Universidad de La Salle
Ciencia Unisalle

Ingeniería en Automatización | Facultad de Ingeniería

2014

Sistema de información para la toma de decisiones de la planta de gas en CPF-Cupiagua

Fabian Yezid Ovalles Cantor
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_automatizacion

Part of the Mining Engineering Commons

Citación recomendada

Ovalles Cantor, F. Y. (2014). Sistema de información para la toma de decisiones de la planta de gas en CPF-Cupiagua. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_automatizacion/237

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería en Automatización by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LA PLANTA DE GAS

EN CPF-CUPIAGUA

FABIAN YEZID OVALLES CANTOR

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FAULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA EN AUTOMATIZACIÓN

BOGOTÁ

2014

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LA PLANTA DE GAS

EN CPF-CUPIAGUA

FABIAN YEZID OVALLES CANTOR

Monografía

Director: ÁLVARO ANTONIO PATIÑO FORERO
Docente

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FAULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA EN AUTOMATIZACIÓN

BOGOTÁ

2014

Nota de Aceptación

_____

_____

Firma del jurado

_____

Firma del jurado

TEXTO DE LA DEDICATORIA

_____

_____

Tabla de contenido

RESUMEN 1
1. INTRODUCCIÓN 2
2. MARCO TEÓRICO 4
2.1. Dato, información y sistemas de información 4
2.2. Tipos y usos de los sistemas de información. 5
2.3. Sistema MES 6
2.3.1. La tecnología evoluciona 6
2.3.2. Que puede hacer MES por usted 8
2.3.3. Funciones Básicas. 9
2.4. Jerarquía De La Información 12
2.5. Aseguramiento de la calidad – ISA 95 13
2.6. La solución de ASPEN TECH 14
3. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN 16
3.1. Componentes de la planta de gas CPF Cupiagua 16
3.1.1. Departamento de planta de proceso 16
3.1.2. Departamento de control 17
3.1.3. Departamento de ingeniería 17
3.1.4. Coordinación de planta 17
3.2. Descripción del proceso y las actividades objetivo de la planta de gas 17
3.2.1. Descripción general del proceso de planta. 18
3.3. Identificación de Roles y Necesidades en La Planta De Gas De CPF Cupiagua. 19
3.3.1. ROL operador de planta o Charley 8 19
3.3.2. ROL operador de controles o Charley 20 20
3.3.3. ROL Profesional de planta 20
3.3.4. ROL Coordinador(a) de Planta 20
3.4. Análisis de resultados de la encuesta realizada al personal de la planta de GAS. 20
3.5. Descripción General Del Funcionamiento De Aspen Infoplus.21 21
3.5.1. La Base de Datos en tiempo real 22
3.5.2. Estructuras de los registros 22
3.5.3. Jerarquía de los Registros: 23
3.5.4. Los Registros de Aspen InfoPlus.21 pueden ser: 24
3.5.5. IDs y Nombres de los Tags 25

3.5.6. Historiador 26
3.5.7. Actualización de la base de datos 26
3.5.8. Compresión de Datos. 27
3.5.9. Pasos de Compresión de Datos- Valor Significante 28
3.5.10. Modelo Entidad -Relación 29
3.5.11. Generación de tablas Sistema de información 30
4. PLAN DE PRUEBAS EN PLANTA PARA LA GENERACIÓN DE REPORTES 33
4.1. Procedimiento actual para la generación de reportes de planta 33
4.2. Procedimiento luego de la implementación del sistema de generación de reportes. 35
5. REQUERIMIENTOS DE INTEGRACION EN PLANTA 37
5.1. Alcance de la implementación en Planta. ISA 95 – MES – INFOPLUS21 37
5.1.1. Control de producción (3.0) ISA 95 38
5.1.2. Control y administración de materiales y suministros ISA-95 38
5.1.3. La generación de reportes ISA-95 43
5.1.4. Planificación de la interfaz del sistema MES 43
5.1.5. Recolección de Datos MES 43
5.2. Procedimiento actual para reportes de planta 44
5.2.1. Identificación de señales en los P&ID´s de planta 44
5.2.2. Selección de señales. 44
5.2.3. Carga de señales al servidor: 44
5.2.4. Configuración de registros (TAGs) de Planta de GAS: 44
5.2.5. Búsqueda de tags de cromatografía en el sistema Infoplus21. 45
5.2.6. Validar el estado, configuración y parámetros de los tag´s. 46
5.2.7. Pantallas del sistema de supervisión 46
5.3. Desarrollo del sistema de generación de reportes: 48
5.3.1. Configuración de reportes de planta: 49
5.3.2. Validación de reportes HTML: 49
5.3.3. Automatización de la generación de reportes: 50
5.3.4. Validación de reportes Excel: 50
5.3.5. Validación del sistema: 50
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 52
CONCLUSIONES 54
RECOMENDACIONES 55

Bibliografía 56
ANEXOS 57

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Especificaciones de Producto – GAS Ventas……18
Tabla 2. Modelo de objeto de materiales – Nitrógeno……39
Tabla 3. Modelo de objeto de materiales – Etanol……39
Tabla 4. Modelo de objeto de materiales – Propano……40
Tabla 5. Modelo de objeto de materiales – Butanol……40
Tabla 6. Modelo de objeto de materiales – CO2……41
Tabla 7. Modelo de objeto de materiales – Pentano……42
Tabla 8. Modelo de objeto de materiales – Pentano……42
Tabla 9- Registro de Señales de Planta de Gas (TAGs)……44
Tabla 10- Código de desarrollo, consulta y actualización de señales en el Servidor de Infoplus21……45

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-Diagrama de Bloques del Proceso CPF y PGC – Cupiagua ____ *18*
Ilustración 2-Funcionamiento de Aspen Infoplus.21 ____ *22*
Ilustración 3-Sistema de Aspen Infoplus.21 ____ *22*
Ilustración 4-Ejemplo de registros en base de datos ____ *23*
Ilustración 5-Ejemplo de familias en una base de datos ____ *23*
Ilustración 6-Diagrama de jerarquía de registros en IP21. ____ *24*
Ilustración 7-Estructura de un registro (TAG) en base de datos IP21 ____ *25*
Ilustración 8-Esquema de funcionamiento del historiador IP21 ____ *26*
Ilustración 9-Esquema de funcionamiento del sistema – entrada de datos. ____ *27*
Ilustración 10-Resultados de la compresión de datos ____ *27*
Ilustración 11-Campos que definen la compresión de datos ____ *28*
Ilustración 12-ejemplo grafico de Algoritmo de compresión ____ *28*
Ilustración 13- Diagrama Entidad-Relación ____ *29*
Ilustración 14-Entidad Tag_Name ____ *30*
Ilustración 15. Tag_Area_Fija ____ *30*
Ilustración 16- Tag_Compression_Data ____ *31*
Ilustración 17- Tag_before_Compression ____ *31*
Ilustración 18- Tag_Store_Control ____ *31*
Ilustración 19-Modelo de generación de reportes antes de implementación ____ *33*
Ilustración 20-Reporte entregado por la unidad de Ingeniería ____ *34*
Ilustración 21-Reporte control room ____ *34*
Ilustración 22-Reporte de Ingeniería: Profesional de apoyo ____ *35*
Ilustración 23-Modelo de generación de reportes después de implementación ____ *36*
Ilustración 24-Reporte de respuesta vía email ____ *36*
Ilustración 25-Modelo de flujo de datos funcional - Ajustado al caso de estudio CPG ____ *38*
Ilustración 26-Buscador de Señales de proceso (TAGs) Servidor InfoPlus21. ____ *45*
Ilustración 27-Señal del área de proceso de Gas ventas - TAG AIB40IB ____ *46*
Ilustración 28-Sistema de separación de Agua, gas y crudo ____ *47*
Ilustración 29-Sistema de compresión de GAS inter etapas. ____ *47*
Ilustración 30-Sistema de deshidratación de GAS ____ *48*
Ilustración 31-Portal Web para la programación de reportes ____ *48*
Ilustración 32-Configuración de Reportes de Planta ____ *49*
Ilustración 33-Genracion de reporte HTML desde la WEB21 ____ *49*
Ilustración 34-Automatizacion de envió de reportes vía email ____ *50*
Ilustración 35-Generación de reporte en formato Excel vía WEB21 ____ *50*
Ilustración 36-recepción de reportes de Planta en correo de la red corporativa ____ *51*

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Diagrama General de Proceso CPF Cupiagua…….. 58
Anexo 2. Diagrama General de Proceso Planta de Gas CPG……..59
Anexo 3. ENCUESTA PERSONAL DE PLANTA……..60
Anexo 4. ENCUESTA – RESULTADOS…….. 61
Anexo 5. SALES GAS METERING SYSTEM…….. 62
Anexo 6. Tabla de Tags de planta de GAS…… 63

RESUMEN

El uso de la tecnología y el internet ha permitido el acceso a mucha información en tiempos muy cortos en la vida cotidiana de las personas, el objetivo del proyecto es implementar una herramienta de recopilación, trasformación y sincronización de datos de proceso de la planta de GAS de CPF Cupiagua vía Web, dejar de ver el área de procesos como un plano apartado y entender el potencial del desarrollo de los sistemas e-manufactoring que este proyecto presenta, una oportunidad de mejora para la integración de los procesos desde el área de planta hasta la coordinación que se encarga de la toma de decisiones. Se da a conocer un panorama inicial de lo que es la producción de GAS, que a pesar de sus altos estándares de diseño e ingeniería presenta falencias en el flujo de la información entre sus distintos niveles, se presenta como marco de la solución la norma ISA – 95 que en su sección tercera guía a las empresas para lograr las mejores prácticas frente al flujo de información. Se desarrolla la metodología MES (Manufacturing Execution System) que se implementa a través del software INFOPLUS21 para llevar de forma automatizada la información que la coordinación necesita para la formulación de estrategias y actividades, hace más cortos los tiempos de proceso y acceso a la información y se enfoca en la estandarización de los procesos de producción de datos y la generación de tendencias y comportamiento de variables.

1. INTRODUCCIÓN

Ningún empleado de nuestro tiempo puede ignorar la utilización de computadoras en los más diversos ámbitos de su empresa. Además, las computadoras abundan casi todas las actividades cotidianas. Han sido difundidas gracias a que son prácticamente ineludibles en la mayor parte de los trámites o actividades de la labor diaria.

Sin embargo, es importante advertir que tales herramientas son sólo un instrumento para procesar información. La información es el gran protagonista de las actividades de administración, de planeamiento y de control de las organizaciones. Por lo tanto, la comprensión del rol del sistema de información de una organización es fundamental para quienes desempeñan funciones relevantes en la misma. En especial, se trata de advertir que la función ejecutiva consiste, básicamente, en procesar información. Por ello, el sistema de información, y todas las herramientas y actividades asociadas con su funcionamiento eficiente, son aspectos trascendentes de la operación organizativa y de la actuación cotidiana de los gerentes. En consecuencia, es necesario que los administrativos de las empresas tengan una visión clara de los recursos informáticos y del modo y la medida en que los mismos pueden contribuir al mejor desempeño de sus funciones y a la obtención de resultados exitosos para su empresas. (Durana, 2004)

La característica distintiva de la actividad gerencial es la manipulación de representaciones simbólicas. Un gerente o supervisor no opera con objetos materiales, sino con información sobre problemas de decisión y con información bajo la forma de decisiones. Es claro que la información es la materia prima de la actividad ejecutiva y, al mismo tiempo, es la forma que adopta el resultado de esa actividad. En consecuencia, la información de que dispone un ejecutivo determina la calidad de sus decisiones. Dada una cierta capacidad de análisis, evaluación y selección de alternativas, las decisiones serán más eficientes cuanto más eficiente sea la información con la que se elaboran. En la práctica de muchas organizaciones, el problema que aqueja a los gerentes es el de sufrir escasez de información, a pesar de que cuentan con una verdadera sobreabundancia de datos. En gran parte, ello se debe a que se confunden los conceptos de dato e información. Por lo tanto, es de sumo interés detenerse a analizar en qué consisten las diferencias entre ambos. (SAROKA, 2002)

Dada una cierta capacidad de análisis, evaluación y selección de alternativas, las decisiones serán más eficientes cuanto más eficiente sea la información con la que se elaboran. En la práctica de muchas organizaciones, el mayor problema es el de sufrir escasez de información. Para este fin se deben identificar las variables de proceso necesarias que permitan apoyar la toma de decisiones según el personal de planta.

La solución que se propone en el caso de CPF Cupiagua es Diseñar e implementar un sistema de información que permita apoyar la toma de decisiones en la Planta de Gas, para proporcionar una amplia visión de los procesos críticos de producción en planta y de sus datos en un formato que pueda ser usado por supervisores, operadores, administradores, y otros en la cadena de suministro de la empresa. El sistema de monitoreo, análisis y gestión de reportes en tiempo real brindarán al personal de campo y administrativo información detallada que facilita la intervención del mismo haciéndolo más eficiente y previniendo situaciones de riesgo para el proceso y/o para el

negocio. Los beneficios de implementación de este tipo de sistemas pueden aportar aumento de producción, reducción de costes, mejoras de calidad, seguimiento de productos, la recopilación de datos y el cumplimiento de la regulación.

En la Actualidad existen herramientas en la planta de GAS que permiten realizar sistemas flexibles con la posibilidad de acceder desde una red distinta a la de proceso (en este caso la red de Ecopetrol) que no están siendo utilizadas, estas facilitarían al personal Administrativo reportes y tendencias de las distintas etapas del proceso con el comportamiento asociado de sus variables, también la oportunidad de hacer consultas históricas de proceso. Este a su vez permite la programación de alarmas y/o señales dentro del proceso que indican cambios en las rutinas de las distintas etapas de producción y así monitorear el comportamiento de las variables que los conforman. Al manejar un entorno gráfico de comportamiento de variables el funcionario entiende de manera rápida e intuitiva el comportamiento del proceso. Una vez realizada la implementación se encontró la necesidad de llevar la información de procesos no solo a la parte operativa sino al área de ingeniería y al área administrativa, ya que inicialmente solo se entendían como datos que llegaban al correo con unas graficas asociadas, pero poco a poco se reconoció su importancia en la toma de decisiones y es aprovechado por otras áreas que solicitaron acceso al sistema para recibir reportes automatizados de la planta de GAS.

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta un panorama de los aspectos de integración, dando a conocer los antecedentes y retos de la integración empresa-control a nivel de flujo de la información, así como los avances que se han dado en la solución de los inconvenientes presentados. Por otro lado se describes los estándares, metodologías y herramientas que aportan a la solución del caso de estudio describiendo paso a paso los distintos sistemas, normas y metodologías que envuelven la solución del problema identificado.

2.1. Dato, información y sistemas de información

En ocasiones los términos dato e información se utilizan como sinónimos, lo cual es un error, dato puede ser un número, una palabra o una imagen. En el ámbito cotidiano se utiliza en plural datos, los cuales son la materia prima para la producción de información. Información, son datos que dentro de un contexto dado tienen un significado para alguien.

El Sistema es el mecanismo por el cual se generará información. Un Sistema de Información, es un conjunto de elementos que interactúan entre sí, con el fin de apoyar las actividades de una empresa o negocio. En un sentido amplio, un sistema de información no necesariamente incluye equipo electrónico (hardware). Sin embargo en la práctica se utiliza como sinónimo de sistema de información computarizado. Estos elementos son de naturaleza diversa y normalmente incluyen: (MESA, 1997)

- El equipo computacional, es decir, el hardware necesario para que el sistema de información pueda operar.
- El recurso humano que interactúa con el sistema de información, el cual está formado por las personas que utilizan el sistema.
- Los datos o información fuente que son introducidos en el sistema, son todas las entradas que éste necesita para generar como resultado la información que se desea.
- Los programas que son ejecutados por la computadora, y producen diferentes tipos de resultados.
- Las telecomunicaciones que son básicamente “hardware” y “software”, facilitan la transmisión de texto, datos, imágenes y voz en forma electrónica.
- Procedimientos que incluyen las políticas y reglas de operación, tanto en la parte funcional del proceso de negocio, como los mecanismos para hacer trabajar una aplicación en la computadora

Un sistema de información realiza cuatro actividades básicas: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información.

2.2. Tipos y usos de los sistemas de información.

Durante los próximos años, los sistemas de información cumplirán tres objetivos básicos dentro de las organizaciones:

l. Automatizar los procesos operativos.

2. Proporcionar información que sirva de apoyo al proceso de toma de decisiones.

3. Lograr ventajas competitivas a través de su implantación y uso.

Con frecuencia, los sistemas de información que logran la automatización de procesos operativos dentro de una organización son llamados sistemas transaccionales, ya que su función primordial consiste en procesar transacciones tales como pagos, cobros, pólizas, entradas, salidas, etc. Por otra parte, los sistemas de información que apoyan el proceso de toma de decisiones son los sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS), sistemas para la toma de decisiones de grupo (GDSS), sistemas expertos de apoyo a la toma de decisiones (EDSS) y sistemas de información para ejecutivos (EIS). El tercer tipo de sistemas, de acuerdo con su uso u objetivos que cumplen, es el de los sistemas estratégicos, los cuales se desarrollan en las organizaciones con el fin de lograr ventajas competitivas, a través del uso de la tecnología de información. (Davis, 1989)

(McClellan, 2001) Advierte: "La aplicación de tecnología para apoyar la producción, a través de una administración en línea de las actividades del área de proceso, ha tenido una tendencia de crecimiento rápido por muchos años. Los sistemas de planeación han sido aplicados bajo una variedad de títulos, incluyendo MRP (Planeación de necesidades de Materiales), MRPII (planeación de recursos de fabricación), ERP (Planeación de recursos empresariales) y MCS (Sistemas de control de producción). También por muchos años son los sistemas de control modernos los que administran o controlan las funciones de una máquina tal como el PLC (Programable Logic Controller) que es usado para ejecutar máquinas de trabajo.

El sistema MES (Manufacturing execution system) cierra la brecha entre el sistema de planeación y los sistemas de control utilizando una información en línea para administrar la aplicación actual de recursos de producción: personal, equipo e inventario. Con conexiones electrónicas directas al sistema de planeación y a los sistemas de control de equipo, el MES es el concentrador que almacena y suministra información y dirección dentro de las actividades de producción. Para apoyar la toma de decisiones en línea el MES generalmente incluye la conexión directa a funciones tales como SPC (Control de procesos estadístico), tiempo y asistencia, gestión de datos de productos y cualquier otra herramienta similar."

Los aspectos de automatización se han extendido en todos los niveles de las organizaciones dentro del sector industrial ampliando los conceptos y requerimientos más allá del lazo de control y de las máquinas, hasta afectar los procesos de negocios de toda la empresa. Por tanto, la búsqueda de una automatización integral se impone; y ésta debe tomar en cuenta diferentes aspectos además del proceso mismo, como la estructura organizativa de la empresa, sus recursos, la gestión de los insumos y equipos, y las relaciones de estos elementos con todos los procesos administrativos.

2.3. Sistema MES

Los sistemas de ejecución de la manufactura (MES) son sistemas que proporcionan la información necesaria para optimizar los sistemas productivos desde el lanzamiento de la orden de fabricación hasta el producto terminado, aportando beneficios específicos que se focalizan en las actividades de producción. El concepto del sistema MES se estableció en Boston en 1992 por la AMR Research Inc. como el nivel de ejecución de las actividades de manufactura, el cual existe entre la empresa y el sistema de control, que provee esta visibilidad y control funcional. Más tarde en 1997 la asociación industrial MESA (Manufacturing Enterprise Systems Association) define MES como "Guiar, iniciar, responder a, e informar sobre las actividades de planta cuando ocurren." Recapitulado once funciones en el campo de la aplicación de los sistemas MES, las cuales son: la orden de pago, la gestión del personal y de los recursos, la trazabilidad de las órdenes de fabricación, de los productos y de los lotes, la adquisición de datos, el control de la calidad, la gestión de los procedimientos, el análisis de los resultados, la gestión de los documentos y del mantenimiento. Dichas funciones han sido identificadas de igual forma por el estándar ANSI SP 95. (Salazar, 2009)

La contribución más importante de los sistemas MES es que unifica los procesos de manufactura centrales con un sistema de valor de entrega enfocado en los requerimientos y demanda de los clientes. Ofrece información acerca de las actividades de producción, brindando apoyo al proceso de decisión a través de la empresa, debido a la flexibilidad, la ejecución de tiempo real, la retroalimentación y control de un extenso rango de procesos relacionados con la manufactura, un mejor encuentro con los requerimientos futuros del mercado.

Un producto MES se alimenta en tiempo real y en línea de datos provenientes de otros sistemas (historiadores de proceso, HMI/SCADA, servidores OPC, bases de datos relacionales como Oracle, SQL Server, etc.), y los convierte en información para la toma de decisiones. Algunos de estos productos MES entregan sus resultados también a otros software como los sistemas conexos ERP (SAP, Baan, JDEdwards, etc.), Gestión de producción asistida por ordenador (GPAO), Sistemas Avanzados de Planeación (APS) y PGI. (Sepúlveda, 2009)

2.3.1. La tecnología evoluciona

La idea de utilizar computadores para administrar actividades de producción no es nueva. Los conceptos que permitieron el desarrollo de la planeación de necesidades de materiales (MRP) evolucionaron desde el uso del computador inicialmente en los departamentos de contabilidad (Los principales usuarios de los primeros computadores) y eran cantidades de herramientas utilizadas para contabilidad de costos y control de inventarios. Todavía los sistemas utilizados para producción han estado orientados hacia contabilidad y finanzas. Esto parece ser parte de la razón para la distancia entre muchos profesionales de la producción y la implementación real del computador en el piso de planta. (McClellan, 2001)

Frecuentemente se manifiestan muchas quejas acerca de los sistemas computarizados utilizados en producción. Por ejemplo:

- La información no está actualizada

- No tengo tiempo para leer reportes tan extensos.
- Que tanta de esta información es útil
- Esta información tiene que ver con contabilidad o MIS (Sistema de administración de información), no con producción.
- Todo esto es historia. Se necesita tomar decisiones basado en lo que está sucediendo ahora.

Una nueva idea está en progreso. En años recientes un concepto con muchas versiones ha sido desarrollado por gerentes de producción – una herramienta actual que ayuda a la administración del área de producción, funciones, recursos e inventario y ofrece la contabilidad y el MIS (Sistemas de administración de la información) y toda la información que ellos necesitan.

La mejor parte de esta idea está siendo construida alrededor del mundo de la producción y no necesita conocimiento avanzado de computadores. En la mayor parte de los casos estos sistemas funcionan sobre pequeños computadores locales y son bastante fáciles de usar.

Sistemas De Ejecución De Manufactura (MES)

Este concepto ha tenido un nombre demasiado largo para mencionar: Sistemas de ejecución de producción (MES).

Como su nombre implica, MES es más que una herramienta de planeación como ERP o MRPII. MES es un sistema de planeación en línea con énfasis en la ejecución o la realización del plan.

Ejecutar significa:

- Fabricar productos
- Fabricar y contar partes
- Encendido y apagado e maquinas
- Movimiento de inventario de y hasta las estaciones de trabajo
- Definir funciones prioritarias
- Asignación y reasignación de personal
- Asignación y reasignación de inventarios
- Asignación y lectora de controles de medición
- Ordenar cambio de tareas
- Programación y reprogramación de equipos
- Herramienta De Ejecución De Producción

MES es una herramienta de fabricación diseñada y construida para la producción. La mayor parte de las empresas de producción utilizan un proceso de planeación (MRPII/ERP o su equivalente) para determinar que productos se van fabricar. Una vez que el plan ha sido desarrollado, se confronta

con el plan que maneja la disponibilidad de presupuestal. Lo que es necesario es un método que registre la entrada al sistema de planeación y traslade ese plan a un lenguaje que se ajuste el área de proceso y los recursos necesarios para ejecutar el plan – una función principal para el MES.

2.3.2. Que puede hacer MES por usted

MESA (Manufacturing Execution Solution Association) ha liderado estudios de compañías que utilizan MES y ofrece los siguientes beneficios reportados por los usuarios del sistema: (MESA, 1997)

- Reduce el tiempo del ciclo de fabricación
- Reduce el inventario de productos en proceso
- Reduce el papeleo entre turnos
- Elimina la perdida de papeleo y planos
- Mejora el servicio al cliente
- Reduce o elimina el tiempo de entrada de datos
- Reduce plazos de ejecución
- Mejora la calidad del producto
- Facilita al personal las operaciones de planta
- Responde a eventos imprevistos

La ganancia potencial por implementar MES orienta la necesidad de una información en línea inmediata y actual que permite a los usuarios o al sistema computarizado MES tomar las mejores decisiones observando la ejecución del inventario, recursos de planta y de personal. Algunos ejemplos son: (Delgado, 2012)

- La ingeniería desea localizar todas las órdenes de trabajo habituales dadas par aun producto para determinar el efecto de una orden inmediata de cambio.
- Algún material comprado específico de una orden de un cliente actualmente en proceso ha llegado en un 72%. ¿Dónde está la orden y cuál es la respuesta adecuada?
- Un cliente exige información específica que incluyendo el operador, fecha y condiciones de ambiente con que se suministra cada artículo producido.
- Un proceso crítico de producción necesita mantenimiento preventivo. ¿Cómo se programa una orden de mantenimiento preventivo?
- El presidente de una empresa de gran volumen llama y necesita saber si puede doblar la cantidad de la orden habitual sin afectar la programación de entrega.

- Hay 26 órdenes de trabajo que totalizan 443 horas de trabajo para un sitio específico. Cuál es la secuencia óptima para estas órdenes de trabajo y que factores deberían ser considerados.
- Un nuevo sistema de aseguramiento ha sido instalado, que puede recibir y analizar datos del área de proceso y suministra resultados en línea al operador de la estación de trabajo.
- El tiempo del operador está cargado a cada orden y registrado como la orden que pasa a través de producción mediante el uso de una tarjeta de recolección de datos de tiempo usando un sistema de código de barras y menús.
- El inventario puede ser recuperado desde el depósito y enviado a una estación de trabajo especifica que coincide con el programa de producción.
- El supervisor de turno está considerando remplazar una parte de una máquina que está en producción y necesita saber si la parte está disponible y cuánto durará en mantenimiento.
- La información de entrada del inventario puede ser adquirida a través de un enlace de comunicación con el fabricante de equipo MES.
- Un representante de ventas está en una oficina de un cliente y necesita saber dónde está su orden en el proceso de producción.

2.3.3. Funciones Básicas.

Lo siguiente es una visión general de las funciones básicas del MES.

2.3.3.1. Planificación de la interfaz del sistema.

El MES debería estar conectado al sistema de planeación para aceptar órdenes de trabajo y demás entradas para subir la información que sea necesaria. Las comunicaciones deberían tener un canal de respaldo de tal forma que el MES pueda guardar la información del sistema de planeación sobre actividades de planta tales como datos sobre el trabajo, cambios de inventario y el avance de las órdenes de trabajo. Otros métodos de alimentación del sistema y presentación de informes pueden fácilmente ser ajustados y en algunos casos tales como procesos en serie las ordenes de producción pueden aviarse. (MESA, 1997)

2.3.3.2. Ordenes de trabajo.

El MES acepta la orden de trabajo de forma manual o automáticamente. Administra cambio sobre ordenes, establece cambia programaciones y mantiene un plan de secuencia priorizado. Emitir órdenes para producción y establecer una lista de prioridades de pedido basado en sus normas secuenciales es una parte normal del MES. Frecuentemente los cambios deben ser hechos para

emitir órdenes. Dentro de MES, las modificaciones de una orden tales como estos ejemplos pueden ser hechas fácilmente (MESA, 1997):

- Introducir cambios en la programación
- Gestión de inventarios (carencia de un producto)
- Introducción de cambios en la cantidad
- Área en espera (área de producción)
- Separar o combinar ordenes de trabajo

El manejo de la orden de trabajo permanece visible en tiempo real de acuerdo con la lista de pedidos y el estado de cada orden.

2.3.3.3. Estación De Trabajo

Esta parte del sistema es responsable de la implementación del plan de dirección de la orden de trabajo y la configuración lógica de las estaciones de trabajo. La planeación, programación y la carga de cada estación de trabajo es hecha aquí, suministrando la carga total a la operación utilizando enrutamiento de datos y estándares de tiempo. Basado en este plan el sistema solicitara y suministrará el inventario, herramienta y datos como respuesta a las necesidades de material, y emitirá y ejecutara órdenes para trasladar los artículos necesarios a la estación de trabajo programada. El MES puede y debe incluir la interfaz de control directo y la conexión con cada estación de trabajo (MESA, 1997).

2.3.3.4. El Seguimiento Y La Gestión De Inventario

Mientras el sistema de planeación tenga datos globales sobre el inventario, el detalle puede fácilmente residir a nivel local – El MES. “acoplamiento y existencias” están acompañados aquí con actualizaciones regulares al sistema de planeación. Se conserva Un mapa actual de todo el inventario y lugares de almacenamiento, incluyendo WIP (WORK IN PROGRES) (Sepúlveda, 2009).

2.3.3.5. Movimiento De Material

Otra área importante de contribución del sistema MES es el movimiento de inventario o información al lugar que se necesite en el área de proceso. Esta parte del sistema controla el movimiento de materiales en la planta, en sistema manual o automático, mediante la expedición de solicitudes para un movimiento manual (impresión de tiquetes) o emitiendo comandos al sistema de control para manejo de materiales PLCs, tales como ASRS (Sistema Automatizado de Almacenamiento y Recuperación), AGVS (Sistema guiado automático de vehículos), sistemas de cintas trasportadores, carruseles, robots, etc. Los comandos pueden ser tan simples como “mueva este elemento de esta lugar a ese lugar.” (McClellan, 2001)

2.3.3.6. Recolección de Datos

Esta parte del sistema MES es los ojos y oídos para la administración y reunión de información de tal forma que el sistema pueda permanecer actualizado. A través de varias clases de sensores e interfaces de control, los datos de la operación de la planta de proceso pueden ser reunidos, cotejados y trasmitidos a cualquier base de datos deseada. Este el método principal para todo el personal para comunicarse con el MES, ya sea a través del sistema de entrada y salida de información por parte de los operadores o reconocimiento electrónico de eventos. Las conexiones directas con el PLC para descargar y/o reunir información son también parte de esta área.

2.3.3.7. Gestión De Excepciones

La parte más personalizada de MES es el direccionamiento de como una compañía responde a las excepciones de planeación. ¿Qué sucede cuando una estación de trabajo inesperadamente se apaga, o cuando el material no está disponible, o cuando hay una orden de trabajo en caliente? El MES debe ser capaz de detectar estos cambios sin alteraciones y responder con acciones alternativas.

El proceso comenzó con una lista de órdenes de trabajo planeadas o secuenciales, métodos para programar esas órdenes de trabajo en las estaciones de trabajo, asignación del control de inventario y administración del movimiento de materiales. Junto con la bases de datos para mantener actualizado el sistema y una forma de afrontar las excepciones, tenemos la habilidad para ejecutar el plan de producción, verdaderamente un sistema de ejecución de fabricación.

2.3.3.8. Funciones De Apoyo

Otros componentes de MES actúan como funciones de soporte. Estos son programas o paquetes de software que apoyan la producción o la fabricación pero no son parte del proceso de planeación o el sistema de control de dispositivos. Las aplicaciones más conocidas están mencionas aquí, pero hay otras y serán mejoradas en el futuro.

- Control estadístico de procesos
- Gestión de mantenimiento
- Horario y asistencia
- Gestión de datos de producto
- Datos de proceso / análisis de rendimiento
- Gestión de proveedores
- Genealogía/ trazabilidad de los productos
- Gestión de información de laboratorio

2.4. Jerarquía De La Información

Las soluciones de programas estándar utilizadas en los sistemas de información industrial reflejan el hecho de que una jerarquía de decisiones debe ser hecha en producción, desde las máquinas, o desde el nivel de control de funcionamiento de la unidad, o a través de todas la planeación de las operaciones de planta. El nivel de control de la máquinas es responsable de asegurar que la secuencia de la operaciones de la maquinas corresponda a la secuencia planeada para fabricar la parte. Normalmente la secuencia de operaciones esta predefinido software residente en el controlador de la máquina y son pocas las decisiones que hay que tomar. En la línea de producción, el objetivo es supervisar las interacciones entre un grupo de máquinas relacionadas o procesos, este nivel de decisión no tiene que ver con la operación o proceso. El énfasis aquí está en la publicación y entrega de materiales a la maquina en la línea de producción en el tiempo correcto. Ejemplos de decisiones a este nivel incluyen la rutina de la fabricación de un componente y la decisión de extraer o no componentes específicos mientras están siendo procesados en la línea de producción o en la celda de fabricación. La celda de trabajo o línea de producción normalmente son considerados parte del nivel MES, pero existe cierta coincidencia con el nivel de control. (Academic Press, 2006)

En el nivel de fabricación las decisiones que se toman afectan a los grupos de producción en línea o de celdas de trabajo. Por ejemplo, varias líneas de producción o celdas de trabajo pueden ser atendidas con los mismos recursos del sistema de gestión que demanda el movimiento de materia prima desde el almacenamiento hasta la producción así que ellos pueden ser fabricados como un producto terminado. Desde que este recurso sea compartido entre las líneas de producción y las celdas de trabajo debe haber un nivel de supervisión con la capacidad de decidir cuándo traer el material a la fábrica, particularmente cuando ocurre un conflicto (ejemplo: cuando se necesita el servicio de dos líneas de producción al mismo tiempo). Otros ejemplos incluyen la programación de qué línea de producción o celda de trabajo fabricará una parte cuando hay una elección y el manejo de facilidades comunes tales como áreas de almacenamiento de materia prima y productos terminados. Hay alguna coincidencia entre las responsabilidades de MES y ERP a este nivel de la jerarquía.

Finalmente a nivel del sistema de distribución el énfasis está en coordinar el suministro del producto terminado al cliente. Los niveles de mantenimiento adecuado e inventario rentable como también el manejo del trasporte del producto entre los lugares de distribución en la cadena de suministro, es un problema que se añade a este nivel. La integración completa de todos estos niveles de procesos de decisión apoyada por sistemas de información computarizados, es el dominio de un sistema de información industrial.

Desde el nivel de planeamiento, ERP proporciona al nivel MES un plan completo de lo que se programa fabricar, normalmente se demora un par de semanas. El nivel de ejecución de producción es entonces responsable de las operaciones de producción detalladas en el piso de fabricación. Cuando la producción es llevada a cabo los resultados reales tienen que ser comparados con lo que fue fabricado para retroalimenta el nivel de planificación. El nivel MES también proporciona a los controladores de las maquinas la información concerniente a cómo producir una parte determinada descargando el programa de control para la maquina cuando sea necesario. EL nivel MES monitorea

los resultados en tiempo real y resúmenes de los datos se registran para su almacenamiento en la base de datos de fábrica. (Academic Press, 2006)

2.5. Aseguramiento de la calidad – ISA 95

A raíz de los múltiples inconvenientes que se han presentado en la realización de proyectos de integración, surgió la necesidad de unificar conceptos y generar un acercamiento estándar del problema que no solo ofreciera la posibilidad de realizar una integración fácil y confiable, sino lograr reducción de costos, flexibilidad, independencia entre aplicaciones y un lenguaje común de comunicación. Es así como la ISA (The International Society of Automation), empezó a trabajar en este objetivo reuniendo a fabricantes, usuarios finales y personas involucradas en este ámbito. De esta manera a partir del año 2000 como resultado del trabajo y del consenso de dichos expertos, se han desarrollado y liberado las tres primeras partes de un estándar denominado "ISA S95: Enterprise-Control Integration" (ISA, 2000), estándar que ha sido ampliamente aceptado a nivel mundial y el cual ha sido un avance significativo para la solución de problemas de integración empresarial. (Libardo Steven Muñoz Trochez, 2007)

La norma internacional de ISA-95 ha sido desarrollada para hacer frente a los problemas encontrados durante el desarrollo de interfaces automatizadas entre la empresa y los sistemas de control. Este estándar ha sido desarrollado para todo tipo de entornos de fabricación, en todo el mundo. Se puede aplicar en todas las industrias, y en todo tipo de procesos, como por lotes, continuo, y los procesos repetitivos o discretos.

Hay 5 partes de la norma ISA-95, La parte 3 se centra en las funciones y actividades en el nivel de producción (capa Producción/MES). Es una guía para describir y comparar los niveles de producción de los diferentes sitios de una manera estandarizada. Las plantas no son tan similares como las oficinas corporativas que los apoyan. Por lo tanto, las aplicaciones de MES no son tan uniformes como, por ejemplo, las del ERP. Mientras que las finanzas deben modelar Principios Contables Generalmente Aceptados (GAAP), cada planta puede operar de manera muy diferente, ambos para dar cabida a la originalidad y de preservar una ventaja competitiva. Esta diversidad de necesidades a nivel de planta significa que el software debe estar configurado para que coincida con el modelo de la planta y las reglas de negocio, y también, que hay muchos tipos de productos de MES para elegir. (ISA-95, 2005)

Siempre ha sido común encontrar en las diferentes empresas, dispositivos o sistemas de control y monitoreo de procesos (PLC, SCADA (sistema que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia), variadores, sensores, actuadores) de diferentes proveedores. Lo cual genera complicaciones a la hora de realizar intercambio de información entre ellos. Fue entonces en el año 1995 que surgió el estándar ISA – 95, desarrollado por representantes de diferentes compañías proveedoras de sistemas de información y control de procesos industriales miembros de la sociedad internacional de automatización ISA. Este estándar, brinda modelos genéricos que permiten conocer la situación de automatización y el flujo de información en una industria cualquiera.

Muchas compañías carecen de habilidad para ejecutar en las mejores prácticas, controlar el progreso y medir el desempeño debido a limitaciones en aplicaciones obsoletas, fragmentadas y a

la infraestructura de TI. Las decisiones son tomadas basados en las limitaciones de estos sistemas desiguales que hacen difícil llevar la más alta calidad y eficiencia. ISA-95 suministra un marco aceptado de la industria para hacer frente a este vacío, todavía permanece el reto para los fabricantes y proveedores de soluciones para utilizar completamente este marco, para entender en la práctica algunas de estas aplicaciones de ISA 95 se ha optado por identificar modelos de integración del estándar en procesos como el de la leche "Aplicación De La Norma Isa S95 A Un Caso De Estudio" (Libardo Steven Muñoz Trochez, 2007), en donde se realiza la implementación de la mayor parte del estándar con el fin de lograr una comunicación entre los distintos niveles de la empresa y un flujo de información eficiente que permita un mayor impacto de las decisiones de la gerencia en los niveles inferiores; en este proceso se establece la importancia de la correcta definición de la frontera entre el dominio de negocios y el dominio de manufactura para que las dinámicas presentes en cada uno de ellos no afecten las operaciones del otro sistema. En un nivel más teórico pero igualmente útil se utilizó - Aplicación de la categoría "Administración de Operaciones de Calidad" del estándar ISA-95 a un Caso de Estudio (Sanchez, Zuñiga, & Rojas, 2011), aquí se observa más al detalle la sección 3 del estándar donde se involucra MES que es el pilar de la implementación, en el artículo se muestra el proceso de aplicación del modelo genérico de administración de actividades de calidad, ofreciendo una visión clara y concisa sobre como especificar las funciones y flujos de información en el nivel del sistema de ejecución de manufactura de una empresa. El software es pieza clave en el desarrollo del proyecto y por tal razón "la Implementación de los Modelos Contenidos en la Norma Isa-95 Mediante una Aplicación Software Para Empresas De Manufactura" (Ibarra, Piscal, & Lopez, 2012), brinda una guía frente a la utilización del software en el caso de la planta de GAS de CPF Cupiagua.

2.6. La solución de ASPEN TECH

AspneONE gestión de la producción y la ejecución hace referencia específica a estos desafíos suministrando MES que incorpora el marco del ISA 95. Con la implementación de la tecnología necesaria para cubrir todos los aspectos del modelo de actividad para respaldar los datos de ISA-95, flujo de trabajo y componentes de integración, los fabricantes pueden fácilmente intercambiar información de producción, inventario y equipo entre el piso de planta y el resto de la empresa. La visualización basada en roles tiene más valores que habilitar un portal web basado en roles de usuarios individuales, impulsando así una mayor eficiencia y un mayor valor agredo a los servicios de la planta. (Tech, Archive Manufacturing Excellence with Aspen Infoplus.21, 2014)

Aspen Tech suministra una orden de gestión de pedidos de entrega y capacidad de ejecución atreves de una combinación de productos y servicios. La incorporación de ISA-95 obedece a un modelo de actividad de trabajo y la infraestructura de integración de aspenONE permite a los fabricantes utilizar datos en común y un modelo de flujo de trabajo, entregando "completo cumplimiento a los procedimientos" abarcando mejores prácticas para interactuar con procedimientos operativos estándar (SOPs), completamente alineados con ISA 88. El resultado final es una verdadera excelencia operativa – que conduce a unas instalaciones de proceso por lotes más fiables y altamente competitivos. (Tech, AspenOne MES production Execution, 2014)

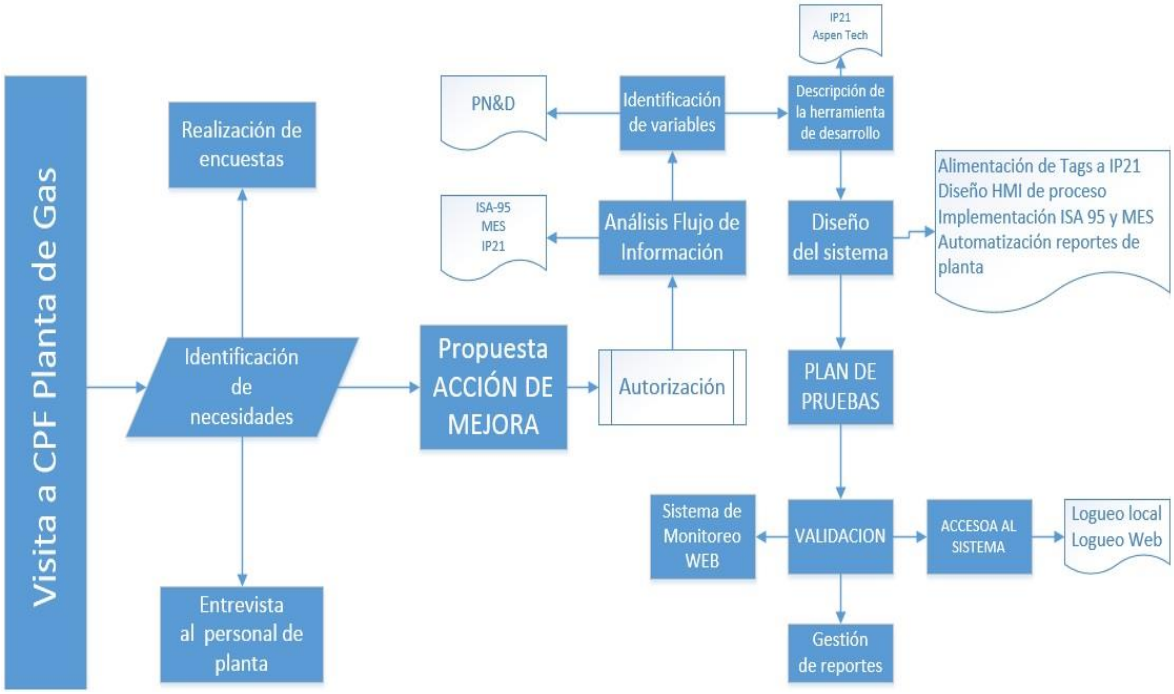
El principal componente de la solución incluye un poderoso historiador de datos por lotes, un conjunto completo de análisis, gestión de eventos y herramientas de visualización, indicadores clave de rendimiento operacional configurables por el usuario. Las compañías que implementan estas soluciones logran un número de beneficios:

1. Reduce los costos de operación: mejores y más rápidas decisiones conducen a reducir las pérdidas y lograr más eficientes operaciones de planta.
2. Mejorar la calidad: consiste en la ejecución por lotes y sumar a mejores prácticas los mejores lotes como también sostener en tiempo real las alarmas del control estadístico de proceso.

Aumento de la confiabilidad y la rentabilidad – identifica problemas potenciales para permitir el mantenimiento preventivo y proactivo, lo que aumenta el tiempo de actividad de los activos y la disponibilidad.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Ilustración 1- Etapas Sistema de gestión de reportes



Fuente: Planta de Gas CPF Cupiagua – Sistema de gestión de reportes.

Para poder diseñar el sistema se tiene que tener un entendimiento general del proceso de producción de gas, saber de qué está compuesta a nivel de organizacional y de proceso, hacer un análisis de sus necesidades para proyectar una solución que cumpla con las necesidades de la planta.

3.1. Componentes de la planta de gas CPF Cupiagua

Dentro de CPF CUPIAGUA en el municipio de Aguazul Casanare se encuentra en funcionamiento hace aproximadamente 2 años la planta de GAS, esta planta cuenta con una producción aproximada de 125 millones de pies cúbicos día de GAS. Como muchas plantas esta está organizada por departamentos, que se encargan de su buen funcionamiento y productividad.

3.1.1. Departamento de planta de proceso

Es un grupo de 6 personas repartidas en 3 turnos capacitadas en el área de producción de Gas en campo, este departamento tiene a su cargo la supervisión local de los procesos, la toma de muestras y el mantenimiento menor de los equipos de planta, también se encargan de la toma de registros de algunas celdas de procesos y equipo que no reportan sus datos directamente al cuarto de control. Se encargan de coordinar y supervisar las actividades que de manera programada sobre la planta hacen contratistas y visitantes, son autoridad en campo y nadie más que ellos puede asignar permisos para realizar actividades sobre el área.

3.1.2. Departamento de control

Al igual que el departamento de proceso, son un bloque de 6 personas capacitadas en el área de control de proceso y DCS, que está controlando, monitoreando y entregando informes del comportamiento de la planta todo el día. Son los encargados de manejar la planta ya que tienen total control sobre los procesos que allí se realizan, apertura de válvulas, control de temperaturas, presiones, dosificadores, controles de flujo y de nivel son apenas unas de las muchas variables que de la planta tienen en su día a día. De la misma manera han sido capacitados para el control de alarmas y sus riesgos ya que por el alto peligro que tiene para la salud humana el proceso de producción de GAS, ellos son quienes en primer lugar tienen la responsabilidad de actuar ante cualquier eventualidad.

3.1.3. Departamento de ingeniería

Es un equipo de 3 ingenieros de procesos, entre químicos y de petróleo que se encargan de apoyar la toma de decisiones de la coordinación de la planta, son el enlace entre la planta y la coordinación, hacen un seguimiento pormenorizado de cada uno de los procesos que en la planta se desarrollan y de su criterio dependen las modificaciones al proceso de producción de GAS, ellos coordinan el abastecimiento de materias primas necesarias para cada uno de las etapas y se encargan de definir las características del personal externo a Ecopetrol que necesita la planta para su funcionamiento, personal que se contrata enmarcado en el contrato Marco de apoyo a la gestión.

3.1.4. Coordinación de planta

En este departamento se realiza la toma de decisiones sobre el comportamiento de la planta, por lo general es un ingeniero químico o de petróleo quien analiza todos los reportes y necesidades de proceso para hacerla más productiva, allí se calcula en primera instancia la productividad y rentabilidad de la planta y emite las directrices y actividades que en cada departamento se deberán realizar para cumplir con las metas y los objetivos trazados por la gerencia para el semestre o el año.

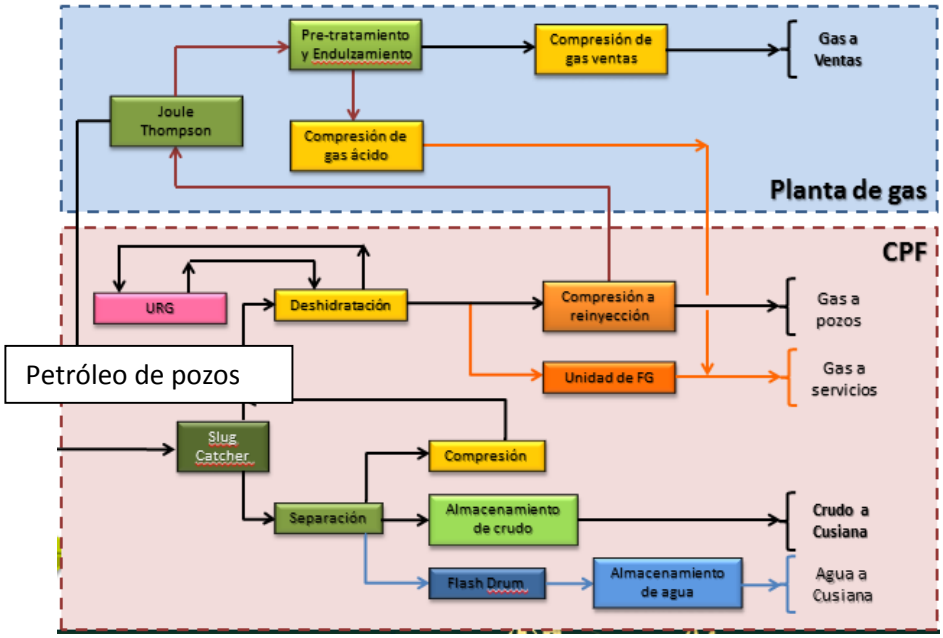
3.2. Descripción del proceso y las actividades objetivo de la planta de gas

En un mundo cada vez más acelerado y una industria a su vez más exigente en calidad y cantidad de producto, se encuentra en el municipio de Aguazul Casanare la planta de GAS de CPF (Centro de Producción y Facilidades) Cupiagua, la cual enfrenta como muchos procesos industriales en Colombia una brecha importante entre su parte operativa y su parte administrativa, a pesar de cumplir con altos estándares en sus procesos y procedimientos no cuenta con un flujo de información estandarizado que permita comunicar eficientemente estos dos niveles de la planta. En la actualidad se debe pasar por muchos parámetros, permisos y formatos para que la parte administrativa pueda observar y acceder a información importantes de proceso que deben ser tenidos en cuenta para la toma de decisiones cuando se trata de optimizar y mejorar la producción y planificar estrategias.

3.2.1. Descripción general del proceso de planta.

En la ilustración 2 se describe La Planta de GAS de Cupiagua que se encuentra como un sistema dentro del proceso de producción de Petróleo en CPF Cupiagua (Anexo 1- Diagrama General de Proceso CPF Cupiagua). La fuente de alimentación del sistema de producción de GAS es el tren de media presión de la planta de producción de Petróleo que inyecta GAS de proceso a una presión aproximada de 1.800 PSI (Anexo 2 - Diagrama de Proceso Planta de GAS), así que para hacer una correcta descripción del proceso se debe incorporar de forma general una parte del funcionamiento de CPF. El proceso comienza en la entrada de crudo de los pozos al CPF -llamadas troncales- que pasan por el slug cátcher que es donde comienza el proceso de separación de productos como los son el petróleo, gas y agua, el petróleo sigue hacia los distintos niveles de separación y el gas es llevado a un proceso de deshidratación a través de unas unidades llamadas URG (Unidad regeneradora de Glicol) que se encargan de separar las partículas de agua, hidrocarburo y sedimento del gas de proceso, luego de la deshidratación del Gas una parte es utilizada como gas combustible en el área de fuel Gas y la otra se envía a compresión y reinyección para estimulación de pozos, la parte que no se utiliza para reinyección es enviada como alimentación principal de la planta de GAS; allí el primer proceso de separación se hace por estrangulamiento del gas a baja temperatura denominado Joule Thompson, luego de esta separación se envía a un proceso llamado pre tratamiento y endulzamiento que consiste en pasar el gas por una membranas que separan las partículas de gas Metano de las demás partículas, finalmente este gas que se encuentra a una presión aproximada de 800 PSI ya está listo para ser llamado producto final (Tabla 1. Especificaciones de Producto – GAS Ventas-) y va un proceso de compresión llamado compresor de gas venta que eleva su presión a 1200 PSI para ser enviado al gasoducto de CPF Cusiana en el municipio de Tauramena, tal como se describe en el siguiente diagrama.

Ilustración 2-Diagrama de Bloques del Proceso CPF y PGC – Cupiagua



Fuente: Manual de entrenamiento Proceso de las instalaciones centrales de producción Campo Cupiagua: Modulo 1 Crudo; Modulo 2 Gas.

Tabla 1. Especificaciones de Producto – GAS Ventas-

ESPECIFICACION DE PRODUCTO - GAS VENTAS.		
PRODUCTO	**FORMULA**	**PORCENTAJE**
METANOL	CH4O	83%
ETANOL	C2H6O	10%
PROPANO	C3H8	3%
BUTANO	C4H10	0,50%
PENTANO	C5H12	0,40%
DIOXIDO DE CARBONO	CO2	2%
NITROGENO	H	0,50%

Fuente: Ley Nº 24.076 de Mayo 20 de 1992 Marco Regulatorio de la Actividad. Privatización de Gas del Estado Sociedad del Estado. Transición. Disposiciones Transitorias y Complementarias.

3.3. Identificación de Roles y Necesidades en La Planta De Gas De CPF Cupiagua.

La característica principal de gerentes y supervisores en las empresas es la manipulación de datos e información sobre los procesos. Un gerente o supervisor no opera con objetos materiales, sino con información sobre problemas de decisión y con información bajo la forma de decisiones. Por esta razón queda claro que la información es la materia prima de la actividad ejecutiva. En consecuencia, la información de que dispone un ejecutivo determina la calidad de sus decisiones. Dada una cierta capacidad de análisis, evaluación y selección de alternativas, las decisiones serán más eficientes cuanto más eficiente sea la información con la que se elaboran. En la práctica de muchas organizaciones, el mayor problema es la escasez de información, por tal razón se invitó al personal de proceso de producción de GAS de la planta en CPF Cupiagua para que describieran sus funciones y se encontraron las siguientes necesidades.

3.3.1. ROL operador de planta o Charley 8

Son los operadores de patio (piso de planta) que se encargan de la recolección de la información que no se puede lograr atreves de los instrumentos de la red de control o que obligatoriamente deben ser verificados en sitio para ser cotejada con el área de control, se encargan del mantenimiento y suministros del sistema y son los emisores del área dentro de la planta. Son los únicos autorizados para permanecer en la planta y toda persona que necesite asistir a la planta por cualquier motivo deberá estar acompañada de uno de ellos. Una de sus principales necesidades es la visualización del proceso en tiempo real para poder identificar el estado de las variables y así hacer más eficientes las rondas de control de campo y los posibles mantenimientos y suministros que esta necesite.

3.3.2. ROL operador de controles o Charley 20

Son los que se encargan del control de la planta, monitorean todo el tiempo el proceso de producción de gas, se encargan de atender cualquier cambio programado o no programado, están siempre alerta a las alarmas que el sistema de control dispara en caso de anomalías o variaciones en el proceso; se encargan de la emisión de reportes de comportamiento de los distintos procesos a los niveles superiores.

3.3.3. ROL Profesional de planta

Son los encargados de la ingeniería de la planta, ellos reciben los datos de los operadores de control y la trasforman en información estadística para la toma de decisiones en el nivel superior, se encargan de alimentar los inventarios de proceso con recursos de todo tipo, logísticos, de personal, materiales y demás que garanticen el correcto funcionamiento de la planta.

3.3.4. ROL Coordinador(a) de Planta

Es el nivel superior, quien toma las decisiones en la planta y depende completamente de la línea de flujo de la información desde el operador de patio hasta el profesional de apoyo, a este rol debe llegar toda la información y sus respectivos resultados, es quien autoriza y asume las consecuencias de los cambios que se deban realizar en la planta. En la actualidad se debe pasar por muchos parámetros, permisos y formatos para que la parte administrativa pueda observar y acceder a datos importantes de proceso que deben ser tenidos en cuenta para la toma de decisiones cuando se trata de optimizar y mejorar la producción y planificar estrategias.

3.4. Análisis de resultados de la encuesta realizada al personal de la planta de GAS.

La encuesta fue realizada en tiempos distintos debido a los turnos de los actores que participaban en este estudio (Anexo 3. ENCUESTA PERSONAL DE PLANTA), se encontraron algunas coincidencias en las respuestas que permiten asegurar que la información no viaja del piso de planta hasta la coordinación con la fluidez y fiabilidad necesita (Anexo 4. ENCUESTA - RESULTADOS).

Los operadores de patio no tienen acceso a mucha información que les permitiría estar más atentos a sus funciones, tales como niveles, presiones, temperaturas, entre otros, algunos de estos deben ser tomados en sitio. En el piso de planta se toman todos los datos que dan origen a la información capaz de realizar cambio en la planta y si estos operadores pudieran tener acceso desde su puesto de trabajo al estado de las variables a través de reportes o de forma gráfica podrían ser más eficientes y participar más del proceso, así mismo se podrían capacitar en el sistema de control sin necesidad de acceder directamente a él.

Los operadores de control son las personas más cercanas al funcionamiento de la planta ya que monitorean y administran el proceso desde el centro de mando o control room, estos tienen acceso a casi todos los datos de la planta de forma exclusiva y en tiempo real pero tienen que solicitar al área de control la descarga de reportes para poder enviar a sus superiores los reportes de comportamiento de las variables o tendencia, esto genera retrasos, demoras y no se cuenta con información resumida, esta se debe filtrar y consolidar antes de ser entregada a un nivel superior, no se cuenta con sistemas iterativos frente a las variables habituales de monitoreo y esto hace que se adicionen tareas a la rutina del operador. En ocasiones se debe buscar en los PN&D los nombres de los instrumentos y verificar en el DCS (distributed control system) si corresponde a lo que se necesita.

Profesional Planta De Proceso: Son los encargados del análisis de datos para la toma de decisiones, filtran, condensan y analizan el comportamiento de las variables del campo de manera casi manual, reciben día a día los datos del operador de pantallas y proceden a consolidar y comparar con el estándar de funcionamiento de la planta, realizan en conjunto el reporte de ventas que se lleva al coordinador y a su vez llevan las distintas propuestas de mantenimiento, suministro y control que se programan para realizar luego de aprobación. Al contar con los reportes en MS Excel del operador de pantallas pueden acceder a los datos sin utilizar ningún sistema alterno, pero la entrega de estos reportes no siempre se ajustan a los tiempos y datos esperados, la información casi siempre está supeditada al nivel de capacitación del operador que la entrega, por lo general llegan archivos con mucha información irrelevante que al contrario de ayudar a la toma de decisiones demoran el análisis del comportamiento de la planta.

Coordinador(a) de Planta: Es la encargada de la toma de decisiones sobre los múltiples procesos que tiene la planta de GAS y aunque los profesionales de apoyo al proceso están continuamente informando el estado de la planta no se tiene un reporte con el cual confrontar la información que le llega, tampoco tiene acceso de forma visual al proceso de la planta ya que hasta el momento esta facilidad es única de los operadores de control y no resulta sencillo obtener información partícula en tiempo real. Se trabaja sin una idea trasversal del proceso en tiempo real, sin datos actualizados que permitan tomar decisiones ajustadas sobre los cambios que experimenta la planta y hacer un mejor control sobre los procesos que componen la planta, tales como son deshidratación, Joule Thompson, endulzamiento, compresión de gas ácido y compresión de gas ventas, este último fundamental para la toma de decisiones.

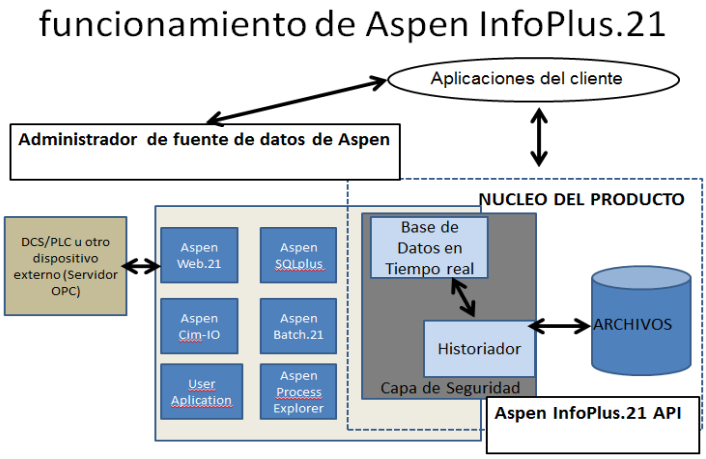
3.5. Descripción General Del Funcionamiento De Aspen Infoplus.21

Aspen InfoPlus.21 es una plataforma de gestión en tiempo real (Internacional, 2014), la cual posee una base de datos propietaria (tiempo real e histórica), diseñada para recolectar y almacenar grandes volúmenes de datos de proceso. Este repositorio de datos puede integrarse a los procesos y sistemas de control Distribuido (DCS), manufactura y de negocios (ERP). (Tech, AspenOne MES production Execution, 2014)

Aspen InfoPlus.21 Family es una solución integral de gestión y análisis de rendimiento que permite a los usuarios convertir los datos brutos del proceso y del negocio en valiosa información, generando una mejor y más rápida toma de decisiones. Estas herramientas de análisis se describen en la

ilustración 3 que integradas contienen la información precisa que permite a los usuarios identificar rápidamente los problemas y evaluar las causas para la toma de medidas correctivas.

Ilustración 3-Funcionamiento de Aspen Infoplus.21



Fuente: Aspen InfoPlus.21 Product Family – Configuration guide

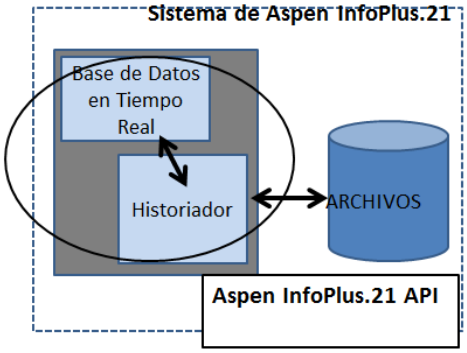
3.5.1. La Base de Datos en tiempo real

Su comportamiento se describe a través de la ilustración 4:

Todos los datos en la base de tiempo real de Aspen InfoPlus.21 es almacenada en memoria RAM en estructuras llamadas registros. Características de la base de datos en tiempo real:

- Alta velocidad de almacenamiento y recuperación.
- Estructuras de los registros predefinidas.
- Procesamiento de datos integrado con opciones para el usuario.

Ilustración 4-Sistema de Aspen Infoplus.21



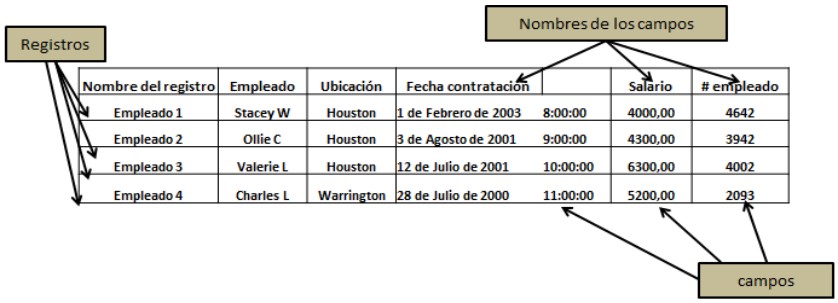
Fuente: Aspen InfoPlus.21 Product Family – Configuration guide

3.5.2. Estructuras de los registros

Como se ve en la ilustración 5 un registro en general es un conjunto de datos relacionados, donde cada registro debe tener un nombre único y cada parte de los datos es almacenada en un campo.

Un Campo contiene distintos tipos de datos, puede hacer referencia a otros registros y usa un único nombre de campo en cada registro.

Ilustración 5-Ejemplo de registros en base de datos



Nombre del registro	Empleado	Ubicación	Fecha contratación		Salario	# empleado
Empleado 1	Stacey W	Houston	1 de Febrero de 2003	8:00:00	4000,00	4642
Empleado 2	Ollie C	Houston	3 de Agosto de 2001	9:00:00	4300,00	3942
Empleado 3	Valerie L	Houston	12 de Julio de 2001	10:00:00	6300,00	4002
Empleado 4	Charles L	Warrington	28 de Julio de 2000	11:00:00	5200,00	2093

Fuente: IST International: Real Time Information Management Information

Los registros pertenecen a varias "Familias". Cada familia tiene un juego de campos (y algunos procesos en construcción) disponibles para almacenar un tipo particular de datos, tal como se ve en la ilustración 6.

Ilustración 6-Ejemplo de familias en una base de datos

Análogos				
Nombre del registro	Descripción	Valor	Estado de Calidad	Unidades ing
ATCPH101	PH Material Crudo	9,6	bueno	
ATCTIC301	Temperatura Reactor 1	210,77	malo	grados
ATCF202	Flujo tanque mezlca 2	21,67	bueno	litros/seg
ATCL301	Nivel Reactor 1	3452,98	no hay estado	litros

Discretas		
Nombre del registro	Descripción	Valor
V501D	Valvula combustible linea # 5	Cerrada
V401D	Valvula combustible linea # 4	En movimiento
M288D	Motor linea transportadora # 2	Encendida
ProduccionD	Total producción turno	15291

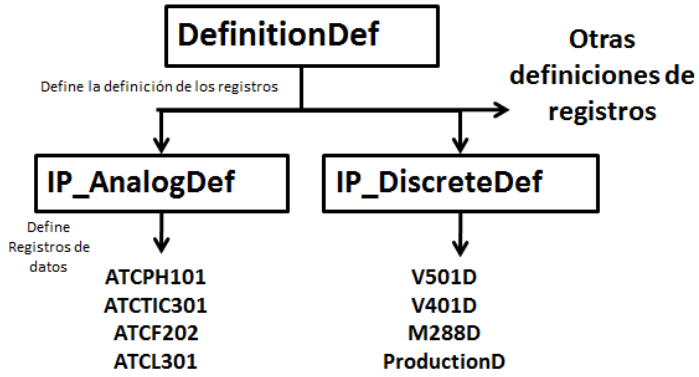
Fuente: IST International: Real Time Information Management Information

3.5.3. Jerarquía de los Registros:

Cada "Familia" es identificada por un tipo especial de registro tal como se observa en la ilustración 7, llamado un DEFINITION RECORD, los Definition Records (por ejemplo, IP_AnalogDef) determinan las características de cada registro.

- Por ejemplo, numero de campos, tipo de datos o campos.

Ilustración 7-Diagrama de jerarquía de registros en IP21.



Fuente: IST International: Real Time Information Management Information

3.5.4. Los Registros de Aspen InfoPlus.21 pueden ser:

- "Tags", cada uno contiene datos de una variable de proceso
- Registros de apoyo
    - Permiten almacenar las listas de elementos como unidades de ingeniería
    - Desarrollar procesos en otros registros, como cálculos o movimientos de datos.
    - Almacenar información del sistema.

Un Tag de Aspen InfoPlus.21 es un registro que contiene información puntual que puede ser:

- Valor medido por la instrumentación de la planta.
- Un SetPoint (Valor de Referencia) leído o que se introducen en un sistema de control.
- Un valor que resulta de un cálculo.

Algunas familias de Definición cuyos miembros son tags:

- IP_AnalogDef Tag de Registros que almacenan valores análogas
- IP_DiscreteDef Tag de Registros que almacenan valores enteros o reales
- IP_TextDef Tag de Registros que almacenan texto
- Hay muchos otros tipos de familias de valores preestablecidos
- Aspen InfoPlus.21 también soporta familias de tags del usuario u otros requerimientos inusuales

Un Tag almacena información acerca de una variable de proceso, tal como:

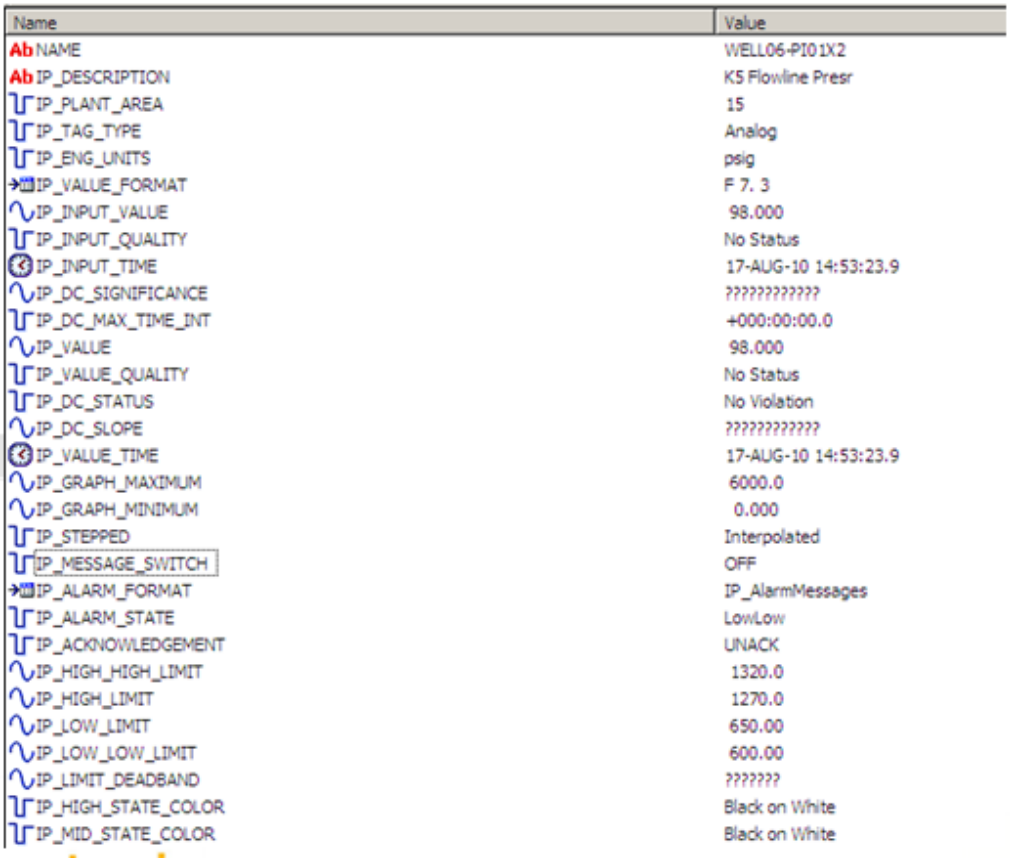
- Nombre del Tag
- Descripción
- Valor actual
- Nombre de las unidades de ingeniería usadas
- Área de la planta
- Valores Históricos

3.5.5. IDs y Nombres de los Tags

Los Nombres pueden tener de 1 a 24 caracteres, sin espacios, son únicos y Pueden contener cualquier carácter.

Los IDs son usados internamente por Aspen InfoPlus.21 API, son enteros positivos de 1 a 65535 y son únicos. En la ilustración 8, se ve en detalle un registro real de un TAG.

Ilustración 8-Estructura de un registro (TAG) en base de datos IP21



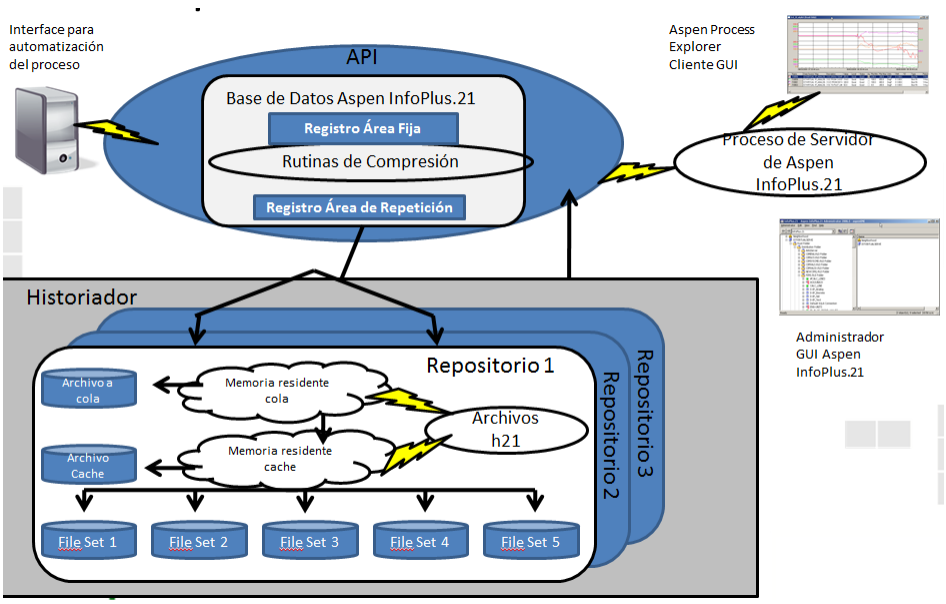
Name	Value
NAME	WELL06-PI01X2
IP_DESCRIPTION	K5 Flowline Presr
IP_PLANT_AREA	15
IP_TAG_TYPE	Analog
IP_ENG_UNITS	psig
IP_VALUE_FORMAT	F 7. 3
IP_INPUT_VALUE	98.000
IP_INPUT_QUALITY	No Status
IP_INPUT_TIME	17-AUG-10 14:53:23.9
IP_DC_SIGNIFICANCE	????????????
IP_DC_MAX_TIME_INT	+000:00:00.0
IP_VALUE	98.000
IP_VALUE_QUALITY	No Status
IP_DC_STATUS	No Violation
IP_DC_SLOPE	????????????
IP_VALUE_TIME	17-AUG-10 14:53:23.9
IP_GRAPH_MAXIMUM	6000.0
IP_GRAPH_MINIMUM	0.000
IP_STEPPED	Interpolated
IP_MESSAGE_SWITCH	OFF
IP_ALARM_FORMAT	IP_AlarmMessages
IP_ALARM_STATE	LowLow
IP_ACKNOWLEDGEMENT	UNACK
IP_HIGH_HIGH_LIMIT	1320.0
IP_HIGH_LIMIT	1270.0
IP_LOW_LIMIT	650.00
IP_LOW_LOW_LIMIT	600.00
IP_LIMIT_DEADBAND	???????
IP_HIGH_STATE_COLOR	Black on White
IP_MID_STATE_COLOR	Black on White

Fuente: Aspen InfoPlus.21 Product Family – Configuration guide

3.5.6. Historiador

- El historiador es el área donde se guardaran los datos del proceso para así ser consultados posteriormente por el sistema.
- Los valores actuales y algunos valores históricos se almacenan en campos de los registros en la base de datos en tiempo real tal como se describe en la ilustración 9, cada registro puede almacenar historia de datos utilizando el historiador para transferir dichos datos junto con la información de tiempo en los archivos del disco. El historiador también recupera datos desde los archivos de disco, cuando se requiera.

Ilustración 9-Esquema de funcionamiento del historiador IP21



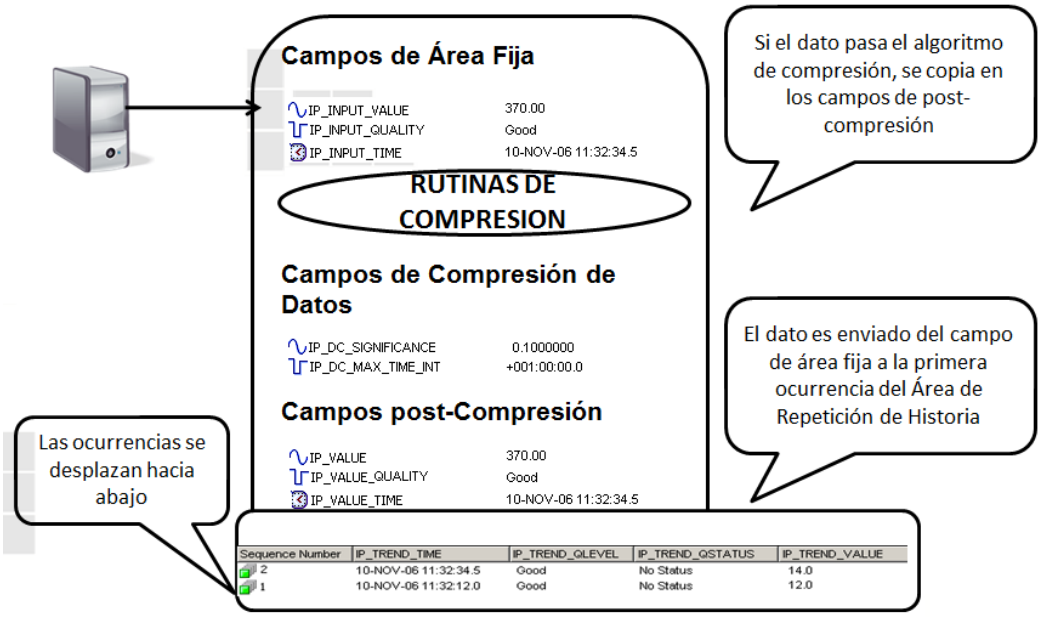
Fuente: IST International: Real Time Information Management Information

3.5.7. Actualización de la base de datos

El proceso normal en campo está definido por el equipo que trae la información de proceso, en este caso el servidor OPC y tal como se describe en la ilustración 10 el servidor de IP21 recibe estos datos y los dispone en la memoria RAM y actualiza con estos el área fija del registro , esta información pasa por el archivo de compresión allí se valida; si pasa el algoritmo de compresión se copia en los campos de post compresión del mismo registro, luego de esto el dato es enviado del área fija del registro al repositorio como información (esta información es almacenada en disco), este será el último dato registrado de la variable, la cual podrá ser consultada en cualquier momento tanto por el usuario como por el sistema a través de la programación que se tenga sobre la variable.

El propósito de la compresión de datos es inicialmente almacenar solo datos relevantes, utilizar menos espacio en disco, obtener gráficos más rápidos y perder solo en ruido de la gráfica.

Ilustración 10-Esquema de funcionamiento del sistema – entrada de datos.



Fuente: IST International: Real Time Information Management Information

3.5.8. Compresión de Datos.

En los sistemas de bases de datos la capacidad de almacenamiento es vital al definir la autonomía del sistema, como se ve en la ilustración 11 esto define ¿qué tanto tiempo podrá el sistema almacenar datos sin tener que realizar adiciones de hardware o mantenimientos?, por esta razón la compresión de datos proporciona vida extra al sistema si se configura de forma adecuada. Se ve claramente la diferencia entre una gráfica sin compresión de datos y una que si ha pasado por el algoritmo de compresión.

Ilustración 11-Resultados de la compresión de datos

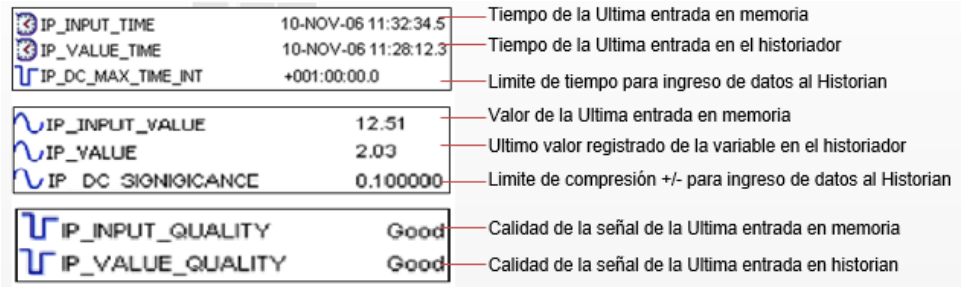
Fuente: IST International: Real Time Information Management Information

3.5.9. Pasos de Compresión de Datos- Valor Significante

Si el valor de entrada de la variable de campo no cumple con el rango prestablecido por el algoritmo de compresión el dato es almacenado en el área de post compresión de registro y llevado como registro al historiador (Espacio en Disco), de lo contrario el dato es almacenado en memoria y será sobre escrito por el siguiente dato que llegue de campo.

Los campos del registro (TAG) que interviene en el proceso de compresión son tiempo, calidad de la señal, valor de entrada de la variable y el factor de compresión definido por el programador tal como se muestra en la ilustración 12.

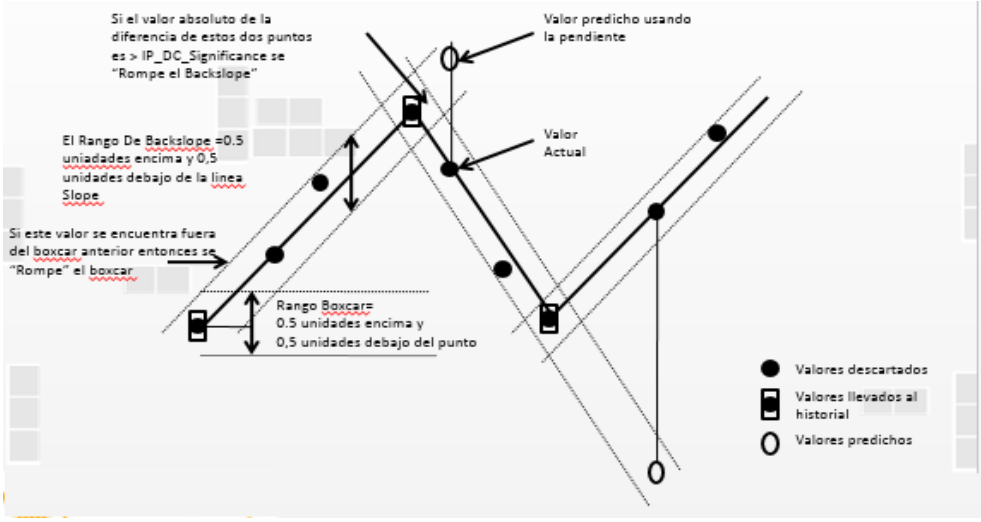
Ilustración 12-Campos que definen la compresión de datos



Fuente: IST International: Real Time Information Management Information

La ilustración 13 describe un ejemplo de compresión de datos en un fragmento pequeño de una señal de campo, se define un valor significante de compresión de +/- 0.5 y se evaluar cada punto con el inmediatamente anterior, cada vez que se encuentra un cambio drástico en la señal se almacena el dato en el historiador, si la señal no tiene perturbaciones significantes en el tiempo el campo que define el almacenamiento de los datos de entrada es IP_DC_MAX_TIME_IN tal como se ve en la ilustración 12, este valor indica el tiempo máximo que puede pasar antes de tomar el siguiente valor sin importar si cumple o no con el algoritmo de compresión.

Ilustración 13-ejemplo grafico de Algoritmo de compresión

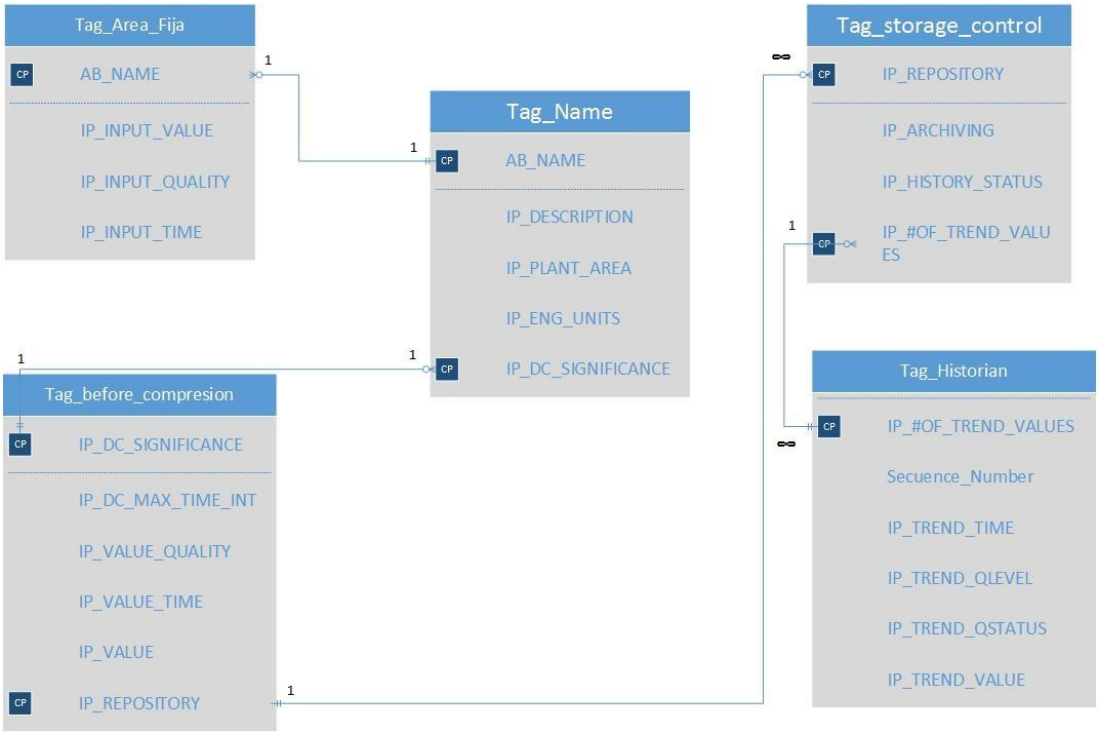


Fuente: IST International: Real Time Information Management Information

3.5.10. Modelo Entidad -Relación

Del funcionamiento del Sistema descrito en el capítulo anterior se desprende el diagrama Entidad Relación diseñado para realizar las consultas y el monitoreo del sistema. En la ilustración 14 se describe el modelo que permite entender el comportamiento del sistema una vez llegan los datos de campo a través del servidor OPC, como se procesan y finalmente como se almacenan en el Historiador.

Ilustración 14- Diagrama Entidad-Relación



Fuente: IST International: Real Time Information Management

La clase Tag_Name es el eje del sistema, allí se encuentran los atributos que distinguen a un tag de otro y es a través de su nombre que se relaciona con la clase Tag_Area_Fija, relación uno a uno ya que solo existe una área fija para cada tag y no debe existir la misma área fija para otro tag para garantizar la no duplicidad de datos y su correcto almacenamiento.

La clase Tag_before_compresion define a través del atributo IP_DC_SIGNIFICANCE el valor de control en el algoritmo de compresión, si este valor es excedido se activa el algoritmo de compresión y llena cada registro de la clase con el resultado del algoritmo, para cada tag se define de forma individual este valor y de acuerdo al proceso este puede ser definido por el usuario o por un resultado del sistema mismo, lo que define una relación uno a uno entre estas clases.

Tag_storage_control es la clase que define el estatus de los valores que irán para almacenamiento, existe solo un algoritmo de compresión para cada señal de campo pero existen varios estados luego de su comparación con el inmediatamente anterior, esto define si deberá almacenarse el dato en disco, en memoria o no almacenarse; una relación uno a varios entre estas entidades garantiza la selección de datos de campo necesaria para el sistema.

Tag_Historian es la entidad que se encarga del almacenamiento definitivo de la información en los file sets de la base de datos en disco, se relaciona uno a varios con la entidad Tag_storage_control ya que existe solo un valor de registro definitivo pero distintos lugares para su almacenamiento en la base de datos.

3.5.11. Generación de tablas Sistema de información

El diagrama Entidad- Relación se utiliza para la realización de los esquemas iniciales, la definición de las entidades y atributos, así como las tablas y campos que van a ser usadas en el almacenamiento de los datos producidos en el ciclo productivo.

Los signos de interrogación en las tablas son interpretados por el sistema de IP21 como no definido y se utilizan cuando no queremos colocar un límite al valor de una variable de campo, esta definición el algoritmo de compresión anula su realización y hace que todos los datos sean cargados al sistema.

Ilustración 15-Entidad Tag_Name

Tag_Name				
AB_NAME	IP_DESCRIPTION	IP_PLANT_AREA	IP_ENG_UNITS	IP_DC_SIGNIFICANCE
AI8402B	Nivel de humedad Cusiana	Gas_cromatog	%	?????????
SGI8401A2	Poder Calorifico Cusiana	Gas_cromatog	Unid	0,02
AI8401M	Porcentaje de CO2 Cusiana	Gas_cromatog	%	0,0001
AI8403B	Punto de rocio Cusiana	Gas_cromatog	ºF	0,1

Fuente: Aspen InfoPlus.21 Product Family – Historian

Como se observa en la ilustración 15, la entidad Tag_Name almacena los principales datos de un Tag como el nombre, la descripción, el área de la planta a la que pertenece, las unidades de ingeniería y el parámetro inicial de compresión de la señal.

La siguiente entidad tiene que ver con los valores de campo con los que entra la señal al sistema – denominada Área Fija- tal como se muestra en la ilustración 16, esta se relaciona con un único Tag a través del nombre para hacerla única e irrepetible, garantizando que un Tag no tendrá dos valores distintos al mismo tiempo. En esta entidad se encuentran los datos principales de la señal de entrada tales como valor de entrada, calidad de la señal y fecha exacta de la entrada de la muestra.

Ilustración 16. Tag_Area_Fija

Tag_Area_Fija			
AB_NAME	IP_INPUT_VALUE	IP_INPUT_QUALITY	IP_INPUT_TIME
AI8402B	0,0024	Good	8-Jun-2014 14:02:51.4
SGI8401A2	1,978	Good	8-Jun-2014 14:02:54.5
AI8401M	6,1789	Good	8-Jun-2014 14:02:57.6
AI8403B	0	Good	8-Jun-2014 14:02:59.7

Fuente: Aspen InfoPlus.21 Product Family – Historian

La entidad que registra el nivel de compresión de datos es la representada en la ilustración 17, tal como se explica en el apartado 3.5.8 Compresión de Datos, en esta entidad están definidos los parámetros de compresión tanto en valor de la señal como en tiempo límite de muestreo.

Ilustración 17- Tag_Compression_Data

Tag_Compession_Data	
IP_DC_SIGNIFICANCE	IP_DC_MAX_TIME_INT
?????????	?????????
0,02	000:50:00,0
0,0001	000:30:00,0
0,1	001:00:00,0

Fuente: Aspen InfoPlus.21 Product Family – Historian

Una vez definido el nivel de compresión de datos de la señal el sistema se alimentara con el resultado, en la entidad post compresión como se describe en la ilustración 18, se encuentran valores de tendencias, valores idénticos por la ausencia de parámetros de compresión y valores anteriores por la falta de variación suficiente de la señal de entrada.

Ilustración 18- Tag_before_Compression

Tag_before_compression				
IP_DC_SIGNIFICANCE	IP_VALUE_QUALITY	IP_VALUE_TIME	IP_VALUE	IP_REPOSITORY
?????????	Good	8-Jun-2014 14:02:51.4	0,0024	file set 4
0,02	Good	8-Jun-2014 14:02:54.5	1,978	file set 3
0,0001	Good	8-Jun-2014 14:02:50.6	0	file set 2
0,1	Good	8-Jun-2014 14:03:01.7	0	file set 1

Fuente: Aspen InfoPlus.21 Product Family – Historian

Una vez identificados los datos por el nivel de post-compresión se realiza control para el almacenamiento definitivo, en la entidad Tag_Store_Control descrita en la ilustración 19, se identifica el file set definitivo de almacenamiento en disco, el estado de almacenamiento de la señal, disponibilidad de almacenamiento y el valor definitivo para almacenar.

Ilustración 19- Tag_Store_Control

Tag_Storage_Control			
IP_REPOSITORY	IP_ARCHIVING	IP_HISTORY_STATUS	IP_#OF_TREND_VALUES
file set 4	ON	no status	0,0024
file set 3	ON	ON	1,978
file set 2	ON	ON	0
file set 1	ON	ON	0

Fuente: Aspen InfoPlus.21 Product Family – Historian

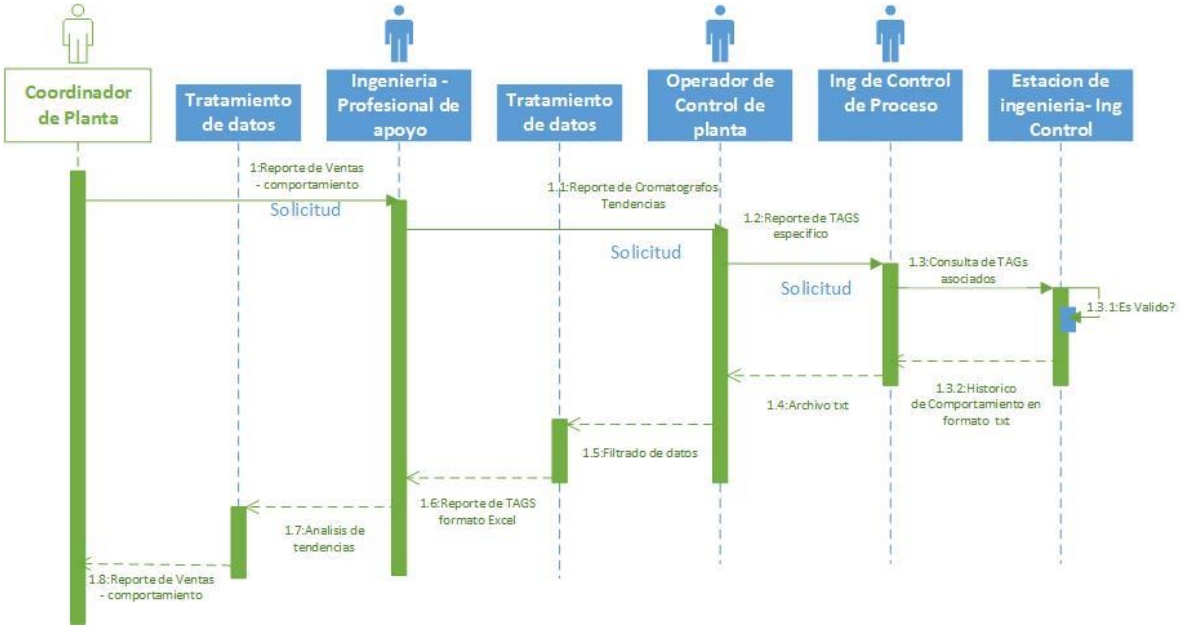
La entidad que describe el paso de la información de la memoria RAM al disco luego de los distintos procesos se define como Tag_Historian y se describe en la ilustración 20, esta tiene el valor definitivo de almacenamiento de la señal, el valor de tiempo de la muestra, el número de iteración almacenada, el valor de la tendencia de la señal y un campo de consulta para intercambio de datos con el sistema en memoria RAM.

4. VALIDACION EN PLANTA PARA LA GENERACIÓN DE REPORTES

En la ilustración 20 se describe la generación de reportes en la planta de Gas de CPF Cupiagua, es necesario que este sea solicitado por un nivel superior para su gestión, en este caso el reporte es solicitado por la coordinadora de Planta, Advierte la necesidad de tener el informe diario de comportamiento del área de GAS ventas (Cromatografía), solicita Grafica de tendencias, tabla de datos y los logos oficiales de la empresa para que sirva de reporte a otras áreas de interés.

4.1. Procedimiento actual para la generación de reportes de planta

Ilustración 20-Modelo de generación de reportes antes de implementación

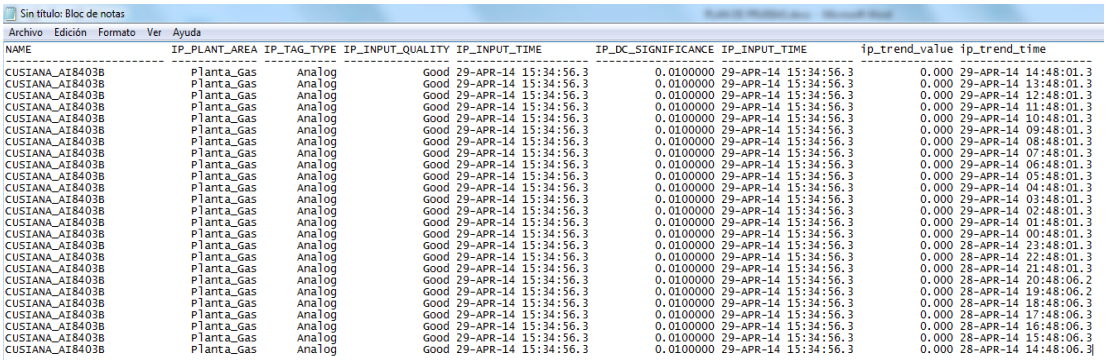


Fuente: Planta de Gas CPF Cupiagua – ENCUESTA –RESULTADOS.

- Solicitud de la información, Cromatografía Cusiana (Nivel de humedad, poder calorífico, porcentaje de CO2, punto de Rocío) y Cupiagua (Poder calorífico, porcentaje de CO2, poder calorífico Cupiagua Vs Cusiana)
- Uno de los Ing. de apoyo al proceso (ING. DE PLANTA) solicita la información al operador de control (CHARLIE 20).
- El operador de control (CHARLIE 20) solicita al ing. de control que realice una consulta en la unidad de ingeniera con los datos técnicos de la petición, en esta etapa el operador debe establecer los tags asociados a la necesidad de información de la petición para así obtener datos exactos y no llenar el reporte con datos innecesarios que lo alteren o hagan más compleja la consolidación del mismo.

Un ejemplo de una consulta generada por la unidad de ingeniería está en la ilustración 21, archivo en formato txt entregado al operador.

Ilustración 21-Reporte entregado por la unidad de Ingeniería



Sin título: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

NAME	IP_PLANT_AREA	IP_TAG_TYPE	IP_INPUT_QUALITY	IP_INPUT_TIME	IP_DC_SIGNIFICANCE	IP_INPUT_TIME	ip_trend_value	ip_trend_time
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 14:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 13:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 12:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 11:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 10:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 09:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 08:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 07:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 06:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 05:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 04:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 03:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 02:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 01:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	29-APR-14 00:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	28-APR-14 23:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	28-APR-14 22:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	28-APR-14 21:48:01.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	28-APR-14 20:48:06.2
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	28-APR-14 19:48:06.2
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	28-APR-14 18:48:06.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	28-APR-14 17:48:06.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	28-APR-14 16:48:06.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	28-APR-14 15:48:06.3
CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas	Analog	Good	29-APR-14 15:34:56.3	0.0100000	29-APR-14 15:34:56.3	0.000	28-APR-14 14:48:06.3

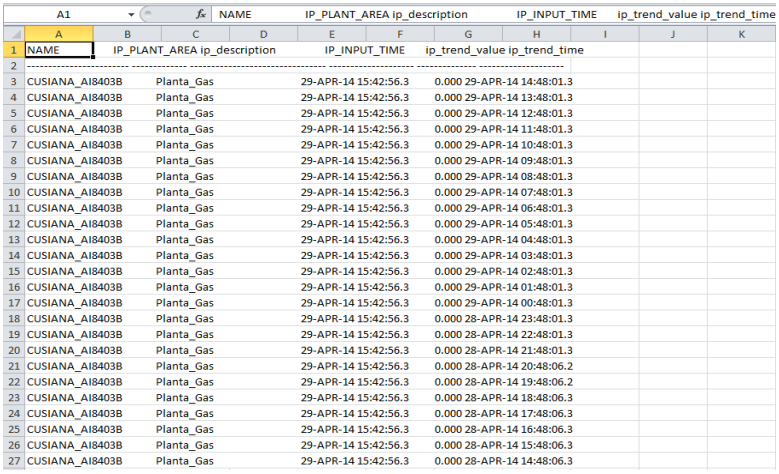
Fuente: UICPF: Foxboro – Fox view report.

Consulta generada por la unidad de Ingeniería en Control Room.

- Una vez generado el reporte en la unidad de ingeniería (reporte en formato txt) el operador procede con la copia y filtración de la información en un archivo Excel, se encarga de eliminar datos innecesarios como información de registro y almacenamiento, información fija de los tags, estados y operaciones propias de la consulta, entre otros, este resultado se ve claramente en la ilustración 22.

Ejemplo de un archivo de Excel generado por el operador:

Ilustración 22-Reporte control room



A1 fx NAME IP_PLANT_AREA ip_description IP_INPUT_TIME ip_trend_value ip_trend_time

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	NAME	IP_PLANT_AREA	ip_description		IP_INPUT_TIME		ip_trend_value	ip_trend_time			
2											
3	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 14:48:01.3			
4	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 13:48:01.3			
5	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 12:48:01.3			
6	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 11:48:01.3			
7	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 10:48:01.3			
8	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 09:48:01.3			
9	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 08:48:01.3			
10	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 07:48:01.3			
11	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 06:48:01.3			
12	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 05:48:01.3			
13	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 04:48:01.3			
14	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 03:48:01.3			
15	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 02:48:01.3			
16	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 01:48:01.3			
17	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	29-APR-14 00:48:01.3			
18	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	28-APR-14 23:48:01.3			
19	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	28-APR-14 22:48:01.3			
20	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	28-APR-14 21:48:01.3			
21	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	28-APR-14 20:48:06.2			
22	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	28-APR-14 19:48:06.2			
23	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	28-APR-14 18:48:06.3			
24	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	28-APR-14 17:48:06.3			
25	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	28-APR-14 16:48:06.3			
26	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	28-APR-14 15:48:06.3			
27	CUSIANA_AI8403B	Planta_Gas			29-APR-14 15:42:56.3		0.000	28-APR-14 14:48:06.3			

Fuente: Equipo de control room CPF Cupiagua

- Con el archivo de datos filtrado se hace entrega al Ing. de Planta para que haga el correspondiente análisis estadístico por medio de la tabla de datos y una gráfica de comportamiento asociada si fuera necesario, adicional se encarga de titular el archivo y

adjuntar los logos de la empresa en el reporte para su respectiva entrega, este resultado se describe en la ilustración 23.

Ejemplo de un archivo de Excel generado por el Profesional de apoyo:

Ilustración 23-Reporte de Ingeniería: Profesional de apoyo

	A	B	C
1			
2			
3		**Punto de Rocio Comatografo Cusiana**	
4	ecopetrol	del 28 al 29 de Abril de 2014	
5			
6			
7			
8	Area del Campo	Registro de datos	Valor
9	----------	----------	----------
10	Planta_Gas	15:42:56.3	0.000
11	Planta_Gas	15:42:56.4	0.000
12	Planta_Gas	15:42:56.5	0.000
13	Planta_Gas	15:42:56.6	0.000
14	Planta_Gas	15:42:56.7	0.000
15	Planta_Gas	15:42:56.8	0.000
16	Planta_Gas	15:42:56.9	0.000
17	Planta_Gas	15:42:56.10	0.000
18	Planta_Gas	15:42:56.11	0.000
19	Planta_Gas	15:42:56.12	0.000
20	Planta_Gas	15:42:56.13	0.000
21	Planta_Gas	15:42:56.14	0.000
22	Planta_Gas	15:42:56.15	0.000
23	Planta_Gas	15:42:56.16	0.000
24	Planta_Gas	15:42:56.17	0.000
25	Planta_Gas	15:42:56.18	0.000
26	Planta_Gas	15:42:56.19	0.000
27	Planta_Gas	15:42:56.20	0.000
28	Planta_Gas	15:42:56.21	0.000
29	Planta_Gas	15:42:56.22	0.000
30	Planta_Gas	15:42:56.23	0.000
31	Planta_Gas	15:42:56.24	0.000
32	Planta_Gas	15:42:56.25	0.000
33	Planta_Gas	15:42:56.26	0.000
34	Planta_Gas	15:42:56.27	0.000

Fuente: Equipo profesional de apoyo a la coordinación.

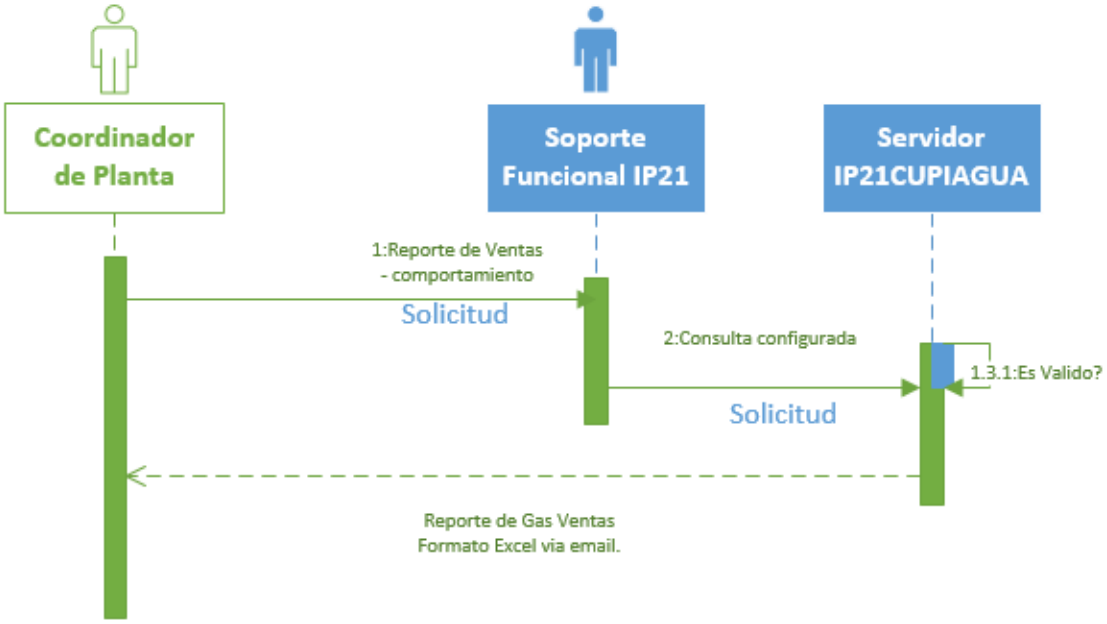
- Se recibe el reporte de comportamiento realizado por el profesional de apoyo a la Coordinadora para su análisis e interpretación, esta última asume como válida la tendencia y los datos del reporte y procede con la toma de decisiones o entrega de reportes basados en el archivo.

Se anota dentro del procedimiento la imposibilidad para realizar informes diarios por la no disponibilidad de tiempo de todos los funcionarios debido a responsabilidades y actividades distintas a la generación de reportes, en la mayoría de las ocasiones estos reportes no llegan a ser terminados el mismo día.

4.2. Procedimiento luego de la implementación del sistema de generación de reportes.

Con la implementación del sistema de gestión de reportes cambia la forma, el tiempo y los actores que intervienen habitualmente en el proceso, así como se muestra en la ilustración 24, ahora solo se tiene que solicitar al soporte funcional de INFOPLUS.21 la información necesaria y este se encargara de configurar en el servidor el envío de reportes en los tiempos necesarios al solicitante.

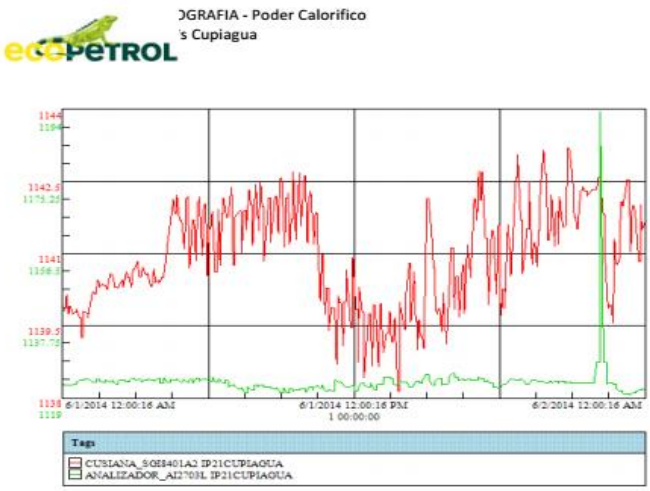
Ilustración 24-Modelo de generación de reportes después de implementación



Fuente: Planta de Gas CPF Cupiagua – IP21CUPIAGUA

Con esto se reduce notablemente el tiempo de respuesta a las necesidades de la Coordinación de la Planta, pasando de unos días a apenas un par de horas, también se reduce la carga a los operadores de control y a los ingenieros de apoyo y se libera al personal de control del área de mantenimiento que está al corriente de la estación de ingeniera, el resultado es una archivo de Excel con gráficas y tablas de comportamiento de las variables relevantes tal como lo muestra la ilustración 25.

Ilustración 25-Reporte de respuesta vía email



Fuente: Planta de Gas CPF Cupiagua – LLCLC8054769

5. REQUERIMIENTOS DE INTEGRACION EN PLANTA

Dentro de la Planta de producción de Gas se genera gran cantidad de información relevante para el negocio como para los procesos de producción no solo de Gas sino de petróleo también; toda esta información en conjunto, puede facilitar a la empresa el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos por la legislación, aumentar los niveles de productividad y mejorar el desempeño en los procesos, lo cual se traduce en grandes beneficios para el negocio.

Para esto se necesita una comunicación eficiente entre los diferentes sistemas de información que generan y administran datos en los diferentes niveles de la empresa, facilitando al nivel de negocios comunicar los requerimientos de producción y a su vez conocer el desempeño del piso de planta con el fin de orientar las acciones dentro de la empresa.

En este caso se tiene la necesidad de integrar la información del piso de planta para facilitar la comunicación de los requerimientos de producción, los cuales son establecidos por el nivel de negocios después de realizar un análisis de demanda de producto; estos requerimientos le indican al área de producción las cantidades que se debe elaborar para garantizar el cumplimiento de los objetivos.

De la misma manera es importante que el nivel de negocios conozca cual fue el resultado de la ejecución de la producción, se debe detallar la cantidad producida de gas y los diferentes recursos utilizados, con el fin de realizar un análisis, determinar costos y establecer acciones para mejorar los posibles inconvenientes presentados en la Planta

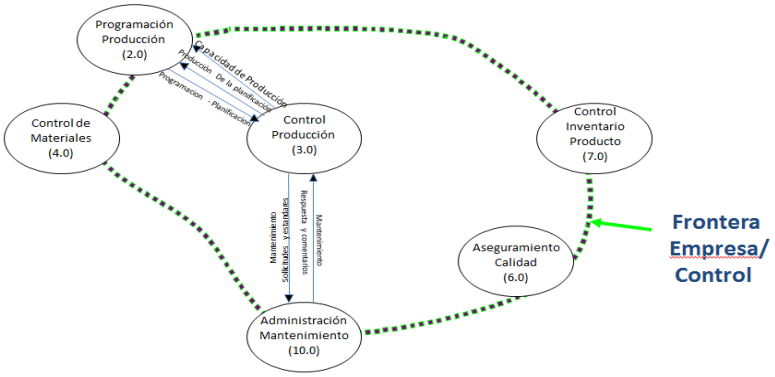
5.1. Alcance de la implementación en Planta. ISA 95 – MES – INFOPLUS21

Se implementaran las interfaces mostradas en la ilustración 26 que corresponden al intercambio de información del programa de producción y de desempeño de la producción para la Planta de Gas, que hacen referencia a los requerimientos establecidos para el caso de estudio. En esta fase se organiza y estructura la información necesaria para realizar la integración de la información, mediante el modelado de la empresa y la implementación de los modelos de objetos que permiten especificar los procesos y variables involucradas en el proceso. Además, con base en la información anterior se crean las instancias de los modelos de objetos de programa de producción y desempeño de producción, como medio para diseñar y establecer los documentos y el contenido de datos que será intercambiado dinámicamente a través de una arquitectura software que ofrece AspenONE. Se utiliza como guía el estándar ISA 95 en el segmento 3 donde se describe el modelo de flujo de datos funcional y su relación con MES para la implementación de la solución con INFOPLUS21.

La primera parte de la metodología de ISA 95 define los componentes funcionales que operan dentro de la empresa con el fin de establecer sus actividades, así como el flujo de información entre ellas, se realiza a través del modelo de flujos de datos funcional, la segunda parte define Recolección y estructuración de la información, la tercera es la Identificación de los equipos involucrados en el proceso, definición de características y propiedades así como el agrupamiento de estos en unidades, célula de proceso y área de producción, La cuarta organiza y modela la información de

definición de producto, la quinta es la documentación del programa de control, la sexta es la documentación del desempeño de la producción y la séptima es la creación del sistema de monitoreo que contenga todas las características necesarias para una fácil integración de la información del programa de producción y desempeño de la producción a través de los parámetros de unidad, fase y los respectivos reportes la creación del sistema de monitoreo.

Ilustración 26-Modelo de flujo de datos funcional - Ajustado al caso de estudio CPG



Fuente: Planta de Gas CPF Cupiagua

5.1.1. Control de producción (3.0) ISA 95

Esta función abarca las funciones en cuanto a control de manufactura se refieren, controlando la transformación de materias primas en productos finales, generando reportes para apoyar la toma de decisiones en producción, describe la disponibilidad de la planta, expidiendo requerimientos para materias primas, y coordinando y solicitando mantenimientos entre otras funciones. Por su carácter vital en la empresa, es la función que interactúa con la mayoría de las otras funciones por lo que la cantidad de información que maneja es bastante alto.

Las funciones principales en el control de producción incluyen ingeniería de soporte de proceso, control de operaciones y planificación de las operaciones.

En este caso por falta de permisos para intervenir sobre el Sistema de Control el sistema se limitara a la supervisión y a la generación de reportes.

5.1.2. Control y administración de materiales y suministros ISA-95

Se encarga del control y administración de todos los elementos que pueden ser considerados como materias primas o suministros utilizados en la elaboración de productos y para los cuales es necesario mantener una existencia adecuada en la empresa para garantizar la continuidad de los procesos de producción. A diferencia de los procesos por lotes en el caso de la producción de GAS el control y la administración de los elementos se hacen sobre el proceso continuo, filtrando paso a paso los elementos distintos al metano para asegurar el cumplimiento de la normatividad. El desarrollo de estas actividades se encuentra a cargo de la persona del cuarto de control.

5.1.2.1. Definición de materiales – ISA 95

En general este modelo definido por la norma ISA – 95 permite realizar la descripción de los materiales que son manejados en el proceso de producción, incluyendo información de materias primas, productos intermedios, productos derivados y producto terminado. La creación de estas instancias tiene como objetivo facilitar el intercambio de información referente a los recursos de material para planificación, programación y reportes del desempeño de la producción.

Tabla 2. *Modelo de objeto de materiales - Nitrógeno*

ID	N2			
NOMBRE	Nitrógeno			
DESCRIPCION	El nitrógeno líquido es nitrógeno puro en estado líquido a una temperatura igual o menor a su temperatura de ebullición, que es de –195,8 °C a una presión de una atmósfera. El nitrógeno líquido es incoloro e inodoro. Su densidad en el punto triple es de 0,808 g/ml.			
CLASE DE MATERIAL ASOCIADA	GAS		ID	
PROCESOS REALIZADOS	Separación			
TOLERANCIAS				
PROPIEDAD	MIN	MAX	STANDARD	UNIDAD DE MEDIDA
Concentración	---	---	0.50	%
Gravedad Específica (Agua=1)	---	---	0.808 a -195.8 ºC	
Punto de Ebullición	---	---	-195.8	ºC
Punto de Fusión	---	---	-210	ºC
Densidad Relativa del vapor (Aire=1)	---	---	0.967	
Viscosidad	---	---	N.A.	cp
PH	---	---	N.A.	

Tabla 3. *Modelo de objeto de materiales – Etanol*

ID	C2H6O, CH3CH2OH		
NOMBRE	Etanol		
DESCRIPCION	El etanol es un líquido incoloro, volátil, con un olor característico y sabor picante. También se conoce como alcohol etílico. Sus vapores son mas pesados que el aire.		
CLASE DE MATERIAL ASOCIADA	GAS	ID	
PROCESOS REALIZADOS	Separación		

TOLERANCIAS				
PROPIEDAD	MIN	MAX	STANDARD	UNIDAD DE MEDIDA
Concentración	---	10	---	%
Gravedad Específica (Agua=1)	---	---	0.7893/20ºC	
Punto de Ebullición	---	---	78.3	ºC
Punto de Fusión	---	---	-114.5	ºC
Densidad Relativa del vapor (Aire=1)	---	---	1.60	
Viscosidad	---	---	1.2 a 20 ºC	cp
PH	---	---	7.0	

Tabla 4. *Modelo de objeto de materiales – Propano*

ID	C3H8		
NOMBRE	Gas Propano		
DESCRIPCION	Gas componente del petróleo líquido, para uso industrial y comercial. Alimentación básica en el proceso de cracking utilizados en la manufactura de etileno y propileno. Síntesis orgánica, Refrigerante de refinación química y procesamiento de gas.		
CLASE DE MATERIAL ASOCIADA	GAS	ID	
PROCESOS REALIZADOS	Separación		

TOLERANCIAS				
PROPIEDAD	MIN	MAX	STANDARD	UNIDAD DE MEDIDA
Concentración	---	3	---	%
Gravedad Específica (Agua=1)	---	---	0.5853 a -55 ºC	
Punto de Ebullición	---	---	-42,1 a 760 mmHg	ºC
Punto de Fusión	---	---	-189.7	ºC
Densidad Relativa del vapor (Aire=1)	---	---	1,56 a 0ºC	
Viscosidad	---	---	N.A	cp
PH	---	---	N.A	

Tabla 5. *Modelo de objeto de materiales – Butanol*

ID	CH3CH2CH2CH2OH
NOMBRE	Butanol

DESCRIPCION	Se conoce como alcohol butílico, 1-butanol o n-butanol. Es un líquido claro, con olor punzante, no residual, soluble en etanol, metanol y otros solventes orgánicos. Es poco soluble en agua.			
CLASE DE MATERIAL ASOCIADA	GAS		ID	
PROCESOS REALIZADOS	Separación			
TOLERANCIAS				
PROPIEDAD	MIN	MAX	STANDARD	UNIDAD DE MEDIDA
Concentración	---	0.50	---	%
Gravedad Específica (Agua=1)	---	---	0.8109/20ºC	
Punto de Ebullición	116	118	---	ºC
Punto de Fusión	---	---	-89	ºC
Densidad Relativa del vapor (Aire=1)	---	---	2.6	
Viscosidad	---	---	3.0/20ºC	cp
PH	---	---	7(70 g/l, H2O, 20ºC)	

Tabla 6. *Modelo de objeto de materiales – CO2*

ID	CO2			
NOMBRE	Dióxido de Carbono			
DESCRIPCION	El dióxido de carbono (CO2) es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra) actualmente en una proporción de 350 ppm. (Partes por millón). Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno.			
CLASE DE MATERIAL ASOCIADA	GAS		ID	
PROCESOS REALIZADOS	Separación			
TOLERANCIAS				
PROPIEDAD	MIN	MAX	STANDARD	UNIDAD DE MEDIDA
Concentración	---	---	2	%
Gravedad Específica (Agua=1)	---	---	N.A	
Punto de Ebullición	---	---	-78.5/sublima	ºC
Punto de Fusión	---	---	-56.6 a 5.2 atm	ºC
Densidad Relativa del vapor (Aire=1)	---	---	1.522	
Viscosidad	---	---	58.4 a 20ºC	cp
PH	---	---	3.2 sol. Saturada de CO2	

Tabla 7. *Modelo de objeto de materiales – Pentano*

ID	CH5H12			
NOMBRE	Pentano			
DESCRIPCION	Pentano es un hidrocarburo saturado o alcano con fórmula química C_5H_{12}. A diferencia de los 4 primeros alcanos, que son gaseosos, el pentano se encuentra en forma líquida a temperatura ambiente			
CLASE DE MATERIAL ASOCIADA	GAS	ID		
PROCESOS REALIZADOS	Separación			
TOLERANCIAS				
PROPIEDAD	MIN	MAX	STANDARD	UNIDAD DE MEDIDA
Concentración	---	---	0.40	%
Gravedad Específica (Agua=1)	---	---	0.626/20ºC	
Punto de Ebullición	---	---	36	ºC
Punto de Fusión	---	---	-130	ºC
Densidad Relativa del vapor (Aire=1)	---	---	2.50	
Viscosidad	---	---	N.A.	cp
PH	---	---	N.A.	

Tabla 8. *Modelo de objeto de materiales – Pentano*

ID	N2			
NOMBRE	Nitrogeno			
DESCRIPCION	El nitrógeno líquido es nitrógeno puro en estado líquido a una temperatura igual o menor a su temperatura de ebullición, que es de –195,8 °C a una presión de una atmósfera. El nitrógeno líquido es incoloro e inodoro. Su densidad en el punto triple es de 0,808 g/ml.			
CLASE DE MATERIAL ASOCIADA	GAS	ID		
PROCESOS REALIZADOS	Separación			
TOLERANCIAS				
PROPIEDAD	MIN	MAX	STANDARD	UNIDAD DE MEDIDA
Concentración	---	---	0.50	%
Gravedad Específica (Agua=1)	---	---	0.808 a -195.8 ºC	
Punto de Ebullición	---	---	-195.8	ºC
Punto de Fusión	---	---	-210	ºC
Densidad Relativa del vapor (Aire=1)	---	---	0.967	

Viscosidad	---	---	N.A.	cp
PH	---	---	N.A.	

5.1.3. La generación de reportes ISA-95

Incluye aquellos que son enviados a las funciones de control de producción (3.0) y a contabilidad (8.0), estos últimos no se generan en este caso de estudio. Los reportes que son enviados a la Coordinación de Planta y producción en control de producción (3.0) incluyen información referente a las Producción de los gases en el cromatografo y uso (consumo) que se le ha dado a los materiales y suministros que están relacionados directamente con el proceso de producción. La generación de este informe está a cargo del sistema.

5.1.4. Planificación de la interfaz del sistema MES

El MES debería estar conectado al sistema de planeación para aceptar órdenes de trabajo y demás entradas para subir la información que sea necesaria. Las comunicaciones deberían tener un canal de respaldo de tal forma que el MES pueda guardar la información del sistema de planeación sobre actividades de planta tales como datos sobre el trabajo, cambios de inventario y el avance de las órdenes de trabajo. Otros métodos de alimentación del sistema y presentación de informes pueden fácilmente ser ajustados y en algunos casos tales como procesos en serie las órdenes de producción pueden obviarse.

5.1.5. Recolección de Datos MES

Esta parte del sistema MES adquiere la los datos de proceso para la administración y reunión de información de tal forma que el sistema pueda permanecer actualizado. A través de varias clases de sensores e interfaces de control, los datos de la operación de la planta de proceso pueden ser reunidos, cotejados y trasmitidos a cualquier base de datos deseada. Este es el método principal para todo el personal para comunicarse con el MES, ya sea a través del sistema de entrada y salida de información por parte de los operadores o reconocimiento electrónico de eventos. Las conexiones directas con el PLC para descargar y/o reunir información son también parte de esta área.

Por la necesidad de información en el área de Gas ventas y la importancia que tiene el rol de Coordinador de planta de gas se realizará sobre esta sección el desarrollo del proyecto.

El sistema permite visualizar el proceso de planta, teniendo en cuenta la información enviada por el sistema de control al servidor de IP21 , esta implementación permite efectuar supervisión del proceso así como también la presentación de reportes y el almacenamiento de los datos relevantes para enviar hacia el nivel de negocios mediante la configuración de reportes que envían un documento de desempeño de la producción.

5.2. Procedimiento actual para reportes de planta

Para el desarrollo de la aplicación se siguieron los siguientes pasos:

5.2.1. Identificación de señales en los P&ID´s de planta.

Se identificaron las señales asociadas a las necesidades de la Coordinación de Planta en los archivos PN&D´s y se llega a la Ref. - CGP-F-SG-P1-PRE-84-001-01_1- Planta de Gas – SALES GAS METERING SYSTEM. (Anexo 5. SALES GAS METERING SYSTEM) como plano base para la identificación de señales a configurar.

5.2.2. Selección de señales.

Se seleccionan señales específicas para la recolección de datos que brindan información importante al área Administrativa. (Selección de Tags)(Anexo 6. Tabla de tags de planta de GAS).

Tabla 9- Registro de Señales de Planta de Gas (TAGs).

CARACTERISTICA DE PROCESO	**TAG-SEÑAL DE PROCESO**
NIVEL DE HUMEDAD- CUSIANA	CUSIANA_AI8402B
PODER CALORIFICO-CUSIANA	CUSIANA_SGI8401A2
PORCENTAJE DE CO2-CUSIANA	CUSIANA_AI8401M
PUNTO DE ROCIO-CUSIANA	CUSIANA_AI8403B
PODER CALORIFICO-CUPIAGUA	ANALIZADOR_AI2703L
PORCENTAJE C02-CUPIAGUA	ANALIZADOR_AI2703I

Fuente: UICPF: Foxboro – Fox view report.

5.2.3. Carga de señales al servidor:

Luego de haber identificado las señales de planta se procede con el cargue de dichas señales (Tags) en el servidor de INFOPLUS 21 (IP21CUPIAGUA), para su configuración y tratamiento.

5.2.4. Configuración de registros (TAGs) de Planta de GAS:

Se configura el registro de cada tag dentro de la base de datos del sistema de información en el servidor IP21CUPIAGUA.

Se hace uso de la herramienta SQLplus de IP21 para validar la existencia, configuración y actualización de los tags.

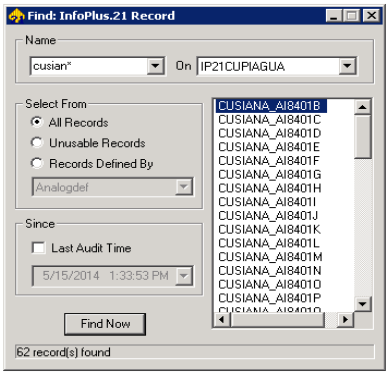
Tabla 10. Código de desarrollo, consulta y actualización de señales en el servidor de Infoplus21.

select name from ip_analogdef where name like '%ANA%'	**Búsqueda de un grupo de tags que contiene la palabra ANA.**
UPDATE ana001 SET IP_DESCRIPTION = 'execUTED ON COS'	Actualiza el valor del Tag ana001 en el campo IP_DESCRIPTION y lo sobrescribe a execUTED ON COS
UPDATE ATCL101 SET IP_GRAPH_MAXIMUM = 60000, IP_GRAPH_MINIMUM = 0	Actualiza el valor del Tag ATCL101 en el campo IP_GRAPH_MAXIMUM a 60000 y en el campo IP_GRAPH_MINIMUM a 0
GRANT WRITEGENERAL ON (select name from ip_analogdef where name like 'ANA%') TO OPERADOR, INGENIERIA, UserAll, Administrador	Asignación de permisos sobre un grupo de tags.

Fuente: IST International: Real Time Information Management Information

5.2.5. Búsqueda de tags de cromatografía en el sistema Infoplus21.

Ilustración 27-Buscador de Señales de proceso (TAGs) Servidor InfoPlus21.



Fuente: Servidor IP21CUPIAGUA – App: InfoPlus21 v. 7.2- Aspen Tech

5.2.6. Validar el estado, configuración y parámetros de los tag´s.

Ilustración 28-Señal del área de proceso de Gas ventas - TAG AIB40IB

Name	Value
NAME	CUSIANA_AI8401B
IP_DESCRIPTION	
IP_PLANT_AREA	Planta_Gas
IP_TAG_TYPE	Analog
IP_ENG_UNITS	%
IP_VALUE_FORMAT	F 7. 3
IP_INPUT_VALUE	0.000
IP_INPUT_QUALITY	Good
IP_INPUT_TIME	16-MAY-14 13:34:41.3
IP_DC_SIGNIFICANCE	0.0100000
IP_DC_MAX_TIME_INT	+001:00:00.0
IP_VALUE	0.000
IP_VALUE_QUALITY	Good
IP_DC_STATUS	No Violation
IP_DC_SLOPE	0.0000000
IP_VALUE_TIME	16-MAY-14 12:41:46.3
IP_GRAPH_MAXIMUM	100.00
IP_GRAPH_MINIMUM	0.000
IP_STEPPED	Interpolated
IP_MESSAGE_SWITCH	OFF
IP_ALARM_FORMAT	IP_AlarmMessages
IP_ALARM_STATE	OK
IP_ACKNOWLEDGEMENT	UNACK
IP_HIGH_HIGH_LIMIT	100.00
IP_HIGH_LIMIT	100.00
IP_LOW_LIMIT	0.000
IP_LOW_LOW_LIMIT	0.000
IP_LIMIT_DEADBAND	???????
IP_HIGH_STATE_COLOR	Black on White
IP_MID_STATE_COLOR	Black on White
IP_LOW_STATE_COLOR	Black on White
IP_TREND_VIEW_TIME	+000:00:00.0
IP_DEVICE_TABLE	
IP_REPOSITORY	Gas
IP_ARCHIVING	ON
IP_HISTORY_STATUS	OK
IP_TREND_SEQ_#	75112
IP_TYPE_NUMBER	20
IP_#_OF_TREND_VALUES	2

Fuente: Servidor IP21CUPIAGUA – App: InfoPlus21 v. 7.2- Aspen Tech

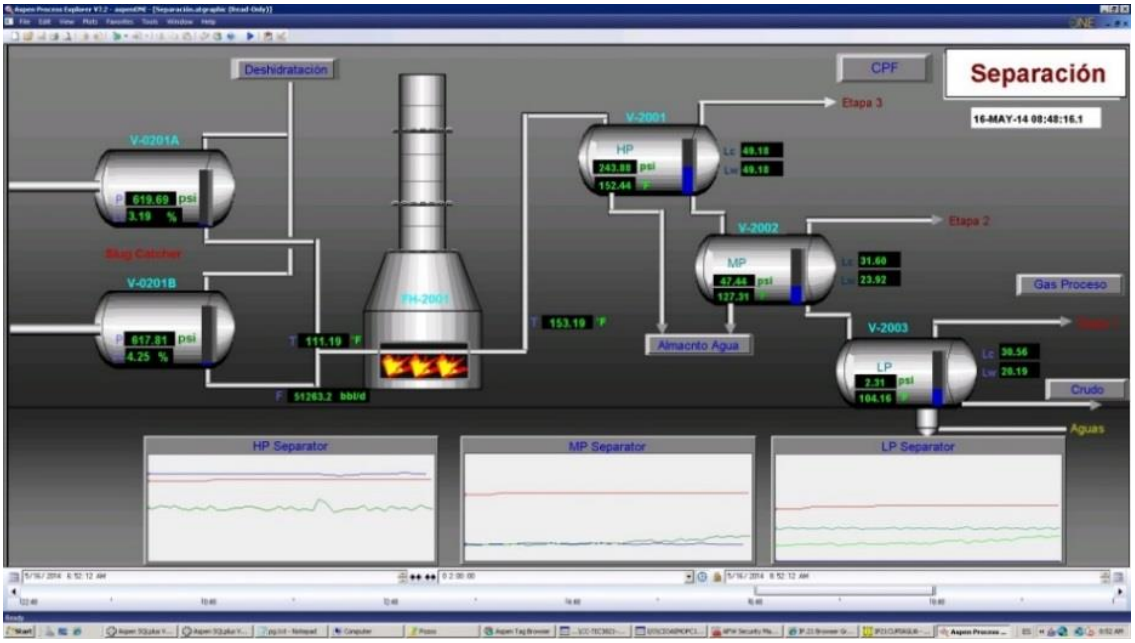
Teniendo la configuración del proceso en el software para supervisión y habiendo realizado la sincronización con el Servidor OPC, el siguiente paso fue implementar un sistema grafico que permitiera visualizar el estado del proceso y la generación de reportes, para esto fue necesario utilizar las herramientas IP21 Graphics, Web21, SQLplus, con las cuales se realizaron los gráficos, la configuración de tags al proceso, la programación de tareas y generación de reportes vía web .

5.2.7. Pantallas del sistema de supervisión.

A continuación se describe el sistema de supervisión de proceso realizado, en las ilustraciones 29, 30 y 31 se evidencia el desarrollo de graficas animadas con sus respectivos tags asociados para poder entregar el estado del proceso a los distintos departamentos que lo necesitan. En este sistema se tiene la facilidad de pasar de una etapa a otra con botones vinculados al proceso siguiente y anterior más una conexión general al inicio del sistema de proceso.

El sistema de separación de la planta describe la parte inicial del proceso donde a través del calentamiento del petróleo se desprende el producto de interés para el caso de estudio, este GAS es filtrado y llevado a la etapa de compresión de GAS para poder utilizarlo como re-inyección, estimulación de pozos, fuel GAS o GAS combustible para la alimentación de turbinas de generación eléctrica del campo y finalmente como alimentación principal de la planta de GAS, el siguiente paso en la cadena es la deshidratación del GAS ya que contiene impurezas, agua y partículas de hidrocarburo que deben ser desprendidas para su uso.

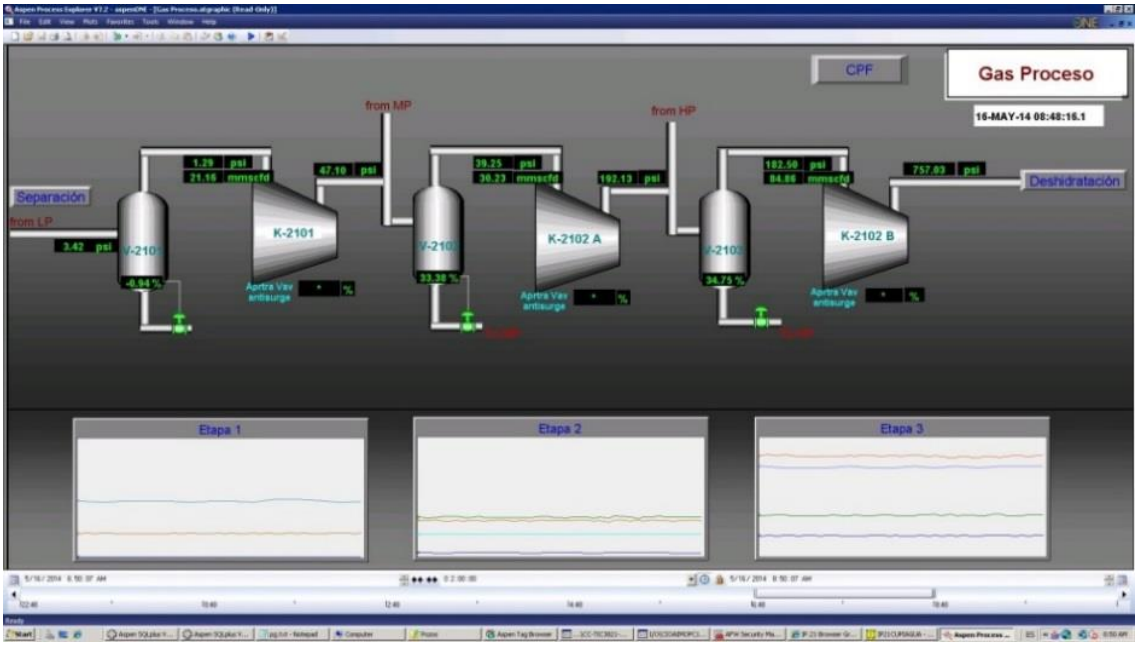
Ilustración 29-Sistema de separación de Agua, gas y crudo



Fuente: Servidor IP21CUPIAGUA – App: InfoPlus21 v. 7.2- Aspen Tech

El sistema de separación de Agua, gas y crudo permite identificar los valores y comportamiento del gas que llegara a la planta, con estas tendencias se podrá definir la alimentación los compresores de gas.

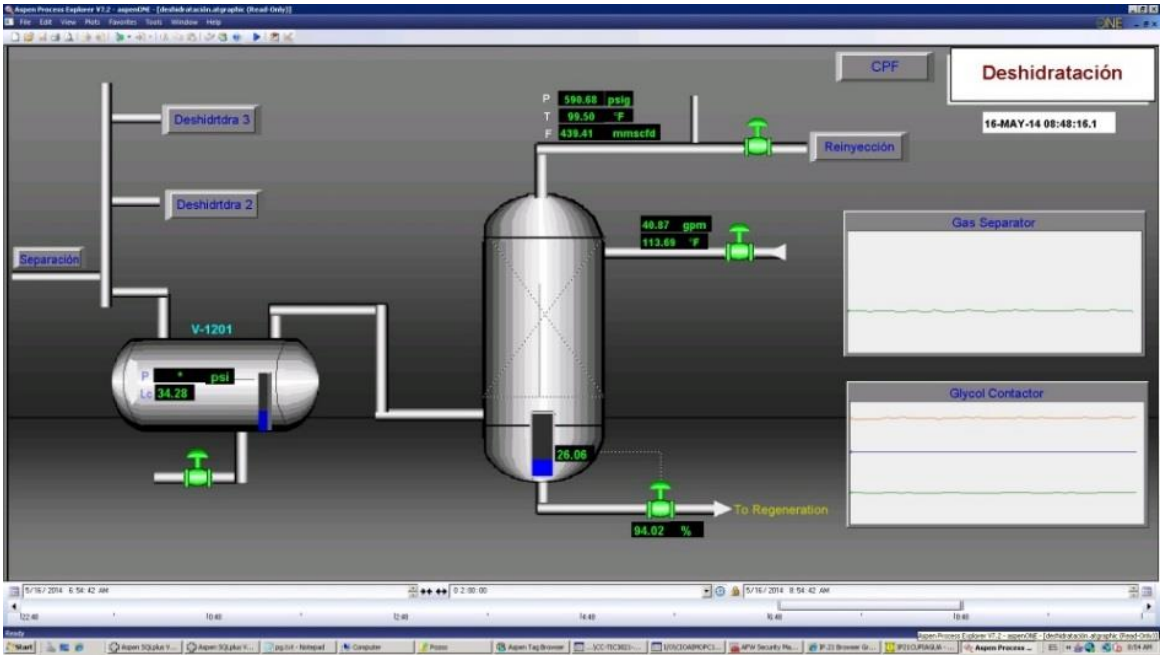
Ilustración 30-Sistema de compresión de GAS inter etapas.



Fuente: Servidor IP21CUPIAGUA – App: InfoPlus21 v. 7.2- Aspen Tech7

El monitoreo de esta parte del sistema permite saber la presión final del sistema, la presión más baja y la posible presión de entrada al procesos de deshidratación.

Ilustración 31-Sistema de deshidratación de GAS



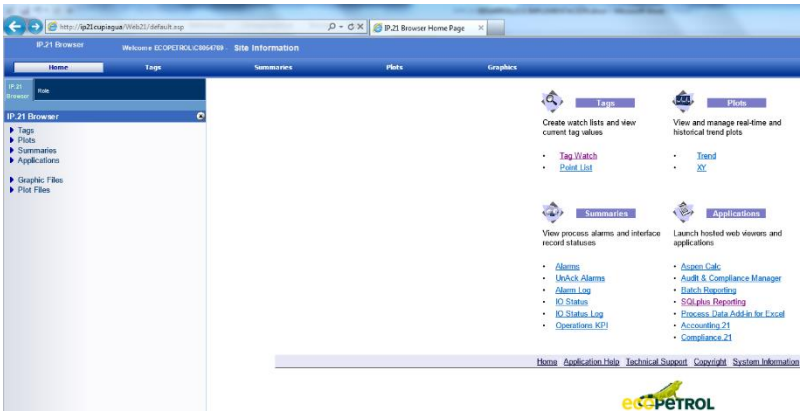
Fuente: Servidor IP21CUPIAGUA – App: InfoPlus21 v. 7.2- Aspen Tech

La información de la etapa de deshidratación del gas es fundamental ya que estos datos apuntan directamente a la calidad del gas que se introduce en la planta de gas ventas.

5.3. Desarrollo del sistema de generación de reportes:

Con el sistema de supervisión en el servidor se carga el ambiente web del sistema infoplus21 denominado WEB21 para la configuración de los reportes solicitados, en la ilustración 32 se describe el acceso a WEB21 para CPF Cupiauga.

Ilustración 32-Portal Web para la programación de reportes

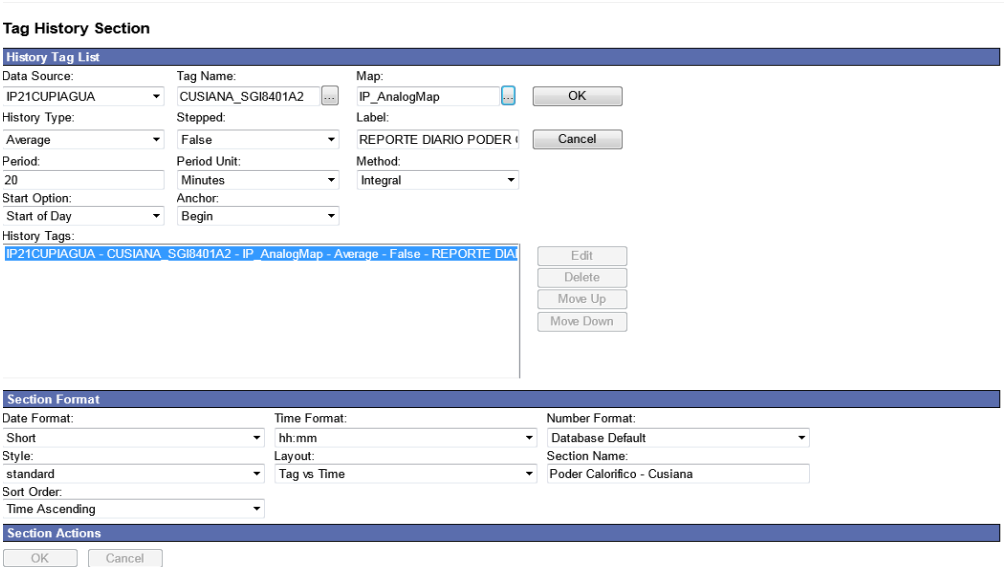


Fuente: Servidor IP21CUPIAGUA – App: InfoPlus21 v. 7.2- Aspen Tech

5.3.1. Configuración de reportes de planta:

Se configura los reportes del sistema según las necesidades expuestas por el personal de planta y las señales seleccionadas para tal fin, en la ilustración 33 se tiene una vista de general de las variables que interviene en la actividad.

Ilustración 33-Configuración de Reportes de Planta

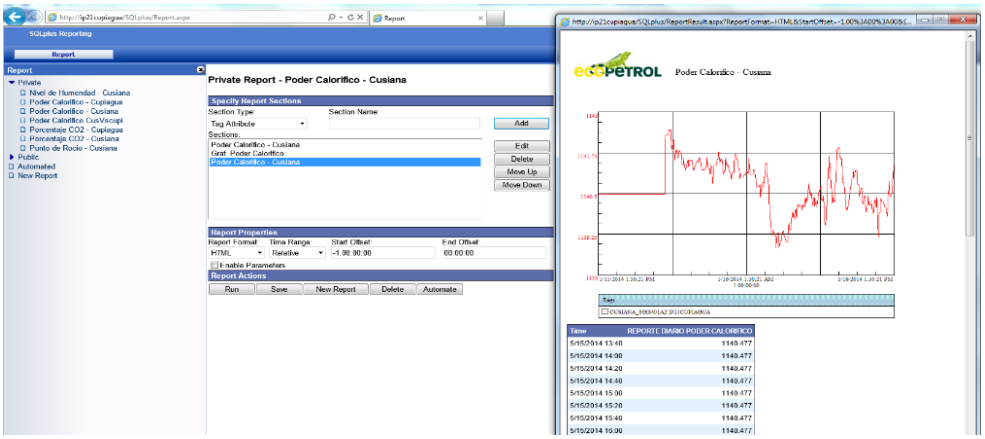


Fuente: Servidor IP21CUPIAGUA – App: InfoPlus21 v. 7.2- Aspen Tech

5.3.2. Validación de reportes HTML:

Se valida vía web la generación de los reportes, descrito en la ilustración 34 se encuentra el comportamiento o tendencia de la variable configurada. Es una alternativa rápida de consulta que no permite almacenamiento en caliente pero que brinda de forma rápida toda la información previamente solicitada.

Ilustración 34-Genracion de reporte HTML desde la WEB21

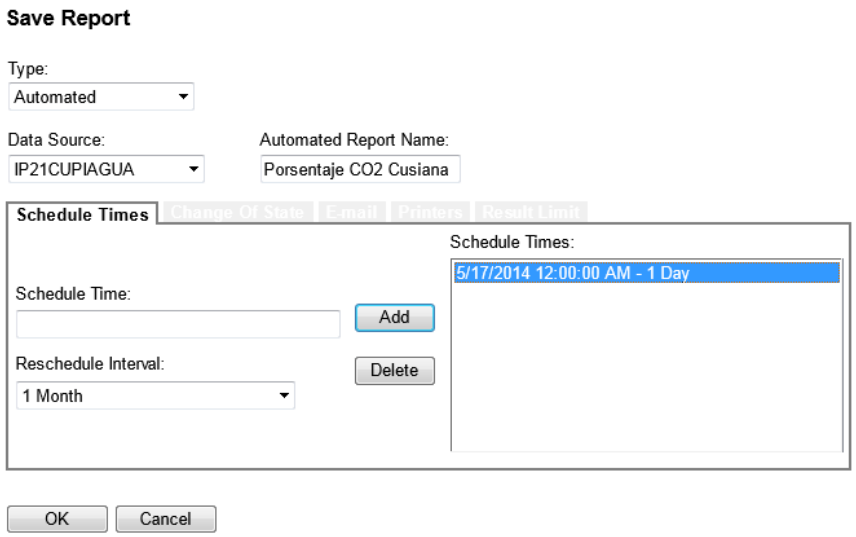


Fuente: Servidor IP21CUPIAGUA – App: InfoPlus21 v. 7.2- Aspen Tech

5.3.3. Automatización de la generación de reportes:

Se programa el envío automático de reportes desde el servidor a los correos corporativos de prueba, como se muestra en la ilustración 35, para análisis de resultados y aprobación de la coordinadora.

Ilustración 35-Automatizacion de envió de reportes vía email

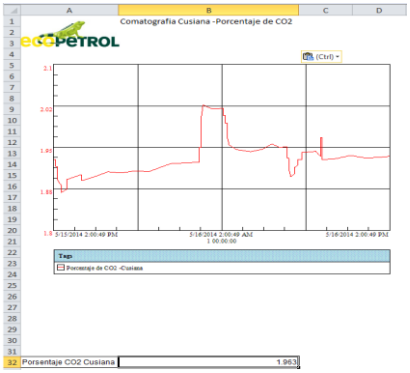


Fuente: Servidor IP21CUPIAGUA – App: InfoPlus21 v. 7.2- Aspen Tech

5.3.4. Validación de reportes Excel:

Como se ve en el resultado de la ilustración 36, se recrea la generación de reportes (archivos en Excel) desde el servidor para envío a los correos de prueba.

Ilustración 36-Generación de reporte en formato Excel vía WEB21

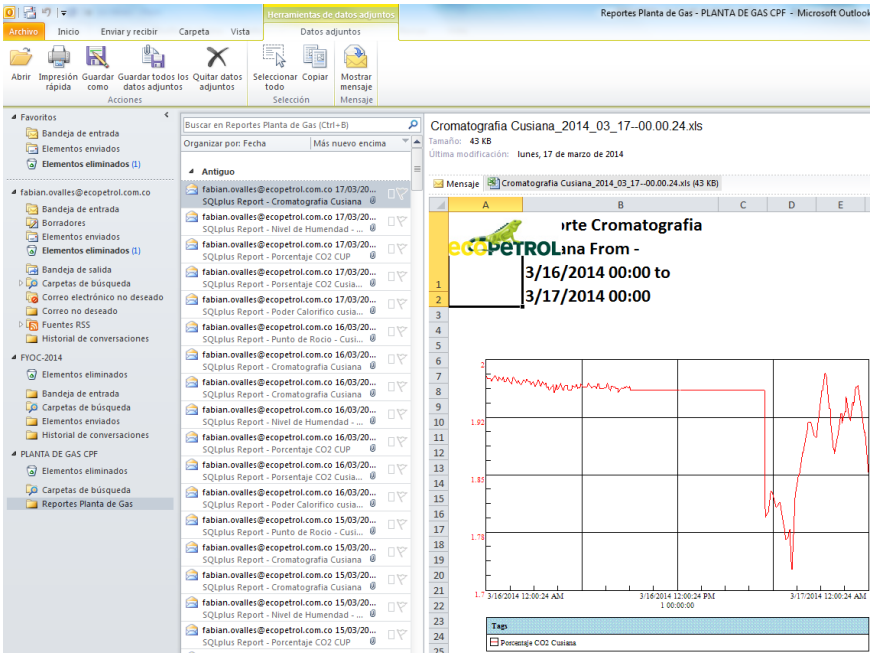


Fuente: Servidor IP21CUPIAGUA – App: InfoPlus21 v. 7.2- Aspen Tech

5.3.5. Validación del sistema:

Como último paso, descrito en la ilustración 37, se verifica en la bandeja de entrada de los correos escogido para hacer pruebas la entrada de reportes de planta con la información proveniente del servidor de IP21.

Ilustración 37-recepción de reportes de Planta en correo de la red corporativa



Fuente: Servidor IP21CUPIAGUA – App: InfoPlus21 v. 7.2- Aspen Tech

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de realizar un sondeo con los operadores y los profesionales de apoyo a cargo de la planta de gas se encuentra una oportunidad de aporte para suplir la necesidad de información entre los distintos niveles de la planta. La primera etapa comprende la realización de una entrevista con la coordinación y los Ing. de apoyo quienes manifestaron la necesidad de tener datos del comportamiento de la planta en informes que mostraran la tendencia, las tablas y en general el estado de las áreas de proceso.

Como primer paso se realiza el curso de capacitación en seguridad de procesos para ingresar al área de proceso, ya con este curso realizado y aprobado se realizan inicialmente 4 visitas al área de proceso de la planta de gas, donde en compañía de los operadores de patio se conoce de primera mano el funcionamiento por etapas de la planta. En estas visitas los operadores manifiestan abiertamente la necesidad de información del proceso para cumplir con algunas de sus tareas y advierten que no cuentan con alguna herramienta que les permita tener de forma organiza la información.

El siguiente paso es conocer el área de control o control room, los operadores de control consientes del acceso a toda la información en tiempo real también manifiestan la necesidad de manejar las tendencias y el histórico de proceso con alguna herramienta que haga su trabajo más ágil ya que la creación de informes requiere mucho tiempo y en ocasiones no se tiene acceso a toda la información que necesitan para realizarlos, advierten que la generación de reportes sobre el proceso harían más algunas actividades propias del cargo tales como la de entrega de turno. Luego se realiza una visita al área de mantenimiento, específicamente al área de control de planta donde se encuentra el encargado de la instrumentación de campo, él nos cuenta las generalidades del control de la planta y nos da acceso a los documentos de ingeniería de la planta PN&d´s con los cuales terminaríamos de entender los distintos procesos de la planta.

Con la mayoría de necesidades identificadas se procede con la solicitud para realizar el sistema de gestión de reportes y monitoreo de planta de gas, el cual es aprobado rápidamente por la coordinación de la planta. Una vez obtenido este permiso se procede con la realización turno por turno de las encuestas, allí encontramos alguna resistencia por parte de algunos operadores que pensando que esto les acarrearía con el tiempo más trabajo se negaban a responder con la verdad y disimulaban su inconformismo con las herramientas actuales, la mayoría de los actores que se entrevistaron fueron muy enfáticos en la necesidad de tener una herramienta que apoyara con información todas los departamentos de la planta. Con esta información se procede a diseñar el sistema de información y monitoreo, allí se hace necesario intervenir otras áreas del conocimiento tales como normas y metodologías que apoyaran paso a paso la estandarización del proceso, la norma ISA 95 y la metodología MES se convierten en los pilares del objeto de estudio.

Para la implementación se tiene que familiarizar con el software INFOPLUS 21 de Aspen tech, que está actualmente sub utilizado y que se convertirá en el motor de desarrollo del sistema, al estar conectado al área de proceso y a la red de datos de Ecopetrol se hace fundamental su uso en el caso de estudio. De este software se aprovecha su afinidad con la implementación del estándar ISA 95 y la metodología embebida en él de MES. Luego de varios meses de desarrollo sobre el servidor de INFOPLUS.21 de Planta de GAS llamado IP21CUPIAGUA se realiza una capacitación en dicha

herramienta para así obtener todas las herramientas necesarias para este desarrollo. Se realiza el ingreso de las señales de planta a nuestro sistema, inicialmente para realizar consultas y comparar con los datos del departamento de control, así una vez comprobada la alineación de datos, el sistema está en línea con el proceso para desarrolla el sistema de monitoreo. Luego de este desarrollo y una vez hecho el análisis de las necesidades de planta se procede con la configuración de los reportes que deberán llegar desde el servidor a los interesados para la toma de decisiones, este se configura vía web para dar a futuro acceso a los funcionarios y hacer así más personalizada la gestión de dichos reportes. Una vez realizado el sistema de monitoreo y el de gestión de reportes se realiza el plan de pruebas y es mostrado a la coordinación quien solicita un periodo de un mes para evaluar su desempeño y aprobar su uso para toda la planta, en el desarrollo del sistema se ven involucradas algunas herramientas de desarrollo de *INFOPLUS.21* tales como, *ASPENCALC* herramienta que se utiliza para realizar operaciones con las variables de entrada, WEB21 herramienta que se encarga de subir a nivel de navegación web el sistema y hacerlo accesible a todo el personal desde sus computadores conectados a la red de ECOPETROL, ASPENSQLplus es una herramienta indispensable en el desarrollo ya que desde allí se carga la información al sistema, se realiza la estructura de las consultas y se realizan pruebas básicas de funcionamiento y supervisión, GRAPHIC21 es la herramienta que nos permite realizar y programar el sistema de supervisión allí se cargan las señales de campo y se grafican los distintos elementos y sus conexiones, también permite animar el comportamiento de variables como presión, temperatura, flujo, nivel, entre otras, que alertaran a los usuarios sobre cambio en el sistema.

Encontrar tiempos para entrevistar a los actores del proceso fue uno de los problemas encontrados durante el desarrollo del proyecto, también lo fue el hecho de que mis funciones como soporte de aplicaciones dentro de CPF CUPIAGUA no me permitían dedicarle más tiempo a las actividades que el proyecto solicitaba, la falta de un estándar de comunicación entre los actores no permitía avanzar a pesar del cumplimiento del cronograma y fue necesario ir implementando el sistema por segmentos para poder avanzar y saber si su implementación daría los resultados esperados.

CONCLUSIONES

- A pesar de los avances tecnológicos, la integración y la interoperabilidad de los sistemas de producción de la planta de GAS tienen falencias, la toma de decisiones en producción aún tiene muchas dificultades debido a que la mayoría de los entornos industriales sufren de falta de heterogeneidad, existe un manejo no apropiado de la información empresa-control debido a la falta de integración de los sistemas que conforman el negocio.
- El desarrollo de la herramienta ha permitido mayor efectividad en el control de datos de medición (supervisión) al servir de comparativo con el sistema de control y a su vez informar d cambios importantes al área de ingeniería.
- El sistema de gestión de reportes entrega mayor efectividad y consistencia en el manejo de datos sobre los distintos procesos de planta, aprovecha el conocimiento general sobre el habiente web de sus usuarios para fortalecer el intercambio electrónico de datos de medición y tendencias de variables de proceso.
- El sistema proporciona visibilidad inmediata de las mediciones de proceso a partir del sistema de negocio de capa superior – vía WEB red de datos corporativa-.
- Gracias al monitoreo, medición y análisis de procesos involucrados propone una mejora continua dentro de la planta elevando el nivel de confiabilidad del proceso.

RECOMENDACIONES

Los resultados presentados son implementados en una parte del sistema general de procesos de CPF Cupiagua como campo de producción de Petróleo, algunos métodos y algoritmos mencionados en el proyecto están todavía en el desarrollo y mejora. En futuras investigaciones se proyecta:

- Integrar el sistema para toda la planta
- Implementación de los segmentos o capítulos 1 y 2 de la norma ISA – 95. Para la medición del rendimiento y la toma de decisiones en la gerencia se debe hacer énfasis en modelar la información y los requerimientos según estándares y modelos internaciones que permitan diseñar repositorios e interfaces de fácil entendimiento que puedan conectar fácilmente bases de datos, aplicaciones y hardware existentes en la planta
- Monitoreo de procesos de medición desde dispositivos móviles
- Integración con departamentos distintos al de producción.
- Para la medición del rendimiento y la toma de decisiones en la gerencia se debe hacer énfasis en modelar la información y los requerimientos según estándares y modelos internaciones que permitan diseñar repositorios e interfaces de fácil entendimiento que puedan conectar fácilmente bases de datos, aplicaciones y hardware existentes en la planta.
- Configuración de Alarmas de proceso con respuesta vía email, configuración de ventanas operativas y programación de un algoritmo para la toma de decisiones en caso de falla.

BIBLIOGRAFÍA

Academic Press, I. (2006). *Desing of industrial information systems.* Huston: Academic Press, Inc.

Davis, G. B. (1989). *Sistemas de Informacion Geren rial.* Colombia: McGraw Hill.

Guillermo Storti, G. R. (2007). *Base de datos- Modelo Entidad Relacion.* Barcelona: Universidad de Barcelona.

Ibarra, A. M., Piscal, J. E., & Lopez, D. J. (2012). *Implementación de los Modelos Contenidos en la Norma Isa-95 Mediante una Aplicación Software Para Empresas De Manufactura.* Popayan: Departamento de Electrónica Instrumentación y Control, Universidad del Cauca.

ISA-95. (2005). *Activity Models of Manufacturing Operations.* Carolina del Norte: International Society of Automation.

LIBARDO STEVEN MUÑOZ TROCHEZ, F. Y. (2007). *APLICACIÓN DE LA NORMA ISA S95 A UN CASO DE ESTUDIO.* POPAYÁN: UNIVERSIDAD DEL CAUCA.

McClellan, M. (2001). MES Conference & exposition. *INTRODUCTION TO MANUFACTURING EXECUTION SYSTEMS*.

MESA. (1997). *The Benefits of MES: A Report from the Field.* Carolina del Norte: MESA.

Salazar, V. (2009). Análisis de la Integración de los Sistemas MES – ERP en industrias de manufactura. *Seventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology* (p. 3). San Cristóbal: LACCEI.

Sanchez, A. A., Zuñiga, D. L., & Rojas, O. (2011). Aplicación de la categoría "Administración de Operaciones de Calidad" del estándar ISA-95 a un Caso de Estudio. *Administración de Operaciones de Calidad" del estándar ISA-95 .* Popayan: Universidad del Cauca.

SAROKA, R. H. (2002). *SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LA ERA DIGITAL.* Argentina: Fundación OSDE.

Sepúlveda, J. (2009). MES: Sistemas de ejecución de manufactura. Administrando la producción. *Electroindustria EMB*, 12.

Tech, A. (2014, Junio 23). *Archive Manufacturing Excellence with Aspen Infoplus.21*. Retrieved from http://www.aspentech.com/products/aspen-infoplus21/

Tech, A. (2014, Junio 23). *AspenOne MES production Execution*. Retrieved from Increasing Manufacturing Flexibility: http://www.aspentech.com/products/aspenONE-MES-Production-Execution/

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama General de Proceso CPF Cupiagua

Anexo 2. Diagrama General de Proceso Planta de Gas CPG

Anexo 3. ENCUESTA PERSONAL DE PLANTA

Anexo 4. ENCUESTA – RESULTADOS

Anexo 5. SALES GAS METERING SYSTEM

Anexo 6. Tabla de Tags de planta de GAS