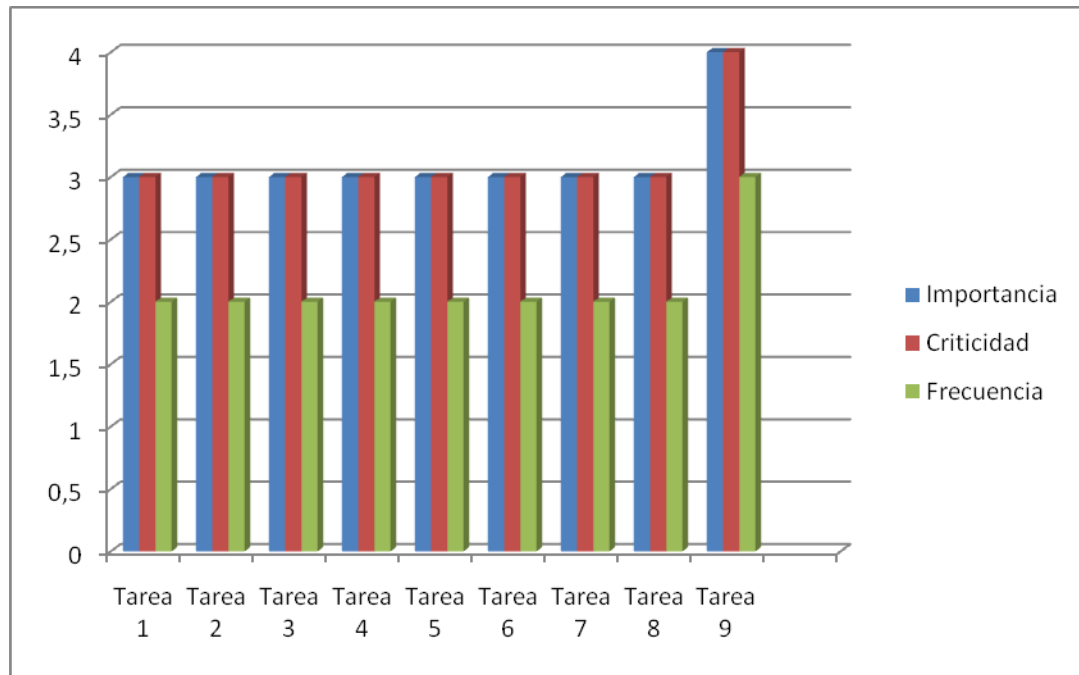


Figura N° 29. Diagrama de barras de resultados de evaluación de las tareas del dominio de desempeño Diseño de sistemas Fuente: Autores

Se observa en la figura N° 29 que las tareas por igual son consideradas muy importantes y una falla en este podría provocar un peligro sustancial. Se pueden realizar alrededor de una vez por mes.

Dominio 4: Desarrollo

Los encuestados califican como muy importante el desarrollo de las HMI, base de datos y programación de control así como de distintas metodologías de transferencias de datos y seguridad. La incapacidad de desempeñar tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas sustanciales. Los resultados con respecto a las tareas correspondientes a este dominio se observa en la figura N°30

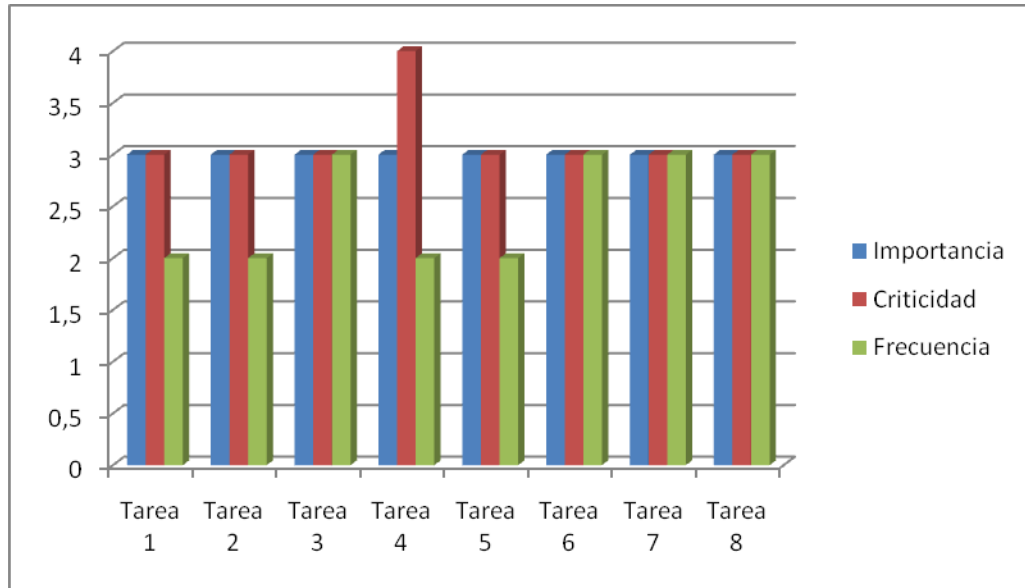


Figura N° 30. Diagrama de barras de resultados de evaluación de las tareas del dominio de desempeño Desarrollo

Fuente: Autores

Dominio 5: Implementación

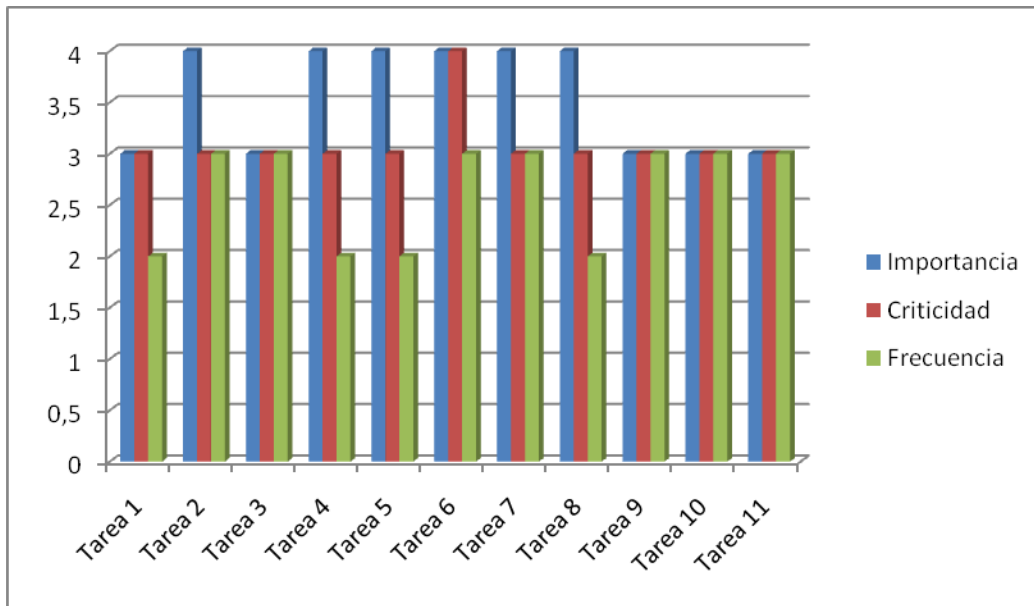


Figura N° 31. Diagrama de barras de resultados de evaluación de las tareas del dominio de desempeño

Implementacion Fuente: Autores

Para este dominio de desempeño se han considerado extremadamente importantes el aseguramiento de la instalación de los dispositivos con respecto a los planos de diseño, la resolución de problemas imprevistos identificados en la instalación y las pruebas de configuración, programación y sistemas de comunicación.

Dominio 6: Operación y Mantenimiento

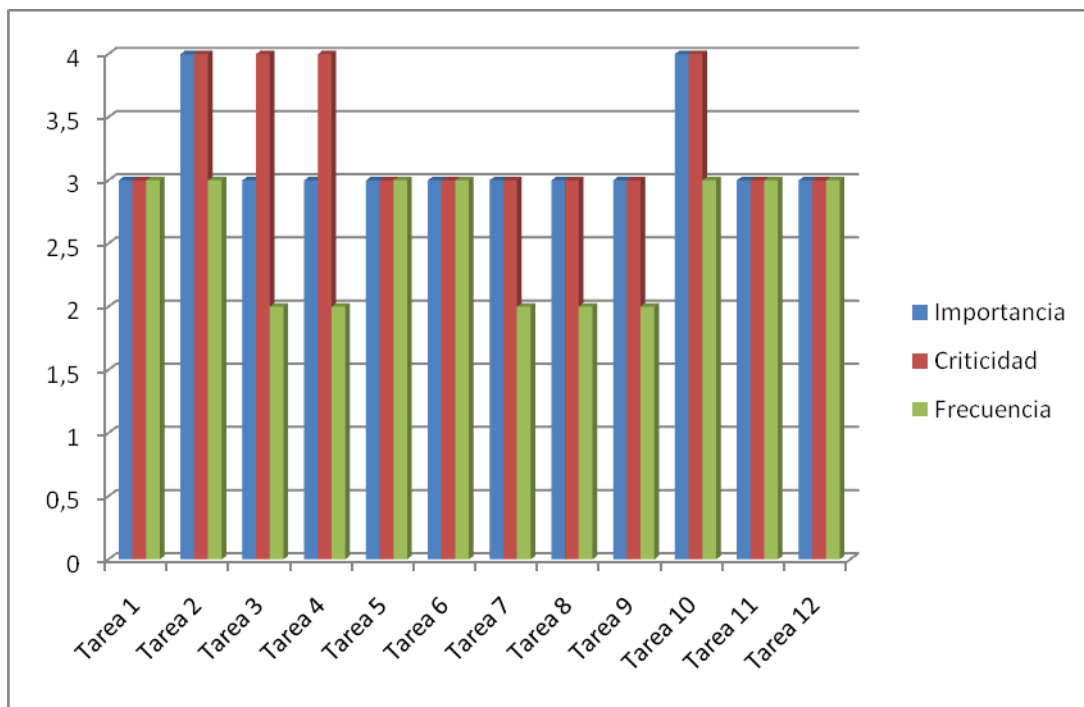


Figura N° 32. Diagrama de barras de resultados de evaluación de las tareas del dominio de desempeño Operación y mantenimiento. Fuente: Autoes

Las tareas de este dominio son críticas, es decir, una falla o incapacidad de realizar algunas de estas tareas pueden provocar errores con consecuencias adversas severas. El desempeño de las tareas en este dominio es claramente esencial para realizar el trabajo de profesional en automatización. Ver figura N° 32.

CONCLUSIONES

- La pirámide de automatización Industrial de la empresa Mexichem está compuesta por cuatro niveles que son: Nivel de Campo, Nivel de Control, Nivel de Ejecución de manufactura, Nivel de planeación de recursos empresariales.
- El nivel de Campo de la empresa está compuesto por dispositivos ajustados a las necesidades de proceso de la planta de donde se destaca la importancia de la medición de las variables temperatura y presión como las más críticas al momento de la ejecución de cada lote.
- El nivel de control es el resultado de la unión de lo que se conoce como el nivel de supervisión y adquisición de datos, y el nivel relativo a los controladores y PLC, esto se hace puesto que el sistema es controlado por un DCS Delta V de Emerson Process Management.
- El sistema de ejecución de manufactura es administrado por algunos módulos de SAP y que se destina a realizar funciones como asignación de recursos, programación de operaciones y administración de mano de obra, calidad, mantenimiento y procesos.
- El nivel de planeación de recursos empresariales es administrado por módulos de SAP para cumplir funciones que la empresa requiere. Mexichem tiene la última versión de SAP denominada SAP NetWeaver que además de cumplir con las funciones de los ERP permite la conexión a través de los servidores web con otras empresas pertenecientes al grupo empresarial Mexichem.

- Considerando la planta 1 de Mexichem como un sistema de gran tamaño, es acertada la decisión de implementar un DCS como solución a los problemas de control y automatización de la planta.
- La comunicación de los distintos departamentos así como la administración de la información se da por medio de los distintos módulos implementados por el sistema SAP.
- Se considera la pirámide de automatización de la Planta 1 de Mexichem como completa puesto que se observa la interconexión de cada nivel desde el punto de contacto con el proceso hasta la administración de la empresa, de otra forma se puede considerar la planta con un alto grado de automatización.
- Dentro de las prioridades de la empresa se encuentra la seguridad de las personas que trabajan en toda la zona industrial de Mamonal es por eso que se siguen estrictos manuales de seguridad.
- La empresa está en continuo mejoramiento por lo que se ha sometido a rigurosos exámenes de certificadores internaciones por el cumplimiento de normas referentes a seguridad, higiene industrial y ambiente.
- Un filosofía que se está implementando en Mexichem es la ingeniería de mantenimiento orientado a la confiabilidad es por eso que se han contratado empresas como AMS para que se diseñen planes de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.
- Mexichem ha realizado grandes esfuerzos en la implementación de sistemas que impidan la fuga de sustancias contaminantes al medio ambiente y la salida de aguas efluentes contaminados.

BIBLIOGRAFÍA

1. CREUS, Antonio. Instrumentación Industrial, 4^a Ed., Barcelona, España, Marcombo S.A, 1992.
2. RODRIGUEZ, Jaime. Memorias Minor Automatización Industrial; Modulo Instrumentación Industrial, Cartagena, Colombia, Universidad Tecnológica de Bolívar, 2007
3. VILLA, José. Memorias Minor Automatización industrial; Modulo SCADA, Cartagena, Colombia, Universidad Tecnológica de Bolívar, 2007
4. VILLA, José. “Estado del arte” de la automatización industrial en Cartagena, Colombia. Universidad Tecnológica de Bolívar.
5. FERRARI, Juan. Monografía Sistemas de control distribuido, Argentina, Universidad Nacional del Rosario, 2005
6. HERRERA, Rosemary. ARIAS, Leonardo. Tutorial de Instrumentación industrial, Cartagena, Colombia, Universidad Tecnológica de Bolívar, 2003
7. MONTALVO, Erika. PLANCARTE, Federico. TAPIA, Rey. Planeación de recursos empresariales, Monterrey, México, Instituto tecnológico y de estudios superiores de monterrey, 2005
8. CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE LA COMISION DE SALUD PÚBLICA. Protocolos de vigilancia sanitaria especifica, Madrid, España, 1999.
9. EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES ECI. Curso de entrenamiento Válvulas de control, Cartagena, Colombia, 2006

10. AMENDOLA, Luis, PhD. Dispositivos inteligentes en la gestión de activos, Valencia, España, *Departamento de Proyectos de Ingeniería, Universidad Politécnica de Valencia, 2003*
11. *FLUKE CORPORATION, Manual de uso, Fluye 744, USA, 1999*
12. SAP, Introducción SAP R/3 Enterprise, USA, 2002

PAGINAS WEB

1. GRUMSTRUP, B.F. HAGEN, M.*, Salidas HART, TEXT.A en pagina web: <http://www.texca.com/hart.htm#Perspectivas>, 1999
2. CANALES, Juan. Aplicación De Sistemas De Información En Los Procesos De Producción, En pagina web: <Http://canales9.tripod.com/Articulo.htm> consultado: junio 2008
3. SEPULVEDA, José. MES: Sistemas de Ejecución de Manufactura, Administrando la Producción, En pagina Web: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=166&tip=7>, Octubre 2004,
4. PLANCARTE, Federico. Planeación De Recursos Empresariales (ERP), Estrategia y dirección estratégica, En pagina Web: <http://www.gestiopolis.com/recursos4/docs/ger/planerp.htm>, mayo 2005
5. SUAREZ, Juan. Curso Medición de Temperatura, termocuplas, México, Universidad de Guadalajara, en pagina Web: http://proton.ucting.udg.mx/dpto/maestros/mateos/clase/Modulo_03/termocuplas.pdf, 11 de julio del 2008.
6. Instrumentación Industrial - Medición de flujo másico, En pagina Web <http://www.sapiens.itgo.com/documents/doc20.htm>. consultado: Junio 2008
7. MEICHSNER, Kurt. El protocolo HART, En pagina Web: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=95&rank=1>, enero 2004

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1.</i> Planta industrial de Mexichem Cartagena	12
<i>Figura N° 2.</i> Ciclo de vida del PVC	15
<i>Figura N° 3.</i> Pirámide de Automatización Industrial	27
<i>Figura N° 4.</i> Pirámide de Automatización en Mexichem	29
<i>Figura N° 5.</i> Indicadores de temperatura	30
<i>Figura N° 6.</i> Indicadores de presión	31
<i>Figura N° 7.</i> Transmisores de presión	34
<i>Figura N° 8.</i> Transmisores de Nivel	34
<i>Figura N° 9.</i> Transmisores de Nivel basados en la medición de la presión	35
<i>Figura N° 10.</i> Termocuplas	36
<i>Figura N°11.</i> Termoresistencia	37
<i>Figura N° 12.</i> Medidor de flujo tipo coriolis	38
<i>Figura N° 13.</i> Medidor de flujo tipo turbina	39
<i>Figura N° 14.</i> Medidor de flujo tipo magnético	39
<i>Figura N° 15.</i> Válvula de control con actuador	40
<i>Figura N° 16.</i> Válvula de control	41
<i>Figura N° 17.</i> Arquitectura sistema básico DCS	42
<i>Figura N° 18.</i> Delta V Operate	44

<i>Figura N° 19.</i> Funciones Batch Executive	45
<i>Figura N° 20.</i> Arquitectura DeltaV Batch	46
<i>Figura N° 21.</i> Menú de usuario SAP Easy Acces	47
<i>Figura N° 22.</i> Menú de módulos SAP	51
<i>Figura N° 23.</i> Comunicación Hard con dispositivos de campo (Conexión para medición de presión)	56
<i>Figura N° 24.</i> Cambios en tolva después del proyecto de reducciones de emisiones atmosféricas	60
<i>Figura N° 25.</i> Diagrama de barras de resultados de evaluacion de los dominios de desempeño (Importancia y criticidad)	67
<i>Figura N° 26.</i> Diagrama de barras de resultados de evaluacion de los dominios de desempeño (Frecuencia)	68
<i>Figura N° 27.</i> Diagrama de barras de resultados de evaluacion de las tareas del dominio de desempeño Estudios de Factibilidad.	69
<i>Figura N° 28.</i> Diagrama de barras de resultados de evaluacion de las tareas del dominio de desempeño Definicion	70
<i>Figura N° 29.</i> Diagrama de barras de resultados de evaluacion de las tareas del dominio de desempeño Diseño de sistemas	71

<i>Figura N° 30.</i> Diagrama de barras de resultados de evaluacion de las tareas del dominio de desempeño Desarrollo	72
<i>Figura N° 31.</i> Diagrama de barras de resultados de evaluacion de las tareas del dominio de desempeño Implementacion	72
<i>Figura N° 32.</i> Diagrama de barras de resultados de evaluacion de las tareas el dominio de desempeño Operación y mantenimiento.	73

INDICE DE TABLAS

<i>TABLA N° 1.</i> Indicadores de cambios antes y después del proyecto de reducción de emisiones atmosféricas	60
<i>TABLA N° 2.</i> Criterios de evaluación de importancia y criticidad	67
<i>TABLA N° 3.</i> Criterios de evaluación de importancia, criticidad y frecuencia	69

ANEXO 1

Encuesta del Perfil del Profesional de la Automatización en Cartagena de Indias

Universidad Tecnológica de Bolívar – Agosto de 2007

Introducción. La Universidad Tecnológica de Bolívar a través de los programas de Ingenierías Eléctrica y Electrónica ha abanderado la estructuración de programas de formación a nivel de postgrado pertinentes para la comunidad profesional de la Cartagena y su área de influencia.

Una de las comunidades profesionales mas importantes para la industria de la región es la de los profesionales encargados de mantener los altos estándares de calidad y productividad que deben caracterizar los procesos industriales y de manufactura de la ciudad, y que por tanto deben tratar con las diferentes tareas de automatización y control que ello implica.

Utilizando como fundamento el trabajo conceptual desarrollado en Estados Unidos por parte de la Instrumentation, Systems and Automation – ISA society, y siguiendo la metodología empleada por dicha institución, la UTB propone la siguiente encuesta, la cual tiene por objeto delinear en una forma mas precisa el ejercicio de la profesión en Ingeniería de la Automatización, y con ello ajustar los programas de formación a nivel de postgrado en esta área.

La encuesta consta de cuatro secciones que se describen a continuación:

- Sección A: esta sección es una encuesta confidencial la cual nos provee la información demográfica necesaria para asegurar que la encuesta cubre profesionales de la automatización que trabajan en diferentes áreas y con diferentes niveles de formación.
- Sección B: es una lista de definiciones de términos que se usan a lo largo de la encuesta, algunos términos son traducciones de palabras en inglés por lo que colocamos la respectiva palabra en el idioma original. Por favor lea esta sección antes de responder cualquier pregunta en la encuesta.
- Sección C: en esta sección se le pide revisar los Dominios de Desempeño del profesional de la automatización, tal cual como son propuestos en el estudio original desarrollado por ISA. En esta sección se le pide que evalúe la importancia, criticidad y frecuencia de estos dominios en cuanto a que pertenecen al rol del profesional de la automatización.
- Sección D: en esta sección se le pide evaluar las tareas requeridas para un desempeño competente en cada uno de los dominios del rol del profesional de la automatización

Por favor revise la encuesta completa antes de comenzar a responder, lo cual le ayudará a entender la terminología usada y la estructura de la encuesta.

Para cualquier información adicional o inquietud no dude en comunicarse al correo electrónico jvilla@unitecnologica.edu.co, tel. (57) (5) 6535290

9. Cuáles de las siguientes opciones describe mejor la industria para la cual trabaja (por favor seleccione solo una)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> 1. Automatización de Edificios | <input type="checkbox"/> 10. Manufactura Petrolera |
| <input type="checkbox"/> 2. Manufactura Química | <input type="checkbox"/> 11. Manufactura Farmacéutica |
| <input type="checkbox"/> 3. Manufactura de Plásticos | <input type="checkbox"/> 12. Manufactura de Pulpa y Papel |
| <input type="checkbox"/> 4. Bienes de consumo | <input type="checkbox"/> 13. Manufactura de Textiles |
| <input type="checkbox"/> 5. Transporte | <input type="checkbox"/> 14. Ingeniería y Construcción |
| <input type="checkbox"/> 6. Medio Ambiente y Basuras | <input type="checkbox"/> 15. Agua potable ó residual |
| <input type="checkbox"/> 7. Agroindustria | <input type="checkbox"/> 16. Minería |
| <input type="checkbox"/> 8. Manufactura de alimentos y Bebidas | <input type="checkbox"/> 17. Otra |
| <input type="checkbox"/> 9. Manufactura de Maquinarias | |
-

10. A cuales de las siguientes sociedades y/o organizaciones usted pertenece? (seleccione todas las que apliquen)

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. IEEE | <input type="checkbox"/> 5. ISA |
| <input type="checkbox"/> 2. ASME | <input type="checkbox"/> 6. ACA |
| <input type="checkbox"/> 3. AIChE | <input type="checkbox"/> 7. Otra |
| <input type="checkbox"/> 4. ACIEM | |
-

11.Cuál es su más alto nivel de educación? (por favor seleccione solo una)

- | | |
|--|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ingeniería | <input type="checkbox"/> Doctorado |
| <input type="checkbox"/> Especialización | <input type="checkbox"/> Otro |
| <input type="checkbox"/> Maestría | |
-

12.Cuál es el enfoque de estudio de su más alto grado de formación? (e.g. instrumentación, administración de negocios, ingeniería química, control, etc.)

13.Cuál es su ingreso anual? (por favor seleccione solo una)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Menos de \$15M | <input type="checkbox"/> \$45M – \$60M |
| <input type="checkbox"/> \$15M - \$30M | <input type="checkbox"/> Más de \$60M |
| <input type="checkbox"/> \$30M – \$45M | |

M = Millones de pesos

Sección B. Definición de Términos

Profesional de la Automatización: los profesionales de la automatización son todas aquellas personas que asumen responsabilidades de dirección, definición, desarrollo/aplicación, implementación, documentación y soporte de sistemas, software, y equipos usados en sistemas de control, sistemas de información de manufactura, integración de sistemas, y consultoría operacional.

Dominios de Desempeño: los dominios de desempeño son las principales responsabilidades que define al profesional de la automatización. En este caso se han acogido los seis (6) dominios definidos por la ISA:

- Estudios de factibilidad (Feasibility Study)
- Definición (Definition)
- Diseño de Sistemas (System Design)
- Desarrollo (Development)
- Implementación (Deployment)
- Operación y Mantenimiento (Operation and Maintenance)

Tareas: una tarea es una actividad hecha en el marco de la realización de un dominio de desempeño. Cada dominio de desempeño consiste en una serie de tareas que colectivamente conforman una descripción completa y detallada del mismo. Normalmente las tareas responden a preguntas como:

- Qué actividad usted realiza?
- A quién o a quienes está dirigida dicha actividad?
- Porqué realiza dicha actividad?
- Cómo se cumple con dicha actividad?

Sección C. Evaluación de Dominios de Desempeño

Instrucciones: por favor evalúe cada dominio de desempeño de la automatización en tres dimensiones: importancia, criticidad, y frecuencia. Esta evaluación se hace con el objetivo de validar dichos dominios de desempeño. La idea no es comparar un dominio con otro, solo evaluar cada uno de acuerdo a la escala que se le proporciona. Si tiene dudas respecto a lo que significa cada dominio puede revisar la sección D donde se encuentran las tareas que concretizan cada uno de los dominios aquí evaluados.

Importancia. La importancia está definida como el grado de qué tan esencial es conocer el dominio de desempeño por parte de un profesional de la automatización. Indica qué tan importante es cada uno de los dominios de desempeño. Evalúe cada uno de los dominios de desempeño utilizando la escala dada. Por favor asigne una sola evaluación a cada uno de los dominios de desempeño, y recuerde no comparar los dominios entre sí. Seleccione el número de la descripción que mejor ejemplifica su evaluación del dominio de desempeño, y escriba el número en el espacio adjunto a cada dominio de desempeño.

1 = Ligeramente Importante. El desempeño de las tareas en este dominio es solamente ligeramente esencial para realizar el trabajo de profesional en automatización.

2 = Moderadamente Importante. El desempeño de las tareas en este dominio es moderadamente esencial para realizar el trabajo de profesional en automatización.

3 = Muy Importante. El desempeño de las tareas en este dominio es claramente esencial para realizar el trabajo de profesional en automatización.

4 = Extremadamente Importante. El desempeño de las tareas en este dominio es absolutamente esencial para realizar el trabajo de profesional en automatización.

Evaluación de Dominio de Desempeño Importancia

_____	1. Estudios de Factibilidad
_____	2. Definición
_____	3. Diseño de Sistemas
_____	4. Desarrollo
_____	5. Implementación
_____	6. operación y mantenimiento

Criticidad. Criticidad se define como el potencial de consecuencias injuriosas que podrían ocurrir si el profesional de la automatización no conoce adecuadamente el dominio de desempeño. Indica el grado en el cual el desconocimiento del dominio de desempeño podría implicar la causa de daños al empleador, empleados, público, entre otros. Los daños pueden ser físicos, emocionales, financieros, etc. Evalúe cada uno de los dominios de desempeño utilizando la escala dada. Por favor asigne una sola evaluación a cada uno de los dominios de desempeño, y recuerde no comparar los dominios entre sí. Seleccione el número de la descripción que mejor ejemplifica su evaluación del dominio de desempeño, y escriba el número en el espacio adjunto a cada dominio de desempeño.

1 = Mínimo o Sin Peligro. La incapacidad de desempeñar tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas mínimas.

2 = Peligro Moderado. La incapacidad de desempeñar tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas moderadas.

3 = Peligro Substancial. La incapacidad de desempeñar tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas substanciales.

4 = Peligro Extremo. La incapacidad de desempeñar tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas severas.

Evaluación de Dominio de Desempeño
Criticidad

_____	1. Estudios de Factibilidad
_____	2. Definición
_____	3. Diseño de Sistemas
_____	4. Desarrollo
_____	5. Implementación
_____	6. operación y mantenimiento

Frecuencia. Qué porcentaje de tiempo emplea el profesional de la automatización realizando tareas en cada uno de los dominios de desempeño? Escriba el porcentaje en el espacio al lado de cada uno de los dominios de desempeño. El total debe ser igual a 100%

Porcentaje de Dominio de Desempeño
Tiempo

_____	1. Estudios de Factibilidad
_____	2. Definición
_____	3. Diseño de Sistemas
_____	4. Desarrollo
_____	5. Implementación
_____	6. operación y mantenimiento
_____	100%

Sección D. Evaluación de Tareas de los Dominios de Desempeño

En esta sección usted evaluará las tareas asociadas con cada uno de los seis dominios en tres dimensiones: importancia, criticidad y frecuencia.

Recuerde que una tarea es una actividad realizada en un dominio de desempeño. Recuerde que los dominios de desempeño son las principales responsabilidades que definen el desempeño del profesional en automatización. En esta sección usted validará las tareas. No dude en consultar la sección 3 para revisar las relaciones entre las tareas y los dominios de desempeño

Escalas de Evaluación

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substancial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Encierre el número correspondiente a la evaluación de Importancia, Criticidad y Frecuencia para cada tarea

Dominio 1: Estudios de Factibilidad	Importancia	Criticidad	Frecuencia
Tarea 1. Definir los objetivos preliminares utilizando prácticas de trabajo actualmente establecidas con el objetivo de determinar las necesidades de la empresa	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 2. Determine el grado de automatización requerida utilizando análisis costo/beneficio con el objetivo de determinar las necesidades de la empresa	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 3. Desarrollar una estrategia de automatización preliminar que concuerde con el grado de automatización requerido considerando varias opciones y seleccionando la mas razonable con el objetivo de preparar un estimado de factibilidad	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 4. Conducir estudios técnicos para la estrategia de automatización preliminar tomando datos y realizando un análisis apropiado relativo a los requerimientos con el objetivo de definir necesidades y riesgos de desarrollo	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 5. Elaborar un análisis justificativo generando un estimado del costo de factibilidad y usando un modelo financiero aceptado con el objetivo de determinar la viabilidad del proyecto	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 6. Crear un documento de resumen conceptual reportando las decisiones y suposiciones preliminares con el objetivo de facilitar la toma de decisión de realizar o no el proyecto.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4

Por favor escriba las tareas que usted considere que están relacionadas con el Dominio 1 y que no están adecuadamente descritas en la tabla anterior:

Escalas de Evaluación

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substancial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Encierre el número correspondiente a la evaluación de Importancia, Criticidad y Frecuencia para cada tarea

Dominio 2: Definición	Importancia	Criticidad	Frecuencia
Tarea 1. Determinar estrategias operacionales a través de discusiones con el grupo de staff y usar documentación apropiada con el objetivo de crear y comunicar los requerimientos de diseño.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 2. Analizar soluciones técnicas alternativas realizando estudios detallados con el objetivo de definir la estrategia de automatización final	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 3. Establecer requerimientos y datos detallados incluyendo arquitectura de red, conceptos de comunicación, conceptos de seguridad, estándares, preferencias de vendedores, hojas de datos de instrumentos y equipos, necesidades de reportes e información, y arquitectura de seguridad a través de prácticas establecidas con el objetivo de formar la base del diseño	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 4. Generar un estimado de costo del proyecto obteniendo información de costos con el objetivo de determinar la viabilidad de la continuación del proyecto	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 5. Resumir los requerimientos del proyecto creando un documento de base de diseño y un documento de requerimientos del usuario con el objetivo de lanzar la fase de diseño.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4

Por favor escriba las tareas que usted considere que están relacionadas con el Dominio 2 y que no están adecuadamente descritas en la tabla anterior:

Escalas de Evaluación

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substancial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Encierre el número correspondiente a la evaluación de Importancia, Criticidad y Frecuencia para cada tarea

Dominio 3: Diseño de Sistemas	Importancia	Criticidad	Frecuencia
Tarea 1. Realizar análisis de seguridad y/o peligro, y evaluaciones de cumplimiento de regulaciones identificando tópicos y riesgos clave con el objetivo de cumplir con estándares, regulaciones y políticas aplicables	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 2. Establecer estándares, guías, y formatos, aplicados al sistema de automatización usando la información tomada en el estado de definición y considerando los efectos del factor humano con el objetivo de satisfacer criterios y preferencias de diseño del usuario	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 3. Crear especificaciones detalladas de equipos y hojas de datos de instrumentos basados en criterios de selección del vendedor, características y condiciones del ambiente físico, regulaciones, y requerimientos de diseño con el objetivo de comprar equipos y el diseño y desarrollo de los sistemas de soporte	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 4. Definir la capa de estructura de datos y los modelos de flujos de datos considerando el volumen y tipos de datos involucrados con el objetivo de proveer especificaciones para la selección de hardware y el desarrollo de software	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 5. Seleccionar los medios de comunicación físicos, la arquitectura de red, y los protocolos basados en requerimientos de datos con el objetivo de completar diseños del sistema y el desarrollo de los sistemas de soporte	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 6. Desarrollar una descripción funcional de la solución de automatización (e.g. esquemas de control, alarmas, HMI, reportes) usando reglas establecidas en la etapa de definición con el objetivo de guiar el desarrollo y la programación	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 7. Diseñar los planes de prueba usando metodologías escogidas con el objetivo de ejecutar pruebas apropiadas relativas a los requerimientos funcionales	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 8. Realizar el diseño detallado para el proyecto convirtiendo los diseños de ingeniería y del sistema en requisiciones de compra, planos, diseños de paneles, y detalles de instalación consistentes con las especificaciones y descripciones funcionales con el objetivo de proveer información detallada para el desarrollo y la implementación	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 9. Preparar paquetes de trabajo de construcción completos organizando la información y los documentos de diseño detallados con el objetivo de liberar el proyecto para su construcción	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4

Por favor escriba las tareas que usted considere que están relacionadas con el Dominio 3 y que no están adecuadamente descritas en la tabla anterior:

Escalas de Evaluación

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substancial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Encierre el número correspondiente a la evaluación de Importancia, Criticidad y Frecuencia para cada tarea

Dominio 4: Desarrollo	Importancia	Criticidad	Frecuencia
Tarea 1. Desarrollar la Interfase Hombre Máquina – HMI de acuerdo con los documentos de diseño con el objetivo de alcanzar los requerimientos funcionales	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 2. Desarrollar las funciones de bases de datos y generación de reportes de acuerdo con los documentos de diseño con el objetivo de alcanzar los requerimientos funcionales	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 3. Desarrollar la programación o configuración de control de acuerdo con los documentos de diseño con el objetivo de alcanzar los requerimientos funcionales	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 4. Implementar metodologías de transferencia de datos que maximicen el flujo de salida y asegure la integridad de los datos usando protocolos y especificaciones de comunicación con el objetivo de asegurar la eficiencia y la confiabilidad	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 5. Implementar las metodologías de seguridad de acuerdo con los requerimientos del personal de staff con el objetivo de mitigar pérdidas y riesgos.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 6. Revisar la configuración y la programación usando prácticas definidas con el objetivo de establecer la concordancia con todos los requerimientos de diseño	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 7. Probar el sistema de automatización usando el plan de prueba con el objetivo de determinar la concordancia con los requerimientos funcionales	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 8. Recopilar todos los documentos requeridos y manuales de usuario creados durante el proceso de desarrollo con el objetivo de transferir el conocimiento esencial a los clientes y usuarios	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4

Por favor escriba las tareas que usted considere que están relacionadas con el Dominio 4 y que no están adecuadamente descritas en la tabla anterior:

Escalas de Evaluación

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substancial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Encierre el número correspondiente a la evaluación de Importancia, Criticidad y Frecuencia para cada tarea

Dominio 5: Implementación	Importancia	Criticidad	Frecuencia
Tarea 1. Realizar la verificación de todos los dispositivos de campo recibidos comparando los registros de los vendedores con las especificaciones de diseño con el objetivo de asegurar que los dispositivos son los especificados	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 2. Realizar la inspección física de los equipos instalados con los planos de construcción con el objetivo de asegurar que la instalación está de acuerdo con los planos y especificaciones de diseño	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 3. Instalar las configuraciones y los programas cargándolos en los dispositivos objetivo con el objetivo de prepararlos para probarlos	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 4. Resolver problemas imprevistos identificados durante la instalación usando técnicas de solución de errores (troubleshooting) con el objetivo de corregir deficiencias	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 5. Probar la configuración y la programación de acuerdo con los documentos de diseño ejecutando los planes de prueba con el objetivo de verificar que el sistema opera como se especificó	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 6. Probar los sistemas de comunicación y los dispositivos de campo de acuerdo con las especificaciones de diseño con el objetivo de asegurar una operación apropiada	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 7. Probar todos los elementos y sistemas de seguridad ejecutando planes de prueba con el objetivo de asegurar que las funciones de seguridad operan de acuerdo a los diseños	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 8. Proveer entrenamiento inicial para todo el personal de operación en la operación y mantenimiento del sistema a través de clases y aprendizaje práctico con el objetivo de asegurar un uso apropiado del sistema	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 9. Ejecutar pruebas a nivel del sistema de acuerdo con los planes de prueba con el objetivo con el objetivo de asegurar que el sistema entero funcione de acuerdo al diseño	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 10. Resolver problemas identificados durante las pruebas usando una metodología estructurada con el objetivo de corregir deficiencias del sistema	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 11. Hacer ajustes necesarios usando herramientas y técnicas aplicables con el objetivo de demostrar el desempeño del sistema y probar el sistema automatizado en operación	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4

Por favor escriba las tareas que usted considere que están relacionadas con el Dominio 5 y que no están adecuadamente descritas en la tabla anterior:

Escalas de Evaluación

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substancial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Encierre el número correspondiente a la evaluación de Importancia, Criticidad y Frecuencia para cada tarea

Dominio 6: Operación y Mantenimiento	Importancia	Criticidad	Frecuencia
Tarea 1. Verificar el desempeño del sistema y los registros periódicamente usando procedimientos establecidos con el objetivo de asegurar el cumplimiento de las normas, regulaciones y "mejores prácticas"	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 2. Proveer soporte técnico para el personal de operación aplicando la experticia en el sistema con el objetivo de maximizar la disponibilidad del sistema	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 3. Realizar análisis de necesidades de entrenamiento para el personal de operación usando evaluaciones de competencias con el fin de establecer objetivos para el programa de entrenamiento	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 4. Proveer el entrenamiento para el personal de operación direccionando los objetivos identificados con el objetivo de asegurar que el nivel de competencias del personal es adecuado para la tecnología y productos usados en el sistema	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 5. Monitorear el desempeño usando herramientas de desempeño de software y hardware con el fin de soportar la detección temprana de problemas potenciales	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 6. Desempeñar inspecciones periódicas de acuerdo con estándares y procedimientos escritos con el objetivo de verificar el desempeño del sistema o de componentes de acuerdo con los requerimientos	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 7. Realizar mejoramiento continuo trabajando con el personal de operación con el objetivo de incrementar la capacidad, confiabilidad y/o eficiencia	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 8. Documentar lecciones aprendidas revisando los proyectos con todo el personal de staff con el objetivo de mejorar proyectos futuros	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 9. Mantener los contratos de licencias, actualizaciones y servicio para software y equipos revisando tanto las opciones internas como las externas con el objetivo de cumplir con la capacidad y la disponibilidad esperada	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 10. Determinar las necesidades de partes de almacén basado en una evaluación de la base instalada y de la probabilidad de falla con el objetivo de maximizar la disponibilidad del sistema y minimizar los costos	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 11. Proveer un plan de administración del sistema para realizar mantenimiento preventivo, implementar backups, y diseñar planes de recuperación con el objetivo de evitar y recuperarse de fallas del sistema	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Tarea 12. Seguir un proceso para la autorización e implementación de cambios de acuerdo con estándares o prácticas establecidas con el objetivo de salvaguardar el sistema y la integridad de la documentación	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4

Por favor escriba las tareas que usted considere que están relacionadas con el Dominio 5 y que no están adecuadamente descritas en la tabla anterior:

ANEXO 2

NORMAS TECNICAS RELATIVAS AL MEDIO AMBIENTE EN MEXICHEM

- GTC100: Calidad del agua. Guía para los procedimientos de cadena de custodia de muestras.
- GTC103: Revisión periódica de instalaciones para suministro de gas natural destinadas a usos residenciales y comerciales y sus correspondientes artefactos a gas.
- GTC104: Gestión del riesgo ambiental. Principios y procesos.
- GTC 2: Manual de métodos analíticos para el control de calidad del agua
- GTC 24: Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente y la recolección selectiva.
- GTC 25: Gestión ambiental. Calidad de agua. Muestreo. Técnicas Generales de muestreo para estudios biológicos.
- GTC 30: Gestión ambiental. Suelos. Guía para el monitoreo de aguas subterráneas
- GTC 31: Gestión ambiental. Agua. Guía para la realización de ensayos de toxicidad (bioensayos) en organismos acuáticos
- GTC 34: Guía estructura básica del programa de salud ocupacional.
- GTC 39: Gestión ambiental. Aire. Plantación del monitoreo para evaluar la calidad del aire ambiente.
- GTC 45: Guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgo, su identificación y valoración.
- GTC 52: Guía para la inclusión de aspectos ambientales en las normas de producto.

- GTC 53-2: Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos.
- GTC 53-3: Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de envases de vidrio.
- GTC 53-4: Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el reciclaje de papel y cartón.
- GTC 53-5: Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de los residuos metálicos.
- GTC 53-6: Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de residuos de papel y cartón compuestos con otros materiales.
- GTC 53-7: Guía del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos.
- GTC 59: Guía metodología para la selección y aplicación de modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos.
- GTC 8: Electrotecnia. Principios de ergonomía visual. Iluminación para ambientes de trabajo en espacios cerrados
- NTC1141: Automotores. Extintores portátiles.
- NTC1355: Construcción. Comportamiento al fuego. Vocabulario.
- NTC1423: Materiales de construcción. Determinación del potencial calorífico.
- NTC1446: Protección contra el fuego, medios de extinción de fuego, polvo químico seco.

- NTC1447: Materiales de construcción. Ensayo de incombustibilidad.
- NTC1454: Agua potable. Determinación de boro.
- NTC1460: Calidad del agua. Determinación del selenio.
- NTC1461: Higiene y seguridad. Colores y señales de seguridad.
- NTC1478: Material de seguridad y lucha contra incendios. Terminología.
- NTC1480: Elementos de construcción. Ensayo de resistencia al fuego.
- NTC1482: Ensayos de resistencia al fuego. Ensamblajes de puertas y cierres.
- NTC1483: Detectores de incendio. Clasificación.
- NTC1495: Suelos. Ensayo para determinar el contenido de humedad de suelos y rocas, con base en la masa
- NTC1503: Suelos. Factores de contracción de suelos por medio del método del mercurio
- NTC1504: Clasificación de los suelos para propósitos de ingeniería - sistema de clasificación unificada de suelos
- NTC1523: Higiene y seguridad. Cascos de seguridad industrial.
- NTC1527: Suelos. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión encofinada de suelos cohesivos
- NTC 1528: Suelos. Ensayo para determinar la masa unitaria en el terreno. Método del balón de caucho.
- NTC1581: Transporte y embalaje. Reglas generales para el transporte marítimo de mercancías peligrosas.

NTC1584: Higiene y seguridad. Equipos de protección respiratoria. Definiciones y clasificación.

NTC1589: Higiene y seguridad. Equipos de protección respiratoria. Métodos de ensayos.

NTC1642: Higiene y seguridad. Andamios. Requisitos generales de seguridad.

NTC1657: Seguridad. Cajas de seguridad para protección contra robo.

NTC1667: Suelos. Método de ensayo para determinar la densidad y el peso unitario en el terreno. Método del cono de arena.

NORMAS TÉCNICAS RELATIVAS A SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL E HIGIENE INDUSTRIAL EN MEXICHEM

GTC 34: Guía estructura básica del programa de salud ocupacional.

GTC 45: Guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgo, su identificación y valoración.

NTC1461: Higiene y seguridad. Colores y señales de seguridad.

NTC2095: Higiene y seguridad. Código de práctica para el uso de redes de seguridad en trabajos de construcción.

NTC2390: Dibujo técnico. Simbología. Símbolos gráficos utilizados sobre equipos. Índice y tabla sinóptica

NTC2771: Higiene y seguridad. Mallas para seguridad industrial.

- NTC3701: Higiene y seguridad. Guía para la clasificación, registro y estadística de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales
- NTC3793: Salud ocupacional clasificación registro y estadísticas de ausentismos laboral
- NTC3886: Higiene industrial. Determinación de fenol y p-cresol en orina.
- NTC 4066: Seguridad en la soldadura y el corte
- NTC 4114: Seguridad industrial. Realización de inspecciones planeadas.
- NTC4115: Medicina del trabajo. Evaluaciones medicas ocupacionales.
- NTC4116: Seguridad industrial. Metodología para el análisis de tareas.
- NTC4278: Reglas de seguridad relativas a la utilización de los equipos de soldadura eléctrica por arco y procesos afines.
- NTC-ISO3165: Muestreo de productos químicos para uso industrial.
Seguridad en el muestreo
- NTCOHSAS18001: Sistemas de gestión en seguridad y salud ocupacional
- NTCOHSAS18002: Sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional. Directrices para la implementación del documento NTC-OHSAS 18001.

ANEXO 3

“Estado del Arte” de la Automatización Industrial en Cartagena de Indias

Sector de Mamonal
Minor en Automatización Industrial
José Luis Villa

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. Este trabajo tiene por objeto estudiar la realidad de la automatización industrial en el sector Industrial de Cartagena y en particular la relacionada con las empresas del sector de Mamonal.

El trabajo consiste en establecer la existencia o no de tecnologías y prácticas profesionales relacionadas con la automatización de los procesos industriales que en teoría deberían estar presentes en plantas de tamaño mediano y grandes como las presentes en dicho sector industrial, y tiene por objeto identificar con cierta precisión las necesidades del sector industrial a nivel de automatización, control e instrumentación.

Marco Conceptual

Una empresa puede ser vista como un sistema con entradas, salidas y desempeño deseado, la automatización, entonces, solo puede ser vista como una tecnología que permite que los procesos industriales ayuden en el cumplimiento del desempeño deseado de la empresa, como se representa en la figura 1.

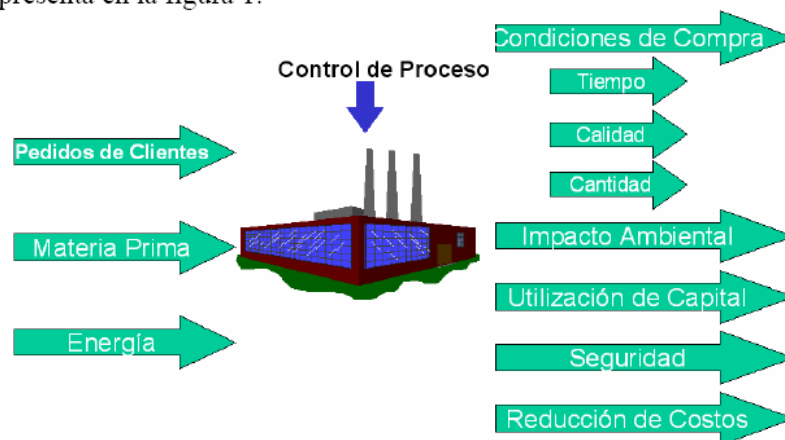


Figura 1. Empresa vista como un sistema

Dependiendo de la naturaleza de los procesos de la empresa será necesario utilizar uno u otro tipo de tecnología apropiada para solucionar los problemas de control y automatización en planta. La figura 2 muestra una relación entre los tipos de plantas industriales y las tecnologías disponibles para ello.

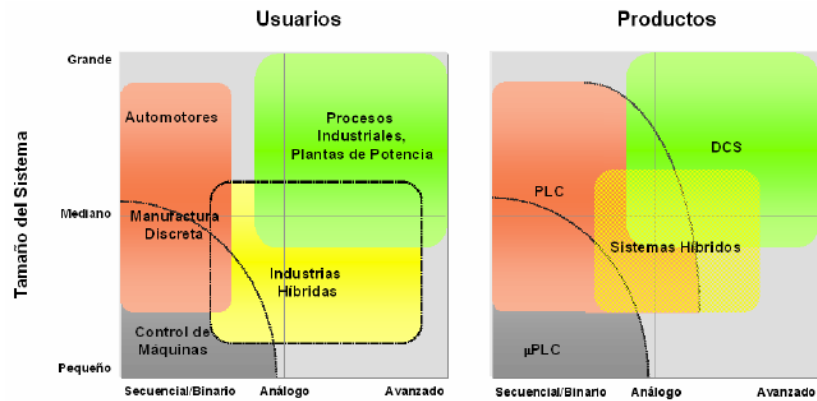


Figura 2. Relación entre tipos de productos y soluciones tecnológicas

Estas soluciones tecnológicas solamente aplican a la automatización, instrumentación y control de los procesos de manufactura, pero poco dicen respecto a la interacción entre los procesos en planta y las demás unidades de la empresa como financiera, planeación, ventas, o inclusive entre diferentes unidades de planta como mantenimiento y operación.

Para entender como las tecnologías aplican dependiendo del nivel de decisión y el manejo de la información se ha desarrollado el concepto de la pirámide de la automatización. En este concepto, la automatización puede ser vista como una pirámide donde las acciones más rápidas e intrínsecamente relacionadas con la operación técnica del proceso se llevan en el nivel mas bajo, y tomas de decisión e largo plazo, además de análisis y programas de largo plazo se llevan en niveles mas altos. La pirámide de la automatización es representada en la figura 3.

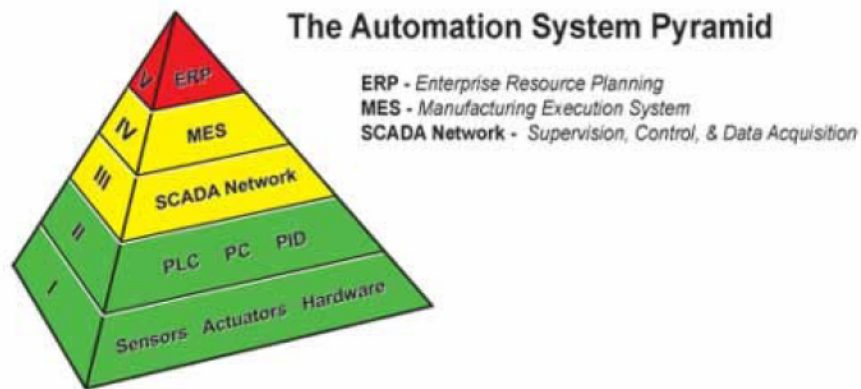


Figura 3. Pirámide de la Automatización

Otro de los sentidos de la pirámide de la automatización es el hecho de que no se pueden tomar decisiones adecuadas, y mucho menos “automáticas”, sin que los procesos en los primeros niveles sean puestos a punto. Por otra parte, la sola presencia de la tecnología en la empresa no es suficiente para que pueda servir a tareas elaboradas de planeación y toma de decisiones basado en información de planta.

Teniendo en cuenta esto, los siguientes factores son la base para construir indicadores adecuados de la existencia:

- Optimización del uso de activos de planta: desde el punto de vista de funcionamiento del proceso, las tareas de mantenimiento y operación usualmente son consideradas como tareas y departamentos independientes, cada uno con objetivos propios. Desde el punto de vista de sistema, el objetivo de todos los procesos en la planta debe ser maximizar el beneficio de la empresa, y de esa forma no tiene sentido aislar operación, mantenimiento e ingeniería, si bien cada una de dichas secciones tiene requerimientos especiales. Algunas dudas iniciales son:
 - Tiene la empresa funciones claramente definida para operación, mantenimiento e ingeniería de proceso?
 - Podemos hacer una lista de las operaciones, a nivel macro, de cada una de ellas?
 - Cómo es la interacción entre estas tres unidades?
 - Algunas preguntas particulares son: se tienen procedimientos estandarizados de ajuste de reguladores o revisión de código de programas? Se tienen implementados programas oficiales de formación y actualización de operadores? Se tienen programas estandarizados de calibración y ajuste de instrumentos? Se tienen programas de actualización tecnológica y mejora de proceso? Se tienen identificadas las principales fallas recurrentes en el proceso y existen planes de estudio para su solución?
 - Algunas preguntas tecnológicas puntuales son: se cuenta con buses de campo instalados? Se cuenta con instrumentación inteligente? Se tienen identificados las posibles actualizaciones tecnológicas de instrumentos y técnicas relacionados con el proceso? Existen sistemas CMMS (Computerized Maintenance Management Software) implementados en la empresa?
- Rol de los Operadores: los operadores son las personas de la planta encargados de hacer que la planta opere en forma regular, evitando situaciones peligrosas y maximizando el tiempo de operación normal de la planta. En este sentido los operadores deben contar con las herramientas adecuadas para afrontar el día a día de la planta, mucho mas que contar con mucha información que puede resultar confusa. Algunas de las preguntas relacionadas con este ítem puede ser:
 - Existen programas establecidos para detectar el origen de las fallas recurrentes y tomar decisiones al respecto?
 - Existen canales de comunicación formales entre los operadores y el grupo de ingenieros?
 - Puede el sistema de supervisión ser modificado de acuerdo a las necesidades de los operadores?
- Eficiencia en Ingeniería: la sección de ingeniería tiene por objeto estudiar y promover la implementación de mejoras substanciales en los procesos de la planta para obtener condiciones de confiabilidad y seguridad mayores. Algunas preguntas relacionadas con este ítem son las siguientes:
 - Las herramientas de ingeniería para el proceso permiten soluciones escalables?

- Tiene ingeniería programas implementados para analizar el proceso de acuerdo al comportamiento corriente del proceso?
- Existen simuladores del proceso debidamente ajustados a la realidad de la planta?
- Existen formas centralizadas de almacenamiento de información donde sea coherente la información de ingeniería, operación y mantenimiento?
- Los diseños de ingeniería permiten que sean reutilizables en futuros proyectos?
- Impacto Ambiental: uno de los tópicos actuales mas reglamentados y de alto impacto en la ciudad de Cartagena, por su característica de ciudad turística y cultural es el impacto ambiental. Algunas preguntas relacionadas con este ítem son las siguientes:
 - Conocen los ingenieros y operadores las normatividades que aplican respecto al cuidado y responsabilidad con el medio ambiente?
 - Están dimensionados los costos ambientales de la planta?
 - Existen herramientas de seguimiento y control de emisiones contaminantes?
 - Funciona adecuadamente la instrumentación relacionada con emisiones contaminantes?
 - Existen proyectos actuales para reducción de emisiones contaminantes?
- Control Avanzado: el control avanzado de procesos es una de las tareas deseable cuando ya el proceso se encuentra en su punto de operación estable. El control avanzado tiende a ser una tarea riesgosa económicamente, ya que los ahorros de operación de planta en comparación con el costo de desarrollo de un proyecto de estas características no necesariamente cubrirían los expectativas de los gerentes de planta. Aún así es un ítem importante en cuanto mide la capacidad innovativa de la empresa y la capacidad de desarrollo de la ingeniería de planta. Algunas preguntas son las siguientes:
 - Están al tanto los ingenieros de planta de resultados actuales en control avanzado de procesos?
 - Existen proyectos actuales o futuros en control avanzado?
 - La formación de los ingenieros de planta incluye tendencias y prácticas en técnicas de control avanzado?
 - Emplea la empresa convenios con universidades o institutos o centros de investigación para evaluar proyectos de control avanzado de procesos?
 - Están afiliados los ingenieros de planta a sociedades profesionales como IEEE o ISA?
- Administración de Información: la información generada en el piso de planta puede resultar poco legible para otras dependencias de la empresa. La calidad en la administración de la información es la que permite que personal como los vendedores puedan tomar decisiones y negociar de acuerdo a la realidad de la planta. Lograr este nivel de toma de decisiones requiere una cultura organizacional adecuada y herramientas tipo ERP (Enterprise Resource Planning) que funcionen correctamente. Algunas preguntas relacionadas con este ítem son:
 - Están familiarizados los ingenieros de planta con los conceptos ERP, IMS y MES?
 - Ha evaluado la empresa proyectos de implementación de sistemas ERP?
 - Se han hecho implementaciones exitosas de sistemas ERP en la empresa?

- Se ha trabajado en la cultura organizacional la necesidad de un sistema de información integrado?
- Seguridad Integrada: la seguridad está tomando un rol importante en las empresas actuales, tanto por la problemática nacional e internacional como por los problemas propios de la empresa a nivel de integridad física de los operadores, seguridad de los sistemas de planta, e integridad de los datos. Algunas preguntas al respecto son:
 - Qué tan arraigado está el tema de seguridad en la empresa?
 - Existen programas actuales para aumentar la seguridad del sistema a través del sistema de control?
 - Existen pruebas sobre el sistema para determinar vulnerabilidad de seguridad en los sistemas de información de la planta.

Estas son solo algunas de las preguntas que ayudarían a construir un mapa del estado actual de la automatización en el sector industrial de Cartagena, y no constituyen en sí mismas una ventaja o desventaja competitiva de ninguna empresa. Para ello es importante analizar la capacidad económica y las problemáticas de cada empresa del sector, lo cual se sale del objeto particular de nuestro estudio.

Desarrollo del Estudio

En principio se han propuesto un grupo de empresas objetivo que pueden servir como referencia para este estudio, sin embargo, dependiendo de las autorizaciones e interés para llevar a cabo el trabajo la lista se puede modificar.

Las empresas de interés inicialmente son:

- ECOPETROL
- Biofilm
- Cabot
- Abocol
- Propilco
- Lamitech
- Dexton
- Acuacar
- Polyban
- Cellux
- Petroquímica

Es importante que los participantes en este estudio puedan determinar intuitivamente las necesidades propias de la empresa de acuerdo a su visión como ingenieros y no desde un punto de vista meramente técnico.

La información que se pide en el estudio puede ser sensitiva a la seguridad de la empresa y por tanto no se trata de hacerle un cuestionario directamente los ingenieros de planta, pero sí entablar conversaciones que permitan obtener información apropiada de cada empresa.

Para desarrollar el estudio se pide a los participantes ajustar un programa de citas en cada empresa a lo largo de aproximadamente dos meses y al menos cinco visitas, debido a la cantidad de información pedida. Recuerde que el principal objetivo es caracterizar la realidad industrial y determinar necesidades industriales a nivel de automatización industrial e instrumentación.

Cada grupo de dos estudiantes tendrá un asesor en la universidad con el cual podrán realimentar la información parcial obtenida y ver la forma de ajustar la información necesitada hasta tener un panorama claro de la realidad en la industria específica.

Estructura de la Monografía

La monografía debe contener los siguientes apartes:

- Introducción
- Identificación de la Empresa donde se desarrolló el trabajo
- Descripción del proceso industrial estudiado
- Estado del Arte. Incluyendo todos los tópicos mencionados en la parte conceptual de este documento
- Problemáticas y posibles soluciones a nivel de automatización en el proceso estudiado
- Conclusiones generales del trabajo
- Bibliografía

La monografía no debe exceder mas de 50 páginas incluyendo tablas de contenido y páginas de presentación, y el trabajo será desarrollado en grupos de dos personas. La dirección de la monografía está a cargo de los profesores Oscar S. Acuña Camacho, José Luis Villa, Jorge Duque, Enrique Vanegas y Eduardo Gómez (Máximo dos monografías por profesor).

Confidencialidad de la Información

La información contenida en este estudio puede ser confidencial en el entorno de algunas industrias de procesos, tenga en cuenta este aspecto en el momento de solicitar información en la empresa donde se desarrolle el trabajo, en ningún caso incurra en violaciones a la política de seguridad de información de la empresa en particular. Por otra parte este documento es de uso restringido en la Universidad Tecnológica y como tal debe tratarse la información contenida en el mismo.