

PROTOCOLO PARA EL ENTRENAMIENTO DE INSTRUMENTISTA EN LA PLANTA DE GAS SARDINATA SUR ECOPETROL TIBU

Autor: ADRIAN ORLANDO BOADA MANZANO Código: 23551914197

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.

Programa Académico: Tecnología Electromecánica

Universidad Antonio Nariño

Cúcuta

e-mail institucional autor: aboada01@uan.edu.co

Director: ANTONIO GAN ACOSTA

e-mail institucional del director: antonio.gan@uan.edu.co

RESUMEN: El presente trabajo de grado tiene como finalidad realizar el diseño del protocolo para el entrenamiento de instrumentista en la planta de gas Sardinata sur Ecopetrol, ubicada en el municipio de Tibú Norte de Santander. En la planta de gas se realiza la medición y monitoreo de variables que se presentan en los procesos industriales que tienen relación con el bombeo del gas, como lo son nivel, presión, flujo, temperatura entre otras. Estas señales son transmitidas a través de un lazo de control el cual debe ser calibrado de acuerdo al programa de mantenimiento establecido. Para tal fin, se requiere una serie de conocimientos en electrónica, instrumentación, neumática, electricidad, normas de SST y medio ambiente por parte del instrumentista de planta que es el encargado de esta labor. De acuerdo a lo anterior, se necesita un plan de entrenamiento bastante riguroso que contenga todos los conocimientos de los diferentes procesos, por lo cual se presenta el diseño del protocolo de entrenamiento para el instrumentista de planta conformado por varios módulos que contengan toda la información especificada de tal forma, que el entrenado pueda ser autodidacta y desarrolle su entrenamiento en

la misma planta bajo la supervisión de una persona idónea para dirigir y evaluar el entrenamiento.

PALABRAS CLAVE: Protocolo, Instrumentación, Entrenamiento, Señales.

ABSTRACT: The purpose of this undergraduate work is to design the protocol for instrumentalist training at the Sardinata sur Ecopetrol gas plant, located in the municipality of Tibú Norte de Santander. In the gas plant, the measurement and monitoring of variables that occur in industrial processes that are related to gas pumping are carried out, such as level, pressure, flow, temperature, among others. These signals are transmitted through a control loop which must be calibrated according to the established maintenance program. For this purpose, a series of knowledge in electronics, instrumentation, pneumatics, electricity, OSH standards and the environment is required by the plant instrumentalist who is in charge of this work. According to the above, a fairly rigorous training plan is needed that contains all the knowledge of the different processes, which is why the design of the training protocol for

the floor instrumentalist is presented, made up of several modules that contain all the information specified from such that the trainee can be self-taught and develop their training in the same plant under the supervision of a suitable person to direct and evaluate the training.

KEY WORDS: Protocol, Instrumentation, Training, Signals

INTRODUCCIÓN

En la industria petrolera, la mayoría de las empresas entienden la necesidad de desarrollar programas de entrenamiento para las actividades relacionadas con la instrumentación industrial, debido a que a medida que llegan nuevas tecnologías en el área electrónica y control centralizado, éstas se van integrando, volviéndose si no más complejas si más técnicas y precisas en la ejecución de las actividades de calibración de instrumentos industriales. En una planta de gas especializada en el bombeo del mismo, todas las actividades se tornan complejas por la seguridad en cuanto a riesgos de explosión y cuidado que se debe tener para cumplir las normas de SST y medio ambiente; esta situación demanda de personal especializado en el área debido a las habilidades específicas que debe tener el instrumentista en una planta de bombeo de gas, por esta razón se destaca la importancia de desarrollar un plan de entrenamiento siguiendo unos protocolos que conlleven a un entrenamiento integral donde se de un enfoque en el desarrollo de habilidades, no solo en la parte técnica sino también en la parte de seguridad y salud en el trabajo, lo mismo que en el conocimiento y aplicación de las normas ambientales.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El trabajo eficiente en la calibración y ajustes en un lazo de control de instrumentación se presenta como algo rutinario en los procesos industriales. Con los avances tecnológicos a nivel mundial, se establecen las normas de calidad y altos estándares en los procesos de producción, constituyendo una problemática

con fundamentos muy sólidos para que los técnicos e ingenieros que ejecutan esta labor se especialicen intensivamente en el control automático y los procesos de calibración de la instrumentación. En cuanto al funcionamiento de los sensores y actuadores se debe tener en cuenta aspectos técnicos debido a que el óptimo funcionamiento de éstos es crítico en la aplicación de nuevas tecnologías de control y sistemas de automatización. Por ende, se hace esencial realizar estudios y análisis de las variables que intervienen en los diferentes procesos de bombeo en una planta de gas para poder realizar una calibración eficiente de los instrumentos que miden y monitorean el proceso en general; ante esta situación se requiere de un personal entrenado con conocimiento específico de la planta de gas Sardinata Ecopetrol Tibú para poder realizar un proceso de calibración y puesta a punto de toda la instrumentación.

A. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a lo anterior se formuló la pregunta: ¿Se necesita de un programa de entrenamiento específico para el buen desempeño del personal de instrumentación de la planta de gas Sardinata Ecopetrol Tibú?

A. ANTECEDENTES

Se encontraron los siguientes trabajos, después de realizar un rastreo bibliográfico sobre el trabajo de grado que se adelanta. A continuación, se relacionan algunos, similares al tema en estudio.

A nivel internacional

A nivel internacional no se encontraron proyectos en el área específica, pero se encuentran una cantidad de empresas especializadas en el entrenamiento de personal para instrumentación en zonas petroleras de acuerdo a la normativa internacional para este oficio.

Empresa: petrogroupcompany.

Objetivos: Entregar al entrenado una

perspectiva integral de la instrumentación industrial y su relación con los sistemas de control utilizados en la industria de los hidrocarburos, donde se incluyen los principios de funcionamiento, operación y técnicas de mantenimiento, con el propósito de diagnosticar y corregir posibles fallas.

A nivel nacional y nivel local

A nivel nacional y local no se encontraron diseños relacionados con el tema a tratar, solo se encontró programas técnicos en el SENA, los cuales se deben desarrollar en forma presencial y de acuerdo a los requerimientos de una norma de competencia específica.

B. OBJETO

Desarrollo del protocolo de entrenamiento para el instrumentista de la planta de gas Sardinata sur Tibú Norte de Santander.

C. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Diseñar el protocolo para el entrenamiento del instrumentista planta de gas, Sardinata sur Ecopetrol, Tibú Norte de Santander.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar los procesos de calibración de la instrumentación de la planta de gas mediante fuente documental de la empresa y manuales técnicos.

Consultar la experiencia del personal activo en el proceso de mantenimiento y calibración de los equipos de instrumentación de la planta de gas.

Formular los protocolos y el programa de entrenamiento para el instrumentista de la planta de gas.

D. ACOTACIONES

En el desarrollo de este trabajo integral de grado, la información obtenida se tomó de la

biblioteca y del paquete de tecnología de procesos de mantenimiento en el área de instrumentación de la Planta de Gas Sardinata Tibú Norte de Santander; para su utilización se contó con el permiso de la empresa.

A. ALCANCE

El alcance de este proyecto, es el inicio de un proceso de mejoramiento en el entrenamiento de los instrumentistas de la planta de gas Sardinata sur en la empresa.

B. LIMITACIONES

El trabajo de grado se desarrolló en la Universidad Antonio Nariño sede Cúcuta, en un término de 4 meses y es aplicado a la formación en el programa de Tecnología electromecánica.

El desarrollo del trabajo de grado se limita al diseño del protocolo de entrenamiento para los instrumentistas de la planta de gas Sardinata sur, Ecopetrol Tibú, Norte de Santander.

E. JUSTIFICACIÓN

La experimentación se puede definir como la comparación de los datos teóricos respecto a los prácticos. Para el aprendizaje autodidacta en instrumentación propuesto se requiere disponer de elementos que solo están en la planta instalados o en el banco de trabajo de instrumentación; de esta forma el entrenamiento del instrumentista se puede llevar a cabo en forma teórico – práctica de manera tal que él pueda adquirir la teoría en forma autodidacta y se le posibilite la manera de realizar prácticas reales como tomar mediciones en tiempo real y realizar cambios a las variables que inciden en su comportamiento, permitiendo identificar las posibles respuestas ante diferentes estímulos y a su vez, realizar calibración de lazos de control.

La implementación de un protocolo basado en módulos didácticos es una solución

pedagógica que se puede llevar a cabo en la misma planta con la realización y el desarrollo de diferentes prácticas que acerquen al instrumentista al ámbito industrial, además de favorecer el marco teórico-conceptual para las diferentes actividades que tiene que desarrollar en la planta.

Con el desarrollo de este proyecto, se está dando cumplimiento al requisito para la obtención del título de Tecnólogo en Mantenimiento Electromecánico Industrial por parte del estudiante proponente del proyecto.

F. LEGISLACIÓN

Para el diseño de los protocolos de entrenamiento se tomaron las normas de competencias laborales de la mesa sectorial de hidrocarburos específicamente para el mantenimiento de la instrumentación en plantas de gas.

- Código NSCL: 280401007
- Código NSCL: 280401008
- Código NSCL: 280401011
- Código NSCL: 280401009

Estas normas de competencia laboral están soportadas por la Resolución 030 del 2018 de la Comisión de regulación de energía y Gas CREG (2018).

II. MARCO TEÓRICO

1. Estructura de un lazo de instrumentación

Cuando se habla de un lazo de instrumentación, se debe hacer referencia al sistema de control porque la instrumentación industrial, es la estructura física encargada en un proceso productivo de medir las variables a controlar, para llevar a cabo una estrategia de control en un proceso determinado. El sistema de control en un lazo de instrumentación se define como un sistema dinámico que recepta acciones externas o también denominadas variables de entrada, las cuales emiten respuestas llamadas variables de salida.

Sistema de lazo cerrado. El objetivo de un sistema en lazo cerrado es alcanzar valores prefijados en la entrada, manipulando la variable a controlar para que éstos se reflejen en la salida por medio de un proceso de realimentación de la variable hacia la entrada para realizar una comparación de la variable de salida con el valor prefijado como referencia, para mantener estable el proceso.

2. Señales del lazo de instrumentación

Señal de salida: es la variable que se desea controlar, también se denomina variable controlada.

Señal de referencia: es el valor prefijado que se desea que alcance la señal de salida y se denomina SET-POINT o punto de referencia.

Error: Es la diferencia que se establece al comparar la señal de referencia con la señal de salida real.

Señal de control: Es la señal que produce el controlador para modificar la variable controlada de tal forma que se disminuya, o elimine, el error.

Señal análoga: Es una señal que varía en forma continua a lo largo del tiempo.

Señal digital: Es una señal que presenta una variación discontinua con el tiempo y que sólo puede tomar ciertos valores discretos; su forma característica es una forma de onda cuadrada.

En la figura 1 se muestra un ejemplo de un proceso de generación de vapor, donde se mide la temperatura de salida, la cual es realimentada al controlador para realizar la comparación con el punto de referencia y generar una señal de error o corrección hacia el actuador que para este caso es la válvula de control.

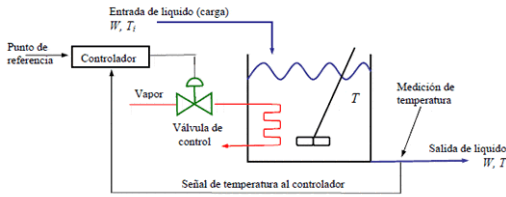


Figura 1. Proceso generación de vapor.

Fuente: <https://instrumentacionycontrol.net/sistema-de-control-de-lazo-cerrado-closed-loop/>

En la figura 2 se representa el proceso de generación de vapor por medio de un diagrama a bloques el cual facilita su seguimiento, donde el término lazo cerrado implica tener que usar una acción de control retroalimentado para reducir el error del sistema; es acá donde la instrumentación cobra importancia en el proceso, debido a que el lazo de instrumentación hace parte de éste y su calibración realizada con precisión permite que el controlador lleve a cabo una tarea de control con exactitud permitiendo que el sistema sea lo más estable posible.

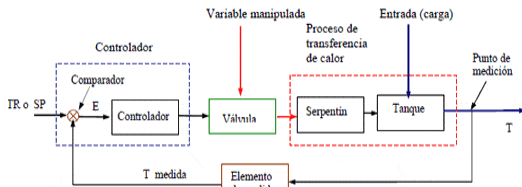


Figura 2. Diagrama a bloques Proceso generación de vapor.

Fuente: <https://instrumentacionycontrol.net/sistema-de-control-de-lazo-cerrado-closed-loop/>

3. Conceptos básicos de instrumentación industrial

En los procesos industriales se manejan diferentes variables las cuales son controladas y monitoreadas; este proceso se realiza con la instalación de lazos de control que a través de equipos de instrumentación se encargan de leer los datos de las variables en el campo y transportarlos a los cuartos de control donde son monitoreados desde una pantalla, siendo esta una tarea especializada.

En todo proceso se manejan diferentes variables, siendo las más comunes:

Variables físicas

- Presión
- Caudal
- Temperatura
- Nivel
- Humedad
- Velocidad

Variables químicas

- PH
- Conductividad.

Clasificación de instrumentos especializados en la medición de variables en procesos industriales. Los instrumentos de medición en procesos industriales se clasifican en:

- Según su tipo
- Según la variable a medir

Según su tipo:

Elementos primarios o transductores: Se definen como aquellos elementos que están en contacto directo con la variable del proceso y absorben energía del medio para dar una indicación. Algunos ejemplos de elementos primarios son:

Placa orificio para medición de caudal, presión diferencial y flujo. Dispositivo para medir flujo por presión diferencial. Placa de orificio. En una placa perforada que se instala en la tubería, el orificio que posee es una abertura cilíndrica o prismática a través de la cual fluye el fluido.

El de la placa de orificio está soportado en el paso de fluido a través de la placa de orificio, donde se disminuye la presión alcanzando un mínimo en el área denominada “vena contracta”. En este punto se obtiene el valor mínimo de presión y la máxima velocidad del fluido. Como se observa en la figura 3.

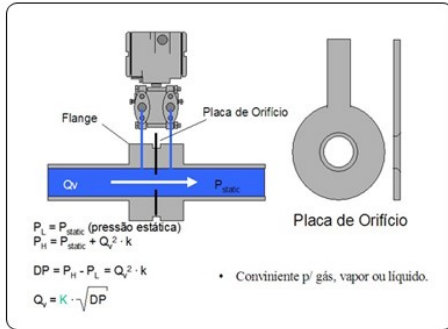


Figura 3. Placa de orificio.

Fuente: <https://instrumentacionycontrol.net/sistema-de-control-de-lazo-cerrado-closed-loop/>

Termocupla para medición de temperatura. Es un transductor formado por la unión de dos metales distintos que produce un voltaje (efecto seebeck) que es función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos denominado "punto caliente" o unión caliente o de medida y el otro denominado "punto frío" o unión fría o de referencia. La termocupla o termopar es el sensor de temperatura más empleado a nivel industrial. En la figura 4 se observan las partes de la termocupla.

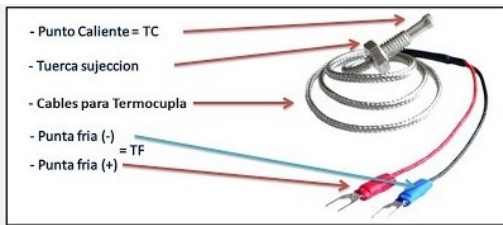


Figura 4. Termocupla

Fuente: <https://instrumentacionycontrol.net/sistema-de-control-de-lazo-cerrado-closed-loop/>

Transmisores de señal: Son aquellos instrumentos que captan la señal medida por el elemento primario y la transmiten a través de una señal estándar de comunicación, esta señal puede ser hidráulica o eléctrica, la señal estándar de comunicación hidráulica más usada es la que va de 3 a 15 psi, y la señal estándar de comunicación eléctrica más utilizada es la que va de 4 a 20 mA. Hoy en día los transmisores hidráulicos se ven muy poco, están casi desaparecidos, por el gran

avance que han tenido las comunicaciones electrónicas y los diferentes protocolos de comunicación. En la figura 5 se observa los transmisores electrónicos de la actualidad.



Figura 5. Transmisores de señal

Fuente: <https://instrumentacionycontrol.net/sistema-de-control-de-lazo-cerrado-closed-loop/>

Controladores. Son aquellos instrumentos que reciben el valor de la variable medida y la comparan con un valor deseado (*set point*) para luego tomar una acción correctiva si el valor de desviación es muy grande. Estos instrumentos pueden recibir la señal directamente del elemento primario o indirectamente a través de una señal de transmisión estándar procedente de un transmisor.



Figura 6. Controladores industriales.

Fuente: <https://instrumentacionycontrol.net/sistema-de-control-de-lazo-cerrado-closed-loop/>

Elemento final de control: Son los elementos que reciben una señal del controlador para dar un efecto final de control en un determinado proceso. Un ejemplo de elemento final de control suelen ser las válvulas con actuador neumático que se utilizan para controlar el caudal de un fluido

en determinados procesos industriales, por lo general estas válvulas vienen asociadas con un convertidor de tipo I/P, ya que reciben una señal eléctrica de corriente continua de 4 a 20 mA del controlador y se transforma en una señal estándar de presión de 3 a 15 psi para el control de la parte mecánica de la válvula.



Figura 7. Elemento final de control

Fuente: <https://instrumentacionycontrol.net/sistema-de-control-de-lazo-cerrado-closed-loop/>

III. MARCO METODOLOGICO

Para la ejecución del proyecto, es conveniente llevar a cabo una metodología de desarrollo que conlleve a la realización de los objetivos anteriormente expuestos y fundamentados en el marco teórico, recolectando y analizando la información por medio de las actividades propuestas en cada una de las siguientes etapas.

Objetivo 1. Analizar los procesos de calibración de la instrumentación de la planta de gas mediante fuente documental de la empresa y manuales técnicos.

Para alcanzar este objetivo se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Realizar un estudio de cada uno de los lazos de control e instrumentación de la planta de gas.

Analizar los peligros, riesgos y controles de seguridad establecidos en la planta de gas pertinente a las actividades del instrumentista en los procesos de calibración.

Consultar los procedimientos de primeros auxilios.

Realizar un análisis de peligros, aspectos e impactos ambientales.

Objetivo 2. Consultar la experiencia del personal activo en el proceso de mantenimiento y calibración de los equipos de instrumentación de la planta de gas.

Para alcanzar este objetivo se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Se realizó una encuesta al personal de la planta para conocer las experiencias de instrumentistas anteriores determinando las tareas críticas donde se deben extremar cuidados en el proceso de calibración, debido a altas presiones, hidrocarburos gaseosos y altas tensiones.

Objetivo 3. Formular los protocolos y el programa de entrenamiento para el instrumentista de la planta de gas.

Para alcanzar este objetivo se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Realizar un diseño curricular con los protocolos establecidos por módulos para cada proceso de calibración de la instrumentación en la planta de gas.

Establecer una competencia en cada uno de los procesos establecidos de acuerdo a las normas internacionales y de la empresa.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Objetivo 1. Analizar los procesos de calibración de la instrumentación de la planta de gas mediante fuente documental de la empresa y manuales técnicos.

Para realizar el análisis de los lazos de control e instrumentación de la planta, la primera actividad fue realizar un estudio detallado del sistema y tipo de instrumentación que se tiene instalada, teniendo en cuenta los peligros riesgos y determinando cuáles son los controles de seguridad establecidos por la empresa; lo mismo se realizó el aspecto ambiental.

En la biblioteca de documentación de la planta se realizó una búsqueda bibliográfica para determinar cuáles documentos son de vital importancia en el entrenamiento del instrumentista. Se encontró el archivo SAR-01-09-IN-LI-001-R1-LISTADO DE INSTRUMENTOS; de este documento se tomó la información para realizar un conteo de los instrumentos instalados actualmente y así poder tener su ubicación y la señal que envían a la sala de control. La información se colocó en la Tabla 1.

Tabla 1. Listado de instrumentos

Instrumentos	Conteo
Indicador de flujo	3
Indicador de presión	28
Indicador de nivel	11
Indicador de posición	20
Indicador de temperatura	13
Indicador de presión diferencial	2
Estación de arranque parada	6
Interruptor de nivel	9
Orificio de restricción	7
Platina de orificio	5
Transmisor de detección de fuego	3
Transmisor de detección de gas	4
Transmisor de flujo	4
Transmisor indicador de presión	18
Transmisor indicador de presión diferencial	5
Transmisor indicador de nivel	15
Transmisor indicador de temperatura	14
Transmisor indicador de flujo	4
Transmisor totalizador indicador de flujo	1
Calentador	1
Elemento primario de temperatura	1
Variador de velocidad	1
TOTAL DE INSTRUMENTOS	175

Fuente: 01-09-IN-LI-001-R1-LISTADO DE INSTRUMENTOS.

En la tabla 2 está la relación de la cantidad y la variable donde actúan las válvulas o actuadores de cada lazo de instrumentación.

Tabla 2. Listado Válvulas actuadores

Válvulas	Conteo
Válvula de control de presión	9
Válvula de control de nivel	7
Válvula de control de temperatura	1
Válvula de Shutdown	10
Válvula de seguridad y alivio de presión	12
Válvula de control de presión autorregulada	6
Válvula Solenoide	18
No Total de Válvulas	63

Fuente: 01-09-IN-LI-001-R1-LISTADO DE INSTRUMENTOS.

Válvulas de control con elemento posicionador:

Este tipo de válvula existente en la planta utiliza un sistema de posicionamiento que es básicamente un orificio variable por efecto de un actuador.

Las válvulas como elemento actuador están provistas de un motor neumático a base de diafragma utilizado para abrir o cerrar la válvula, constituyen el elemento final de control más utilizado en la planta con las siguientes características y funciones:

- Flowserve.
- Regulador presión
- Válvula control on-off
- Regulador presión hsr
- Fisher - pf - diagnostico valvelink
- Válvulas de seguridad.
- Válvula fisher 8580
- Válvulas limitorque mov

Para el mantenimiento de cada una de estas válvulas existe un instructivo que se debe seguir por parte del personal de instrumentación encargado del mantenimiento y calibración de las mismas. Como se mostró en la tabla 2 son un total de

62 válvulas.

Para realizar mantenimiento, prueba funcional y diagnóstico de las válvulas se establecen una serie de actividades que están documentadas para el conocimiento del supervisor de la unidad y el personal de técnicos del área de instrumentación que son los encargados de realizar este tipo de mantenimiento. El cual inicia con la planeación de la actividad y se termina con la entrega del equipo trabajando bajo los parámetros requeridos para el proceso.

El personal debe utilizar los EPP definidos en la tabla 3.

Tabla 3. Elementos y equipos de protección personal

Tipo Protección	Elemento
Cabeza	Casco de seguridad
Visual	Gafas de seguridad
Auditiva	Protectores auditivos tipo copas de inserción
Cuerpo	Dotación (pantalón/camisa)
Manos	Guantes de vaqueta
Pies	Botas de seguridad/dieléctricas/pantaneras

Fuente: Biblioteca de la planta de gas Sardinata.

En el mantenimiento se tiene que realizar un análisis de peligros/aspectos y riesgos e impactos, que están documentados en cada uno de los instructivos para el mantenimiento de cada válvula. Ver anexo A.

Análisis del lazo de control. El lazo de control trabaja con instrumentación de 4 a 20 mA, en cada mantenimiento se retira la tapa de alimentación del equipo, y se procede a conectar según la polaridad y el tipo de Comunicación (Hart o Fieldbuss) el Modem 475 en el controlador de la válvula.

Como se observa en la figura 8.



Figura 8. Lazo de control válvula FISHER
Fuente: Biblioteca de la planta de gas Sardinata.

En la figura se puede observar la válvula instalada en el proceso.



Figura 9. Válvula FISHER instalada en el proceso.
Fuente: Planta de gas Sardinata.

Las señales de instrumentación se distribuyen de acuerdo a cada sesión o proceso. En la tabla 4 se puede observar la cantidad de señales y su naturaleza, siendo un total de 178 señales correspondientes a lazos de control de 4 a 20 mA y 24 Vdc todos con destino al PLC-1100.

Tabla 4. Conteo de señales de instrumentación

Conteo de señales	
Entrada Análoga (AI)	61
Salida análoga (AO)	19
Entrada Digital (DI)	66
Salida Digital (DO)	32

Fuente: Biblioteca de la planta de gas Sardinata.

En el Anexo B se documentó una muestra del documento SAR-01-09-IN-LI-002-R1-LISTADO DE SEÑALES, que es donde se encuentran

registradas y documentadas todas las señales de control utilizadas en la planta.

Objetivo 2. Consultar la experiencia del personal activo en el proceso de mantenimiento y calibración de los equipos de instrumentación de la planta de gas.

Para alcanzar este objetivo se realizó una encuesta utilizando un formulario tipo FORMS de Outlook. El objetivo de esta encuesta fue establecer los conocimientos referentes a las competencias laborales y conocer de acuerdo a la experiencia de los instrumentistas de la planta, cuál sería su opinión sobre cómo debería estar enfocado el entrenamiento del personal técnico en el área de instrumentación de la Planta de Gas Sardinata.

En el Anexo I se encuentra el formulario con las preguntas hechas.

Tabla 5. Empleados consultados

Cargo	Dependencia
<input checked="" type="checkbox"/> Ingeniero de Mitto y confiabilidad A	<input checked="" type="checkbox"/> Ecopetrol CTB
<input checked="" type="checkbox"/> INSTRUMENTISTA D-9	<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento
<input checked="" type="checkbox"/> Operador	<input checked="" type="checkbox"/> MANTENIMIENTO ECOPETROL TIBU
<input checked="" type="checkbox"/> Operador de planta	<input checked="" type="checkbox"/> Mitto
<input checked="" type="checkbox"/> Operador de planta Mayor	<input checked="" type="checkbox"/> Producción
<input checked="" type="checkbox"/> Supervisor de Operaciones	
<input checked="" type="checkbox"/> Tecnico Instrumentista D9	

Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

Consultados los 13 empleados, como se muestra en la tabla 5, se observa el cargo del personal, lo mismo que la dependencia a cuál pertenece, como factor importante se destacan las áreas de instrumentación, ingeniería, operación, supervisión de planta y operaciones, en un alto porcentaje se observa que algunos cuentan con alta experiencia como el operador mayor y el instrumentista D-9 lo mismo que el ingeniero de mantenimiento.

Resultados obtenidos

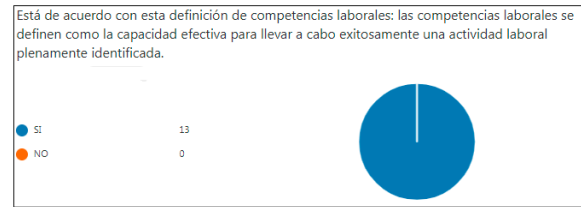


Figura 10. Pregunta 1

Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

En el gráfico se puede evidenciar que todo el personal consultado tiene claro el concepto de competencias laborales.

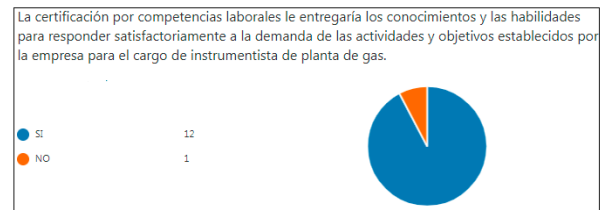


Figura 11. Pregunta 2

Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

Los 13 empleados consultados están de acuerdo, que la certificación por competencias laborales mejorará sus conocimientos y habilidades para responder satisfactoriamente en las actividades relacionadas con la instrumentación industrial de la planta de gas.

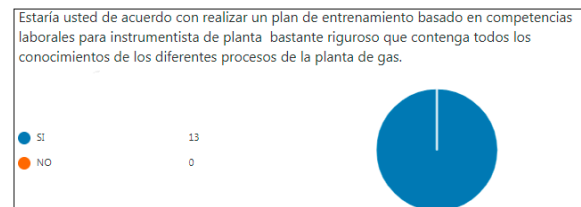


Figura 12. Pregunta 3

Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

De acuerdo a la pregunta realizada, todos los participantes estarían dispuestos a realizar un plan de entrenamiento basado en competencias laborales, siempre y cuando su contenido sea enfocado a todos los procesos de instrumentación que implican el funcionamiento de la planta, incluyendo el

factor de seguridad personal y ambiental.

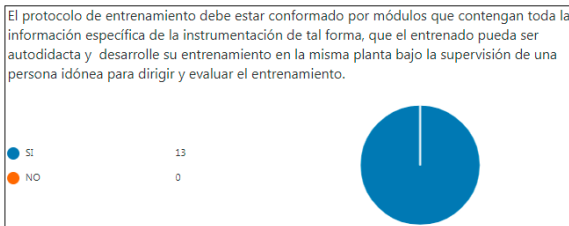


Figura 13. Pregunta 4
Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

En esta pregunta todos los encuestados están de acuerdo que el protocolo debe estar formado por módulos con información específica de la instrumentación de la planta y que el entrenamiento sea en forma autodidacta supervisado y evaluado por una persona idónea.

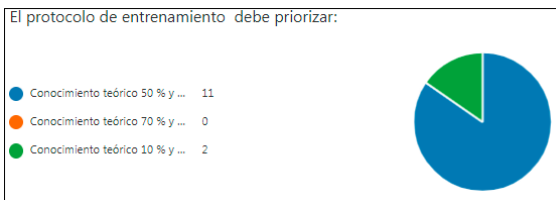


Figura 14. Pregunta 5
Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

Los 11 encuestados están de acuerdo en que el entrenamiento debe estar configurado en un 50% de contenido teórico y el otro 50% debe ser totalmente práctico, solo dos de los encuestados prefirió 10% teórico y 90% práctico.

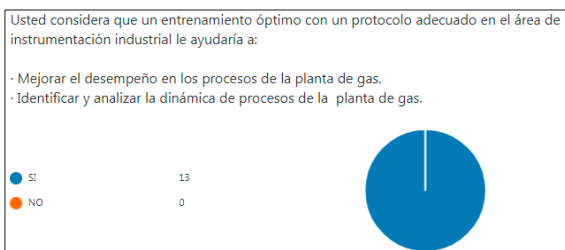


Figura 15. Pregunta 6
Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

Los 13 encuestados consideran que el entrenamiento con un protocolo óptimo les

ayudaría a mejorar su desempeño en el manejo de los procesos de la planta, identificando y analizando en forma dinámica cada uno de los procesos que intervienen en la calibración, montaje de instrumentos y sintonización de lazos de control en la planta de gas.

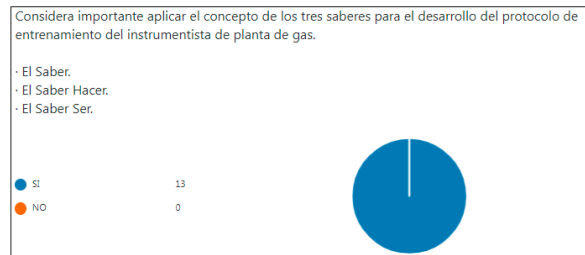


Figura 16. Pregunta 7
Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

El 100% de los encuestados está de acuerdo con la aplicación del concepto de los tres saberes:

- El saber: que involucra el conocimiento, conceptos, teorías y la estructura cognitiva del individuo.
- El saber hacer: que se refiere a las habilidades de procedimientos y técnicas.
- El saber ser: Actitudes y valores con los demás, el medio ambiente y la seguridad personal.

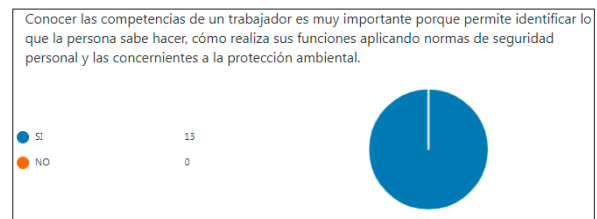


Figura 17. Pregunta 8
Fuente: Formulario de la encuesta realizada.

La totalidad de los encuestados asegura tener las competencias y el conocimiento de la aplicación de normas de seguridad personal y las referentes al cuidado y protección del medio ambiente en relación con los procesos de instrumentación industrial en la planta de gas.

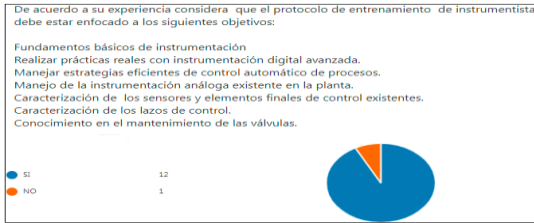


Figura 18. Pregunta 9

Fuente: Formulario de la encuesta realizada

Los 12 encuestados desde el punto de vista que les da su experiencia en la operación y manejo de procesos en la planta de gas Sardinata sur, están de acuerdo que el protocolo de entrenamiento debe estar enfocado en los siguientes ítems:

- Fundamentos básicos de instrumentación.
- Realizar prácticas reales con instrumentación digital avanzada.
- Manejar estrategias eficientes de control automático de procesos.
- Manejo de la instrumentación analoga existente en la planta.
- Caracterización de los sensores y elementos finales de control existentes.
- Caracterización de los lazos de control.
- Conocimiento en el mantenimiento de las válvulas.

Solo un encuestado no estuvo de acuerdo y se procedió a hablar con él directamente para conocer sus aportes y porque que no estaba de acuerdo con el entrenamiento básico dentro del protocolo, ya que este entrenamiento es obligatorio para todo el personal independiente del área donde vaya a laborar.

Se le argumentó que se tendría en cuenta y que en este entrenamiento básico se haría énfasis en la instrumentación.

Estos aspectos se tomaron en cuenta para el diseño del protocolo de entrenamiento.

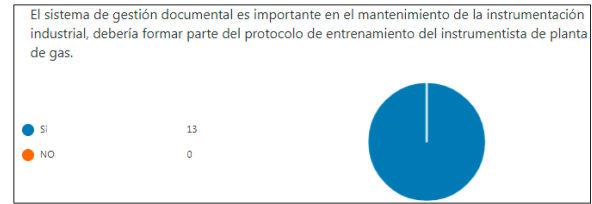


Figura 19. Pregunta 10

Fuente: Formulario de la encuesta realizada

Finalmente los 13 encuestados coinciden en afirmar que el sistema de gestión documental es de vital importancia en la fase de instrumentación, debido a que todo proceso de calibración debe estar documentado y el instrumentista debe relacionar cualquier cambio que se realice en un proceso ya sea montaje de equipos nuevos o asignación de nuevos valores en las variables a controlar, por lo tanto se debe incluir en el protocolo de entrenamiento.

Objetivo 3. Formular los protocolos y el programa de entrenamiento para el instrumentista de la planta de gas.

En el desarrollo de este objetivo se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Diseño curricular por módulos basado en los protocolos establecidos para cada proceso de la instrumentación y control en la planta de gas.

Se estableció una competencia en cada uno de los procesos establecidos de acuerdo a las normas internacionales y de la empresa.

Para realizar el diseño curricular del protocolo de entrenamiento se tomaron como referencias cuatro normas de competencias laborales consultando la página. <https://certificados.sena.edu.co/claborales/default.asp#resultado>.

Se tomaron las siguientes normas de competencias:

Código NSCL: 280401007

Título de Norma sectorial: Calibrar instrumentos de medición de acuerdo con el

protocolo técnico.

Código NSCL: 280401008

Título de Norma sectorial: Chequear el lazo de control de acuerdo con el procedimiento técnico.

Código NSCL: 280401011

Título de Norma sectorial: Instalar instrumentos de acuerdo con el diseño.

Código NSCL: 280401009

Título de Norma sectorial: Reparar el sistema de control de procesos continuos de acuerdo con la metodología

Estas cuatro normas se tomaron para el diseño de los módulos con el manejo de las actividades aplicadas en la instrumentación industrial en procesos industriales de forma general, agregando los procesos que se manejan en el sector petrolero específicamente en la planta de gas Sardinata sur. Se obtuvo como resultado el protocolo de entrenamiento basado en competencias laborales el cual se especifica en el Anexo B.

Análisis del impacto económico

Con el desarrollo de este protocolo de entrenamiento, a empresa obtiene una herramienta para el mejoramiento en el desarrollo de habilidades referentes al mantenimiento y calibración de los equipos de instrumentación por parte del personal de instrumentación industrial; este mejoramiento en las tareas de mantenimiento se refleja en la operación porque no se presentan paradas por fallas de equipos y por ende la parte económica para la empresa mejora.

Análisis del impacto ambiental

En el manejo de un mantenimiento óptimo en la instrumentación de la planta de gas el aspecto ambiental es de suma importancia, ya que un mantenimiento óptimo hace que la operación se realice en forma segura evitando la generación de aguas aceitosas y residuos sólidos que impactan en el suelo y la vegetación. La empresa realiza procesos de

recuperación y reciclaje de estos desechos. La parte ambiental está inmersa en el protocolo de entrenamiento del instrumentista, buscando que tome conciencia en la realización de buenas prácticas durante la ejecución del mantenimiento correspondiente al área de instrumentación asegurando de esta forma una operación óptima lo cual favorece y cuida el medio ambiente.

Impacto social

La aplicación del protocolo de entrenamiento logra que el instrumentista realice un mantenimiento y ajuste de los equipos en forma óptima; esto impacta directamente en la operación de la planta, reflejándose en el bienestar de la comunidad aledaña a la planta o aguas abajo en las vertientes hidrológicas cuando se evitan derrames o escapes de gases que causan problemas de salud en la comunidad y los mismos trabajadores de la planta.

Análisis del sistema SG-SST

La planta cuenta con un sistema de contra incendio que está ubicado en la batería Sardinata sur y está compuesto por un tanque CTK-1381 con una capacidad de 3900 bls, 8 monitores o hidrantes.

Para el trabajo de mantenimiento dentro de la planta de gas Sardinata, se debe tener en cuenta, que todas las personas que ingresen a las instalaciones deben contar obligatoriamente con los EPP (Elementos de Protección Personal).

El personal que trabaja directamente en el mantenimiento de la línea (Ecopetrol, Socios, Aliados y/o Contratistas) deben usar calzado de seguridad con puntera de acero el cual debe cumplir con la norma ASTM F 2413-05: especificación sobre requisitos de desempeño para calzado de protección.

V. CONCLUSIONES

Con la terminación del trabajo de grado, se

realiza la entrega del protocolo para el entrenamiento de los instrumentistas de la planta de gas a la Gerencia Regional Catatumbo Orinoquia-GCO de ECOPETROL S, A.

Se entregó un documento altamente eficiente porque fue realizado mediante un análisis detallado de los diferentes procesos que intervienen en la instrumentación de la planta, consultando directamente las fuentes documentales de la empresa y los procesos, lo cual provee un alto grado de confiabilidad.

Para la formulación de los protocolos y el programa de entrenamiento para el instrumentista de la planta de gas se tuvo en cuenta la experiencia de los empleados cuyos aportes fueron importantes, sobre todo en el del trabajo por competencias laborales.

VI. RECOMENDACIONES

El protocolo de entrenamiento está diseñado por módulos de tal forma que allí se visualicen los resultados de aprendizaje que se deben manejar en el entrenamiento del instrumentista de planta de gas. De acuerdo a esto se recomienda:

Que el entrenado siga las instrucciones de cada guía y las consultas las haga directamente en la biblioteca de la planta consultando los instructivos existentes y apoyándose en el personal del área de instrumentación.

El personal que esté en entrenamiento siga el proceso de certificación laboral de las 4 normas utilizadas para el diseño del protocolo; esta certificación puede ser con la misma empresa si se cuenta con el certificador o evaluador de competencias laborales, de lo contrario solicitarlo al SENA Regional Norte de Santander.

VII. BIBLIOGRAFIA

Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG. (2018). Resolución 030 del 2018.

CREUS, Antonio. Instrumentación Industrial. (1997). Marcombo S.A.

<https://instrumentacionycontrol.net/sistema-de-control-de-lazo-cerrado-closed-loop/>

Listado de instrumentos Documento 01-09-IN-LI-001-R1 Biblioteca planta de gas Sardinata Tibú Norte de Santander.

Martínez B, Rigoberto. (2004). Manual de procedimientos. Elaboración – Implementación – Mejoramiento Continuo. S. /: Corporación Colombiana de Organización y Métodos “O & M COLOMBIA”.

Manuales técnicos de la empresa Ecopetrol Planta de Gas Sardinata Tibú Norte de Santander.

Norma Técnica Colombiana de Gas Natural (GN), y los gases licuados del petróleo (GLP) NTC2505.

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE.