

01167



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

T E S I S

**METODOLOGÍA PARA LA AUTOMATIZACIÓN
INTEGRAL DE LAS INSTALACIONES DE LA
COORDINACIÓN TÉCNICA OPERATIVA DE PEMEX
EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN INGENIERÍA
(PLANEACIÓN)**

PRESENTA:

VICTOR MANUEL CASASOLA VARELA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. SERGIO FUENTES MAYA



MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE DEL 2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres **Pedro Casasola Torres †** y **Teresa Varela Rodríguez**,
por ser las personas que siempre me
brindaron su cariño de una manera desinteresada,
por el espíritu de lucha que me inculcaron
y por el deseo de superación que
sembraron en mi.
Los quiero mucho.

A mis hermanos **Antonio** (Leticia), **Gerardo** (Sandra) y **Javier**
(Natividad), por su apoyo moral que siempre
he tenido y el cariño que me han demostrado.

A mi esposa **Erika Mariel** quien con su apoyo,
comprensión y juventud dio a mi vida una
nueva oportunidad de vivir
y ser feliz.

A mi hija **Teresa Mariel** quien con tan
solo una sola sonrisa, me
impulso en los en los
momentos más
difíciles de
mi vida.
Te amo chiquita

A mi hija **Daniela** que a pesar de que el destino nos
separo, siempre estarás presente en mi corazón.

GRACIAS

A DIOS por darme todo lo que soy e iluminar mi camino en los momentos
difíciles.

Al Instituto Mexicano del Petróleo por su gran apoyo en mi
desarrollo personal y profesional.

A todos mis profesores de la maestría, por el interés demostrado
durante el desarrollo de la maestría
Gracias por sus conocimientos

Al Dr. Sergio Fuentes Maya, persona admirable
y asesor de este trabajo de tesis.

Al Super Grupo de "Ingeniería en Sistemas Electrónicos del
IMP, parte fundamental de este trabajo;
Ing. Francisco J. Sosa López
Ing. Marcos Mondrágón Bocanegra
Ing. Jose A. Hernández Gúzman
Ing. Jaime A. Lopezlena Estrada
Ing. Arturo Reyes Rosas
Ing. Enrique Soto Ramos
M.I. J. Martín Godoy Alcantar
Téc. Leticia Monroy Roque
Téc. Rogelio Gutiérrez Benitez

A todos mis amigos, quien siempre confiaron en que
lograría esta nueva etapa de mi
formación profesional.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1.- AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES	5
2.- DIAGNÓSTICO DE LA COORDINACIÓN TÉCNICA OPERATIVA	17
2.0.- Coordinación Técnica Operativa - Región Marina Noreste (CTO - RMNE)	17
2.1.- Infraestructura de la CTO - RMNE	18
2.2.- Estado actual de la automatización	20
2.2.- Expectativas de la implantación de sistemas automáticos	22
3.- PROBLEMÁTICA	25
3.1.- Problemas referidos al ciclo de vida	25
3.2.- Problemas generales	27
4.- METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN	29
4.1.- Análisis del problema	29
4.2.- Análisis Causa - Efecto	31
4.3.- Metodología integral de automatización	32
4.4.- Modelo económico del ciclo de vida	36
5.- APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	43
5.1.- Integración del Grupo Multidisciplinario	43
5.2.- Variables de decisión	44
5.3.- Estándares Tecnológicos	45
5.4.- Plan Rector de Automatización	50
CONCLUSIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	
A.- Lista de Especialistas	
B.- Cuestionarios de la Técnica DELPHI	
C.- Análisis Causa - Efecto	

RESUMEN

Como resultado de la globalización de los mercados, muchas industrias Nacionales e Internacionales tienen el riesgo de desaparecer del mercado, la estrategia que muchas compañías líderes han desarrollado es la implantación de sistemas de control y automatización en sus procesos productivos, sin embargo esta tarea no ha sido fácil, como lo demuestra el grado de insatisfacción que los usuarios actuales de estos sistemas automatizados.

El principal problema que la industria nacional enfrenta con respecto a este reto de modernización de sus plantas productivas, recae principalmente, en la falta de una metodología que los apoye a cumplir estrictamente con los requerimientos de los usuarios de estos sistemas.

El presente trabajo desarrollará esta metodología, que en su parte fundamental sirve para cualquier tipo de industria, sin embargo este trabajo como aplicación se enfoca a los problemas propios de la Industria Petrolera Nacional.

INTRODUCCIÓN

El corporativo de Petróleos Mexicanos de Exploración y Producción, realizó cambios a nivel estructural en 1996, dividiendo las regiones norte, sur y marina de PEMEX - Exploración y Producción (PEP) en activos y coordinaciones técnicas operativas, así mismo solicito los servicios de Arthur D Little (ADL), para realizar un estudio para revisar las capacidades tecnológicas de PEP, con la finalidad de desarrollar una estrategia tecnológica y ajuste de los procesos para ayudar a PEP a disminuir la brecha tecnológica con respecto a los líderes Internacionales en Exploración y Producción de hidrocarburos.

Los resultados obtenidos del estudio de ADL, respecto a las tecnologías de importancia operacional para cada activo o región se clasificaron en cuatro categorías; críticas, importantes, de impacto y no relevantes.

Las tecnologías de importancia operacional fueron cinco y de ellas dos fueron clasificadas como críticas "Diseño de sistemas de separación eficientes" e "Instalación de sistemas de control automático", considerando que dentro de las principales recomendaciones, están; Estrategia tecnológica de Seguidor fuerte y un Modelo de administración de tecnología de Tercera Generación

Con estas recomendaciones, los diferentes administradores de los activos y Gerente de las Coordinaciones Técnicas Operativas (CTO), visualizaron la importancia de incorporar herramientas como los sistemas de automatización; control y supervisión, para tener un mejor seguimiento de la producción, manejo, transporte y distribución de la producción de hidrocarburos en tiempo real y con ello coadyuvar a elevar y mantener altos niveles en la seguridad operacional de los diferentes procesos,

además de cumplir con las disposiciones gubernamentales en materia de protección ambiental.

La automatización de los procesos industriales, sin duda alguna, constituye una herramienta que permite mejorar la productividad de los procesos y la calidad de los productos entre otros aspectos.

No obstante antes de llevar a cabo la automatización de la planta productiva, es prioritario desarrollar una estrategia que elimine los problemas actuales que se presentan dentro del ciclo de vida de un proyecto de automatización y que asegure su implantación de forma exitosa.

OBJETIVO DEL PRESENTE TRABAJO:

Con la reciente apertura comercial de México a los mercados internacionales, la industria mexicana incluyendo la petrolera, enfrenta un fuerte desafío; moderniza su planta productiva o queda eliminada de los mercados internacionales.

Los países denominados "primeras potencias económicas", que cuentan con la tecnología más avanzada, han desarrollado una reestructuración total de su industria en la última década, mejor conocida como reconversión industrial, cuyos principales objetivos son reducir costos y el de mejorar la calidad de sus productos, para poder competir con agresividad en los mercados internacionales.

En el proceso de la reconversión industrial uno de los elementos responsables, y pieza fundamental del éxito o fracaso es la "Automatización de procesos industriales".

Para garantizar todo lo anterior, es importante que el sistema de automatización y control desde su concepción, considere una filosofía de integración de sistemas como una solución total, en donde todas las áreas relacionadas con la planta productiva estén integradas. Esto significa que de no ser así y a pesar de tener el mejor sistema de control, solamente se mejorará un área o zona de trabajo, pero no se resolverá el problema de mejora de la productividad.

El objetivo del presente trabajo es el de desarrollar una metodología de automatización integral de instalaciones de PEMEX Exploración y Producción, que nos asegure el incremento en el grado de satisfacción de los usuarios de las sistemas de Control y Automatización en los diferentes niveles jerárquicos dentro de sus estructuras organizacionales.

El presente trabajo ha sido desarrollado para que sirva de base para los diferentes activos y coordinaciones técnica operativas de PEMEX Exploración y Producción, partiendo de la infraestructura existente, requerimientos operativos, así como de su programa de inversiones. Para la mejor comprensión del trabajo este, ha sido dividido en cinco capítulos;

En el primer capítulo se presenta una panorámica de lo que es la automatización de procesos industriales, los diferentes niveles que integran la pirámide de automatización y se describe el ciclo de vida de un proyecto de automatización en el sector público, finalmente se presenta el grado de complejidad de la automatización de instalaciones clasificadas como de alto riesgo, como es el caso de instalaciones de PEMEX Exploración y Producción (PEP).

En el segundo capítulo se presenta el diagnóstico realizado a la Coordinación Técnica Operativa de la Región Marina Noreste (CTO - RMNE), mostrando de forma general la infraestructura con que cuentan, la interacción que mantiene con los Activos de la Región Marina Noreste y finalmente las expectativas detectadas de los involucrados en los diferentes niveles de la pirámide de automatización presentada en el primer capítulo.

En el tercer capítulo, se describe la problemática que enfrentan los diferentes activos y coordinaciones técnicas operativas para lograr la automatización de forma integral, es decir se enumeran los principales problemas que la red de especialistas de PEMEX Exploración y Producción enfrentan al realizar proyectos de automatización de sus instalaciones.

En el cuarto capítulo, se analiza la problemática expuesta en el tercer capítulo y se evalúa las expectativas obtenidas en las entrevistas de la CTO - RMNE, en el segundo capítulo y se concluye este capítulo presentando de forma detallada la metodología desarrollada para la solución de la problemática. En este capítulo se establecen los pasos a seguir para incrementar la satisfacción de los usuarios de sistemas automatizados.

En el quinto capítulo, se aplica la metodología desarrollada para la CTO - RMNE, cabe mencionar que esta coordinación no ha desarrollado ningún proyecto de automatización integral dentro de sus instalaciones, por lo que la aplicación en este capítulo son las bases generales para la implantación de cualquier proyecto de automatización de sus procesos.

Finalmente se presentan las conclusiones del trabajo de tesis, el objetivo de esta sección, es la de informar sobre el grado de cumplimiento del objetivo del trabajo de tesis, la problemática encontrada durante el desarrollo del trabajo, concluyendo esta sección con las recomendaciones para el buen desarrollo de la metodología desarrollada.

CAPÍTULO I

AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

INDUSTRIALES

El objetivo de este capítulo es presentar una visión general de lo que es la automatización de procesos industriales, sus diferentes niveles de automatización y el ciclo de vida de un proyecto de automatización de una empresa paraestatal, finalmente se presenta la problemática que presenta la automatización de instalaciones clasificadas como de alto riesgo, como es el caso de las instalaciones marinas de Petróleos Mexicanos.

I.I.- CONCEPTOS GENERALES DE AUTOMATIZACIÓN.

La automatización de procesos industriales, es una actividad que desde sus orígenes ha generado grandes polémicas en la sociedad, por la variedad de expectativas que provoca en los diferentes niveles de una organización jerárquica; desde los operarios, supervisores, gerentes de planta y altos directivos.

Haciendo una retrospectiva de los sistemas de control actuales, hay que recordar que el primer lazo de control usado en el control de procesos industriales, fue realizado con el sistema de control más inteligente que hasta la fecha existe "el ser humano", sin embargo a pesar de su capacidad de decisión y asimilación, objetivos perseguidos por las tecnologías actuales, su baja eficiencia respecto a su desempeño origino que se iniciara el desarrollo de controladores mecánicos y/o neumáticos, así como sensores, elementos finales de control (actuadores), para auxiliar a

los operarios en las funciones de control de procesos industriales.

Antes de contar en el mercado con las tecnologías sofisticadas, desarrolladas a nivel internacional, el hombre en su actividad de control de procesos industriales, empleaba sus cinco sentidos como elementos sensores y su cerebro como controlador de estos sentidos, así como de sus músculos, manos y pies, que realizaban la función de los elementos finales de control. Con la introducción de tecnologías de instrumentación electrónica, así como, la aparición de nuevas tecnologías en hardware y software de control, la automatización de procesos industriales, no pretende exclusivamente realizar el control a nivel de planta (local) o la simple sustitución de los seres humanos en actividades rutinarias, sino que además busca que a través de la implantación de sistemas de automatización, auxiliar a la alta dirección en la toma de decisiones al conocer en tiempo real los costos operativos de la planta productiva y permitiendo a través del uso de herramientas de control, optimizar los procesos productivos.

Con todo lo anterior, un exitoso proyecto de automatización de procesos industriales, debe estar planeado para cubrir el control de la planta desde su nivel mas bajo, como lo es el de adquisición de las variables del proceso (sensores), así como de los principales parámetros de un proceso en el planta industrial, hasta proporcionar la información en tiempo real y de forma condensada de la información medular del proceso que permita a los gerentes saber con certeza cuanto le está costando, en todo momento, producir un producto, conocer la eficiencia de trabajo de su proceso, la calidad del mismo, las variaciones del producto respecto a las especificaciones y la producción instantáneamente.

Para lograr lo anterior se contemplan una serie de elementos y herramientas que incluyen la adquisición de datos, el monitoreo, el control, las comunicaciones, el Control Estadístico de Procesos, la inteligencia artificial, los sistemas expertos, la administración de las instalaciones y el objetivo programado a largo plazo por parte de la alta dirección.

El Control Gerencial sueño final de toda automatización de procesos industriales, esta dividido básicamente en cinco niveles de automatización, cada uno de ellos con sus objetivos bien definidos, los cuales se resumen en la Tabla 1. Niveles de automatización.

NIVEL	AMBIENTE	RECURSOS	OBJETIVO
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos continuos. • Procesos en lotes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos primarios de medición. • Elementos finales de control. 	<ul style="list-style-type: none"> • Operación del proceso con intervención del operador.
CONTROL AUTOMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • Control regulatorio • Control secuencial. • Adquisición de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento de información. • Representaciones gráficas. • Historización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Operar el proceso con controladores locales.
SUPERVISIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento de información • Tendencias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interfaces Hombre-máquina • Almacenamiento de información 	<ul style="list-style-type: none"> • Integración de diferentes procesos de la planta.
CONTROL AVANZADO	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas expertos. • Estrategias avanzadas de control. • Inteligencia artificial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estaciones de trabajo. • Programas de optimización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimizar el proceso. • Reducción de costos del proceso.
CONTROL GERENCIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación de la producción. • Toma de decisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas informáticos. • Programas especiales de Control Administrativo 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar planeación estratégica apoyado en información en tiempo real.

Tabla 1. Niveles de automatización

I.2.- LA AUTOMATIZACIÓN EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL.

Con el objetivo de ubicar a los lectores en el desarrollo que la automatización tiene actualmente a nivel mundial, a continuación se describe brevemente el grado de evolución de las tecnologías.

La automatización tiene una concepción piramidal como se presenta en la *figura 1*, que inicia con la instrumentación de campo (gran cantidad de información) y que culmina con el **Control Gerencial** (información medular del proceso). Para poder concentrar la información medular del proceso en los niveles superiores de la pirámide, la información pasa por un proceso de filtrado de esa gran cantidad de información generada en el Nivel proceso y que conforme se incrementa el nivel jerárquico del personal que recibe la información (nivel inmediato superior), esta cambia de ser puramente operativa a tomar aspectos administrativos, esta concepción esta formada de cinco niveles, los cuales son descritos en forma más amplia en los siguientes párrafos.

El nivel inferior de la pirámide de automatización "PROCESO", corresponde al nivel del Control Regulatorio Base o nivel de proceso. Las funciones de automatización en este nivel tratan con sensores y actuadores, en éste nivel, se realiza el sensado de variables, la conversión de datos a información y la comunicación de la información generada por éste hacia los niveles superiores.

El segundo nivel "CONTROL AUTOMÁTICO", tiene como funciones típicas: el arranque y paro automatizado de equipos, la operación lógica de los procesos, así como, la de presentar al operador mediante interfaces de usuario la información de variables del proceso y alarmas.

En el tercer nivel de la pirámide "SUPERVISIÓN", permite al operador tener acceso al proceso mediante las interfaces gráficas de operador, al sistema de alarmas, diagnóstico de equipos, bitácoras de datos y eventos, así como a la sintonización remota de dispositivos de control. Lo anterior

mediante gráficos dinámicos que representan el proceso y gráficos de tendencias en consolas de control o computadoras dedicadas para tal fin.

El cuarto nivel "CONTROL AVANZADO" cumple con la función principal de conseguir el máximo desempeño de los diferentes sistemas (procesos) que están integrados en una Planta industrial, coordinando aplicaciones de control relacionadas y haciendo uso de técnicas de control estadístico de procesos. Estos sistemas implementan la estrategia administrativa y las tácticas operativas de la instalación.

En el nivel cinco "CONTROL GERENCIAL" Estos sistemas están más enfocados al aspecto financiero, siendo aquí donde se toman decisiones respecto a la operación de una planta, en base a aspectos económicos, como lo es la paridad de peso, restricciones gubernamentales, demanda del producto, etc..

Dentro de este concepto de la pirámide de automatización, existe un aspecto muy importante, relacionado con la selección, adquisición y puesta en operación de tecnologías de control, por ser este el punto medular para lograr la integración de toda la información adquirida a Nivel proceso y que esta pueda fluir de forma transparente a los siguientes niveles de esta pirámide, para su procesamiento e integración.

La historia de los sistemas automáticos instalados en diferentes plantas industriales, *figura 2.* del sector público en México, nos muestran que la pirámide de automatización ha sido cubierta en la mayoría de los casos hasta el Nivel control, dando por resultado que el sueño del Control Gerencial en base en las experiencias, se torne como un sueño imposible que solo se puede ver en países desarrollados y que los sistemas de control sean solo una herramienta de los operadores de los plantas y por lo mismo no sea de interés para la alta dirección.

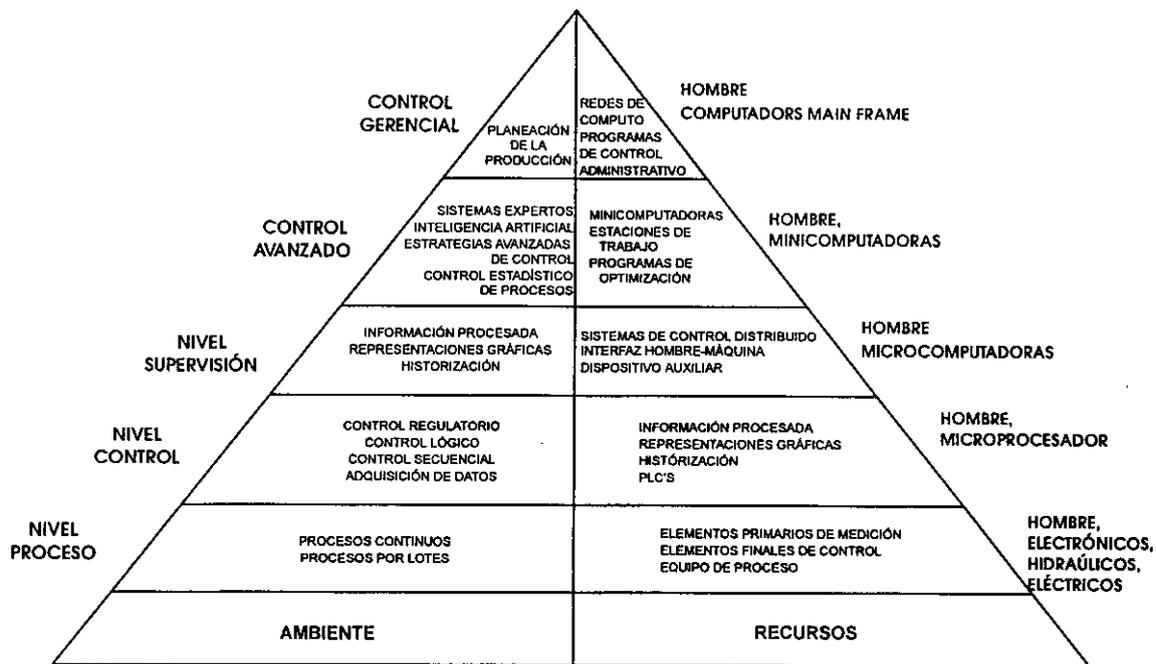


Figura 1. Pirámide de Automatización

Gráficamente los diferentes niveles de automatización se representan en la *Figura 1*, en la denominada pirámide de automatización.

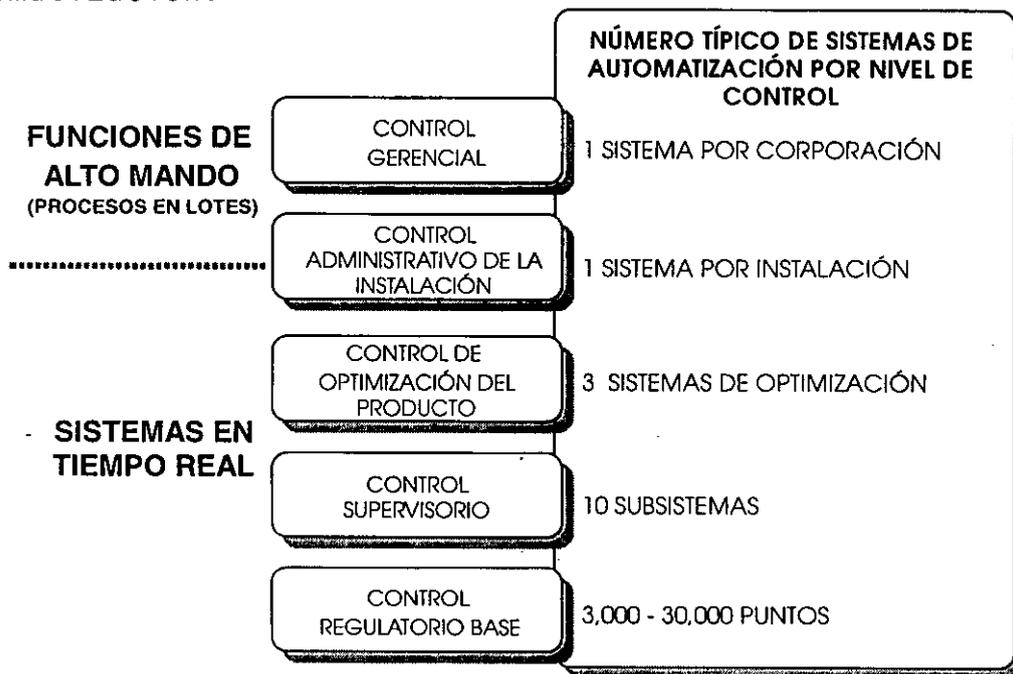


Figura 2. Niveles de Automatización en un proceso industrial típico.

I.3.- CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN DEL SECTOR PÚBLICO

Para llevar a cabo un proyecto de automatización desde la concepción (detección de necesidades), hasta la implantación (puesta en operación) del mismo, se requieren realizar una serie de pasos que inician con el diseño del sistema y continúan hasta llegar a la operación y mantenimiento del mismo.

Los pasos que intervienen en este proceso se presentan en la *Figura 3*.

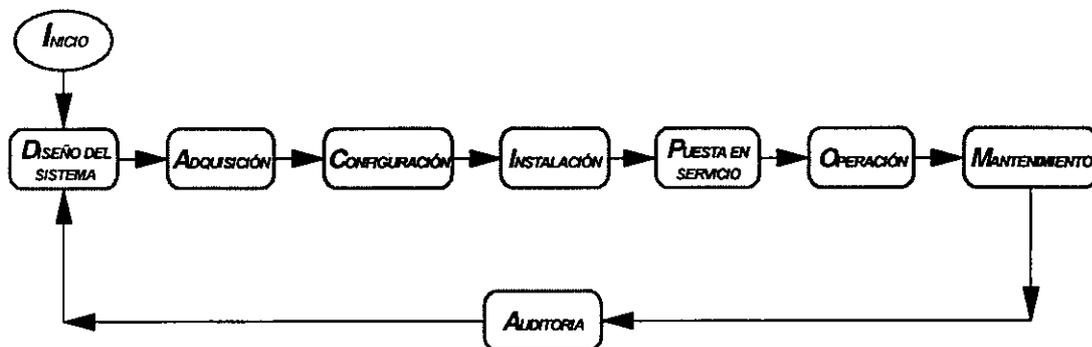


Figura 3. Diagrama de flujo para la realización de un proyecto de automatización.

El diseño del sistema inicia con el planteamiento técnico y la detección de necesidades del sistema a automatizar, en base a los cuales se hace un estudio de factibilidad técnico económica, que determina su aceptación o modificación de alcance. Toda vez que el proyecto es autorizado por la secretaría de Hacienda, se desarrollan las bases de usuario, a partir de las cuales una firma de ingeniería elaborará las bases de diseño, la ingeniería básica y finalmente generará los documentos de la ingeniería de detalle, con los cuales queda completo el diseño del sistema.

A apoyado en la documentación generada durante la etapa de diseño, se realiza la Adquisición del sistema, en base a la Ley de Obra Pública, en esta etapa del proyecto, se realiza

un concurso público, que sirve para analizar las diferentes propuestas de integradores a la solución del problema, con el objetivo de determinar en base a los dictámenes técnico y económico, el ganador del concurso. El ganador del contrato, debe cumplir o superar técnicamente todos y cada uno de los puntos contenidos en la especificación, para que el sistema a adquirir cumpla con las expectativas esperadas cuando se realizó su diseño.

Una vez que se tiene al ganador del concurso, conjuntamente con personal de integrador y usuario, realizan la junta de arranque de los trabajos de configuración e implementación del sistema; en la cual se hace entrega de la ingeniería y se establece un programa de trabajo para la definición y cumplimiento de actividades.

Durante los trabajos de configuración y construcción en fábrica del sistema especificado; se arman los gabinetes del equipo con el hardware propuesto y se configuran los controladores del sistema, así mismo, se cargan los gráficos y la configuración para la interfaz de operación, de acuerdo con exigencias de la filosofía de operación que haya sido estipulada.

Una vez concluido lo anterior, el equipo es sometido a las pruebas de aceptación en fábrica (FAT). Donde los usuarios, la firma de ingeniería y los fabricantes del equipo, verifican conjuntamente que la configuración y filosofía de operación, realmente cumplan con las expectativas planteadas en su diseño y las filosofías necesarias para su operación.

Finalmente, una vez aceptado el sistema por parte del usuario, el proveedor embarca el equipo para su instalación en la planta.

La compañía ganadora del concurso instalará su sistema de control e interfaces de operación y se realizan las pruebas de aceptación en sitio (OSAT), del sistema en forma integral.

Una vez que se han concluido las pruebas OSAT, se lleva a cabo la puesta en operación del sistema el cual es

realizado conjuntamente entre el personal operativo y los fabricantes o integradores del sistema. Cumplido este paso, la compañía que suministra el equipo deja en manos del usuario final la operación del mismo.

El siguiente paso, en este proceso para llevar a cabo un proyecto de automatización, es la realización de una auditoría, cuyo objetivo es detectar como esta trabajando el equipo y como cumple con las expectativas esperadas por su uso, como son:

- Verificar si el sistema cumple con las expectativas para las que fue creado.
- Verificar que el personal de planta esta adecuadamente identificado con el equipo y adecuadamente capacitados para su operación.
- Verificar que se realizan adecuadamente los procedimientos operativos y de mantenimiento del sistema.
- Establecer si se cuenta con la documentación adecuada del sistema y de los procedimientos operativos en el mismo.
- Verificar que en todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto de automatización se está cumpliendo adecuadamente con las funciones que tiene asignadas.

Una vez detectadas no conformidades, esta herramienta permitirá realiza acciones correctivas para llegar uso óptimo de los recursos del sistema, de las instalaciones y del personal que labora y hace uso de las mismas.

Lo anterior, puede provocar que el sistema sea modificado en su configuración para que cumpla realmente con las expectativas para las que fue creado. Este proceso puede ser cíclico debido a la búsqueda, por parte de la empresa de obtener lo máximo de sus instalaciones, así como de optimizar sus funciones.

Adicionalmente, una auditoría puede arrojar información relativa a la forma en que se están desarrollando los trabajos en las diferentes etapas de la vida de un proyecto de automatización. que puede ser útil, si ayuda a mejorar y optimizar el proceso de desarrollo de cada una de las etapas.

Durante el Ciclo de vida de un proyecto de automatización existen diferentes factores que afectan su terminación exitosa. La causa de estos factores es muy diversa pero definitiva para diferir el tiempo de terminación de un proyecto o no alcanzar los objetivos perseguidos por el mismo.

I.4.- PROYECTOS DE AUTOMATIZACIÓN EN PETRÓLEOS MEXICANOS

Un proyecto de automatización en Petróleos Mexicanos, tiene un mayor grado de complejidad que los procesos industriales de manufactura, por el manejo de hidrocarburos, ya que regulaciones internacionales y aseguradoras internacionales, obligan la instalación de otros sistemas encargados exclusivamente de la seguridad e integridad del personal e instalaciones.

En procesos de manufactura en los que no se manejan productos clasificados de alto riesgo, como es el caso de los hidrocarburos, la primera capa de seguridad con que cuentan estos procesos, son las especificaciones de diseño de operación de los equipos de la planta, es decir equipos que no incluyen ningún elemento de control y con el objetivo de que estos equipos operen dentro de los rangos especificados algunas empresas incluyen un segunda capa de seguridad de sus instalaciones y es la implantación de sistemas de control que haciendo referencia a la pirámide de automatización *Figura 1*. Corresponde al Nivel "PROCESO", para el caso de instalaciones petroleras además de considerar la instrumentación y control del proceso, se debe considerar otras capas de seguridad relacionadas el paro de emergencia parcial y/o total de las instalaciones bajo condiciones de riesgo y la última capa de seguridad encargada de la mitigación de incendios y previsión de fugas de gas, como se muestra en la *Figura 4*. y que de acuerdo a la pirámide de automatización deberá de integrarse de forma transparente en todos los niveles de automatización, por lo que involucra una mayor especialización del personal responsable de seleccionar los equipos por ser un área de

alta especialización lo relacionado a la seguridad y protección al medio ambiente.

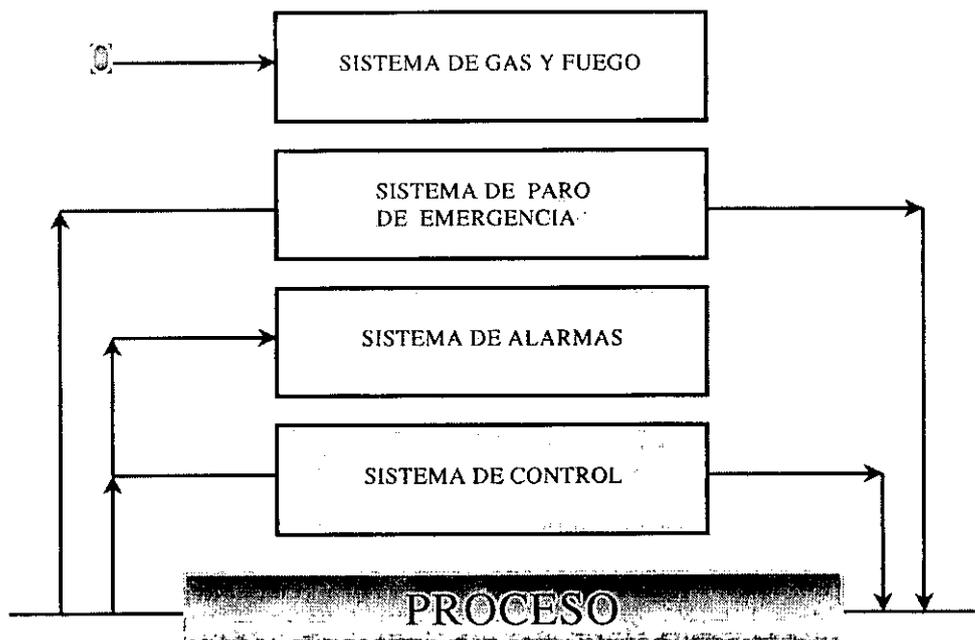


Figura 4. Capas de seguridad en instalaciones de alto riesgo.

Como ya se menciona, los principales problemas que se han presentado en la automatización integral de instalaciones lograr hacer realidad el nivel de automatización de Control Gerencial, es en lograr la convivencia y transparencia en la compartición de información entre los diferentes sistemas que integran la base de la pirámide de automatización llamada PROCESO.

Otro aspecto importante de considerar es el generado por la globalización y de alianzas estratégicas, por lo que la información de cada nivel de la pirámide de automatización debe tener la capacidad de ser compartida e integrada a otras pirámides de automatización de forma paralela, de ahí, la importancia de contar con estándares internacionales, acorde a las tendencias tecnológicas que dominan los mercados internacionales.

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO DE LA COORDINACIÓN TÉCNICA OPERATIVA.

El objetivo de este capítulo, es el de presentar una visión general de las instalaciones que forman parte de la Coordinación Técnica Operativa, el estado que guarda respecto a la instrumentación, control y automatización, y finalmente se presentan las expectativas detectadas durante las entrevistas al personal de esta coordinación, que de alguna forma tienen que ver con los procesos de selección, configuración, instalación, arranque y operación de los sistemas de control.

2.0.- COORDINACIÓN TÉCNICA OPERATIVA - REGIÓN MARINA NORESTE.

La Coordinación Técnica Operativa de la Región Marina Noreste (CTO-RMNE) es la responsable de coordinar la distribución y comercialización del crudo pesado de exportación, así como del manejo y distribución del gas producido en la Región Marina Noreste. Cabe mencionar que la CTO - RMNE, no es productora de crudo o de gas, su función es administrar su manejo y distribución, así como coordinar los porcentajes de producción de los diferentes activos para el cumplimiento de los programas de exportación y consumo nacional.

INSTALACIONES DE MANEJO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS Y CONDENSADOS DE LA CTO - RMNE.

Las instalaciones para el manejo y distribución de gas natural, se localizan en la Sonda de Campeche. En la figura 2 se muestra un diagrama de localización del centro de proceso y transporte de gas ATASTA.

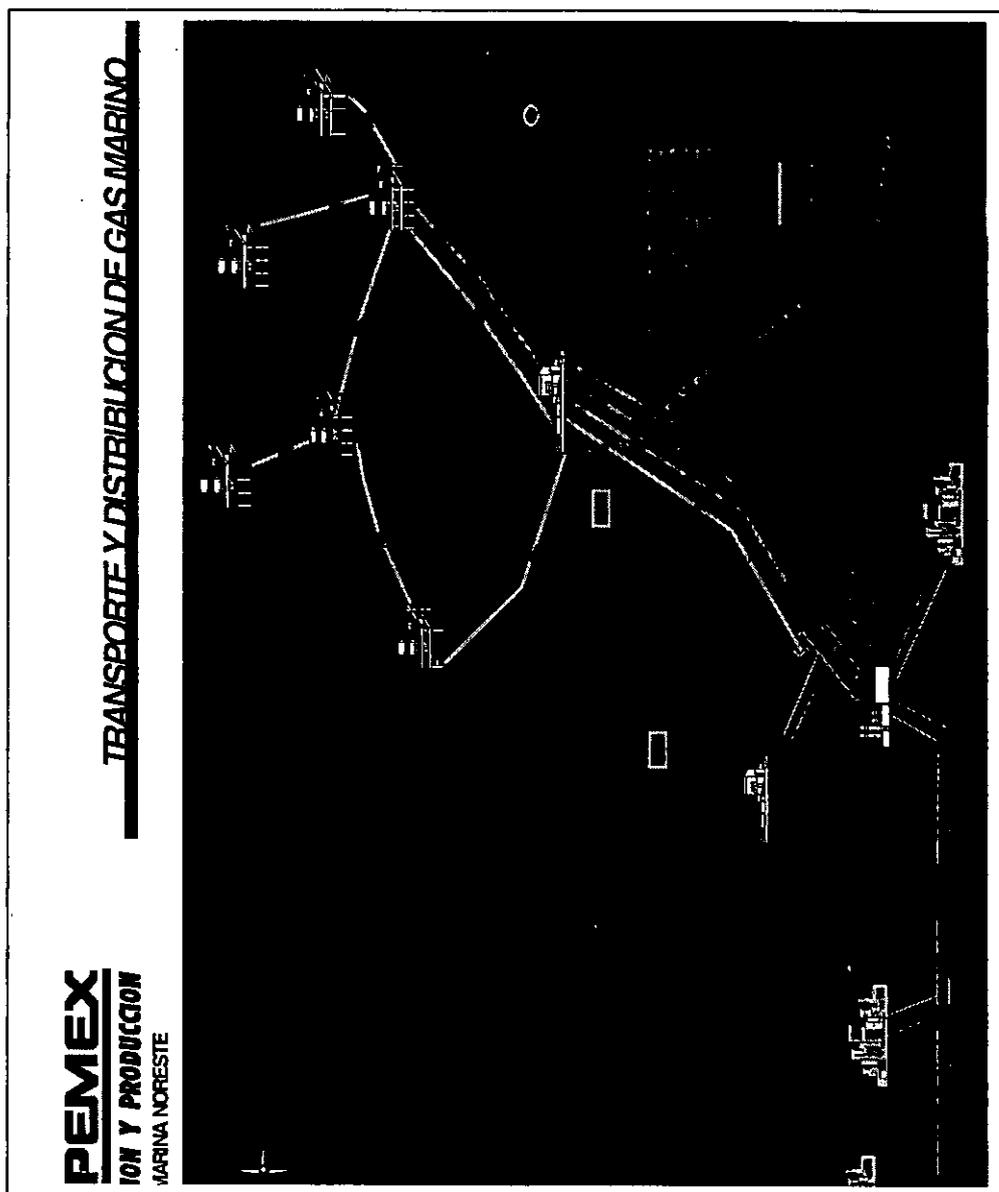


FIGURA 2. INSTALACIONES PARA EL MANEJO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL.

2.2.- ESTADO ACTUAL DE LA AUTOMATIZACIÓN.

El objetivo de esta sección, es la recopilación de información sobre la infraestructura en el área de sistemas de control tanto de proceso como de seguridad y sistemas de medición, con la que actualmente cuenta la CTO - RMNE. Con la idea de dimensionar la cantidad de sistemas y señales que deberán de considerarse dentro de la pirámide de automatización de la coordinación técnica operativa.

INSTALACIONES EXISTENTES PARA EL MANEJO Y DISTRIBUCIÓN DE ACEITE Y GAS.

- **TERMINAL MARÍTIMA CAYO ARCAS**

La Terminal Marítima de Cayo Arcas tiene como función principal cargar a los buques tanque, con el crudo que es producido en la sonda de campeche.

- **SISTEMA PROTECCIÓN POR DESVIO POR CORTE SÚBITO**

El sistema de control actual para el manejo y distribución de crudo pesado en la sonda de campeche.

- **COMPLEJO MARÍNO DE AKAL- J.**

Complejo marino del Activo Cantarell, productor de aceite y gas, estas instalaciones no son parte de la CTO - RMNE, sin embargo se debe de considerar la compartición de información a nivel supervisión de la pirámide de automatización.

- **COMPLEJO MARÍNO DE AKAL-C.**

Complejo marino del Activo Cantarell, productor de aceite y gas, estas instalaciones no son parte de la CTO - RMNE, sin embargo se debe de considerar la compartición de información a nivel supervisión de la pirámide de automatización.

- **BARCO FSO TA'KUNTAH**

Sistema flotante de almacenamiento de crudo, pertenece al activo cantarell, sin embargo su operación depende de la CTO - RMNE.

- **COMPLEJO MARINO KU-A.**
Complejo marino del Activo Ku - Maloob - Zaap, productor de aceite y gas, estas instalaciones no son parte de la CTO - RMNE, sin embargo se debe de considerar la compartición de información a nivel supervisión de la pirámide de automatización
- **COORDINACIÓN TÉCNICA OPERATIVA DE LA R.M.S.O.**
Al igual que la Coordinación Técnica Operativa de la Región Marina Noreste, existe una Coordinación Técnica Operativa que pertenece a la Región Marina Suroeste. La relación que mantiene esta última con la CTO - RMNE es del manejo de crudo a la terminal marítima de Dos Bocas, Tabasco.
- **ESTACIÓN DE PROCESAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE GAS.**
En esta estación se procesa y distribuye el gas dulce para ser inyectado en los pozos petroleros con sistema artificial de producción de Bombeo Neumático, así como, la distribución de gas a los complejos petroquímicos para su procesamiento y distribución a nivel nacional e internacional.

En las instalaciones que pertenecen a la CTO - RMNE, se considera la aplicación de la pirámide de automatización en sus cinco niveles, así como, el total de capas de seguridad presentadas en el primer capítulo. En relación a las instalaciones que pertenecen a los activos de Cantarell, Ku-Maloob-Zaap y Coordinación Técnica Operativa de la Región Marina Suroeste, se considerará la compartición de información a nivel supervisión.

2.3.- EXPECTATIVAS DE LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS.

Los principales motivadores que han estado presentes dentro de los usuarios de los diferentes niveles de la pirámide de automatización de sistemas automatizados en PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN han sido entre otros;

1. Manejo y distribución del aceite pesado en forma eficiente y segura.
2. Mejorar las operaciones del proceso, a través de:
 - Manipulación remota de válvulas de control.
 - Detección en tiempo real de problemas en líneas por alta presión o por presencia de fugas.
 - Supervisión en tiempo real de la producción de pozos.
 - Supervisión y control en tiempo real de los procesos.
 - Realizar el balance de producción de hidrocarburos en tiempo real.
 - Reducir paros no programados de equipo, para disminuir pérdidas de producción.
 - Diagnóstico continuo de la instrumentación y equipos de control.
 - Programación del mantenimiento preventivo y predictivo, en base a información histórica real.
 - Proporcionar información veraz y oportuna, para el análisis y optimización de los procesos de producción
 - Mejor aprovechamiento de los recursos humanos.
 - Reducción de los costos de operación y mantenimiento.
- Información verídica para apoyar decisiones y estrategias Gerenciales.
- Aumento en la seguridad de las instalaciones (Marinas y Terrestres).
- Optimización de la explotación de los pozos.
- Disminución de erogaciones por prima de aseguramiento de instalaciones.
- Implantación de tecnología de vanguardia en control de procesos.
- Sustitución de instrumentación obsoleta de refaccionamiento de difícil adquisición, por equipos o accesorios de vanguardia tecnológica.
- Aumento en la disponibilidad de los equipos.

- Optimización de mano de obra.
- 3. Incrementar la seguridad operacional y la protección al medio ambiente
- 4. Evaluar y Planear el manejo y distribución la producción en forma óptima.
- 5. Constituir una plataforma para la toma de decisiones, basándose en la información generada en tiempo real.

Sin duda alguna estos elementos habrán de coadyuvar en el abatimiento de costos por concepto de operación y mantenimiento.

Aún cuando por las condiciones actuales de operación del activo no se considera que existen pérdidas por producción diferida, ya que continuamente se busca compensar y mantener una cuota de producción. Estas pérdidas existen en la realidad y representan un monto mayor al estimado, ya que el tiempo de respuesta para resolver problemas operativos es actualmente demasiado alto. Con la implantación el nuevo sistema la velocidad de respuesta se incrementará notablemente ya que la detección será instantánea y además

CAPÍTULO 3

PROBLEMÁTICA

El objetivo de este capítulo es el de presentar de forma general los problemas que se han detectado en los diferentes sistemas de control y automatización instalados en instalaciones de PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN.

El capítulo se divide en dos secciones, en la primera se presenta la problemática visto desde el punto de vista de los usuarios finales y en la siguiente sección agrupan estos problemas en grandes grupos, con la finalidad de poder establecer la estrategia de solución.

3.1.- PROBLEMAS REFERIDOS AL CICLO DE VIDA.

Dentro de diferentes fases de implantación de sistemas automáticos, ciclo de vida de proyectos de automatización, en PEMEX, se han presentado problemas específicos en cada una de ellas, estos problemas son detectados por los usuarios finales, quienes tienen la responsabilidad de operarlos y mantenerlos en buen estado, pudiéndose describir los siguientes puntos;

DISEÑO

En lo que se refiere al diseño de los sistemas a ser automatizados, los problemas que se han presentado en este punto apuntan al aspecto de que se ha dado mayor prioridad a alguna problemática específica (local) presentada para automatización y se ha dejado a un lado el objetivo global de automatización de una instalación en general.

ADQUISICIÓN

Es un hecho que siempre va a existir un tope presupuestal que puede llegar a impedir la realización de un proyecto de automatización.

Debe tenerse muy presente que no se trata de tener la mayor cantidad de tecnología con el presupuesto autorizado o la tecnología más barata.

CONFIGURACIÓN

Evidentemente la psicología de un operador para manejar el proceso, es muy diferente a la lógica empleada por el personal que configura los sistemas de control.

INTEROPERATIVIDAD

En la mayoría de los proyectos de automatización, se requiere la integración de sistemas de diferentes fabricantes, para la integración de la información, como fue descrito en la pirámide de automatización.

INSTALACIÓN

El aspecto de instalación del equipo o sistema es fundamental para el proyecto, ya que tanto los trabajos de preparación de la instalación y la fabricación de los sistemas están previamente programados en forma cronológica y la falta de coordinación en estos trabajos provocará gastos excesivos derivados de una mala ejecución para la consecución de metas establecidas.

PUESTA EN OPERACIÓN.

De la puesta en servicio integral del sistema dependerán los éxitos logrados durante las etapas anteriores. Pero para su realización es importante haber integrado todos los sistemas que lo conforman.

OPERACIÓN

Debe recordarse que son los operadores del sistema los únicos que pueden obtener el 100% de las capacidades

que el sistema proporciona, si ellos no están adecuadamente capacitados es imposible que utilicen todas las herramientas que los sistemas automáticos les brindan.

MANTENIMIENTO.

Mantener en un buen estado los sistemas y proporcionarles un mantenimiento periódico y efectivo es muy importante para conservarlos en un adecuado nivel de funcionamiento.

Como se puede apreciar los usuarios de los sistemas de control y automatización saben de la existencia de problemas que han impedido obtener un resultado exitoso en la implantación de sistemas de este tipo, sin embargo no cuentan con el perfil ni con la experiencia suficiente para poder determinar con un mayor grado de certeza cuales son las verdaderas causas del problema.

3.2.- PROBLEMAS GENERALES

Basándose en los puntos presentados en la sección anterior, lo que se realizó en esta sección es integrar los problemas, en rubros más integrales con la finalidad de poder plantear la estrategia de formulación de problemas e identificación de soluciones.

Considerando los puntos que externaron los usuarios finales, los problemas están relacionados como mínimo en las siguientes áreas;

- Planeación a mediano y largo plazo.
- Tecnológicos.
- Económicos.
- Personal especializado.
- Entorno.
- Técnicos.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN

El contenido de este capítulo es dividido en cuatro incisos, en el primer inciso, se determina mediante la aplicación de una técnica heurística los problemas que actualmente han generado la insatisfacción de los usuarios ubicados en los diferentes niveles de la pirámide de automatización, en el segundo inciso se parte de los resultados de la técnica heurística del primer inciso, se procede a realizar un análisis Causa - Efecto, para comprobar que los problemas ya detectados, afectan a la implantación exitosa de los sistemas de control y automatización, dando como resultado la insatisfacción de los diferentes usuarios de estos sistemas, en el tercer inciso se presenta la metodología desarrollada para disminuir el riesgo de éxito en la implantación de sistemas de control y automatización y con esto aumentar la satisfacción de los usuarios, finalmente en el cuarto inciso a pesar de no estar considerado dentro de la metodología desarrollada, se presenta lo relacionado a una perspectiva de un modelo económico denominado "Ciclo de Vida Económico", que esta tomando un gran auge entre los gerentes de planta en el incremento de la satisfacción de los diversos usuarios de los sistemas de automatización y control.

4.1.- ANÁLISIS DEL PROBLEMA

El problema de automatización de instalaciones en el corporativo de PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN, a sus 20 años de haber iniciado actividades de implantación de este tipo de sistemas, actualmente representa un gran desafío por ser un problema en el que se mezclan problemas de tipo laboral, funcional, así como de malas costumbres en la ejecución de este tipo de proyectos, y que de no lograr reorientar el rumbo que actualmente lleva la automatización, el problema

tomará magnitudes que pondrían en riesgo a la Industria Petrolera Nacional.

Con la finalidad de buscar los principales puntos que han generado el fracaso en la instalación de sistemas automáticos, en este capítulo se empleará la técnica Heurística llamada " DELPHI ", para lo cual se establecerá como grupo de consultores, a la Red de Especialistas en Instrumentación y Control que la Subdirección de Tecnología y Desarrollo Profesional (STDP) ha conformado entre otras redes de especialistas, con la finalidad de establecer un intercambio de experiencias, así como reforzar los esfuerzos que hasta hace tiempo se realizaban de forma aislada.

Como grupo de Decisores, se estableció la participación del Grupo de Ingeniería en Sistemas Electrónicos del Instituto Mexicano del Petróleo, cuya experiencia es reconocida a nivel nacional en el campo de automatización integral de instalaciones terrestres y marinas de PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN (PEP) y que brindan asesoría al personal de PEMEX responsable de llevar a cabo la automatización de las instalaciones de sus respectivos activos.

El objetivo de la aplicación de esta técnica buscará determinar los principales factores que han generado la implantación no exitosa de los sistemas automatizados con que cuenta PEP, así como buscar incrementar el grado de satisfacción de los usuarios de dichos sistemas.

La forma de llevar a cabo esta técnica será vía correo electrónico, buscando ahorrar al máximo los costos por concepto de logística.

4.2.- ANÁLISIS CAUSA - EFECTO

El análisis Causa - Efecto usa técnicas de diagramación para identificar la relación entre un efecto y su causa, este tipo de diagramas son conocidos diagrama de pescado y para este análisis se desarrollo en base a los seis pasos básicos de este análisis

1. Paso 1 Identificación del problema.
2. Paso 2 Seleccionar el grupo multidisciplinario para la lluvia de ideas.
3. Paso 3 Dibujar el problema y la línea principal
4. Paso 4 Seleccionar grandes temas.
5. Paso 5 Identificar las causas de los defectos
6. Paso 6 Identificar las acciones correctivas

Buscando tener más elementos de prueba de determinar las verdaderas causas que han generado la insatisfacción de los diferentes usuarios de los sistemas de automatización y control y buscando elementos que ayuden en el desarrollo de la metodología de automatización integral, se analizo el problema de "Causas y Efectos de proyectos de automatización no exitosos" a pesar de que en el presente trabajo de tesis, he tratado de generar una solución que aplique de forma transparente a proyectos del sector público y privado, el análisis de los problemas operativos y/o funcionales, tendrán que ser analizados en forma particular para cada aplicación.

Al ser PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN, que tiene las mismas restricciones gubernamentales en todos sus Activos y Coordinaciones Técnicas Operativas, justifica que la técnica DELPHI se aplicará a la RED de Especialistas de Instrumentación y Control, fuese la que de forma general describiera los diferentes problemas que desde su punto de vista, han colaborado en la insatisfacción de los usuarios de estos sistemas.

En el anexo C, se presenta el análisis de el problema.

4.3.- METODOLOGÍA INTEGRAL DE AUTOMATIZACIÓN

En esta sección se presentará de forma general la metodología desarrollada para la automatización integral de instalaciones, esta metodología no incluye lo relacionada al análisis económico del ciclo de vida de un proyecto de control y automatización, por no incrementar en proyectos del sector público, la satisfacción de los diferentes usuarios de los niveles de la pirámide de automatización.

El llevar a cabo esta metodología de automatización, representa un alto costo para cualquier industria, incluyendo a PEP, sin embargo, los costos de no tener una visión amplia de los alcances totales de una automatización de varios procesos integrados, hasta el día de hoy han generado grandes inversiones sin obtener los resultados esperados y además de los grandes costos por concepto de integración y/o reingeniería.

1. ELABORACIÓN DE PRESENTACIÓN DEL ALCANCE DEL TRABAJO.
2. PRESENTACIÓN GENERAL DEL TRABAJO (nivel directivo)
3. DIAGNÓSTICO GENERAL DEL ESTADO DE AUTOMATIZACIÓN.
 - 3.1. JUNTA DE ARRANQUE. (todas las áreas involucradas)
 - 3.2. DEFINICIÓN DE RESPONSABLES. (facilitadores)
 - 3.3. INTEGRACIÓN DEL GRUPO MULTIDISCIPLINARIO DE TRABAJO. (G.M.)
 - 3.4. REVISIÓN DEL CICLO DE PLANEACIÓN DE LA CTO - RMNE.
 - 3.5. PROGRAMA DE VISITAS A INSTALACIONES.
 - 3.6. GENERACIÓN DEL REPORTE DEL ESTADO DE AUTOMATIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES.
 - 3.7. REVISIÓN Y COMENTARIOS POR EL GRUPO MULTIDISCIPLINARIO
 - 3.8. REPORTE FINAL DEL DIAGNOSTICO.
4. DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS OPERATIVOS
 - 4.1. DEFINICIÓN DE INSTALACIONES TÍPICAS.
 - 4.2. ELABORACIÓN PROGRAMA DE REUNIONES CON EL PERSONAL OPERATIVO.
 - 4.3. DEFINICIÓN CON ÁREAS OPERATIVAS DE VARIABLES A MONITOREAR EN ESTACIONES DE SUPERVISIÓN.
 - 4.4. DEFINICIÓN DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS

- 4.4. DEFINICIÓN DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE SUPERVISIÓN Y CONTROL.
- 4.5. DEFINICIÓN DEL NÚMERO DE ESTACIONES DE SUPERVISIÓN Y CONTROL
- 4.6. ELABORACIÓN DE REPORTE DE REQUERIMIENTOS OPERATIVOS
- 4.7. REVISIÓN Y COMENTARIOS POR EL GRUPO MULTIDISCIPLINARIO
- 4.8. REPORTE FINAL
- 5. DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES (POR TELECOMS)
 - 5.1. DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS
 - 5.2. DEFINICIÓN DE ENLACES DE COMUNICACIÓN.
 - 5.3. DEFINICIÓN DEL VOLUMEN DE INFORMACIÓN A MANEJAR POR CADA UNA DE LAS INSTALACIONES.
 - 5.4. ENTREGA DE OPCIONES DE ENLACES DE COMUNICACIÓN REQUERIDOS Y VOLUMEN DE INFORMACIÓN
 - 5.5. ELABORACIÓN DE REPORTE DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES PROPUESTAS (RESPONSABILIDAD DE TELECOMUNICACIONES)
 - 5.6. REVISIÓN Y COMENTARIOS POR EL GRUPO MULTIDISCIPLINARIO
 - 5.7. REPORTE FINAL
- 6. DEFINICIÓN DE INSTALACIONES TÍPICAS
 - 6.1. ELABORACION DE ESQUEMAS TÍPICOS PARA CADA UNA DE LAS INSTALACIONES TIPO
- 7. ANÁLISIS DE LA PRIMERA CAPA DE LA PIRAMIDE DE AUTOMATIZACIÓN
 - 7.1. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN A NIVEL INSTRUMENTOS
 - 7.2. INSTRUMENTACION DE CONTROL Y SEGURIDAD
 - 7.3. TÉCNICAS DE PROTECCIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS
 - 7.4. CABLEADO Y ENRUTAMIENTO DE SEÑALES
 - 7.5. DEFINICIÓN DE RECOMENDACIONES TECNOLÓGICAS
- 8. ANÁLISIS DE LA SEGUNDA CAPA DE LA PIRAMIDE DE AUTOMATIZACIÓN
 - 8.1. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN A NIVEL CONTROLADORES DE PROCESOS Y SEGURIDAD
 - 8.2. COMPARATIVA DE SISTEMAS DE CONTROL
 - 8.3. COMPARATIVA DE SISTEMAS DE SEGURIDAD
 - 8.4. TECNOLOGÍAS DE ENTRADAS Y SALIDAS REMOTAS
 - 8.5. ESTANDARES DE PROGRAMACION DE EQUIPOS DE CONTROL Y SEGURIDAD
 - 8.6. ANÁLISIS DE LOS ESTANDARES DE SEGURIDAD
 - 8.7. DEFINICIÓN DE RECOMENDACIONES TECNOLOGICAS

9. ANÁLISIS DE LA TERCER CAPA DE LA PIRAMIDE DE AUTOMATIZACIÓN
 - 9.1. TECNOLOGÍAS DE LAS ESTACIONES DE OPERACIÓN
 - 9.2. SISTEMAS OPERATIVOS
 - 9.3. INTERFAZ HUMANO MAQUINA
 - 9.4. BASES DE DATOS
 - 9.5. REDES INFORMÁTICAS
 - 9.6. DEFINICIÓN DE RECOMENDACIONES TECNOLÓGICAS
10. ANÁLISIS DE LA CUARTA CAPA DE LA PIRAMIDE DE AUTOMATIZACIÓN
 - 10.1. CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO.
 - 10.2. TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.
 - 10.3. CONTROL AVANZADO.
 - 10.4. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO
 - 10.5. BASES DE DATOS.
 - 10.6. INFRAESTRUCTURA INFORMÁTICA.
 - 10.7. DEFINICIÓN DE RECOMENDACIONES TECNOLÓGICAS
11. ANÁLISIS DE LA QUINTA CAPA DE LA PIRAMIDE DE AUTOMATIZACIÓN.
 - 11.1. VINCULACIÓN CON SISTEMAS INFORMÁTICOS.
 - 11.2. SISTEMAS DE MANEJO DE INFORMACIÓN GERENCIAL
12. DEFINICIÓN DE RECOMENDACIONES TECNOLÓGICAS
13. DEFINICIÓN DE ARQUITECTURA TÍPICA DEL SISTEMA DE CONTROL PARA CADA INSTALACIÓN TÍPICA
 - 13.1. DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LAS ARQUITECTURAS TÍPICAS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL, SEGURIDAD Y ESTACIONES DE SUPERVISIÓN Y CONTROL
 - 13.2. ESTRATEGIA SUGERIDA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES
14. REPORTE PRELIMINAR DEL PLAN INTEGRAL DE AUTOMATIZACIÓN.
15. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN.
 - 15.1. ASISTENCIA A SEMINARIOS, CURSOS Y EXPOSICIONES DE AUTOMATIZACIÓN, SEGURIDAD Y CONTROL
16. PRUEBAS TECNOLÓGICAS.
 - 16.1. PROGRAMA DE PRUEBAS DE NUEVAS TECNOLOGÍAS.
17. DEFINICIÓN DE PRIORIDADES DE EJECUCIÓN
18. ELABORACIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PROYECTO ESPECÍFICO
 - 18.1. ELABORACIÓN DE BASES DE USUARIO (OPERARIOS)
 - 18.2. ELABORACIÓN DE BASES DE INGENIERÍA (GRUPO MULTIDISPLINARIO)
 - 18.3. INTEGRACIÓN DE BASES DE CONCURSO (GRUPO MULTIDISPLINARIO)

19. PROCESO DE LICITACIÓN
 - 19.1. EVALUACIÓN DE OFERTAS TÉCNICAS (GRUPO MULTIDISPLINARIO).
 - 19.2. DICTÁMEN TÉCNICO (GRUPO MULTIDISPLINARIO)
 - 19.3. DICTÁMEN ECONÓMICO (ADQUISICIONES)
 - 19.4. ASIGNACIÓN DE CONTRATO (FACILITADORES)
20. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA
 - 20.1. JUNTA DE ARRANQUE (FACILITADORES Y G.M.).
 - 20.2. CONGELAMIENTO DE ESPECIFICACIONES (FAC Y G.M.)
 - 20.3. SUPERVISIÓN DE CONFIGURACIÓN DE SISTEMA (OPERADORES Y G.M.)
21. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN
 - 21.1. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA (PERSONAL DE DISEÑO)
 - 21.2. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA (PERSONAL DE MANTENIMIENTO)
 - 21.3. OPERACIÓN DEL SISTEMA (PERSONAL DE OPERACIÓN)
22. PRUEBAS EN FABRICA (FAT)
 - 22.1. ACEPTACIÓN DE SISTEMA (OPERADORES Y G.M.).
 - 22.2. AJUSTES DEL SISTEMA (SI APLICA)
23. INSTALACION
 - 23.1. SUPERVISIÓN DE INSTALACIÓN (MANTENIMIENTO Y G.M.).
24. PRUEBAS EN SITIO (OSAT)
 - 24.1. ACEPTACIÓN DE PRUEBAS (OPERARADORES, FACILITADORES Y G.M.).
25. ARRANQUE Y PUESTA EN OPERACIÓN
 - 25.1. (PARTICIPACIÓN DE TODOS LOS USUARIOS DEL SISTEMA)
26. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO Y AUDITORIAS
 - 26.1. (PERSONAL OPERARIO / MANTENIMIENTO / DISEÑO)
27. DOCUMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS
 - 27.1. REPORTE FINAL DEL SISTEMA (G.M.)
 - 27.2. DOCUMENTAR LECCIONES APRENDIDAS (G.M.).
28. REORIENTACIÓN DEL GRUPO MULTIDISPLINARIO AL SIGUIENTE PROYECTO

4.4.- MODELO DEL CICLO DE VIDA ECONÓMICO.

Recientes decisiones en la selección de sistemas de automatización han considerado análisis detallados del perfil económico del sistema considerando su esperada vida útil (YEL). Esta propuesta, ha sido difícil de aceptar por los gerentes de planta, sin embargo, recientes enfoques en el costo de ciclo de vida de los sistemas automáticos, han permitido una mayor y mejor aceptación del valor del análisis efectivo del ciclo de vida. El resultado de esta propuesta es el incremento en el desempeño de los procesos en las instalaciones de forma anticipada, pero esta propuesta no aplica a proyectos del sector público, por estar regulada la adquisición de estos sistemas por la SECODAM.

PERSPECTIVAS DEL CICLO DE VIDA ECONÓMICO.

Una gran cantidad de personas han invertido mucho esfuerzo en direccionar la selección de sistemas automáticos, hacia el nuevo modelo del Ciclo de Vida Económico. Muchos usuarios han determinado que la mayoría de los criterios de decisión considerados para la instalación de sistemas automáticos, pueden ser trasladados a términos económicos sobre la esperada vida útil del sistema automático, por lo que las decisiones basadas en el ciclo de vida económico dan como resultado que la selección de los sistemas automáticos se ajustan mejor en toda la planta a los principales motivadores de implantación de sistemas automáticos.

Idealmente desarrollando y utilizando una perspectiva de Ciclo de Vida Económico debe conducir a los fabricantes de sistemas automáticos a generar mejores expectativas de automatización, haciendo más efectivas las decisiones sobre sistemas automáticos, realizando mediciones efectivas del desempeño del sistema y mejorando constantemente esas mediciones sobre la vida del sistema.

Una perspectiva del Ciclo de Vida Económico para la selección de sistemas automáticos, requiere de un modelo claro del Ciclo de Vida Económico. De forma muy simple el comportamiento sobre la vida de un sistema automático puede ser definido por:

**PERFIL SISTEMA ECONOMICO = BENEFICIO CICLO DE VIDA
- COSTO CICLO DE VIDA**

Mientras más positivo sea el resultado, mejor será la decisión de automatizar. Buscando ser más específicos, es necesario un modelo más detallado que considere, tanto los términos de beneficio y costo de forma desglosada, como estos términos tienen que ver con dinero sobre el ciclo de vida esperada del sistema automático, los valores necesitan ser ajustados al valor presente neto (NPV). Por lo que el Beneficio del ciclo de vida desglosado es:

$$\text{BENEFICIO CICLO DE VIDA} = \text{NPV} (\text{ACS} + \text{API})$$

Donde;

- NPV* = Función de Valor Presente Neto
- ACS* = Ahorro en costos durante la vida del sistema.
- API* = Valor de incrementos de producción sobre la vida del sistema.

El termino desglosado de Costo del Ciclo de Vida es, en el que;

- Price* = Costo inicial del sistema.
- IEC* = Costo inicial de ingeniería.
- IC* = Costo de instalación.
- NPV* = Función de Valor Presente Neto.
- AEC* = Costo anual de ingeniería sobre la vida del sistema.
- AOC* = Costo anual de operación sobre la vida del sistema.
- AMC* = Costo anual por mantenimiento sobre la Vida del sistema.

Es importante considerar que el término costo en el modelo representa solo el costo asociado con la configuración y operación del sistema automático, no el costo de operar la planta de forma total. Muchos modelos han usado el término de costo del sistema como la base de criterios económicos de selección, pero puede ser totalmente erróneo, como se muestra en la figura 01, el beneficio de los sistemas automáticos es varias veces su costo, por lo que sin nos enfocamos al

término de beneficio, puede conducir a una mejor decisión económica que si nos enfocamos en el término costo.

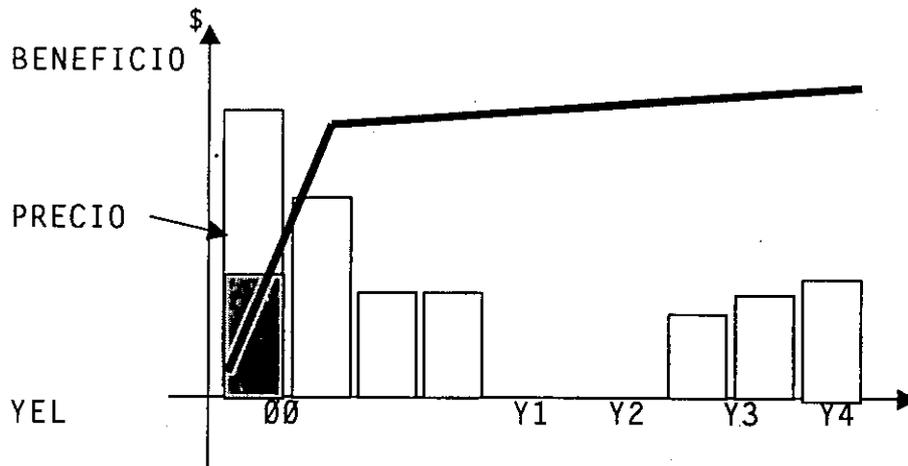


Figura 1. Beneficio de sistemas de automatización.

El modelo del Ciclo de Vida Económico para la selección de sistemas automáticos podrá ayudar a tener mayor énfasis en los beneficios que pueden ser ganados, no solo por la tecnología misma.

El último punto sobre la insatisfacción de los resultados de los beneficios de la automatización industrial es la mentalidad de los equipos de trabajo responsables de llevar a cabo proyectos de automatización, los equipos de trabajo responsables tradicionalmente les han sido asignados objetivos como es el caso de tiempo y presupuesto para el término de un proyecto, con esos objetivos impuestos al equipo de trabajo, los miembros raramente buscan adicionar formas de mejorar el desempeño de la planta productiva como es la idea inicial de todo proyecto de automatización, lo que finalmente da por resultado que implementan exactamente lo que aparece en la especificación, que es solo el reemplazo de la tecnología vieja y todo esto porque no se motiva al equipo responsable a buscar una mejora en el desempeño de la planta productiva.

Con la reciente reducción de personal de ingeniería en las plantas productivas, los equipos de trabajo responsables de este tipo de proyectos son parte del staff o son

subcontratados, por lo que una vez que el proyecto ha sido entregado, el equipo de trabajo es desintegrado y con esto cualquier expectativa de la automatización rara vez ocurre, lo que genera la insatisfacción con los sistemas automáticos.

Con la finalidad de tener una mejora continua en el desempeño del sistema automático después de instalación, las mediciones en las mejoras deben ser generadas de forma automática por el sistema, si esas mejoras realmente reflejan las expectativas del gerente de planta, así como del personal operativo que continuamente trabaja por mejorar sus habilidades en esas áreas supervisadas, los gerentes de planta rápidamente reconocerán el valor de sus inversiones en sistemas automáticos.

Los resultados no satisfactorios de los proyectos de automatización deben eliminarse y deben ser juzgados como inaceptables, los usuarios de este tipo de sistemas están empezando a considerar las perspectivas económicas en la inversión de sistemas automáticos de forma muy seria, lo que ha generado un significativo incremento en el modelo de selección en un análisis económico.

Una vez que los gerentes de planta adoptan criterios de decisión basados en un análisis económicos, los fabricantes de los sistemas tienden a diseñar equipos basados en análisis económicos y solo mientras esta transición ocurre, los beneficios anticipados de la tecnología de automatización, nombrada mejoras en el desempeño, será una realidad.

Muchos sistemas de automatización han sido diseñados desde sus inicios y durante su evolución para optimizar el Ciclo de Vida Económico de los usuarios, donde su modelo ha sido:

$$LCE = LCB + LCC$$

En donde;

LCE = Perfil del Ciclo de Vida Económico del sistema durante su vida.

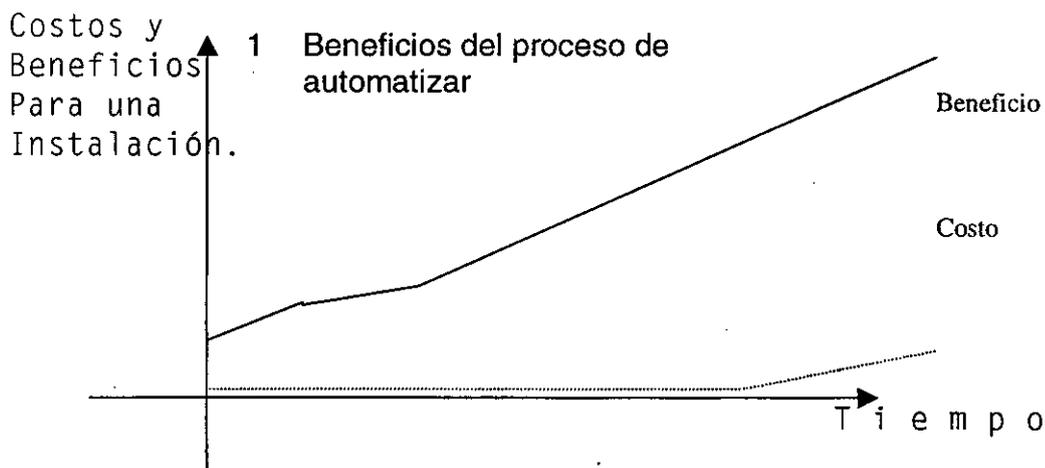
LCB = Beneficios Económicos del sistema durante su

vida.

LCC = Costo del sistema durante su vida.

En este caso es necesario observar que el modelo del Ciclo de Vida Económico toma en consideración tanto el costo de instalación, mantenimiento y operación del sistema, así como los beneficios económicos obtenidos durante la vida del sistema, en donde muchos análisis económicos de sistemas automáticos olvidan el termino de beneficios y se enfocan solo en el costo.

En un estudio coordinado por Eli Lilli Corporation, fue determinado que el termino de beneficio puede ser muchas veces mayor que el termino Costo, el termino Beneficio es la mayor de las veces la mejor variable de decisión al instalar un sistema automático.



“Una decisión de automatizar tomada solo sobre el costo, puede actualmente resultar en el rechazo de una tecnología de automatización que puede ofrecer grandes beneficios económicos”

El componente de costo en el perfil del ciclo de vida Económico se puede descomponer en:

$$LCC = \text{Precio} + IEC + IC + NPV(AOC + AMC + AEC)$$

En donde:

- Precio = El precio de adquisición del sistema.
- IEC = Costo inicial de ingeniería.
- IC = Costo de instalación.
- NPV = Valor presente neto de los gastos durante la esperada vida del sistema (YEL)
- AOC = Costos anuales de operación durante la vida del sistema.
- AMC = Costo de mantenimiento anual durante la vida del sistema.
- AEC = Costo anual de ingeniería durante la vida del sistema.

A pesar de las tendencias hacia un análisis económico integral para la adquisición de sistemas automáticos, el precio continua siendo el factor determinante, así en el perfil del ciclo de vida económico, el componente precio de un sistema automático orientado al desempeño es muy pequeño.

El termino IEC (costo de ingeniería inicial) del perfil LCC ha sido direccionado en un número de aspectos claves en el diseño de sistemas automáticos, un aspecto clave en el diseño de los sistemas es su interoperatividad con equipos, bases de datos, sistemas administrativos e instrumentación de campo de diferentes fabricantes, que repercute en un tremendo ahorro de horas hombre en la configuración de los sistemas por la eliminar la creación de listas de conexión de mantenimiento, por lo que este aspecto pretende disminuir de un 30 a un 50 % en tiempo de ingeniería.

La inclusión de herramientas informáticas que integran la configuración de instrumentos en bases de datos, eliminando la creación independiente de una base de datos de los instrumentos, lo que resultaría en un ahorro del 50% del tiempo de configuración además de contar con un sistema más consistente al autodocumentarse los sistemas automáticos.

CAPITULO 5

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

El objetivo de este capítulo, es la aplicación de la metodología desarrollada a la CTO - RMNE, haciendo uso de los resultados obtenidos de la aplicación de la técnica DELPHI (Anexo A), los resultados del diagrama CAUSA-EFECTO. En el caso práctico no se presentan los nombres del grupo multidisciplinario por razones de secrecia, de igual forma lo relacionado al modelo económico del ciclo de vida de los sistemas, no se incluye en este caso práctico, por las razones presentadas en el capítulo cuarto.

5.1.-INTEGRACIÓN DEL GRUPO MULTIDISCIPLINARIO

Acorde a los resultados obtenidos en la técnica DELPHI, uno de los factores de la implantación no exitosa de sistemas automatizados, es la falta de integración de un grupo multidisciplinario que participe desde la conceptualización del sistema por implantar, hasta su puesta en operación, asignandole a cada integrante una responsabilidad respecto al proyecto de automatización.

Acorde a los resultados obtenidos de la técnica DELPHI, se debe de integrar dicho grupo como mínimo con las siguientes especialidades y considerando que tengan una experiencia en cada una de sus áreas de especialidad.

- Personal de operación PEMEX.
- Personal de mantenimiento PEMEX.
- Personal de Seguridad de PEMEX.
- Administrador del proyecto.
- Personal de comunicaciones de PEMEX.

- Especialista en control de procesos.
- Especialista en Instrumentación.
- Especialista en sistemas de seguridad.
- Especialista en sistemas informáticos.
- Especialista en estudios económicos.

A pesar de que dentro de la técnica solicitamos la ponderación de las especialidades que deben participar dentro de la realización de un proyecto de automatización, esto solo fue para conocer la importancia que tiene la participación de los operarios de los sistemas, sin embargo, en este caso no se puede omitir de la integración de por lo menos estas especialidades.

En esta sección los nombres del personal asignado fue omitido por cuestiones de secrecía y evitar el calentamiento del mercado y entorpecer el proceso de automatización de las instalaciones de la CTO - RMNE.

5.2.- VARIABLES DE DECISIÓN.

Dentro de los resultados obtenidos dentro de la técnica DELPHI, se obtuvieron muchos resultados, como fue el caso de la conformación del equipo multidisciplinario de trabajo, así como, lo relacionado a las características mínimas que deberá de cumplir los sistemas de control ofrecidos por los proveedores dentro de los procesos de licitación pública.

Las características mínimas que tienen que cumplir los sistemas que sean ofertados por los integradores y fabricantes, deberán cumplir por lo menos con las siguientes características funcionales:

- Tecnología escalable.
- Cumplimiento a estándares internacionales.
- Tecnología probada.
- Tecnología modular.
- Interoperatividad
- Alta confiabilidad y disponibilidad
- Autodiagnosticable.
- Amigable.
- Autodocumentable.

- Capacidad de control avanzado.

Estos factores son los que se deberán detallar dentro de las especificaciones técnicas de forma tal que los sistemas que no cumplan con estas variables de decisión, serán descalificados dentro de los concursos, a pesar que estos conceptos se tornan un tanto generales, en la practica estas características son cumplidas por los sistemas con mejor desarrollo tecnológico.

5.3.- ESTÁNDARES TECNOLÓGICOS.

En este capítulo se establecen los estándares tecnológicos que se sugieren para uniformizar las especificaciones particulares de equipos de control tanto de proceso como de seguridad, equipos de cómputo, protocolos de comunicación a nivel dispositivos de campo, equipos de control y redes, además de las herramientas de software que en conjunto conformarán el Sistema de Control y Supervisión Integral de la CTO - RMNE. El hecho de que el hardware, protocolos de comunicación y herramientas de software se apeguen a los estándares propuestos; garantizará la convivencia e integración de los mismos, abatiendo costos por este concepto conforme se vaya implantando la automatización en la CTO - RMNE.

Es importante remarcar que los equipos, sistemas y herramientas de software propuestos, cumplen con las características de los sistemas de arquitectura abierta, que son: la portabilidad e interoperabilidad, definidos en las diferentes capas del modelo OSI (Open System Interconnection) de la International Standard Organization (ISO); del cual en primer lugar se presenta un resumen; para posteriormente establecer los estándares tecnológicos sugeridos para la CTO - RMNE en total congruencia con los diferentes niveles de la pirámide de automatización.

SISTEMAS ABIERTOS Y MODELO OSI

En las décadas de los 70's y 80's, los fabricantes de instrumentos y principalmente de equipos de control

desarrollaron sistemas de diferentes tipos, estableciendo sus propias bases para reglamentar la forma de comunicación entre sus equipos; lo cual debido a la diversidad de marcas ocasionó diferentes formas de transmitir, procesar y recibir información.

Este tipo de sistemas son llamados comúnmente como "propietarios" o "cerrados", ya que en ellos solo es posible la comunicación entre equipos del mismo fabricante.

Sin embargo debido a la globalización de los mercados, fue necesario realizar acuerdos con la finalidad de estandarizar las características técnicas de los equipos. De esta forma fue posible intercambiar información entre sistemas y equipos sin importar de que fabricante eran los dispositivos utilizados.

El resultado de este tipo de sistemas dio lugar al surgimiento de los llamados Sistemas Abiertos, ya que permiten el uso de diferentes tecnologías. En inglés se les denomina "Open System Interconnection" (OSI).

Para la estandarización de los protocolos de comunicación la Organización Internacional de Estándares (ISO) ha desarrollado un modelo de referencia llamado Modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos), el cual es una forma definida de estructurar la especificación e implantación de un protocolo de comunicación en diferentes niveles (capas), donde cada uno de ellos desarrolla una función específica.

El modelo OSI tiene por objeto estandarizar la comunicación entre equipos y/o sistemas de control a través de lineamientos de diseño para fabricantes de hardware y software, el modelo OSI se divide en siete niveles o capas.

Partiendo de lo presentado en la introducción de este trabajo de tesis, se establecen de forma general los estándares para cada capa de la pirámide de automatización;

NIVEL 1.- PROCESO.

Acorde a la pirámide de la automatización mostrada en la fig. 1 del capítulo 1, la instrumentación de campo ubicada dentro de este nivel, referente a transmisores de variables tales como: presión, temperatura, flujo, nivel, etc.; permitirán medir y supervisar las condiciones de operación en las diferentes instalaciones de manejo y distribución de gas y aceite de la CTO - RMNE. Así mismo los elementos finales de control, como lo son las válvulas, permitirán realizar acciones que modifiquen el estado o comportamiento de un dispositivo determinado, y con ello cambiar las condiciones de operación de proceso.

Actualmente los fabricantes de este tipo de instrumentos, ofrecen las siguientes alternativas para integrarlos a los sistemas de control, las cuales marcan las principales tendencias en el ámbito internacional:

- Estándar 4-20 mA.
- Estándar HART.
- Estándar FIELDBUS (FOUNDATION FIELDBUS TECNOLOGÍA AMERICANA Y PROFIBUS TECNOLOGÍA EUROPEA).

Así mismo dentro de este nivel se encuentran los sistemas y técnicas que permiten preservar la seguridad en las instalaciones, lo cual tiene que ver con la clasificación de áreas peligrosas, de lo cual se tendrá que realizar un análisis de riesgos, así como también de las prácticas para instalar el cableado requerido para la instrumentación y equipos de control.

NIVEL 2.- ESTACIÓN

En la actualidad los equipos de control se desempeñan bajo la filosofía de repartir o distribuir las operaciones de control y supervisión de un proceso, entre diferentes unidades electrónicas inteligentes y autónomas. Esta filosofía se denomina "control distribuido", y tiene la ventaja de que el control y supervisión no depende exclusivamente de un solo dispositivo, de tal forma que si cualquiera de ellos falla, el proceso solo se afecta en una parte y no en todo su contexto.

Existen tres tipos de tecnologías del tipo electrónico para el control de procesos que son empleados dependiendo de la aplicación: Sistemas de Control Distribuido (SCD), Controladores Lógicos programables (PLC) y control basado en computadora personal (PC control).

Un Sistema de Control Distribuido (SCD) es la integración de servicios y equipos que propone un fabricante para la automatización integral de una planta. Abarca la instrumentación, el control del proceso, la supervisión local, la administración de la información, el control de la calidad y el mantenimiento.

Un PLC es un dispositivo electrónico basado en microprocesador, y que basándose en un programa configurado por el usuario (que es almacenado en la memoria de dicho equipo), puede realizar funciones digitales, analógicas, secuenciales, aritméticas, de tiempo y de conteo para controlar diferentes tipos de máquinas o procesos, a través de módulos de entradas/salidas digitales y/o analógicas según sea requerido. Esta tecnología se complementa con las herramientas de hardware y software existentes en el mercado para realizar funciones similares a las de un SCD.

El control basado en computadora personal emplea instrumentación de campo ya sea inteligente o convencional y concentra toda la señalización en el CPU de una computadora personal en donde se realiza el procesamiento para el monitoreo y control del proceso.

NIVEL 3.- SUPERVISIÓN

En este nivel de la "Pirámide de Automatización", se realiza la recolección e integración de información de proceso para su procesamiento, visualización y compartimiento entre los diferentes usuarios; por lo que se requieren de ciertos equipos de hardware y diferentes herramientas de software para que en su conjunto permitan satisfacer dichas tareas.

La tendencia actual adoptada por los múltiples fabricantes de equipos de control y supervisión en general,

es que estas PC's se integren en REDES INFORMÁTICAS operando bajo el MODELO CLIENTE/SERVIDOR.

NIVEL 4.- EVALUACIÓN Y PLANEACIÓN

En este apartado se definirán las herramientas de software a emplear para llevar a cabo el análisis y estudio de los procesos, de manera que podamos realizar la optimización de los mismos. El uso de este tipo de herramientas está encaminado al mejoramiento de la calidad en el desarrollo de procesos, producto terminado y en el desarrollo de procedimientos para mejorar la calidad. Las herramientas más empleadas para estos propósitos se encuentran el CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD (CEC) y CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (CEP). En los siguientes puntos daremos una explicación de qué son y cómo aplicar estas herramientas. Estas dos herramientas forman parte de una filosofía de trabajo muy extensa llamada CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD (CTC). En la siguiente figura se muestra la forma como se organizan estos tres conceptos.

NIVEL 5.- TOMA DE DECISIONES.

El quinto nivel de la pirámide de automatización requiere algunas de las herramientas del nivel 4 "evaluación y planeación". El equipo de cómputo esencialmente es el mismo, pero el software que se llegue a emplear puede ser prácticamente el informático convencional, tal como Excel o Lotus.

Para la toma de decisiones deberá tomarse la información procesada en el nivel 4 y los datos históricos y en tiempo real del proceso.

Los datos requeridos para la presentación de esta información deberán ser tomados de la base de datos global del sistema. En este caso, el sistema de manejo de información deberá concentrar en su base de datos la información que se genere en cada uno de los primeros cuatro niveles de la pirámide de automatización. El tratamiento de

los datos será simple, pero de requerirse funciones más complejas, se podrá hacer uso de software especializado.

SISTEMAS DE SEGURIDAD

Todo proceso industrial puede causar daños a la gente y al medio ambiente si sale fuera de control. Para prevenir este tipo de situaciones, todo proceso se debe de controlar y proteger con sistemas mecánicos, sistemas de control y sistemas de seguridad.

5.4.- PLAN RECTOR DE AUTOMATIZACIÓN.

Es importante señalar que un Plan Rector de Automatización tiene como objetivo, realizar un análisis y revisión del estado actual de los proyectos de automatización de la CTO - RMNE, que incluyen sistemas de control y supervisión, tanto de proceso como de seguridad, y sistemas de medición existentes, proyectos en etapa de ingeniería, proyectos en construcción e instalación, y proyectos considerados a futuro, con la finalidad de:

- Proponer la arquitectura del sistema integral de control y supervisión, en base a los requerimientos específicos de la Coordinación Técnica Operativa - Región Marina Noreste, en cada una de sus instalaciones.
- Establecer estándares tecnológicos en lo referente a equipos de control, instrumentación, herramientas de software y protocolos de comunicación acorde a normas establecidas internacionalmente dentro de la vanguardia tecnológica.
- Estandarizar y garantizar la integración de los sistemas de control y supervisión que se proponen implantar en cada una de las instalaciones de manejo y distribución de gas y aceite de la Coordinación Técnica Operativa - Región Marina Noreste.

- Considerar la infraestructura existente de equipos de control y supervisión, medición, y los proyectos de automatización actualmente en desarrollo para aprovechar al máximo estos recursos.

Así mismo, este trabajo, no intenta en ningún momento constituirse como una ingeniería básica o de detalle. Exclusivamente presenta una estrategia que establece de forma conceptual la integración de un sistema integral de supervisión y control, en forma local y en forma global, para las instalaciones de la CTO - RMNE. Para aquellos proyectos de automatización, cuya realización se considere iniciar en lo posterior, será necesario elaborar la ingeniería básica y de detalle correspondiente, considerando que estas se apegarán a los lineamientos tecnológicos establecidos en el Plan Rector de Automatización.

ALCANCE DEL PLAN RECTOR DE AUTOMATIZACIÓN

Los alcances del Plan Rector de Automatización desarrollado para la Coordinación Técnica Operativa - Región Marina Noreste de PEMEX -Exploración y Producción, son los siguientes:

- Establecer lineamientos tecnológicos estándar, establecidos en el ámbito internacional y adoptados por los fabricantes, que normen las características de:
- Hardware (instrumentos, equipos de control de seguridad y proceso, equipos de cómputo y sistema de comunicaciones).
- Software (interfaz de operación humano-máquina, HMI por sus siglas en inglés, sistemas operativos y bases de datos relacionales).
- Protocolos de comunicación a nivel instrumentos, equipos de control y equipos de cómputo.

Con la finalidad de que se puedan integrar, y en forma conjunta permitirán automatizar las instalaciones de la CTO - RMNE.

Cabe mencionar, que el hecho de que el hardware, software y protocolos de comunicación de los diferentes sistemas de la CTO - RMNE, se apeguen a los lineamientos

tecnológicos estándar que se establecen en el presente documento, garantizará la interconectividad entre ellos, y hacia otros sistemas informáticos de la Región Marina, ya que se asegurará la convivencia y compatibilidad de los diferentes equipos y sistemas, además del intercambio y disponibilidad de la información en tiempo real. De esta manera se contará con sistemas abiertos, minimizando los gastos de integración de una manera significativa.

BENEFICIOS DEL PLAN RECTOR DE AUTOMATIZACIÓN

Los beneficios esperados del Plan Rector de Automatización, son los siguientes:

- ◆ Proporcionar una visión clara del alcance de la automatización, permitiendo planificar la automatización de la CTO - RMNE, y establecer prioridades en base a requerimientos operativos y disponibilidad de recursos económicos.
- ◆ Garantizar la compatibilidad e intercambio de información de los sistemas de control y supervisión propuestos, con la infraestructura existente y en desarrollo, a través de lineamientos tecnológicos estándar que se establecen en el presente documento, para que en forma conjunta conformen el Sistema Integral de Control y Supervisión de la CTO - RMNE.
- ◆ Implantar la automatización en las instalaciones de manejo y distribución de gas y aceite de forma flexible, es decir, implantar el Sistema Integral de Control y Supervisión de la CTO - RMNE; en diferentes etapas,
- ◆ Abatir de forma significativa gastos por concepto de reingeniería o integración.

Adicionalmente, los beneficios de implantar sistemas de control y supervisión, tanto de proceso como de seguridad, en cada una de las instalaciones de producción son:

- ◆ Reducción de los costos de operación y mantenimiento,

- ◆ Optimización del manejo y distribución de los hidrocarburos,
- ◆ Disminución del deterioro ecológico,
- ◆ Maximizar la seguridad operacional,
- ◆ Implantación de instrumentación con tecnología de vanguardia,
- ◆ Adquisición confiable y oportuna de información de proceso en tiempo real,
- ◆ Integración de la información generada en todas las instalaciones de producción en un solo punto,
- ◆ Toma de decisiones con base en información de proceso en tiempo real,
- ◆ Optimización de la planeación y toma de decisiones a nivel gerencial,
- ◆ Implantación de tecnología de vanguardia probada en el área de control de procesos.

CONCLUSIONES.

En este capítulo se presentan las conclusiones a las que se llegaron durante la realización de este trabajo, así como el grado de cumplimiento del objetivo del trabajo y finalmente se presentan las dificultades que se encontraron durante el desarrollo del mismo, para la cual, el capítulo se divide en dos secciones; en la primera sección se describe las conclusiones generales del trabajo, en la segunda sección se presentan las dificultades del cumplimiento total de la metodología.

CONCLUSIONES GENERALES.

El desarrollo del trabajo inicialmente se centro en una hipótesis de que la problemática sobre la falta de satisfacción de usuarios, en la adquisición de sistemas de control y automáticos, se centraba en el enfoque con el que el personal de PEP le da a los estudios técnicos económicos, la forma en que se planteo una solución, a priori fue de la aplicación de un modelo económico desarrollado por Eli Lilly Corporation, modelo que busca establecer una relación directa entre los aspectos técnicos sobresalientes de los sistemas automáticos, con aspectos económicos que pueden evaluarse directamente por este modelo económico, lo cual resultaba muy alentador en la búsqueda de un incremento en la satisfacción de los usuarios de los sistemas automáticos, para la búsqueda de los variables de decisión que deberían de incluir dentro de las especificaciones técnicas de los sistemas por concursar y además lograr establecer una relación directa con las variables definidas dentro del modelo económico.

Sin embargo, durante el análisis del problema, capítulo 3, se observo que el aspecto del análisis de económico, no

fue clasificado como determinante por el grupo de especialistas, en la problemática de selección, adquisición y puesta en operación de sistemas de control y automatización.

Por los resultados obtenidos del análisis del problema, motivaron un cambio en la hipótesis de solución a los problemas que actualmente se presentan en la selección y adquisición de sistemas automáticos por personal de la CTO - RMNE, los resultados obtenidos de la técnica DELPHI, nos permiten asegurar que el aspecto económico no es determinante en el incremento de satisfacción por parte de los diferentes usuarios de estos sistemas.

Históricamente, la mayoría de las decisiones en la selección tecnologías para la automatización de procesos industriales, había sido basado en el precio o como la sustitución de una tecnología mágica que resolvería todos los problemas, desgraciadamente los resultados obtenidos hasta hoy, en la mayoría de los casos en las instalaciones automatizadas, en términos de mejoras en el desempeño, han sido generalmente muy decepcionantes para los usuarios finales de los sistemas.

Considerando que el principal motivador que maneja a los fabricantes de sistemas de control y automatización, a producir estos sistemas incluye el deseo de los gerentes de planta para:

- Mejorar la calidad del producto.
- Mejorar la seguridad.
- Incrementar la flexibilidad de fabricación
- Mejorar la confiabilidad de las operaciones
- Mejorar la toma de decisiones
- Mejorar el cumplimiento de regulaciones
- Incrementar la productividad.
- Incrementar la producción
- Reducir los costos de fabricación

Analizando estos motivadores de la lista anterior, parece que estos criterios raramente o nunca se toman en consideración durante la fase de selección de un proyecto de este tipo.

Los criterios de selección no solo deben importar a los usuarios, sino por el contrario, también debe ser de interés para los fabricantes de sistemas automáticos. Proveedores en México que han resultado exitosos, han diseñado sus sistemas de acuerdo a los requerimientos de sus clientes potenciales, es decir, diseñan sistemas solo para cumplir los criterios de selección establecidos, no importando que los criterios de selección no necesariamente conduzcan a la mejor solución de automatización.

Hoy en día muchos sistemas automatizados han sido diseñados y comercializados con respecto al precio, fácil de usar y una característica de alta tecnología, sin embargo después de ser instalados, los sistemas que inicialmente representaban ser los más fáciles de usar, pueden ser los más difíciles de aplicar en los procesos básicos de proyectos de automatización y los sistemas con las últimas y mejores características tecnológicas, pueden no utilizar la tecnología que actualmente ofrece las mejores características que conduzcan a las mejoras en el desempeño de la producción, de aquí la decisión para emplear una metodología integral de sus instalaciones, basado en un verdadero monitoreo tecnológico, que evite seleccionar solo modas tecnológicas y que por el contrario al decidir la implantación de una tecnología dada de control bajo un plan rector de automatización, esta cumpla con los estándares tecnológicos que las grandes compañías desarrollan en forma simultánea.

DIFICULTADES DETECTADAS

Existen un buen número de razones que justifican los resultados de insatisfacción de los usuarios de sistemas de control y automatización, quizás el más significativos es que los resultados son raramente medidos, la mayoría de los gerentes de planta nunca han realizado un esfuerzo para establecer una línea base para comparar el desempeño en sus operaciones dentro de la planta, sin esta línea base los resultados de la medición del desempeño, no es fácil determinar que mejoras han ocurrido, en general sin documentos escritos la gente tiende a tomar una posición

pesimista y asume que no han ocurrido mejoras en el desempeño.

Otra razón de los resultados de insatisfacción resulta que en muchas decisiones en sistemas de automatización han sido hechos en la base de "tecnología por amor a la tecnología". Los equipos de trabajo de proyectos se enamoran de las características de la tecnología como son el ancho de banda, paleta de colores y resolución de monitores. Algunos seleccionan sus sistemas de automatización basado en las características mágicas de alguna tecnología, sin que esto incremente la producción, ni reduce los costos de operación. La mentalidad de "tecnología por su por puro amor" debe cambiar por una motivación por "tecnología para mejoramiento de producción", esto solo podrá ser realizado vía el uso efectivo de una metodología integral de automatización, que permita una evaluación real de las tendencias tecnológicas en el plano internacional.

Una tercera razón de la insatisfacción en los resultados de los sistemas automáticos es el tradicional modelo de "reemplazo directo" en la definición de proyectos de automatización, la forma más común que un equipo de trabajo realiza en la implantación de un proyecto de automatización total y con la responsabilidad de desarrollar la especificación de los requerimientos, esta tarea es muy desgastante y el equipo de trabajo termina por documentar los sistemas automáticos instalados, siendo estos documentos las entradas primarias para la elaboración de las bases de concurso, que son entregado a los fabricantes de los sistemas de automatización para ofertar sus sistemas.

El último punto sobre la insatisfacción de los resultados de los beneficios de la automatización industrial es la mentalidad de los equipos de trabajo responsables de llevar a cabo proyectos de automatización, los equipos de trabajo responsables tradicionalmente les han sido asignados objetivos como es el caso de tiempo y presupuesto para el término de un proyecto, con esos objetivos impuestos al equipo de trabajo, los miembros raramente buscan adicionar formas de mejorar el desempeño de la planta productiva como es la idea inicial de todo proyecto de automatización, lo que finalmente da por resultado que implementan exactamente lo

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

que aparece en la especificación, que es solo el reemplazo de la tecnología vieja y todo esto porque no se motiva al equipo responsable a buscar una mejora en el desempeño de la planta productiva.

Con la reciente reducción de personal de ingeniería en las plantas productivas, los equipos de trabajo responsables de este tipo de proyectos son parte del staff o son subcontratados, por lo que una vez que el proyecto ha sido entregado, el equipo de trabajo es desintegrado y con esto cualquier expectativa de la automatización rara vez ocurre, lo que genera la insatisfacción con los sistemas automáticos.

Con la finalidad de tener una mejora continua en el desempeño del sistema automático después de instalación, las mediciones en las mejoras deben ser generadas de forma automática por el sistema, si esas mejoras realmente reflejan las expectativas del gerente de planta, así como del personal operativo que continuamente trabaja por mejorar sus habilidades en esas áreas supervisadas, los gerentes de planta rápidamente reconocerán el valor de sus inversiones en sistemas automáticos.

Un aspecto clave en el diseño de los sistemas es su interoperatividad con equipos, bases de datos, sistemas administrativos e instrumentación de campo de diferentes fabricantes, que repercute en un tremendo ahorro de horas hombre en la configuración de los sistemas por eliminar la creación de listas de conexión de mantenimiento, por lo que este aspecto pretende disminuir de un 30 a un 50 % en tiempo de ingeniería.

Muchos proyectos de automatización requieren integración con sistemas o componentes de otros sistemas automáticos, por lo que un aspecto de gran importancia es la capacidad de integración de sistemas de otras marcas, lo que repercute en un 50% del costo de integración, porque una vez integrados, los datos son tratados igual a otros datos dentro del sistema, brindando una infraestructura de datos integrada.

Otro aspecto importante que debe ser considerado dentro de la selección de sistemas automáticos es la migración de sistemas instalados, lo que genera tremendos ahorros en

CONCLUSIONES

cantidad de tiempo y esfuerzos al ampliar o retroalimentar proyectos y este aspecto también permite a los usuarios controlar el avance de los proyectos para cumplir con sus compromisos de presupuesto, necesidades de recursos humanos y restricciones.

La principal dificultad para incluir dentro de la metodología desarrollada para la CTO - RMNE, el modelo de ciclo de vida económico de los sistemas de control y automatización, es la imposibilidad que tiene personal de PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN y en general trabajadores de empresas de gobierno, de tener la capacidad de seleccionar la tecnología o tecnologías que obtuvieran la mejor valoración, a través de la aplicación del modelo a las variables de decisión obtenidas en el ejercicio de la técnica DELPHI (principales características que deben considerarse en la selección de un sistema de control y automatización), es fundamentalmente por la normatividad que existe en la realización de un concurso de obra pública, normatividad que busca evitar la corrupción al evitar direccionar proyectos por amistad a ciertas compañías o por el beneficio económico que pudiesen obtener personal en todos los niveles.

Con todo lo anterior se considera que el objetivo del trabajo de tesis se cumplió completamente, lograr integrar el modelo de ciclo de vida económico propuesto dentro de la metodología de solución.

BIBLIOGRAFÍA

- RODRÍGUEZ, Victor (1992) "Plan Integral de las Instalaciones de Producción de la Región Marina", México, Primer Simpósium y Exposición de Automatización de Procesos. Subdirección de Producción Primaria, Cd. Del Carmen, Campeche.
- BILL, Battikha (1992) " The Management Of Control Systems - justification and technical auditing ", U.S.A., Instrument Society of America.
- MIKLOVIC, Daniel (1993) " Real Time Control Networks ", U.S.A., Instrument Society of America.
- MOORE, J.A. (1987) " Understanding Distributed Process Control ", U.S.A., Instrument Society of America.
- Bonini, Charles P. y Warren H. Hausman (1997) "QUANTITATIVE ANALISYS FOR MANGEMENT", Ninth edition.
- SÁNCHEZ, Gabriel "PUBLICACIONES DEL DEPTO. DE INGENIERÍA DE SISTEMAS", México División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería; UNAM.
- FUENTES, Arturo (1999) "LAS ARMAS DEL ESTRATEGA", México División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM.

GONZÁLEZ, Federico (1996) "PRIORIZA - Metodología para determinación de la frecuencia de inspección de ductos con equipo instrumentado.
México, Instituto Mexicano del Petróleo - SEDE.

ELI, Lilli (1998) "INTELLIGENT AUTOMATION, ECONOMIC ANALYSIS" Foxboro Corporation, U.S.A.

CASASOLA, Victor y HERNÁNDEZ, Antonio (1998) "Asesoría y Asistencia técnica en la Implantación del Plan Integral de Automatización para el Activo de Explotación Litoral Tabasco", México,
DERECHOS DE AUTOR - 03 - 1998 - 092413310700 - 01
Instituto Mexicano del Petróleo- SEDE.

CASASOLA, Victor y SOSA, Francisco (1998) "Estudio de Factibilidad Técnico Económico para el Desarrollo e Implantación del Plan Integral de Automatización en el Distrito Ocosingo de la Región Sur de PEMEX
EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN", México,
DERECHOS DE AUTOR - 03 - 1998 - 092413281200 - 01
Instituto Mexicano del Petróleo- SEDE.

CASASOLA, Victor y SOTO, Enrique (1998) "Estudio de Factibilidad Técnico Económico para la Automatización y Modernización de las Instalaciones de Producción del Distrito Agua Dulce de la Región Sur", México,
DERECHOS DE AUTOR - 03 - 1998 - 092413252700 - 01
Instituto Mexicano del Petróleo- SEDE.

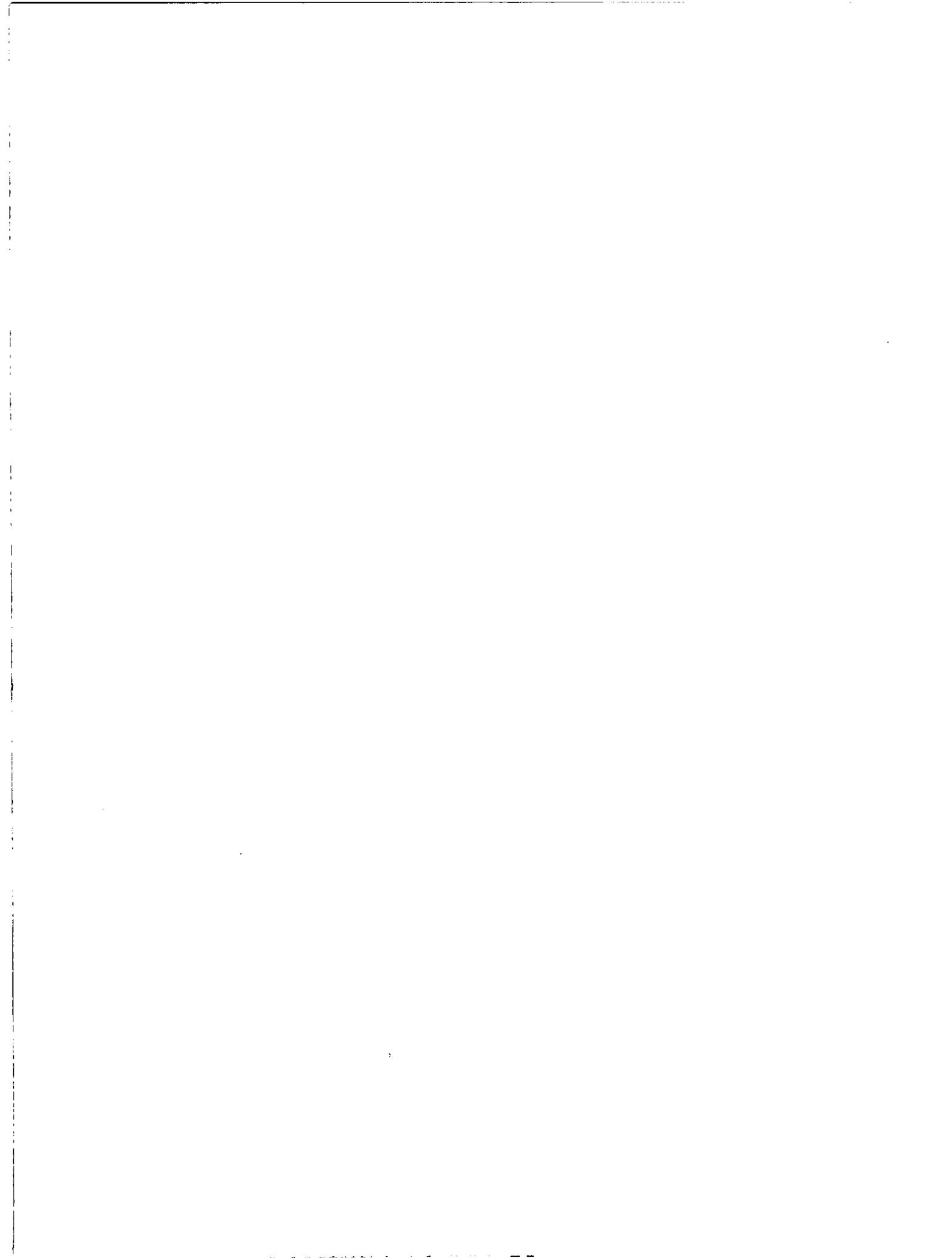
CASASOLA, Victor y REYES, Arturo (1998) "Plan Rector de Automatización del Activo Ku - Maloob - Zaap",

México,
DERECHOS DE AUTOR - 03 - 1998 - 092413185100 - 01
Instituto Mexicano del Petróleo- SEDE.

CASASOLA, Victor y MONDRAGÓN, Marcos (1998) “ Asesoría en
el redireccionamiento e Implantación del Plan
Rector de Automatización del Activo Pol - Chuc ”,
México,
DERECHOS DE AUTOR - 03 - 1998 - 092413225200 - 01
Instituto Mexicano del Petróleo- SEDE.

GERALD, R. (1998) El Operador: ¿es el administrador del
proceso?”
GRTW, INC Houston TX. USA.

A N E X O S



ANEXO A

#	NOMBRE	REGIÓN/ DISTRITO	ACTIVO	EXTENSION	FAX	CORREO ELECTRÓNICO
1	ADOLFO LUIS CID VAZQUEZ	SUR	LUNA	881 - 34330	881 - 34702	acid@pep.pemex.com
2	ALEJANDRO PÉREZ ACEVEDO	MARINA - SO	LITORAL TABASCO	801 - 24890	801 - 24882	Alparac@ms0.pep.pemex.com
3	ARTURO GARCÍA MORATILLA	MARINA - SO	POL - CHUC	801 - 24334	801 - 24334	
4	ESTEBAN ESPINOZA ZAMUDIO	MARINA - NE	EK - BALAM	801 - 52246	801 - 52309	Estebane@mne.pep.pemex.com
5	FRANCISCO A. PORRAGAS L.	NORTE	VERACRUZ	821 - 22305	821 - 22495	
6	FRANCISCO ZUÑIGA PULIDO	MARINA - SO	C. T. O.	801 - 24225	801 - 24554	
7	GREGORIO MARTÍNEZ VAZQUEZ	SUR	JUJO - TECOMINOACAN	881 - 35672	881 - 35673	gregmarvaz@pep.pemex.com
8	GUADALUPE SANCHEZ MARTÍNEZ	SUR	JUJO - TECOMINOACAN	881 - 35574	881 - 35444	Gdsancmr@pep.pemex.com
9	JORGE CASTILLEJOS HERNÁNDEZ	SUR	BELLOTA - CHINCHORRO	881 - 34251	881 - 34461	Jscasher@pep.pemex.com
10	JORGE E. ALEMAN SALINAS	NORTE	POZA RICA	821 - 32862	821 - 33355	
11	JORGE GÚZMAN LUCIANO	SUR	SAMARIA - SITIO GRANDE	881 - 38916	881 - 38976	Jorguzlu@pep.pemex.com
12	JOSE LUIS ROSAS ROSAS	NORTE	POZA RICA	821 - 33542	821 - 33184	
13	JUAN ALMAGUER MAZADIEGO	NORTE	REYNOSA	841 - 32814	841 - 32779	
14	LUIS A. RAMÍREZ LUNA	MARINA - SO	C. T. O.	801 - 31933	801 - 24225	
15	LUIS MARTÍNEZ SALDIVAR	MARINA - SO	POL - CHUC	801 - 54072	801 - 24069	Luismart@mso.pep.pemex.com
16	MARTÍN CARRANCO ROSAS	SUR	BELLOTA CHINCHORRO	881 - 34287	881 - 34461	
17	ROBERTO MAGAÑA-PEÓN M.	SUR	MUSPAC	881 - 38584	881 - 38148	rbmagapn@peppemex.com
18	RUBEN GONZALEZ ISLAS	SEDE	STDP	881 - 21743	881 - 21889	rbgonis@pep.pemex.com
19	SERGIO FUENTES VAZQUEZ	MARINA - NE	KU-MALOOB - ZAAP	801 - 53554	801 - 53599	
20	SERGIO ZAMORA MAR	MARINA - NE	C. T. O.	801 - 52425	801 - 52419	
21	VÍCTOR M. HERNÁNDEZ M.	SUR	BELLOTA CHINCHORRO	881 - 34172	881 - 38148	vhdez@satrmedia.com
	WILLIAMS VALENCIA VELAZCO	SUR		881 - 35416	881 - 35409	willvalve@pep.pemex.com



DESARROLLO DE LA TÉCNICA DELPHI

El principio que prevalecerá durante el desarrollo de la técnica será el de libertad de expresión, esto se logra en base a la confidencialidad con que se manejarán sus respuestas y en la imagen que el entrevistador tiene ante la Red de Especialistas y los diferentes administradores de los activos de PEP.

La técnica se desarrollará en tres cuestionarios y en cada uno de ellos se efectuará una síntesis el grupo de decisores, las opiniones que difieran de la mayoría de los resultados, se buscará su integración en un factor más general, buscando en todo momento no descartar ningún punto de vista de los consultores.

En el primer cuestionario busca que a través de preguntas generales, recabar el máximo de opiniones de los especialistas de la Red de Especialistas motivando una lluvia de ideas y que con esta información, el grupo de decisores será el responsable de clasificarlos por área y el de eliminar los que estén fuera del círculo de influencia de los involucrados y este tipo de puntos serán expuestos dentro de la presentación del trabajo al administrador de la Coordinación Técnica Operativa de la Región Marina Noreste.

Cabe mencionar que la Red de Especialistas de la STDP, cuentan con la participación de personal de los diferentes

ANEXO B

activos que tiene PEP en el ámbito nacional, por lo que los resultados obtenidos en esta técnica se difundirán en el total de activos, buscando unificar los criterios de variables de decisión.

ANEXO B

CUESTIONARIO 01

Grupo de entrevistados:	Red de Especialistas en Instrumentación y control.
Grupo de decisores :	Grupo de Ingeniería en sistemas electrónicos.
Grupo conductor:	Victor Manuel Casasola Varela

PROBLEMA:

COMO LOGRAR LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE FORMA ÉXITOSA.

OBJETIVO:

Lluvia de ideas para determinar las posibles causas que impiden el desarrollo de proyectos de implantación de sistemas automáticos.

RESULTADOS ESPERADOS:

- Determinar las principales causas que impiden la implantación exitosa de sistemas automáticos.
- Incrementar el grado de satisfacción de los usuarios de sistemas automáticos.

INSTRUCCIONES:

- Favor de contestar las siguientes preguntas de acuerdo a sus experiencias vividas en proyectos de automatización.
- En caso de no tener experiencia en alguno de las áreas consideradas en las preguntas, no contestar, dejar pregunta en blanco.
- Recuerde sus respuestas son respecto a experiencias vividas de forma personal.
- Puede hacer uso del espacio necesario para incluir de forma precisa sus respuestas.
- El tiempo esperado para recibir sus respuestas es de 05 días a partir de la fecha de recepción.
- Sus respuestas deberán ser enviadas a la dirección de correo electrónico casasola@imp.mx

ANEXO B

CUESTIONARIO # 01

1. Enumere las principales causas que usted considera conducen a que un proyecto de implantación de un sistema automático no cumpla con las expectativas de los usuarios (falle)?
2. Describa las principales características técnicas y tecnológicas, que deben de cumplir un sistema automático? Como considera usted que podría la implantación de sistemas automáticos coadyuvar a producir y manejar con eficiencia los hidrocarburos, así como disminuir costos de operación y mantenimiento.

ANEXO B

CUESTIONARIO 01 : INTEGRACIÓN DE RESPUESTAS

Grupo de entrevistados:	Red de Especialistas en Instrumentación y control.
Grupo de decisores :	Grupo de Ingeniería en sistemas electrónicos.
Grupo conductor:	Victor Manuel Casasola Varela

RESPUESTA CUESTIONARIO 01:

En este parte de la técnica solo se integraron ideas comunes pero no se desecho ninguna posición.

OBJETIVO:

Integración de las respuestas de la RED de Especialistas de instrumentación y control.

1. Enumere las principales causas que usted considera conducen a que un proyecto de implantación de un sistema automático no cumpla con las expectativas de los usuarios (falle)?

#	Descripción
1.	Falta de planeación. (visión a largo plazo)
2.	Exceso de Trámites burocráticos
3.	Especificaciones deficientes
4.	No hay un seguimiento real del proyecto
5.	Falta de personal especializado (perfil adecuado)
6.	No considerar la participación de personal operativo
7.	Falta de una cultura de automatización
8.	Falta de participación de la alta dirección
9.	Falta de experiencia de integradores
10.	Falta de integración de un equipo multidisciplinario de trabajo.
11.	Falta de un sistema de aseguramiento de calidad
12.	Falta de asignación de responsabilidades por escrito
13.	Falta de mecanismos que aseguren el cumplimiento de los compromisos
14.	Falta de auditorías a los sistemas de control
15.	Sobredimensionamiento de los sistemas de control
16.	Tiempos largos de ejecución del proyecto.
17.	Falta de estudio de factibilidad
18.	Falta de un monitoreo tecnológico (tendencias tecnológicas)
19.	Cultura de primero la producción

ANEXO B

20.	Falta de un programa de mantenimiento preventivo
21.	Falta de una normatividad integral
22.	Falta de documentación de experiencias vividas
23.	Falta dentro de la estructura organizacional de PEP de un área de automatización de instalaciones.
24.	Lineamientos de la Ley de obra pública

2. Describa las principales características técnicas y tecnológicas, que deben de cumplir un sistema automático?

1.	Escalable (evolución consistente)
2.	Arquitectura abierta
3.	Robusto
4.	Tecnología de vanguardia y probada
5.	Fácil de asimilar, operar y mantener (amigable)
6.	Apegado a normas y estándares internacionales
7.	Interoperable
8.	Interconectable
9.	Alta confiabilidad y disponibilidad
10.	Diagnostico en línea
11.	Tiempo de respuesta acorde al proceso.
12.	Redundancia en procesos críticos
13.	Control distribuido geográficamente
14.	Cuenta con herramientas de optimización
15.	Autodocumentable
16.	Bajo consumo de energía

3. Como considera usted que podría la implantación de sistemas automáticos coadyuvar a producir y manejar con eficiencia los hidrocarburos, así como disminuir costos de operación y mantenimiento.

1.	Instalaciones seguras
2.	Mejores practicas de operación
3.	Optimizar procesos de producción de hidrocarburos.
4.	Optimización del mantenimiento
5.	Ahorro de primas de seguro
6.	Imagen corporativa
7.	Contar con información de campo en tiempo real.
8.	Toma de decisiones oportunas
9.	Planeación de la producción
10.	Reducción de paros no programados y producción diferida

ANEXO B

11.	Reducción de costos operativos
12.	Planeación de la producción de forma eficiente
13.	Reducción de costos de reingeniería
14.	Mejor aprovechamiento de los recursos humanos
15.	Mejorar la explotación de hidrocarburos
16.	Capacidad de operar en remoto instalaciones deshabitadas
17.	Asimilar la experiencia de operadores.
18.	Maximizar el valor de sus activos
19.	Acciones automáticas bajo condiciones de riesgo.
20.	Manejo de instalaciones bajo un esquema de optimización integral.
21.	Análisis y toma de decisiones a todos los niveles.
22.	Flexibilidad operativa en el manejo y distribución
23.	Reducción de mantenimientos correctivos
24.	Optimizar la producción diaria
25.	Optimizar el tiempo del personal operativo y de mantenimiento.
26.	Detección de problemas de forma inmediata
27.	Control estadístico de procesos
28.	Datos históricos para fines estadísticos
29.	Autoajuste de puntos de control
30.	Mejorar calidad de productos
31.	Incremento de la seguridad y protección al medio ambiente

ANEXO B

CUESTIONARIO # 02

Grupo de entrevistados:	Red de Especialistas en Instrumentación y control.
Grupo de decisores:	Grupo de Ingeniería en sistemas electrónicos.
Grupo conductor:	Víctor Manuel Casasola Varela

PROBLEMA:

COMO LOGRAR LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE FORMA ÉXITOSA.

OBJETIVO:

Selección de los 10 puntos de mayor impacto de los de los resultados del cuestionario número 01.

RESULTADOS ESPERADOS:

- Determinar las variables de decisión que ayuden a seleccionar las mejores alternativas desde el punto de vista técnico, económico y funcional.
- Incrementar el grado de satisfacción de los usuarios de sistemas automáticos.

INSTRUCCIONES:

- Favor de seleccionar de cada tabla los 10 puntos que mayor impacto tienen en el fracaso del desarrollo de un proyecto de automatización.
- En esta etapa de esta técnica no realizará ninguna ponderación de los puntos.
- Antes de realizar la selección, favor de leer el total de puntos de cada tabla.
- Si es el caso se podrán incluir puntos que usted considere de importancia y que no se encuentre en la lista incluida.
- Recuerde que sus respuestas son personales, por lo que se solicita no consultar a otros especialistas del área.
- El tiempo esperado para recibir sus respuestas es de 02 días a partir de la fecha de recepción, es decir el día 26 de mayo.
- Al término de sus ponderaciones podrá escribir los comentarios que considere pertinentes, en caso de existir.

ANEXO B

- Sus respuestas deberán ser enviadas a la dirección de correo electrónico casasola@imp.mx

ANEXO B

1.0 Principales causas que provocan que un proyecto de automatización falle:

#	Descripción	selección
1.	Falta de planeación. (visión a largo plazo)	
2.	Exceso de Trámites burocráticos	
3.	Especificaciones deficientes	
4.	No hay un seguimiento real del proyecto	
5.	Falta de personal especializado (perfil adecuado)	
6.	No considerar la participación de personal operativo	
7.	Falta de una cultura de automatización	
8.	Falta de participación de la alta dirección	
9.	Falta de experiencia de integradores	
10.	Falta de integración de un equipo multidisciplinario de trabajo.	
11.	Falta de un sistema de aseguramiento de calidad	
12.	Falta de asignación de responsabilidades por escrito	
13.	Falta de mecanismos que aseguren el cumplimiento de los compromisos	
14.	Falta de auditorías a los sistemas de control	
15.	Sobredimensionamiento de los sistemas de control	
16.	Tiempos largos de ejecución del proyecto.	
17.	Falta de estudio de factibilidad	
18.	Falta de un monitoreo tecnológico (tendencias tecnológicas)	
19.	Cultura de primero la producción	
20.	Falta de un programa de mantenimiento preventivo	
21.	Falta de una normatividad integral	
22.	Falta de documentación de experiencias vividas	
23.	Falta dentro de la estructura organizacional de PEP de un área de automatización de instalaciones.	
24.	Lineamientos de la Ley de obra pública	
25.		
26.		
27.		

ANEXO B

2.0 Perfil del personal que debe integrar el equipo multidisciplinario de trabajo.

#	Descripción	Ponderación
1.	Especialistas en control y automatización	
2.	Personal de comunicaciones	
3.	Personal informático y computación.	
4.	Normatividad	
5.	Seguridad	
6.	Operación	
7.	Procesos	
8.	Planeación y finanzas	
9.	Instrumentistas	
10.	Ingeniero civil	
11.	Ingeniería mecánica	
12.	Eléctricos	
13.		
14.		
15.		

3.0 Principales características que los equipos de control deben cumplir :

#	Descripción	Ponderación
1.	Escalable (evolución consistente)	
2.	Arquitectura abierta	
3.	Robusto	
4.	Tecnología de vanguardia y probada	
5.	Fácil de asimilar, operar y mantener (amigable)	
6.	Apegado a normas y estándares internacionales	
7.	Interoperable	
8.	Interconectable	
9.	Alta confiabilidad y disponibilidad	
10.	Diagnostico en línea	
11.	Tiempo de respuesta acorde al proceso.	
12.	Redundancia en procesos críticos	
13.	Control distribuido geográficamente	
14.	Cuenta con herramientas de optimización	
15.	Autodocumentable	
16.	Bajo consumo de energía	

ANEXO B

4.0 Principales impactos que genera a PEP:

#	Descripción	Ponderación
1.	Instalaciones seguras	
2.	Mejores practicas de operación	
3.	Optimizar procesos de producción de hidrocarburos.	
4.	Optimización del mantenimiento	
5.	Ahorro de primas de seguro	
6.	Imagen corporativa	
7.	Contar con información de campo en tiempo real.	
8.	Toma de decisiones oportunas	
9.	Planeación de la producción	
10.	Reducción de paros no programados y producción diferida	
11.	Reducción de costos operativos	
12.	Planeación de la producción de forma eficiente	
13.	Reducción de costos de reingeniería	
14.	Mejor aprovechamiento de los recursos humanos	
15.	Mejorar la explotación de hidrocarburos	
16.	Capacidad de operar en remoto instalaciones deshabitadas	
17.	Asimilar la experiencia de operadores.	
18.	Maximizar el valor de sus activos	
19.	Acciones automáticas bajo condiciones de riesgo.	
20.	Manejo de instalaciones bajo un esquema de optimización integral.	
21.	Análisis y toma de decisiones a todos los niveles.	

5.0 Principales impactos que genera en la producción, manejo y transporte de hidrocarburos:

#	Descripción	Ponderación
1.	Flexibilidad operativa en el manejo y distribución	
2.	Reducción de mantenimientos correctivos	
3.	Optimizar la producción diaria	
4.	Optimizar el tiempo del personal operativo y de mantenimiento.	

ANEXO B

5.	Detección de problemas de forma inmediata	
6.	Control estadístico de procesos	
7.	Datos históricos para fines estadísticos	
8.	Autoajuste de puntos de control	
9.	Mejorar calidad de productos	
10.	Incremento de la seguridad y protección al medio ambiente	
11.	Disminuir el robo de partes en las instalaciones.	
12.	Información en tiempo real.	
13.		

RESPUESTA CUESTIONARIO 02:

Grupo de entrevistados:	Red de Especialistas en Instrumentación y control.
Grupo de decisores :	Grupo de Ingeniería en sistemas electrónicos.
Grupo conductor:	Victor Manuel Casasola Varela

En esta parte de la técnica se seleccionaron los 10 puntos que mayor impacto tienen en el fracaso de los proyectos de automatización de instalaciones de PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN.

Los criterios que se consideraron en la discriminación fueron

- :
- Puntos que se encuentran fuera de la competencia de los expertos.
- Puntos que quedaron aislados, por considerarse una situación particular de un experto.

OBJETIVO:

Discriminar los puntos que no tienen gran impacto en los proyectos de automatización de instalaciones.

1. Enumere las 10 principales causas que usted considera conducen a que un proyecto de implantación de un sistema automático no cumpla con las expectativas de los usuarios (falle)?

1.	Integración de un grupo	13
----	-------------------------	----

ANEXO B

	multidisciplinario	
2.	Falta de objetivos claros.	18
3.	Falta de una metodología de largo plazo. (planeación)	15
4.	Falta de un monitoreo tecnológico.	9
5.	Falta de una cultura de automatización	15
6.	Falta de una visión amplia (alta dirección).	10
7.	Falta de asignación de responsabilidades para el seguimiento de los proyectos.	15
8.	Exceso de burocracia.	10
9.	Falta de una normatividad.	9
10.	Falta de un sistema de aseguramiento de calidad para el desarrollo de los proyectos.	10

2. Describa brevemente que tipo de perfil(es) deben de considerarse para integrar el grupo de trabajo que llevará a cabo la implantación de un sistema automático?

1.	Personal de operación PEMEX.	11
2.	Personal de mantenimiento PEMEX.	5
3.	Personal de Seguridad de PEMEX.	5
4.	Personal de comunicaciones de PEMEX.	12
5.	Administrador del proyecto.	9
6.	Especialista en Instrumentación.	14
7.	Especialista en control de procesos.	15
8.	Especialista en sistemas de seguridad.	11
9.	Especialista en sistemas informáticos.	14
10.	Especialista en estudios económicos.	8

3. Describa las principales características técnicas y tecnológicas, que deben de cumplir un sistema automático?

1.	Interoperatividad	14
2.	Alta confiabilidad y disponibilidad	11
3.	Tecnología escalable	12
4.	Tecnología modular.	11

ANEXO B

5.	Autodocumentable.	8
6.	Autodiagnosticable.	13
7.	Cumplimiento a estándares internacionales.	11
8.	Amigable.	12
9.	Tecnología probada.	13
10.	Capacidad de control avanzado.	8

4. Como considera usted que podría la implantación de sistemas automáticos coadyuvar a convertir a PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN en una empresa moderna y de alta productividad.

1.	Maximizar el valor de sus activos.	10
2.	Optimización de la explotación de los yacimientos.	19
3.	Cumplimiento de estándares internacionales.	12
4.	Toma de decisiones oportunas.	21
5.	Abatimiento de primas de seguro.	16
6.	Mejora de productos	12
7.	Instalaciones seguras.	16
8.	Información histórica	15
9.	Imagen corporativa	12
10.	Mayor seguridad operativa y al medio ambiente	17

5. Como considera usted que podría la implantación de sistemas automáticos coadyuvar a producir y manejar con eficiencia los hidrocarburos, así como disminuir costos de operación y mantenimiento.

1.	Disminución de costos operativos.	12
2.	Mejora de calidad de productos.	10
3.	Información en tiempo real.	15
4.	Optimización de los procesos.	12

ANEXO B

5.	Manejo de procesos bajo un esquema integral.	7
6.	Aplicación de herramientas de control de proceso.	5
7.	Reducción de producción diferida	11
8.	Optimización de recursos humanos.	12
9.	Mantenimiento predictivo	13
10.	Mejores practicas operativas.	10

ANEXO B

CUESTIONARIO # 03

Grupo de entrevistados:	Red de Especialistas en Instrumentación y control.
Grupo de decisores:	Grupo de Ingeniería en sistemas electrónicos.
Grupo conductor:	Víctor Manuel Casasola Varela

PROBLEMA:

COMO LOGRAR LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE FORMA ÉXITOSA.

OBJETIVO:

Determinar de forma consensada los principales problemas que se presentan durante la realización de un proyecto de implantación de un sistema automático.

RESULTADOS ESPERADOS:

- Determinar las variables de decisión que ayuden a seleccionar las mejores alternativas desde el punto de vista técnico, económico y funcional.
- Incrementar el grado de satisfacción de los usuarios de sistemas automáticos.

INSTRUCCIONES:

- Favor de ponderar cada uno de los puntos considerados dentro de cada tabla.
- Antes de realizar cualquier ponderación, favor de leer el total de puntos de cada tabla.
- El rango de evaluación será del 01 al 10, siendo 01 el de mayor peso.
- Si es el caso se podrán incluir puntos que usted considere de importancia y que no se encuentre en la lista incluida.
- Recuerde que sus respuestas son personales, por lo que se solicita no consultar a otros especialistas del área.
- El tiempo esperado para recibir sus respuestas es de 30 minutos a partir de la fecha de recepción. Al término de sus ponderaciones podrá escribir los comentarios que considere pertinentes, en caso de existir.

ANEXO B

- Sus respuestas deberán ser enviadas a la dirección de correo electrónico casasola@imp.mx

1. Pondere las principales causas que usted considera conducen a que un proyecto de implantación de un sistema automático no cumpla con las expectativas de los usuarios (falle)?

a)	Integración de un grupo multidisciplinario	1
b)	Falta de objetivos claros.	2
c)	Falta de una metodología de largo plazo. (planeación)	3
d)	Falta de un monitoreo tecnológico.	4
e)	Falta de una cultura de automatización	5
f)	Falta de una visión amplia (alta dirección).	6
g)	Falta de asignación de responsabilidades para el seguimiento de los proyectos.	7
h)	Exceso de burocracia.	8
i)	Falta de una normatividad.	9
j)	Falta de un sistema de aseguramiento de calidad para el desarrollo de los proyectos.	10

2. Pondere los perfiles que integran Describa brevemente que tipo de perfil(es) deben de considerarse para integrar el grupo de trabajo que llevará a cabo la implantación de un sistema automático?

a)	Personal de operación PEMEX.	1
b)	Personal de mantenimiento PEMEX.	2
c)	Personal de Seguridad de PEMEX.	3
d)	Personal de comunicaciones de PEMEX.	4
e)	Administrador del proyecto.	5
f)	Especialista en Instrumentación.	6
g)	Especialista en control de procesos.	7
h)	Especialista en sistemas de seguridad.	8
i)	Especialista en sistemas informáticos.	9
j)	Especialista en estudios económicos.	10

ANEXO B

3. Describa las principales características técnicas y tecnológicas, que deben de cumplir un sistema automático?

a)	Interoperatividad	1
b)	Alta confiabilidad y disponibilidad	2
c)	Tecnología escalable	3
d)	Tecnología modular.	4
e)	Autodocumentable.	5
f)	Autodiagnosticable.	6
g)	Cumplimiento a estándares internacionales.	7
h)	Amigable.	8
i)	Tecnología probada.	9
j)	Capacidad de control avanzado.	10

4. Como considera usted que podría la implantación de sistemas automáticos coadyuvar a convertir a PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN en una empresa moderna y de alta productividad.

a)	Maximizar el valor de sus activos.	1
b)	Optimización de la explotación de los yacimientos.	2
c)	Cumplimiento de estándares internacionales.	3
d)	Toma de decisiones oportunas.	4
e)	Abatimiento de primas de seguro.	5
f)	Mejora de productos	6
g)	Instalaciones seguras.	7
h)	Información histórica	8
i)	Imagen corporativa	9
j)	Mayor seguridad operativa y al medio ambiente	10

ANEXO B

5. Como considera usted que podría la implantación de sistemas automáticos coadyuvar a producir y manejar con eficiencia los hidrocarburos, así como disminuir costos de operación y mantenimiento.

a)	Disminución de costos operativos.	1
b)	Mejora de calidad de productos.	2
c)	Información en tiempo real.	3
d)	Optimización de los procesos.	4
e)	Manejo de procesos bajo un esquema integral.	5
f)	Aplicación de herramientas de control de proceso.	6
g)	Reducción de producción diferida	7
h)	Optimización de recursos humanos.	8
i)	Mantenimiento predictivo	9
j)	Mejores practicas operativas.	10

ANEXO B

RESPUESTA CUESTIONARIO 03:

Grupo de entrevistados:	Red de Especialistas en Instrumentación y control.
Grupo de decisores:	Grupo de Ingeniería en sistemas electrónicos.
Grupo conductor:	Víctor Manuel Casasola Varela

En esta parte de la técnica se ponderaron los 10 puntos que mayor impacto tienen en el fracaso de los proyectos de automatización de instalaciones de PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN.

Los criterios que se consideraron en la fueron:

- Por frecuencia de ocurrencia en las respuestas de la red de especialistas.

1. Pondere las principales causas que usted considera conducen a que un proyecto de implantación de un sistema automático no cumpla con las expectativas de los usuarios (falle)?

Falta de objetivos claros. (especificaciones)	10
Falta de una metodología de largo plazo. (planeación)	9
Integración de un grupo multidisciplinario	8
Falta de asignación de responsabilidades para el seguimiento de los proyectos.	7
Falta de una normatividad.	6
Falta de un monitoreo tecnológico.	5
Falta de una cultura de automatización	4
Falta de un sistema de aseguramiento de calidad para el desarrollo de los proyectos.	3
Falta de una visión amplia (alta dirección).	2
Exceso de burocracia.	1

ANEXO B

2. Pondere los perfiles que deben de considerarse para integrar el grupo de trabajo que llevará a cabo la implantación de un sistema automático?

Personal de operación PEMEX.	10
Personal de mantenimiento PEMEX.	9
Personal de Seguridad de PEMEX.	8
Administrador del proyecto.	7
Personal de comunicaciones de PEMEX.	6
Especialista en control de procesos.	5
Especialista en Instrumentación.	4
Especialista en sistemas de seguridad.	3
Especialista en sistemas informáticos.	2
Especialista en estudios económicos.	1

3. Describa las principales características técnicas y tecnológicas, que deben de cumplir un sistema automático?

Tecnología escalable	10
Cumplimiento a estándares internacionales.	9
Tecnología probada.	8
Tecnología modular.	7
Interoperatividad	6
Alta confiabilidad y disponibilidad	5
Autodiagnosticable.	4
Amigable.	3
Autodocumentable.	2
Capacidad de control avanzado.	1

4. Como considera usted que podría la implantación de sistemas automáticos coadyuvar a convertir a PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN en una empresa moderna y de alta productividad.

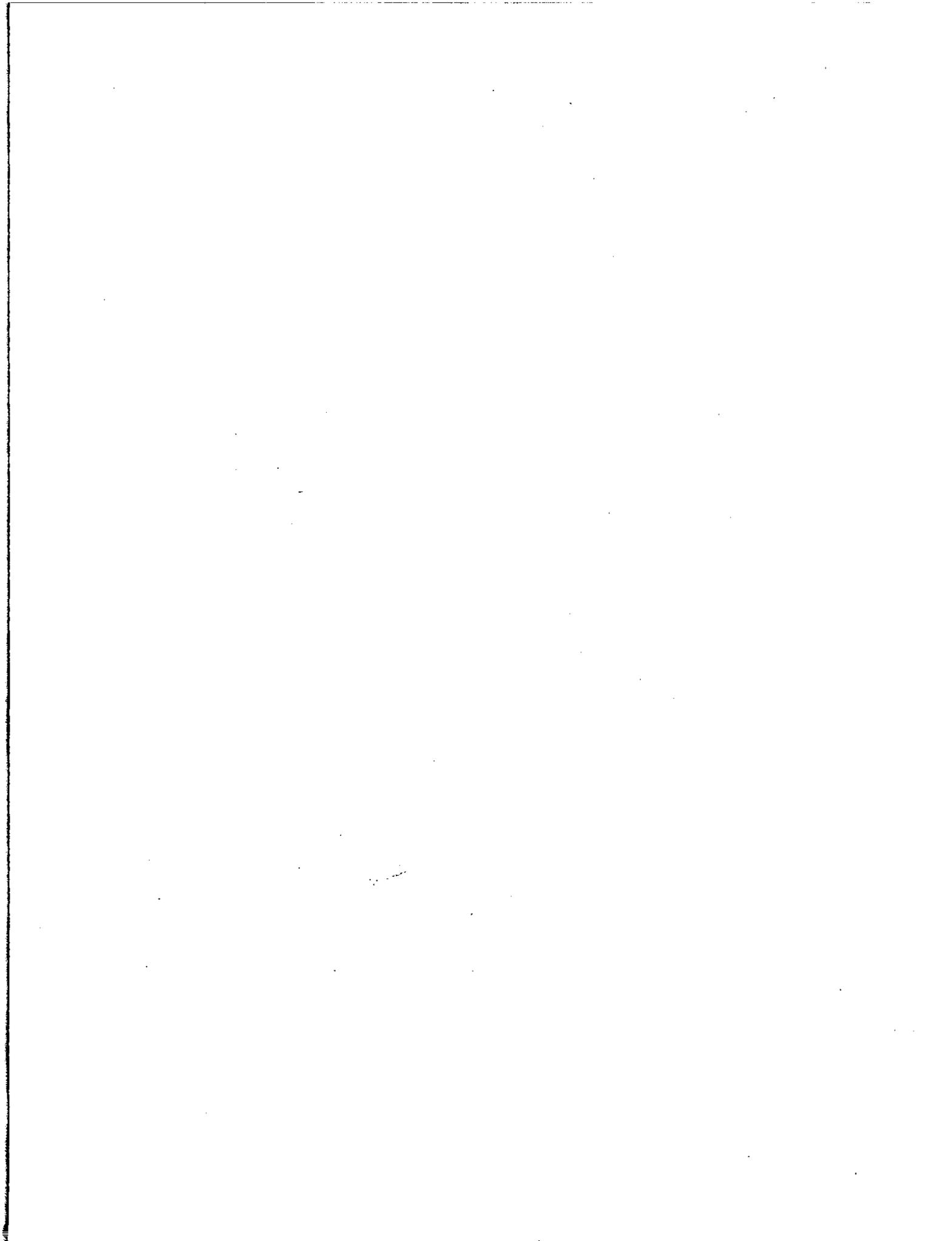
Maximizar el valor de sus activos.	1
Optimización de la explotación de los yacimientos.	10

ANEXO B

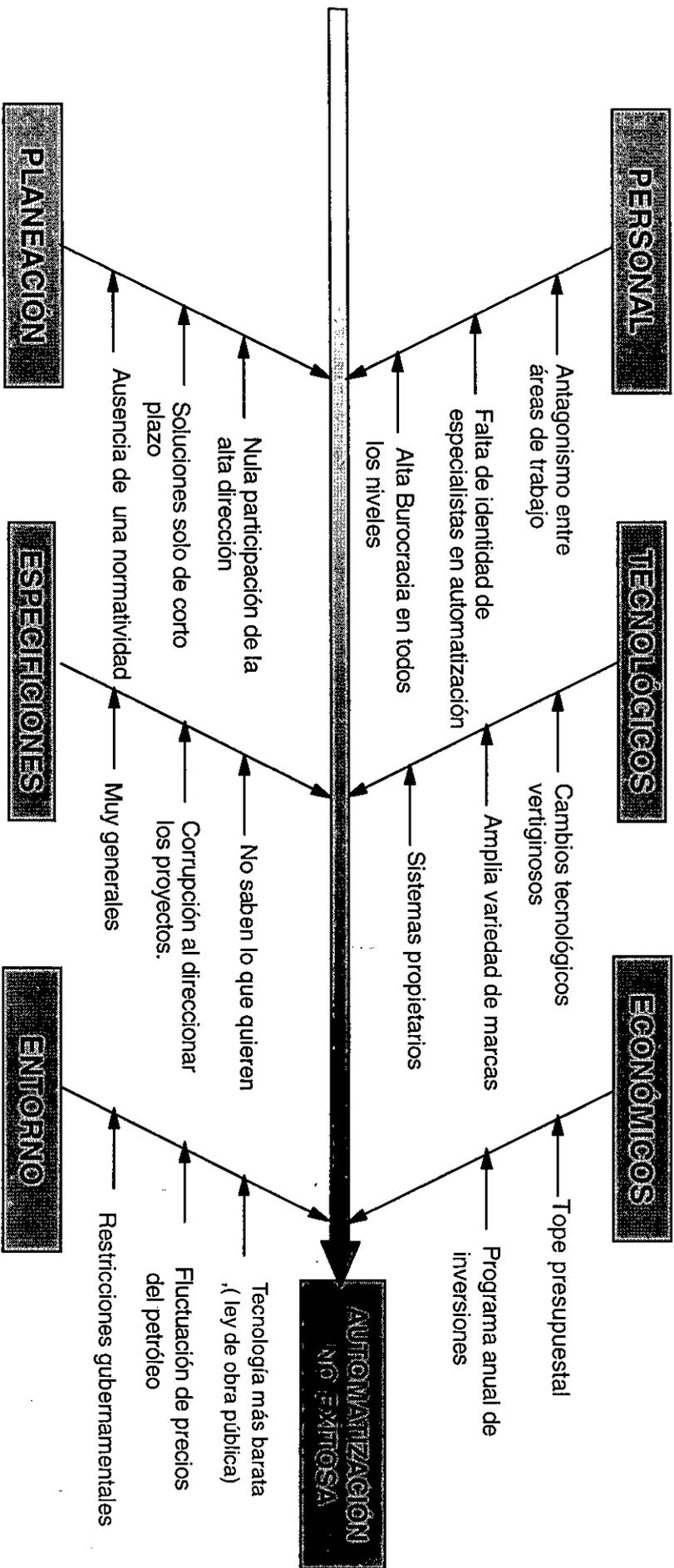
Cumplimiento de estándares internacionales.	8
Toma de decisiones oportunas.	9
Abatimiento de primas de seguro.	4
Mejora de productos	7
Instalaciones seguras.	5
Información histórica	3
Imagen corporativa	2
Mayor seguridad operativa y al medio ambiente	6

5. Como considera usted que podría la implantación de sistemas automáticos coadyuvar a producir y manejar con eficiencia los hidrocarburos, así como disminuir costos de operación y mantenimiento.

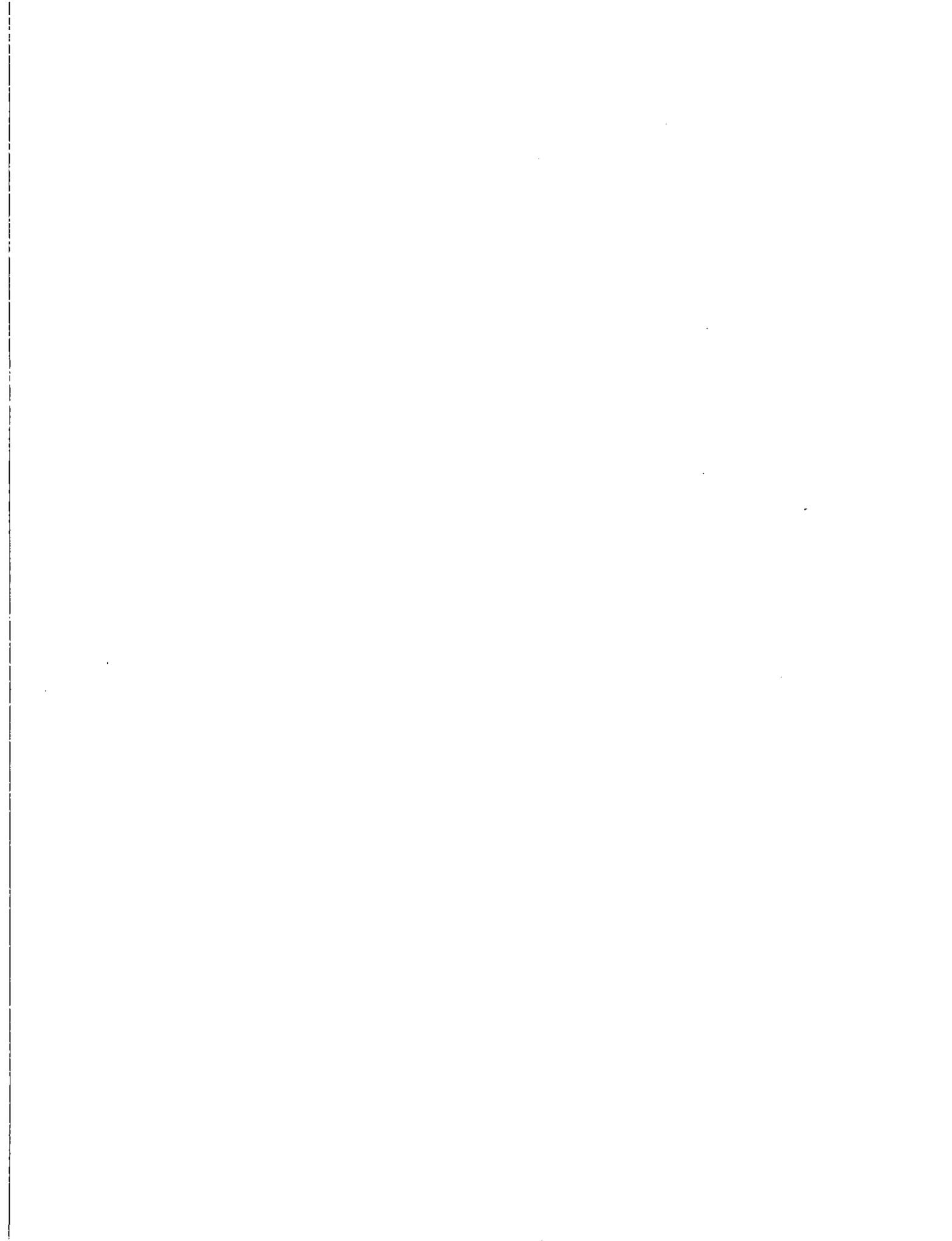
Disminución de costos operativos.	10
Mejora de calidad de productos.	6
Información en tiempo real.	8
Optimización de los procesos.	7
Manejo de procesos bajo un esquema integral.	5
Aplicación de herramientas de control de proceso.	4
Reducción de producción diferida	2
Optimización de recursos humanos.	9
Mantenimiento predictivo	3
Mejores practicas operativas.	1



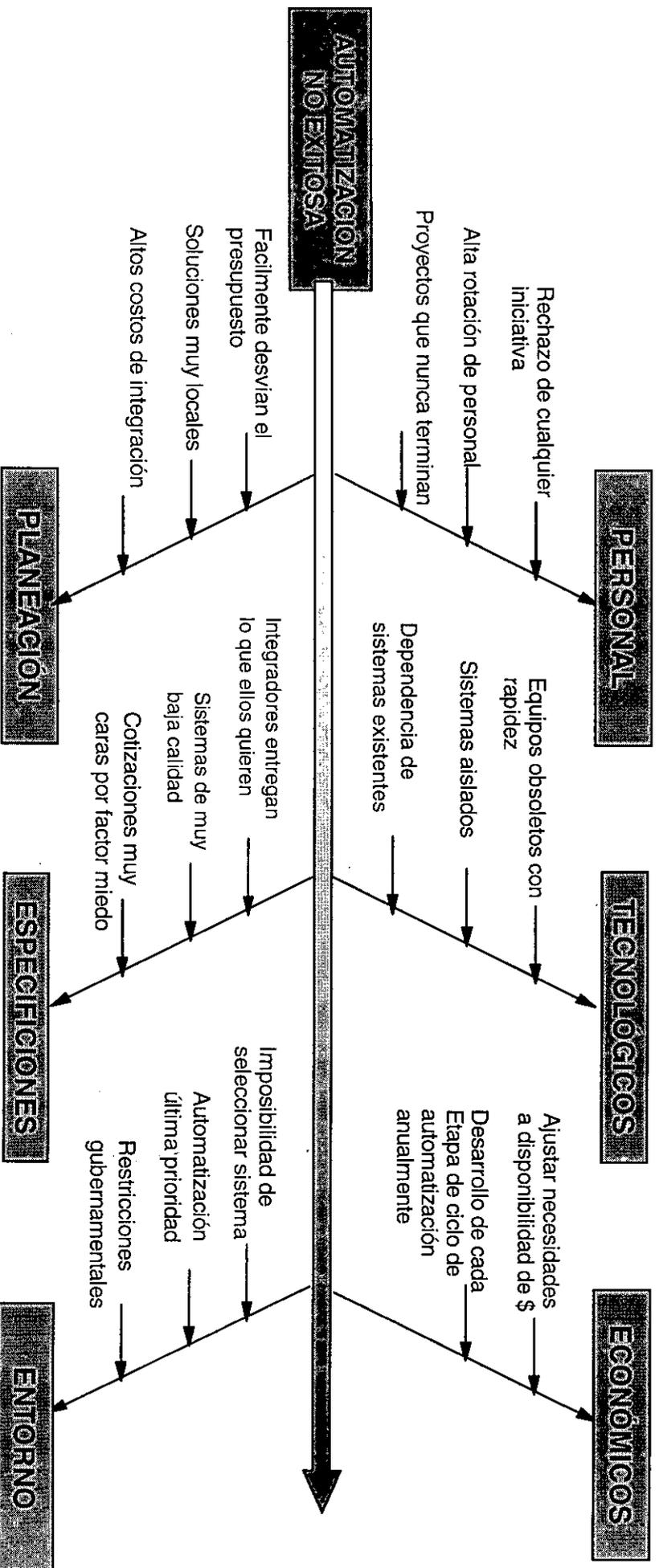
ANEXO C



CAUSAS DE LA PROBLEMÁTICA EN LA AUTOMATIZACIÓN DE INSTALACIONES PETROLERAS



ANEXO C



EFFECTOS DE LA PROBLEMÁTICA EN LA AUTOMATIZACIÓN DE INSTALACIONES PETROLERAS

