



**“TAXONOMÍA DE EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL EN EL
ERP-SAP PARA EL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN LA
GERENCIA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA-ECOPETROL S.A.”**

Omar Daniel Castañeda Moreno



Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Bucaramanga

2020



**“TAXONOMÍA DE EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL EN EL
ERP-SAP PARA EL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN LA
GERENCIA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA-ECOPETROL S.A.”**

Omar Daniel Castañeda Moreno

Trabajo de grado

En modalidad de práctica empresarial para optar al título de Ingeniero electrónico

Dirección del proyecto universidad

Carlos Gerardo Hernández Capacho

Dirección del proyecto ECOPETROL

Jorge Enrique Angarita Ruiz

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Ingeniería

Facultad de ingeniería Eléctrica y Electrónica

Bucaramanga

2020

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, por ser mi guía todos los días de mi vida.

A mis padres Omar y Vicky por ser mi apoyo, por motivarme a ser mejor persona cada día, por estar cada día a mi lado, por ser responsables de lo que soy hoy en día. A mis hermanos Marcela y Andrés por demostrarme el verdadero significado de la amistad, por ser cómplices, por estirarme la mano en los peores momentos y disfrutar a mi lado de los mejores.

A mi familia en general por siempre creer en mí y darme apoyo cuando más lo necesitaba. A mis amigos y mi novia por demostrarme que hay familia que si se puede escoger.

A mi tutor de la práctica por todo el conocimiento tanto personal como profesional que me brindó y a toda la coordinación de control y electrónica. A cada una de las personas que influyeron en este proceso. Y por último, pero no menos importante, a la Universidad Pontificia Bolivariana y sus docentes por todos estos años de aprendizaje.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	9
2.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	10
3.	DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	13
4.	ANTECEDENTES	14
5.	JUSTIFICACIÓN	15
6.	OBJETIVOS.....	16
	6.1. <i>Objetivo principal:</i>	16
	6.2. <i>Objetivos específicos:</i>	16
7.	MARCO CONCEPTUAL	17
8.	METODOLOGÍA	26
	8.1. <i>Conocimiento general de los procesos</i>	26
	8.5. <i>Aportes al conocimiento</i>	29
9.	CONCLUSIONES.....	32
10.	RECOMENDACIONES.....	33
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
12.	ANEXOS	36

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Antecedentes</i>	14
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Organigrama ECOPETROL S.A. Fuente: website ECOPETROL S.A. 2019.</i>	11
Figura 2. Organigrama GRB. Fuente: website ECOPETROL S.A. 2019.	12
Figura 3. Clasificación de la taxonomía con niveles taxonómicos según ISO-14224. Fuente: website ISO 2019.	20
Figura 4 "Ejemplo SAP" fuente: SAP ERP ECOPETROL 2019.	21
Figura 5 "SAP ejemplo emplazamiento" fuente: SAP ERP ECOPETROL 2019.	22
Figura 6 "SAP Organización" Fuente: SAP ERP ECOPETROL 2019.	23
Figura 7 "Diagrama de flujo Tratamiento de Agua" Fuente: El autor 2020	24
Figura 8 "Diagrama de flujo Generación de vapor" Fuente: El Autor 2020	24
Figura 9 "Diagrama de flujo generación de energía" fuente: El autor 2020	25
Figura 10. Metodología ejecutada en el desarrollo de la práctica. Fuente: El autor. 2019	26
Figura 11 "Taxonomía equipos ECOPETROL" Fuente: SAP ERP ECOPETROL 2019.	28

LISTA DE ANEXOS

Nombre de carpeta	N° de archivo	Nombre de archivo
Anexos	3	Anexo 1. Certificado Curso de Fomento del trabajo seguro, limpio y saludable
		Anexo 2. Certificado curso Ética y cumplimiento
		Anexo 3. Certificado curso Inducción aprendices

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: TAXONOMÍA DE EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL EN EL ERP-SAP PARA EL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN LA GERENCIA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA-ECOPETROL S.A.

AUTOR(ES): Omar Daniel Castañeda Moreno

PROGRAMA: Maestría en Ingeniería Electrónica

DIRECTOR(A): Carlos Gerardo Hernandez Capacho

RESUMEN

En el desarrollo de esta práctica industrial, realizada en la Gerencia Refinería de Barrancabermeja, se buscó certificar los activos correspondientes a la especialidad de instrumentación y control, en el departamento operativo de Servicios Industriales Refinería (SIR), dando cumplimiento a la implementación de lo que se conoce como buena práctica en la industria, a través de la adopción del estándar internacional ISO14224; el cual define una estructura jerárquica y una taxonomía de equipos, en un CMMS. Por tal motivo, ECOPELROL S.A., ha decidido que su sistema para la gestión de los activos es el ERP – SAP, en su módulo PM. El departamento de Servicios Industriales Refinería consta de diferentes procesos, tales como: generación de vapor, generación eléctrica, generación de aire y tratamientos de aguas. Como producto de esta práctica, se entregará la taxonomía de equipos de la especialidad, para facilitar la planificación de las acciones de mantenimiento y los procesos de confiabilidad.

PALABRAS CLAVE:

ECOPETROL, mantenimiento, SAP, instrumentación, taxonomía de equipos, confiabilidad.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Taxonomy of instrumentation and control equipment in the ERP-SAP for the department of Servicios Industriales in the Gerencia Refinería Barrancabermeja- ECOPETROL S.A.

AUTHOR(S): Omar Daniel Castañeda Moreno

FACULTY: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR: Carlos Gerardo Hernandez Capacho

ABSTRACT

In the development of this industrial practice, made in Barrancabermeja's refinery, the idea was to certify the assets corresponding to the control and electronic area of Servicios Industriales Refinería (SIR), complying with the implementation of which is recognized as good practice in the industry, through the adoption of the International Standard ISO-14224, which defines a hierarchical structure and an equipment taxonomy, in a CMMS. ECOPETROL S.A. has decided that its system for asset management is the ERP- SAP, in its PM module. The SIR department consists of different process, such as: Steam generation, electricity generation, air generation and water treatments. As a product of this practice, the taxonomy of specialty equipment will be delivered, to facilitate the planning of maintenance actions and confiability process.

KEYWORDS:

ECOPETROL, maintenance, SAP, instrumentation, equipment taxonomy, confiability

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente informe de trabajo de grado se puede evidenciar el proceso de la práctica industrial desarrollado en la refinería de la ciudad de Barrancabermeja perteneciente a la Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL) S.A., en el cual, su objetivo consiste en la contribución de los procesos de certificación de gestión de activos en SAP, focalizado en la actualización de la estructura de los activos en el área de Servicios Industriales Refinería, el cual, posteriormente será mencionado como SIR.

El proceso base en el desarrollo de lo expuesto en el presente documento, consiste en verificar tanto en la lógica como en campo los tags de la instrumentación; Posteriormente, organizar cada equipo de acuerdo con su taxonomía.

2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

ECOPETROL S.A. está catalogada como la empresa más grande de Colombia y se encuentra integrada en el sector de petróleo y gas, participando en todos los eslabones de la cadena de hidrocarburos (Exploración, producción, refinación y comercialización); además, cuenta con participación en el exterior en países como Brasil, Perú y Estados Unidos.

La empresa colombiana asume los activos revertidos de la Tropical Oil Company e inicia su operación desde 1951 gracias a la Concesión de Mares. La operación se inicia con la puesta en producción del campo La Cira-Infantas y reafirma el crecimiento exponencial asumiendo el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja en el año de 1961.

La refinería de Barrancabermeja actualmente abastece el mercado nacional produciendo diésel, gasolina, jet, GLP, propileno, asfalto, fuel oil, aromáticos, bases lubricantes, avigás, azufre, ceras parafínicas, disolventes alifáticos y polietileno, con un procesamiento de aproximadamente 230 mil barriles día (KBD). Toda esta producción se realiza en un área de 300 hectáreas, con más de 50 plantas y unidades de proceso, tratamiento, servicios y control ambiental.

Para el año 2011, ECOPETROL S.A. registra una utilidad neta de \$15,4 billones demostrando la calidad de la empresa al estar entre las 40 petroleras más grandes del mundo y ubicándose entre las cuatro principales en Latinoamérica.

En la Figura 1, se puede observar el organigrama general de la empresa, indicando las vicepresidencias que forman parte de la estructura organizacional. En el segmento de refinación, se ubica la Vicepresidencia de refinación y procesos industriales encargadas del funcionamiento general de las refinerías ubicadas Barrancabermeja- Santander y Cartagena-Bolívar.

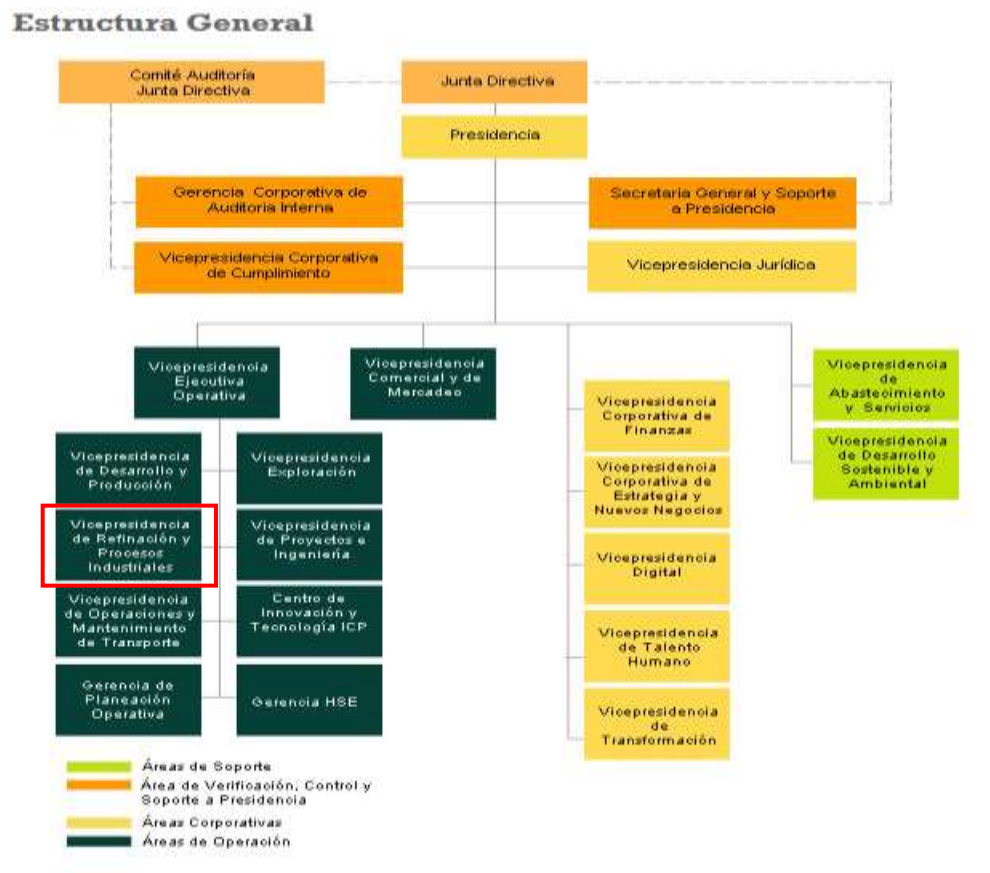


Figura 1. Organigrama ECOPEPETROL S.A. Fuente: website ECOPEPETROL S.A. 2019.

La Gerencia General de la Refinería de Barrancabermeja (GRB) también cuenta con una estructura organizacional; para el caso de esta práctica son relevantes la Coordinación de

Control y Electrónica, y el departamento de Servicios Industriales Refinería que hacen parte de la gerencia de producción y la gerencia técnica respectivamente. (Ver Figura 2).

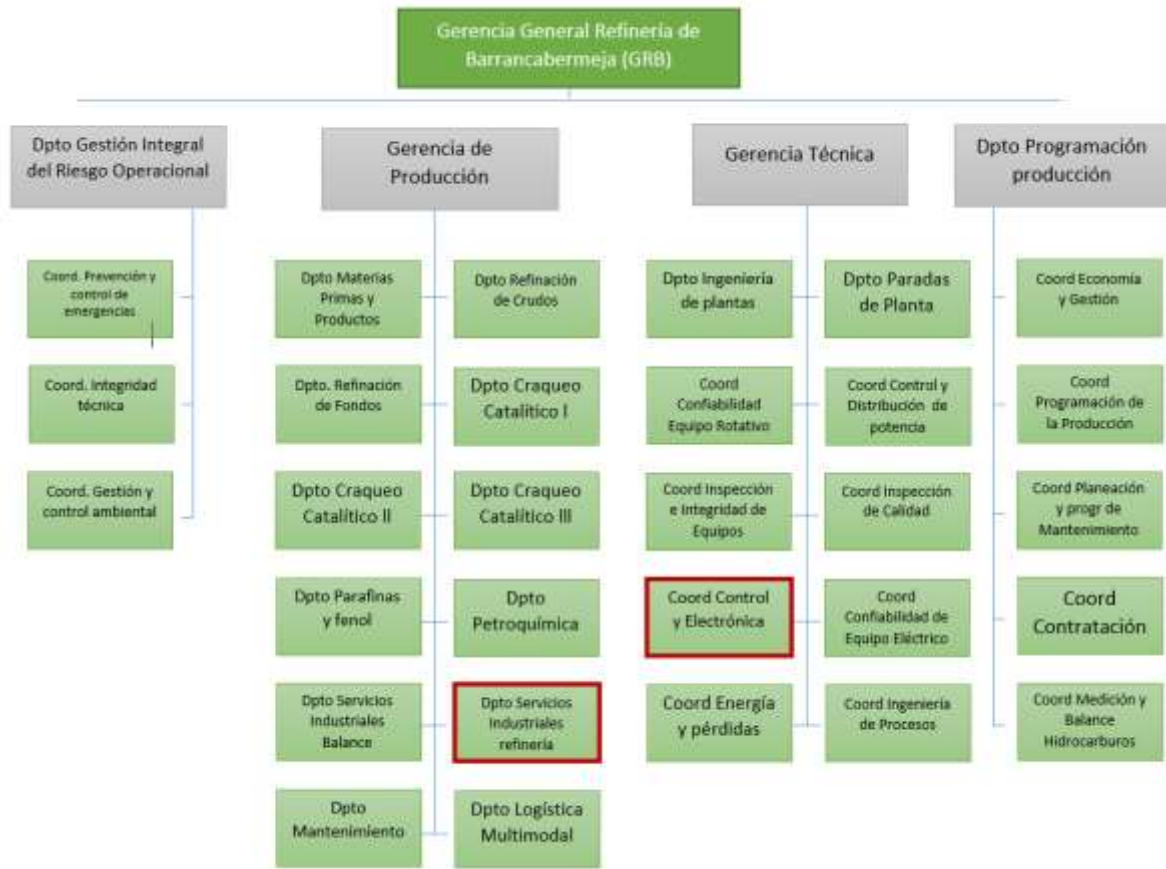


Figura 2. Organigrama GRB. Fuente: website ECOPETROL S.A. 2019.

3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El enfoque de la práctica industrial se centra en el proceso de certificación de los activos de la especialidad de instrumentación y control, de las unidades de proceso del departamento de Servicios Industriales Refinería, en el ERP – SAP, implementando para ello el estándar definido por la especialidad, en los equipos que hacen parte de los sistemas de: turbo maquinaria, calderas y tratamiento de aguas, pertenecientes al departamento; entregando la estructura y taxonomía en el módulo PM de SAP, facilitando con ello, los procesos de gestión de activos, como los definió ECOPETROL S.A.

4. ANTECEDENTES

Tabla 1 *Relación de trabajos de grado relacionados. Fuente: biblioteca digital UPB. 2019*

TITULO	AUTOR(ES)	RESUMEN	FUENTE
Gestión de activos de I&C en la gerencia refinería Barrancabermeja enfocado en la criticidad ASP de los equipos y sus repuestos para el plan mantenimiento del 2019. Caso de estudio: Válvulas de control de las plantas de polietileno y aromáticos	Angarita C. Alix A.	Identificación de características técnicas y de procesos a las válvulas de control de las plantas petroquímica de la refinería de Barrancabermeja. Además, creación de hoja de ruta que facilite el proceso de mantenimientos.	Biblioteca digital Alejandría UPB.
Instrumentación y control en tratamiento de crudo y generación de vapor	Granados Pinilla, Jorge Iván	Análisis de instrumentación neumática, electrónica de los generadores de vapor, planta de tratamiento de agua y tratamiento de crudo para objetivos administrativos.	Alejandría UPB
Implementación de la taxonomía de equipos para los activos de instrumentación y control (I&C) en el módulo PM de SAP. Estudio de caso activos de I&C planta de parafinas y fenol	Carrasquilla Zambrano, Luis Alberto	Certificación de 5800 equipos mantenibles de instrumentación y control en las unidades de parafina y fenol para la refinería de Barrancabermeja.	Alejandría UPB

5. JUSTIFICACIÓN

La estructura de los activos definida por ECOPETROL S.A., se basa en el estándar internacional ISO 14224, aplicable a la industria de petróleo y gas, extendida hoy día a la mayoría de las industrias; con ella, se pretende una total adherencia del habilitador tecnológico SAP, con la estructura de gestión de la compañía, logrando con ello estandarizar la gestión en las diferentes áreas, tales como: perforación, producción, refinación y transporte de petróleo y gas natural, esta nueva base de datos

El presente trabajo será realizado en las unidades de proceso del departamento de Servicios Industriales, enfocada únicamente en los activos de instrumentación y control, dado que se evidencia oportunidades de mejora, tales como: estandarización de acuerdo con la taxonomía y equipos faltantes producto de la migración del CMMS Ellipse al módulo PM de SAP, sucedido en el año 2016.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo principal:

Implementar la taxonomía definida para los activos de instrumentación y control en la certificación de equipos facilitando la ejecución de los procesos de gestión de activos modelados en el ERP – SAP, para los activos del departamento de Servicios Industriales Refinería.

6.2. Objetivos específicos:

- Identificar las unidades de proceso de Servicios Industriales Refinería donde están instalados los activos de Instrumentación y control.
- Conocer los activos de instrumentación y control que se encuentran instalados en las unidades de sistemas de generación de vapor, sistema de tratamiento de aguas y sistemas de generación eléctrica, del departamento de Servicios Industriales Refinería, objeto de certificación del área, aplicando la taxonomía definida para ellos.
- Entender la aplicación de los procesos de gestión de activos modelados en el ERP - SAP sobre los activos de instrumentación y control.

7. MARCO CONCEPTUAL

El sistema de planificación de recursos empresariales, o mejor conocido por sus siglas en inglés ERP, permite a las compañías controlar, de una manera digital y organizada, distintas operaciones internas de una empresa, desde su producción hasta su distribución, incluyendo recursos humanos. El software alemán Sistemas, Aplicaciones y productos para el procesamiento de datos (SAP), hace uso del sistema ERP, permitiendo una administración unificada del talento humano, recursos financieros-contables, productivos y logísticos (Chamorro, 2016).

En general, SAP integra diferentes módulos que permiten a las compañías hacer una gestión integrada para el logro de sus objetivos estratégicos. En la Figura 3, se muestra algunos de los módulos que incluye el ERP SAP.



Figura 3 "Módulos SAP" fuente: Curso SAP ECOPEPETROL 2016

Desde que ECOPEPETROL decide realizar la implementación de SAP en su organización, ordena a sus departamentos y coordinaciones estandarizar y normativizar la base de datos de los activos, haciendo estricto uso de la norma ISO-14224, la cual enfatiza en el rigor de la recolección y registros de datos que permitan hacer un análisis óptimo de las actividades de gestión de activos, con énfasis en confiabilidad y mantenimiento.

Para el proceso de gestión de activos se deben tener claros dos conceptos que son:

- Identificar el *tipo de objeto técnico* en que se encuentra, es decir, si corresponde a equipos de instrumentación y control (INS), a equipos rotativos (ROT), a equipos mecánicos estacionarios (MEC) o equipos eléctricos (ELE)

- Identificar el *perfil catálogo*, que representa las características particulares que tiene cada equipo, según su clase y tipo los cuales hacen referencia a su funcionalidad. La clase se refiere a la familia, mientras que el tipo hace referencia de algo más específico, un ejemplo de lo anteriormente mencionado es una válvula de control, la clase es válvula (VA) y el tipo es Control (CO). Formando la clase-tipo VACO, el perfil catálogo será PMVACO; donde PM hace referencia al módulo de SAP.

Además de identificar los dos elementos anteriores, para la compañía es importante definir la *criticidad* de los activos debido a que se puede hacer un mejor análisis de los estipulados como críticos (“S” en SAP), hacerle un mejor seguimiento y una óptima ruta de mantenimiento, y los no definidos como críticos (“N” en SAP), hacerle seguimiento y el mantenimiento correspondiente para que en el futuro no se vuelva un instrumento crítico.

La taxonomía de los activos se define, bajo la norma ISO-14224, como una clasificación sistemática de niveles en grupos genéricos basados en factores comunes.

En la estructura, los niveles 1 al 5 representan un alto nivel de categorización, responden a la ubicación técnica (ubicación física) de los equipos, mientras que los niveles 6 al 9 se relacionan específicamente al equipo. Para ECOPETROL S.A., la ubicación técnica, corresponde a los niveles del uno al siete. En la Figura 4 se puede observar al detalle cada uno de los niveles.

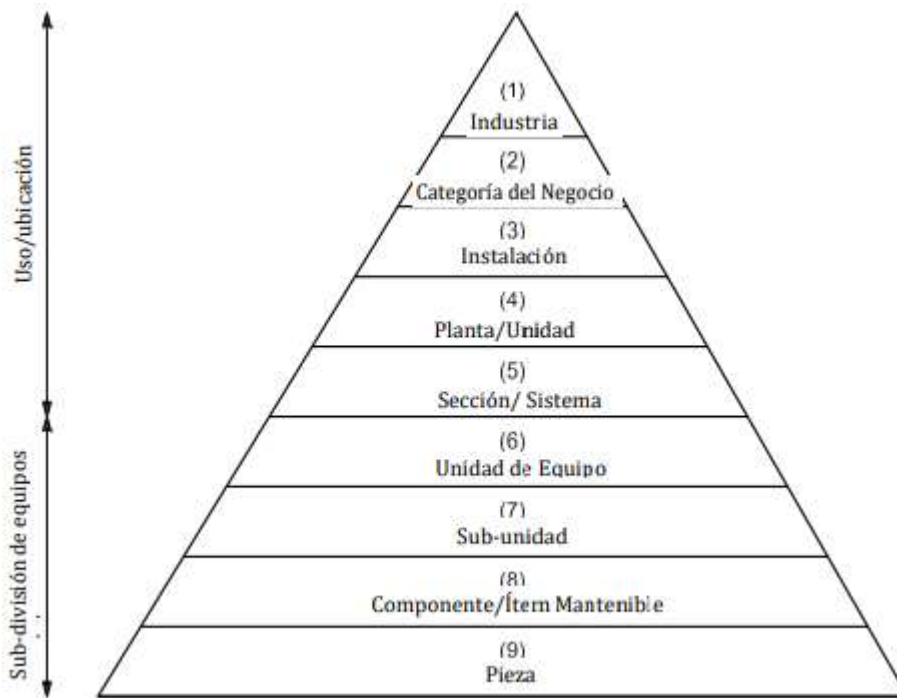


Figura 4. Clasificación de la taxonomía con niveles taxonómicos según ISO-14224. Fuente: website ISO 2019

A continuación, se observa un ejemplo en donde se señala cada uno de los ítems mencionados anteriormente

Como se puede observar en la Figura 5, la denominación corresponde al nombre del activo y el tag que le corresponde, seguido del proceso en el que se encuentra. La clase corresponde a la definición del instrumento, para este ejemplo particular, es un transmisor de flujo. En el tipo de objeto se indica a que coordinación corresponde el activo. Si se tiene información del instrumento, se añade en el fabricante, N°Pieza de fabricante y el n° de serie de éste mismo. Es necesario en la Denominación tipo, si es el caso, ingresar que está certificado y el id de la persona que lo certificó.

Visualizar equipo : Datos generales

Resumen clases PtosMedida/Contador

Equipo: 10012938 Tipo: M Activo Industrial

Denominación: Transmisor FI24011 vapor producto

Status: AEQS OP

Válido de: 12.11.2019 Fin de validez: 31.12.9999

General Emplazamiento Organización Estructura Atributos / RAM

Datos generales

Clase	IPFT	Transmisor De Flujo
Tp.objeto	INS	Instrum. y control
Grupo autoriz.		
Peso	0,000	Tamaño/Dimens.
Nº inventario		PstaEnServDesde

Datos de aprovisionamiento

Valor adquis.	0,00	Fecha adquis.
---------------	------	---------------

Datos de fabricación

Fabricante		País productor
Denomin.tipo	Certif. E0227812	Año/Mes const.
NºPieza fabric.		
Fabr. Nº-serie		

Figura 5 "Ejemplo SAP" fuente: SAP ERP ECOPETROL

El centro de emplazamiento corresponde al relacionado con la refinería de Barrancabermeja, el emplazamiento a la planta donde se encuentra. La criticidad ASP corresponde a qué tan crítico es el equipo y el campo de clasificación corresponde al tag.

Visualizar equipo : Emplazamiento

Resumen clases PtosMedida/Contador

Equipo: 10012938 Tipo: M Activo Industrial

Denominación: Transmisor FI24011 vapor producto

Status: AEQS OP

Válido de: 12.11.2019 Fin de validez: 31.12.9999

General Emplazamiento Organización Estructura Atributos / RAM

Datos de emplazamiento

Ce.emplazam.: 2000 ~~REFINERÍA BARRIO VERDE~~

Emplazamiento: U2400 ~~Planta 2-100 - Central Del Norte~~

Local: N.A. PM

Área de empresa: REF Refinería

Puesto trabajo:

Criticidad ASP:

Campo clasif.: FI24011

Dirección

Nombre:

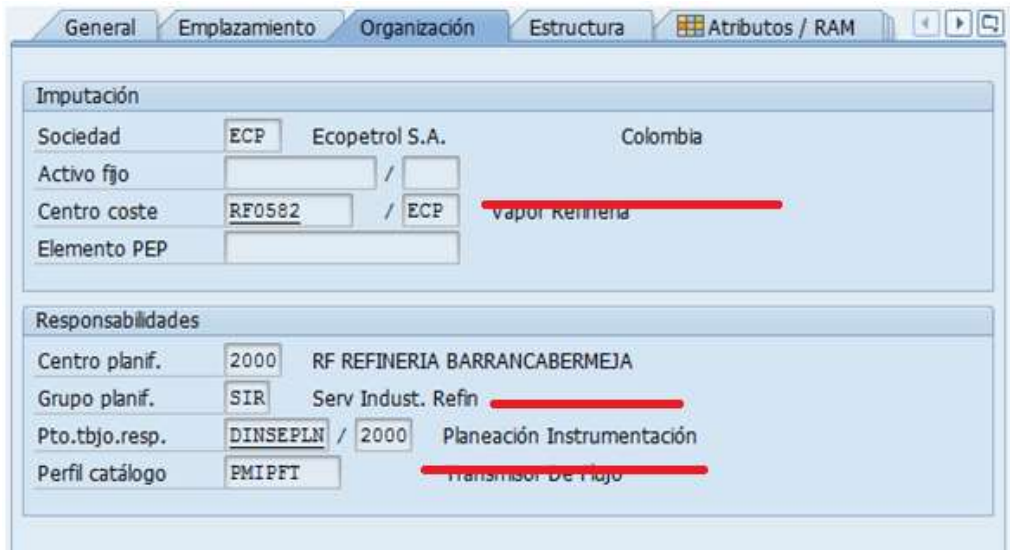
Calle:

Población:

Teléfono: Fax:

Figura 6 "SAP ejemplo emplazamiento" fuente: SAP ERP ECOPETROL

El centro de coste corresponde al área en el cual se cargarán todas las cuestiones económicas, el grupo planificador corresponde a SIR para nuestro caso y el perfil del catálogo muestra el tipo de objeto.



General		Emplazamiento		Organización		Estructura		Atributos / RAM	
Imputación									
Sociedad	ECP	Ecopetrol S.A.				Colombia			
Activo fijo		/							
Centro coste	RF0582	/		ECP		vapor refinera			
Elemento PEP									
Responsabilidades									
Centro planif.	2000	RF REFINERIA BARRANCABERMEJA							
Grupo planif.	SIR	Serv Indust. Refin							
Pto.tbjo.resp.	DINSEPLN	/		2000		Planeación Instrumentación			
Perfil catálogo	PMIPFT	transmisor de flujo							

Figura 7 "SAP Organización" Fuente: SAP ERP ECOPETROL

Para el área de Servicios Industriales Refinería, cuentan con tres sistemas distintos de generación, los cuales corresponden a sistemas de generación de vapor, sistemas de tratamientos de aguas y sistemas de generación eléctrica. En total, se cuenta con más de 5000 equipos en toda el área.

Para el sistema de tratamiento de agua, se inicia el proceso captando el agua del río Magdalena, de allí se lleva a los pozos clarificadores en donde se obtiene agua clarificada que se utiliza para los sistemas de enfriamiento (Torres enfriadoras) y otra parte para el sistema contra incendios. Continuando con el proceso, se realiza una filtración y más tarde un proceso de ultra filtración; Allí se divide el agua en dos, una parte realiza el proceso de potabilización y la otra parte el proceso de osmosis inversa dando como resultado agua potable y agua de calderas, respectivamente. En este sistema se cuenta con alrededor de 1290 equipos.

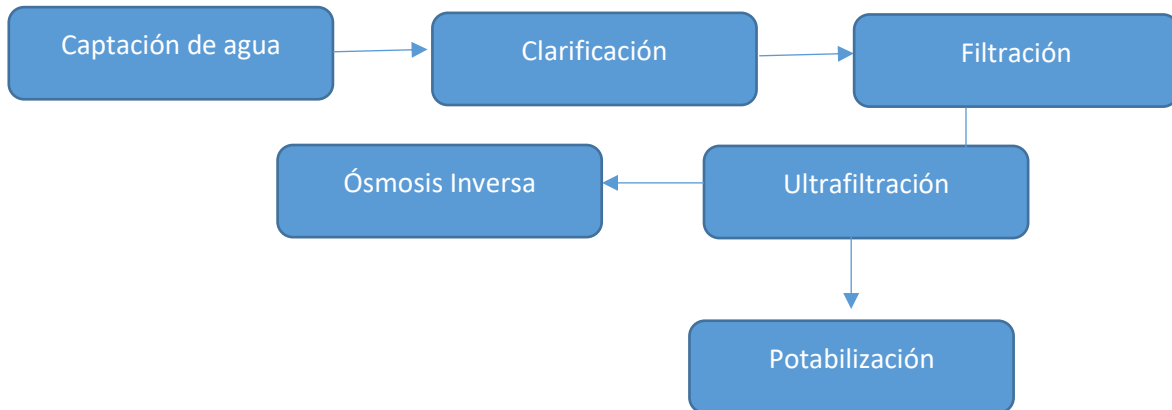


Figura 8 "Diagrama de flujo Tratamiento de Agua" Fuente: El autor 2020

En la generación de vapor, se cuenta con 9 calderas acuatubulares, las cuales hacen uso de agua de calderas. Allí se realiza primero un precalentamiento del agua y luego ingresan a la caldera en donde se eleva la temperatura hasta generar el vapor. En este proceso se cuenta con alrededor de 2850 instrumentos.

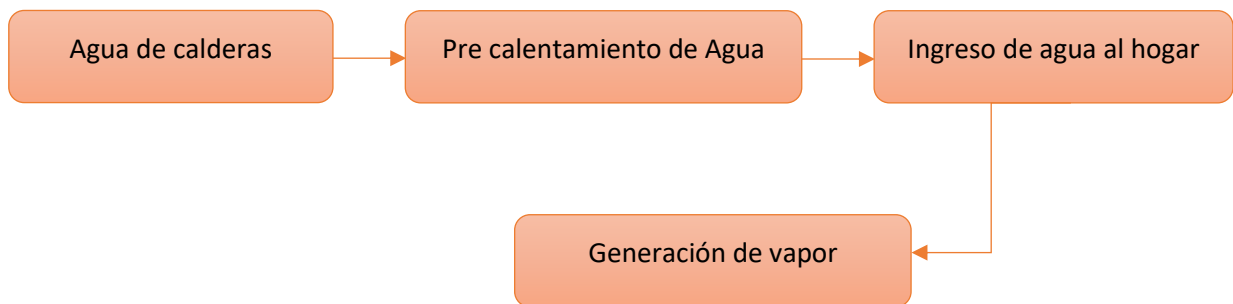


Figura 9 "Diagrama de flujo Generación de vapor" Fuente: El Autor 2020

Por último, en la transformación de energía mecánica a energía eléctrica, se hace uso del vapor generado en las calderas anteriormente mencionadas para realizar un trabajo en las turbinas que están acopladas a un generador eléctrico. A estos sistemas se les denomina como Turbo-generador y cuenta con alrededor de 400 instrumentos.

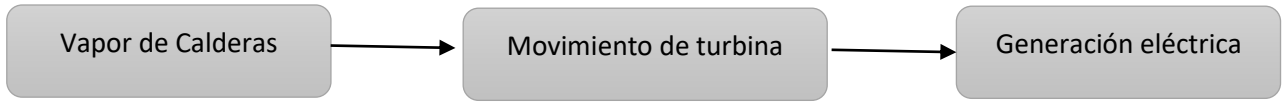


Figura 10 "Diagrama de flujo generación de energía" fuente: El autor 2020

8. METODOLOGÍA

En la Figura 11, se observa el proceso realizado durante la práctica industrial, que permitieron el desarrollo de las actividades y el cumplimiento de los objetivos planteados en este documento.

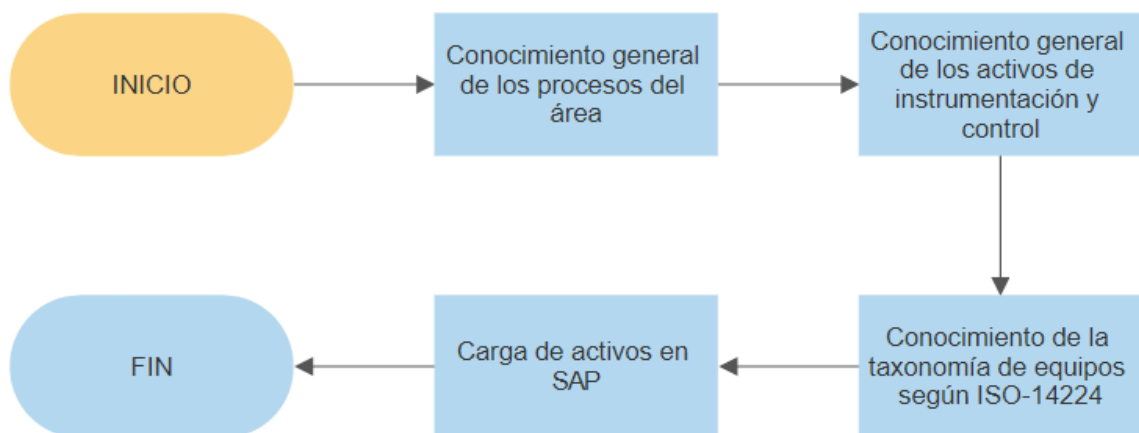


Figura 11. Metodología ejecutada en el desarrollo de la práctica. Fuente: El autor. 2019

8.1. Conocimiento general de los procesos

El área de Servicios Industriales Refinería junto con Servicios Industriales Balance, son las encargadas de la producción de utilidades para la refinería, es decir, suplen los servicios de energía, vapor, aire y agua para todos los procesos en la refinería. SIR la componen las unidades: U-801, U-830, U-850, U-5500, U-950, U-2400, U-5100.

Las primero cuatro unidades son los procesos correspondientes para la generación de los diferentes tipos de agua que se requieren en la refinería (Agua para calderas, Agua potable,

Agua para contraincendios, Agua industrial). Las unidades U-950/2400/5100 poseen en total nueve calderas para la producción de vapor, y además de esto, las unidades 2400 y 5100 son las encargadas de la generación de energía eléctrica.

8.2. Conocimiento general de los activos de instrumentación y control en el área de SIR

En cada uno de los procesos se identifican los diferentes equipos de la especialidad de instrumentación y control, tales como: Lazos de control abierto, lazos de control cerrado, elementos de medición para variables de procesos, tales como: flujo, presión, temperatura, nivel, analizadores de oxígeno, pH, y TOC (carbono orgánico total), válvulas de control y corte (Shut-off), sistemas instrumentados de seguridad (SIS), sistemas de fire & gas, BMS (Boiler Management System), control de velocidad y monitoreo de vibración de maquinaria rotativa.

8.3. Conocimiento de la taxonomía de equipos según la norma ISO-14224

Para conocer la taxonomía empleada en ECOPETROL S.A., se ingresa a SAP y se analiza cada uno de los niveles mostrados en la pirámide de la Figura 6, comparándolos con los encontrados en la plataforma. El ejemplo mostrado en la Figura 12, están señalados los niveles del 3 al 9 quienes corresponden respectivamente a “Refinería Barrancabermeja, Unidad 2400, Generación, Vapor, Caldera SB2401, Agrupador de control, Control Abierto” y por último están los instrumentos: el transmisor y la platina.

RFB-2M4V	Planta Generacion De Vapor 2400
RFB-2M4V-COMP	Sistema De Compresion
RFB-2M4V-GENE	Sistema De Generacion
RFB-2M4V-GENE-ELE1	Electrica 1
RFB-2M4V-GENE-ELE2	Electrica 2
RFB-2M4V-GENE-ELE3	Electrica 3
RFB-2M4V-GENE-VAPO	Vapor
RFB-2M4V-GENE-VAPO-CYSCALD2400	Sistema De Control Y Supervision
RFB-2M4V-GENE-VAPO-SB2401	Caldera Central Norte-Suprcalentado
RFB-2M4V-GENE-VAPO-SB2402	Calderas Central Del Norte
RFB-2M4V-GENE-VAPO-SB2403	Calderas Central Del Norte # 3
RFB-2M4V-GENE-VAPO-SB2404	Caldera Central Del Norte
RFB-2M4V-GENE-VAPO-SB2405	Caldera Central Del Norte
RFB-2M4V-GENE-VAPO-SB2401	Caldera Central Norte-Suprcalentado
10013093	Agrupador De Control
10012912	Control Abierto FI24011 Vapor producto
10012912	Control Abierto FI24011 Vapor producto
10012938	Transmisor FI24011 vapor producto
10104779	Platina FE24011 vapor producto

Figura 12 "Taxonomía equipos ECOPETROL" Fuente: SAP ERP ECOPETROL

8.4. Proceso de certificación de equipos para la carga de activos en SAP

Se realizó el proceso de certificación con alrededor de 850 activos, distribuidos de la siguiente manera:

- **Calderas B-2400**

Se realizó la certificación de aproximadamente 500 activos en las 5 calderas de la unidad 2400 (Central del Norte/ B-2401, B-2402, B-2403, B-2404 y B-2405).

- **Turbo-Generador TG-953**

Se realizó la certificación de aproximadamente 180 activos del turbo generador de la unidad 950 (TG-953).

- **Turbo-Generador TG-5100**

Se realizó la certificación de aproximadamente 150 activos del turbo generador de la unidad 5100. De la misma manera que en el TG-953, la estructura en SAP debe tener el agrupador de control y el de funciones de protección.

8.5. Aportes al conocimiento

- **Cursos de inducción**

Al entrar en un área industrial, es de vital importancia conocer sobre los factores HSE, por esta razón la refinería de Barrancabermeja realiza procesos de inducción a los nuevos trabajadores.

Allí se explica, de manera general, cada uno de los riesgos expuestos. Cuando se llega a cada área, se realiza una capacitación específica en el lugar de trabajo.

Los temas de capacitación:

- ✓ Uso de elementos de protección personal
- ✓ Conocimientos específicos de los procesos desarrollados en el departamento de Servicios Industriales Refinería (Departamento al cual se es asignado).
- ✓ Reglamento interno (Política empresarial, código de Buen Gobierno y código de ética).

- **Reconocimiento de los sistemas de control de procesos de tratamientos de agua.**

Como estrategia para el reconocimiento efectivo de los sistemas de control encontrados en la planta de tratamientos de agua, se realizó el acompañamiento a un experto de la empresa

Rockwell en el proceso de confiabilidad a los sistemas de control. Los procesos de control están desarrollados con un sistema SCADA, el cual contiene una red de PLC'S y un supervisorio. Es importante aclarar que todos estos softwares incluidos en este proceso (RSLogix, Factory Talk View, etc) son propios de esta empresa (Rockwell) y están implementados con un PLC Allen-Bradley, también propio de esta compañía. El objetivo principal es la participación activa del mantenimiento preventivo del sistema SCADA que controla todos los procesos de tratamiento de agua.

- **Soporte en arrancada de calderas. Arrancada caldera B-954**

- ✓ Pruebas de lazo:

Esta prueba se realiza en cualquier intervención a la instrumentación, en la cual se valida la funcionalidad de lazo, desde el elemento primario, hasta el controlador y desde el controlador hasta el elemento final.

- ✓ Pruebas de función de protección instrumentadas (IPF)

Son validaciones que se realiza entre el grupo de operaciones y el especialista de control e instrumentos, donde se certifica la función de seguridad, desde el iniciador hasta el elemento final. Estas pruebas son rigurosas, después de intervenir un equipo que tenga un sistema instrumentado de seguridad. Para las calderas se denomina BMS.

- **Curso de PLC Allen Bradley**

ECOPETROL S.A. controla alguno de sus procesos por medio de Controladores Lógicos Programables (PLC), y una gran parte de estos PLC son de marca Allen Bradley. Por esta

razón, se realiza un curso dirigido por un experto de la empresa Rockwell, el cual consiste en realizar un mantenimiento tanto preventivo como correctivo (Realizar backups, analizar el tipo de fallas que se encuentran, etc), realizar cambios en la lógica, entre otras cosas.

En este curso se desarrollaron conceptos de programación en la aplicación RSLogix 5000, lectura de estado de los PLC tanto físico como desde el sistema (software) y comunicación entre los módulos. Cabe resaltar, que este tipo de entrenamientos son importantes para garantizar y asegurar mantenimientos preventivos, para evitar que la planta tenga paradas no programadas y para conocer de manera más detallada la electrónica empleada en los procesos a los cuales se está encargado.

- **Soporte en la parada de planta del turbo generador y caldera de la U-5100**

Entre los eventos importantes para la refinería de Barrancabermeja se encuentran las paradas de plantas, las cuales consisten en hacer un mantenimiento y/o reparación mayor a una planta. Para el turbo generador TG-5100 y la caldera B-5100 se realizaron trabajos de cambio de instrumentación (Termocuplas, detectores de gas, transmisores), mantenimiento a toda la instrumentación, soporte al sistema de control y mantenimiento al sistema de protección. Además se llevó el control del cronograma en el mantenimiento preventivo de la instrumentación, realizada por instrumentistas de empresas aliadas y de ECOPETROL.

- **Curso sintonización de lazos de control.**

Para la coordinación de control y electrónica es importante que sus ingenieros tengan el conocimiento y las aptitudes necesarias para la sincronización de los lazos de control que se encuentran en cada una de las áreas, por esta razón se realizan cursos (en este caso con la empresa Equipos y Controles Industriales) los cuales permiten ampliar y refrescar este conocimiento.

9. CONCLUSIONES

Para todas las industrias es de vital importancia tener un control de cada uno de sus activos, tener conocimiento de su instrumentación y de su vida útil, para así poder garantizar un correcto funcionamiento de los procesos llevados a cabo. Para el caso de la refinería de Barrancabermeja, se puede tener este control no solo en campo sino en cuartos de control especializados para monitorear las condiciones y los desempeños, y así poder tener a mano un análisis detallado de condiciones.

Para la instrumentación, dependiendo de su criticidad, es necesario hacer uso de la redundancia, es decir, tener un back-up de cada instrumento para que la falla de alguno de estos no afecte el proceso. Esta redundancia se aplica también para los sistemas de control (SCADA, DCS, OCS, PLC, etc) e idealmente el cambio de uno a otro debe ser transparente para los operadores.

La correcta interpretación de P&ID (Piping and instrumentation diagram) y los diagrama SAMA (Scientific Apparatus Makers Association) facilita el aprendizaje de los procesos y así el correcto conocimiento del tipo de instrumentación que se necesita para este proceso industrial.

Para el ejercicio de la ingeniería, es importante realizar cualquier acción y tomar cualquier decisión siguiendo las normas pertinentes ante cada situación. En ellas se tendrán en cuenta

todas las condiciones bajo las cuales se esté operando para poder garantizar un excelente trabajo.

Los trabajos multidisciplinares son el día a día en una empresa, por lo que se recomienda tener buena relación con los compañeros de trabajo e interiorizar el trabajo en equipo.

10. RECOMENDACIONES

Es importante, en primera medida, conocer e interiorizar bien las normas las cuales implican la realización del trabajo, ya que son estas las encargadas del direccionamiento de la labor a realizar. También es muy importante tener en cuenta trabajos anteriores realizados tanto en la empresa como fuera de ella, ya que el aprendizaje de lo anteriormente realizado permite tener un conocimiento previo.

Por otra parte, al momento de realizar la certificación no solo basta con conocer la instrumentación, es muy importante tener claro el proceso en el cual se encuentra para posteriormente realizar de manera idónea todo el proceso de anteriormente mencionado.

Por último, el apoyo de profesionales que conocen y dominan el tema brindará mayor confianza en la realización de los trabajos asignados.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Absorsistem. (s.f). Calderas con tubos múltiples de agua - Acuotubular: Absorsistem.

Recuperado de <https://www.absorsistem.com/tecnologia/calderas/acuotubular>.

Angarita. A. (2018). Gestión de activos de I&C en la gerencia refinería Barrancabermeja, enfocado en la criticidad ASP de los equipos y sus repuestos para el plan de mantenimiento 2019. Caso de estudio: válvulas de control de las plantas de polietileno y aromáticos (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia.

Recuperado de https://biblioteca.bucaramanga.upb.edu.co/docs/digital_37485.pdf.

Aldakin. (2017). Tipos de Mantenimiento Industrial. Ventajas e Inconvenientes de cada uno:

Aldakin. Recuperado de <http://www.aldakin.com/tipos-de-mantenimiento-industrial-ventajas-inconvenientes/>.

Barbero, J. (2018). Calderas acuotubulares: Slide Player. Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/13696056/>.

Carrasquilla, L (2018). Implementación de la taxonomía de equipos para los activos de instrumentación y control (I&C) en el módulo PM de SAP. Estudio de caso activos de I&C planta de Parafinas y Fenol. (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia. Recuperado de <https://biblioteca.bucaramanga.upb.edu.co/application/index/material/36230>.

Chamorro, S (2016). ¿Qué es SAP y para qué sirve?: Deusto formación. Recuperado de <https://www.deustoformacion.com/blog/gestion-empresas/que-es-sap-para-que-sirve>.

Ecopetrol. (2019). ECOPETROL, Barrancabermeja. Recuperado de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es>.

Granados, J. (1998). Instrumentación y control en tratamiento de crudo y generación de vapor (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia. Recuperado de <https://biblioteca.bucaramanga.upb.edu.co/application/index/material/4826>.

Mantenimiento Petroquímica (2012). Mantenimiento programado: [Mantenimientopetroquimica.com](http://mantenimientopetroquimica.com). Recuperado de <http://mantenimientopetroquimica.com/mantenimientoprogramadopetroquimica.htm>

Soto, D. (2017). ¿QUÉ ES SAP Y PARA QUÉ SIRVE SAP?: NEXTECH Education Center.

Recuperado de <https://nextech.pe/que-es-sap-y-para-que-sirve-sap/>.

International Organization for Standardization. (2016). Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural- Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimientos de equipos (ISO-14224). Recuperado de <https://www.iso.org/home.html>

12. ANEXOS

Anexo 1: Certificado Curso de Fomento del trabajo seguro, limpio y saludable



La Universidad EcoPETROL

Certifica que

OMAR DANIEL CASTAÑEDA MORENO

Participó y aprobó la formación UEM Fomento del trabajo seguro, limpio y saludable en EcoPETROL S.A. Básico, con una duración de 8 hora(s), finalizada el día 25 de Julio de 2019.

Anexo 2: Certificado curso Ética y cumplimiento

La Universidad Eco petrol

Certifica que

OMAR DANIEL CASTAÑEDA MORENO

Participó y aprobó la formación UEV Ética y cumplimiento, con una duración de 4 hora(s), finalizada el día 6 de Agosto de 2019.

Anexo 3: Certificado curso Inducción aprendices

La Universidad Eco petrol

Certifica que

OMAR DANIEL CASTAÑEDA MORENO

Participó y aprobó la formación UEV Inducción aprendices - Aprendiendo ECP, con una duración de 4 hora(s), finalizada el día 6 de Agosto de 2019.