

Diseño e implementación de una herramienta tecnológica para el análisis operacional integral de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) - Ecopetrol S.A. usando los software PI

DataLink y PI Vision

Sandra Isabel Sanabria Morantes

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Química

Directora:

Debora Alcida Nabarlatz

Ingeniera Química, PhD.

Codirector:

Milton Ricardo Fernández Pacheco

Ingeniero Químico, PhD.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Ingeniería Química

Bucaramanga

2021

Agradecimientos

A Dios todopoderoso por permitirme cumplir esta meta.

A Ecopetrol S.A, por darme la maravillosa oportunidad de hacer parte de su equipo de trabajo, brindándome las herramientas necesarias para desarrollar mi proyecto de grado y culminar con éxito mi práctica empresarial.

A la coordinación de gestión y control ambiental y al equipo de la planta de tratamiento de aguas residuales, por su amabilidad y apoyo incondicional en el desarrollo y construcción de la herramienta tecnológica.

Al Ingeniero Édison Campos por brindarme la oportunidad de trabajar en PTAR, al Ingeniero David Badillo por su constante apoyo en el desarrollo y construcción de la herramienta innovadora. Finalmente, al Ingeniero Milton Fernández y el Líder de excelencia Nelson Herrera por su acompañamiento y seguimiento de todas las actividades realizadas para la construcción de la herramienta de análisis operacional.

A mi Directora de grado, la profesora Debora Nabarlatz por su apoyo y orientación durante el desarrollo y escritura de este documento.

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería Química por ser mi guía durante el desarrollo de mi carrera profesional, brindarme la formación y los valores necesarios para desempeñarme como una excelente profesional.

A mis maravillosos amigos, Johanna y Andrés por su amistad incondicional en todo el transcurso de mi carrera.

Dedicatoria

A mi familia, que cada de día me dieron la motivación necesaria para continuar con mi carrera profesional, me inculcaron los valores y el amor necesario que toda hija agradece y valora desde el fondo de su corazón. A pesar de las circunstancias, siempre me brindaron esa hermosa sonrisa que los caracteriza.

Papá y Mamá espero recompensar todo el sacrificio que han hecho por mí, brindándome las mejores oportunidades, para hacer de mí, una excelente persona y una profesional integral, que siempre velará por el bien de la comunidad.

Contenido

	Pág.
1. Introducción	16
1.1 Presentación de la Empresa	16
1.2 Planteamiento y descripción del problema.	17
2. Marco Teórico.....	18
2.1 Análisis operacional.....	18
2.2 Fuentes de información.....	19
2.3 Descripción general de PI System.	20
2.4 Análisis operacional en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).....	24
2.5 Descripción del proceso del tratamiento de aguas residuales en PTAR.....	26
3. Objetivos	27
3.1 Objetivo general.....	27
3.2 Objetivos específicos	27
4. Alcance	28
5. Descripción Metodológica	28
5.1 Diagnóstico del análisis operacional, actualmente desarrollado en la.....	29
5.2 Diseño de la nueva herramienta tecnológica de análisis operacional integral.....	30
5.3 Construcción de la herramienta tecnológica.	31
5.3.1 Creación y actualización de los Tags de la Planta de tratamiento de aguas residuales.....	32

5.3.2 Desarrollo de los despliegues contenidos en la herramienta.	32
5.4 Capacitación e implementación de la nueva herramienta de análisis operacional.	37
6. Resultados.....	37
6.1 Diagnóstico del análisis operacional desarrollado en PTAR.....	37
6.1.1 Estudio detallado del proceso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)..	37
6.1.2 Revisión de la base de datos encontrada en el programa PI DataLink.....	42
6.1.3 Evaluación de las sesiones de análisis operacional con base en el índice de calidad del efluente (ICE) y la Resolución 0631 del 2015.	43
6.2 Diseño de la nueva herramienta tecnológica de análisis operacional integral.....	46
6.3 Descripción de los Tags creados y actualizados en la base de datos.	47
6.4 Descripción de la herramienta tecnológica desarrollada.	50
6.4.1 Esquema General de la herramienta de Análisis Operacional.....	50
6.4.2 Módulo 1 .Menú principal.....	51
6.4.3 Módulo 2. Despliegue general.....	54
6.4.4 Módulo 3. Diagrama general de PTAR.....	56
6.4.5 Módulo 4.Plan de calidad (Línea de reúso y vertimiento).....	61
6.4.6 Módulo 5 .Seguimiento de tanques de PTAR.	65
6.4.7 Módulo 6. Balance de sólidos suspendidos.	69
6.4.8 Módulo 7. Balance de fenol residual.	72
6.4.9 Módulo 8. Tratamiento primario	75
6.4.10 Módulo 9.Tratamiento de Slop.....	78
6.4.11 Despliegue 16.Diagrama del tratamiento de Lodo.	90
6.5 Capacitación e implementación de la herramienta.	94

7. Conclusiones.	97
8. Recomendaciones.	98
Referencias Bibliográficas	99
Apéndices.....	101

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Marco Estratégico Sistema Integrado de Análisis Operacional –SIAO.....	19
Figura 2. Descripción general de PI System.....	20
Figura 3. Herramientas de PI DataLink en la hoja de cálculo de Microsoft Excel.....	21
Figura 4. Fuentes de información que alimentan a PI System.....	21
Figura 5. Visualización de la herramienta PI Vision en cualquier dispositivo.....	22
Figura 6. Esquema de flujo de información de las unidades de proceso.	23
Figura 7. Metodología de las Reuniones de Análisis Operacional.	24
Figura 8. Diagrama general de PTAR desarrollado en un formato de Excel.	26
Figura 9. Metodología empleada.	29
Figura 10. Aspectos claves del diagnóstico del análisis operacional en PTAR.....	30
Figura 11. Diagrama de proceso para el diseño, construcción e implementación de la herramienta tecnológica.	31
Figura 12. Fuentes de información de la planta de tratamiento de aguas residuales presentes en PI Vision.....	33
Figura 13. Ruta de acceso para ingresar a toda la información de la planta de tratamiento de aguas residuales en PI Vision.	34
Figura 14. Descripción de una carpeta creada en el programa PI Vision.	35
Figura 15. Herramientas para crear un despliegue en PI Vision.....	35
Figura 16. Balance de material Separadores API.	39

Figura 17. Balance de material PTAR	40
Figura 18. Balance de material DIAPAC	41
Figura 19. Parámetros evaluados en el tratamiento de agua residual.	44
Figura 20. Variables operacionales de los principales tratamientos.	45
Figura 21. Parámetros establecidos para la construcción de un despliegue en PI Vision.	47
Figura 22. Formato para un control de cambios.	48
Figura 23. Menú principal de la herramienta tecnológica.	51
Figura 24. Esquema general de la herramienta de análisis operacional integral de PTAR.	53
Figura 25. Despliegue general de la herramienta tecnológica	54
Figura 26. Tablas presentes en la herramienta tecnológica.	55
Figura 27. Descripción de los equipos que se encuentran en cada sección del diagrama general.....	55
Figura 28. Tendencia del inventario de un tanque de PTAR.....	56
Figura 29. Despliegue del Diagrama general del tratamiento de aguas residuales en PTAR.....	57
Figura 30. Convenciones para el diagrama general de PTAR.....	58
Figura 31. Flujos de carga de PTAR.....	58
Figura 32. Equipos de clarificación y drums de presurización con su respectivo semáforo.	59
Figura 33. Configuración del estado del equipo en Multi-State.	59
Figura 34. Plan de calidad de la línea de reúso y vertimiento.	61
Figura 35. Parámetros de calidad de cada una de las secciones del despliegue.	62
Figura 36. Parámetros de calidad con su respectivo semáforo.	63
Figura 37. Configuración de un parámetro de calidad en Multi-State.....	64
Figura 38. Indicadores de calidad representados gráficamente.	64

Figura 39. Diagrama del seguimiento de tanques de PTAR.....	66
Figura 40. Información suministrada para los tanques en el despliegue.	67
Figura 41. Tanque K-4050 de PTAR con su respectivo indicador de nivel.	67
Figura 42. Parámetro a configurar en Multi-State.	68
Figura 43. Configuración de un parámetro de calidad en Multi-State.....	68
Figura 44. Despliegue del diagrama del balance de sólidos suspendidos en PTAR.....	69
Figura 45. Convenciones para el diagrama del balance de sólidos suspendidos en PTAR.....	70
Figura 46. Concentración de sólidos suspendidos suministrados por CDLAB y por la empresa aliada.....	71
Figura 47. Equipos de clarificación y Piscina de carga con sus respectivos datos y semáforos	71
Figura 48. Configuración del estado del equipo en Multi-State.	72
Figura 49. Despliegue del diagrama del balance de fenol residual en PTAR.....	73
Figura 50. Convenciones para el diagrama del balance de fenol residual en la PTAR.	73
Figura 51. Concentración de fenol residual suministrados por CDLAB y por la empresa aliada.	74
Figura 52. Porcentaje total de biodegradación de fenol en el diagrama del balance de fenol residual de la PTAR.	75
Figura 53. Despliegue del Diagrama del proceso de tratamiento primario en PTAR.	76
Figura 54. Convenciones para el diagrama del tratamiento primario de agua en PTAR.....	77
Figura 55. Diagrama del tratamiento primario de agua con sus respectivos parámetros de temperatura y pH.....	77
Figura 56. Tablas de flujos de carga para cada separador API.	78

Figura 57. Despliegue del diagrama del tratamiento de Slop.	79
Figura 58. Convenciones para el diagrama del tratamiento de Slop en PTAR.....	79
Figura 59. Tabla con los datos más relevantes del tratamiento de Slop.	80
Figura 60. Diagrama del tratamiento de Slop.	81
Figura 61. Tanques de tratamiento de Slop con su respectivo inventario total en barriles.....	81
Figura 62. Botones de los tres trenes de tratamiento de Slop.	82
Figura 63. Seguimiento de los tanques de Slop del separador Balance Variables operacionales.....	83
Figura 64. Seguimiento de los tanques de Slop del Separador Sur Variables Operacionales.	83
Figura 65. Seguimiento de los tanques de Slop del Separador Norte Variables operacionales....	84
Figura 66. Información suministrada para los tanques en el despliegue.	85
Figura 67. Tanque de los separadores Balance, Norte y Sur respectivamente, con su indicador de nivel.....	85
Figura 68. Configuración del porcentaje de nivel de los tanques en Multi-State.	86
Figura 69. Seguimiento de los tanques de Slop del separador Balance parámetros de calidad....	87
Figura 70. Seguimiento de los tanques de Slop del separador Norte parámetros de calidad.	87
Figura 71. Seguimiento de los tanques de Slop del separador Sur parámetros de calidad.	88
Figura 72. Seguimiento de los parámetros de calidad de los tanques de Slop.....	88
Figura 73. Seguimiento de los parámetros de calidad de los tanques de Slop.....	89
Figura 74. Diagrama del tratamiento de Lodo.	90
Figura 75. Convenciones del tratamiento de Lodo.	91
Figura 76. Espesador mecánico BA-4012 con su respectivo porcentaje de nivel.	91
Figura 77. Tablas de datos para el tratamiento de Lodo.	92

Figura 78. Video explicativo de la herramienta de análisis operacional. 94

Figura 79. Fragmento de la Macros de PTAR. 95

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Características que debe tener un dato para insertarlo en PI Vision.....	34
Tabla 2. Características Afluente y Efluente Separadores API.	38
Tabla 3. Contenido de BSW en el Slop.	39
Tabla 4. Características Afluente y Efluente de PTAR.	41
Tabla 5. Características Afluente y Efluente de PTAR.	42
Tabla 6. Clasificación de la base de datos de PTAR.	42
Tabla 7. Parámetros de control de la Resolución 0631 del 2015 para PTAR.....	43
Tabla 8. Parámetros establecidos para crear un tag con dos ejemplos.	48
Tabla 9. Tipos de fuente de PI System en PTAR.	49
Tabla 10. Tipos de tags creados y actualizados en la herramienta PI DataLink.....	50
Tabla 11. Variables operacionales de cada equipo del diagrama general de PTAR.....	60
Tabla 12. Parámetros críticos evaluados por la empresa aliada.....	62
Tabla 13. Seguimiento de los tanques de soda en una hoja de cálculo.....	65
Tabla 14. Nombre y producto de los tanques de PTAR.	66
Tabla 15. Separadores con sus respectivos tanques de Slop.....	82
Tabla 16. Lista de Tags para el tratamiento de Lodo.....	92
Tabla 17. Ejemplo de las actividades de la Ronda estructurada.	96

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Descripción del proceso del tratamiento de aguas residuales en PTAR.....	101
Apéndice B. Descripción de los equipos que se pueden encontrar en la herramienta de PI Vision y las actividades desarrolladas para la elaboración de los despliegues de la herramienta tecnológica.	113
Apéndice C . Lista de los 230 Tags creados para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).	117

Resumen

Título: Diseño e implementación de una herramienta tecnológica para el análisis operacional integral de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) - Ecopetrol S.A. usando los software PI DataLink y PI Vision*

Autora: Sandra Isabel Sanabria Morantes**

Palabras Clave: Análisis Operacional, Herramienta Tecnológica, PTAR, PI Vision, Tags.

Descripción:

El presente documento consistió en el diseño, construcción e implementación de una herramienta tecnológica para el análisis operacional integral de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR-ECOPETROL S.A.) en la refinería de Barrancabermeja, que incorpora datos provenientes de diferentes fuentes de información, para obtener un análisis detallado en tiempo real de la eficiencia de cada una de las etapas del tratamiento de agua residual industrial y sus subproductos, en el que se verifique el cumplimiento de los parámetros operacionales y de calidad de la línea de vertimiento y reúso, exigidos por la resolución 0631 del 2015.

La herramienta está compuesta por 16 módulos (Menú principal, despliegue general, plan de calidad, diagrama general, seguimiento de tanques de PTAR, balance de fenol y sólidos suspendidos, tratamiento primario, tratamiento de Slop, tratamiento de lodos y seguimiento de tanques de Slop), los cuales generan información que debe analizarse diariamente para garantizar el óptimo desempeño de la planta.

El desarrollo, construcción e implementación de la herramienta tecnológica de la PTAR, se llevó a cabo teniendo en cuenta cada uno de los lineamientos del análisis operacional integral, haciendo un buen uso de las fuentes de información de la GRB y el aprovechamiento e incorporación de un software innovador como lo es PI Vision, que permite una mejor organización y visualización de los datos.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas Escuela de Ingeniería Química Directora: Debora Alcida Nabarlatz Ingeniera Química, PhD. Codirector: Milton Ricardo Fernández Pacheco Ingeniero Químico, PhD.

Abstract

Title: Design and implementation of a technological tool for the integral operational analysis of the Wastewater Treatment Plant (PTAR)-ECOPETROL S.A. using PI DataLink and PI Vision software. *

Author: Sandra Isabel Sanabria Morantes **

Keywords: Operational Analysis, Technology Tool, PTAR, PI Vision, Tags.

Description:

This document consisted of the design, construction and implementation of a technological tool for the comprehensive operational analysis of the wastewater treatment plant (PTAR-ECOPETROL S.A.) at the Barrancabermeja refinery, incorporating data from different sources of information, to obtain a detailed real-time analysis of the efficiency of each of the stages of industrial wastewater treatment and its by-products, which verifies compliance with the operational and quality parameters of the pouring and testing line, required by resolution 0631 of 2015.

The tool consists of 16 modules (Main Menu, General Deployment, Quality Plan, General Diagram, PTAR Tank Tracking, Phenol and Suspended Solids Balance, Primary Treatment, Slop Treatment, Sludge Treatment and Slop Tank Tracking), which generate information that needs to be analyzed daily to ensure optimal plant performance.

The development, construction and implementation of the technological tool of the PTAR, was carried out taking into account each of the guidelines of integral operational analysis, making good use of the sources of information of the GRB and the use and incorporation of innovative software such as PI Vision, which allows a better organization and visualization of the data.

* Project of grade

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas Escuela de Ingeniería Química Directora: Debora Alcida Nabarlitz Ingeniera Química, PhD. Codirector: Milton Ricardo Fernández Pacheco Ingeniero Químico, PhD.

1. Introducción

1.1 Presentación de la Empresa

Ecopetrol S.A. es la principal compañía productora de petróleo en Colombia, encargada de la exploración, producción, transporte, refinación y comercialización del petróleo y sus derivados. Ésta procesa crudos y produce combustibles y petroquímicos en las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena (REFICAR S.A), siendo ésta la refinería más moderna de Latinoamérica (Estrada, 2017).

Gracias a su tamaño, se encuentra entre las 40 petroleras más grandes e importantes del mundo y es una de las 4 principales en Latinoamérica. Además de Colombia, en donde genera más del 60% de la producción nacional, tiene presencia en actividades de exploración y producción en Brasil, México, Perú, y Estados Unidos (Golfo de México) (Ecopetrol S.A., 2018). Actualmente para el transporte de hidrocarburos, cuenta con una red de tubería de aproximadamente 4.184 km de oleoductos para transporte de petróleo y 3.952 km de poliductos para transporte de productos refinados. También, el Grupo Empresarial de Ecopetrol (GEE) tiene el potencial de expandir su portafolio de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) a 505 MW, incorporando energía eólica, biomasa y geotérmica debido a la incorporación de la Granja Solar Castilla (Gerencia de Energía Ecopetrol S.A., 2019)

La Refinería de Barrancabermeja (GRB) es la más importante del país y maneja una carga de crudo promedio de 230.000 barriles por día con un porcentaje de conversión entre el 85-

88%. Este complejo posee un total de 52 unidades entre las que se encuentra la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), que trata los efluentes de aguas químicas, aceitosas, sanitarias y sodas cáusticas gastadas, provenientes del pre-tratamiento y refinación del crudo. También, realiza un post-tratamiento de sus subproductos (Slop y lodo) (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja) .

1.2 Planteamiento y descripción del problema.

Actualmente, el análisis operacional es la base fundamental de las actividades diarias de los operadores, técnicos e Ingenieros de la refinería de Barrancabermeja Ecopetrol S.A., donde se reúnen y analizan cada uno los aspectos claves para el desempeño de sus procesos, con el objetivo de ser más eficientes, con una capacidad técnica que garantice una operación limpia, sana y segura.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la planta de tratamiento de aguas residuales de la refinería de Barrancabermeja (PTAR-GRB), los métodos y herramientas con las cuales se logra este análisis, se encuentran dispersos, ya que provienen de varias fuentes y su disponibilidad para lograr un análisis adecuado de la información, requiere de esfuerzos por parte del equipo de operaciones e ingeniería de la PTAR-GRB para tener la información oportuna y de calidad. Esto debido a que no posee una base de datos minuciosa y actualizada de cada una de las unidades de la planta, siendo esto una desventaja a la hora de hacer un análisis operacional integral en tiempo real. Las dudas que se presentan en el dominio de la información, generan inconvenientes a la hora de realizar reuniones y elaborar informes, debido a que no refleja una visión detallada de los procesos, tratamientos, parámetros y resultados de los laboratorios, que permitan un análisis de la eficiencia de cada una de las etapas del proceso en periodos cortos, así como verificar el

cumplimiento de los parámetros de calidad del agua de vertimiento y reúso exigidos por la ley (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015) y una correcta toma de decisiones para optimizar el proceso .

Por lo anterior, con el propósito de implementar nuevas tecnologías innovadoras que optimicen el análisis operacional y sirvan de herramienta esencial para anticiparse a los impactos ocasionados al medio ambiente, surgió la necesidad de implementar una herramienta tecnológica para el análisis operacional integral que refleje condiciones operacionales óptimas, permita evaluar la eficiencia de cada una de las etapas del proceso, y realizar el diagnóstico diario de la tendencia de cada uno de los parámetros evaluados para una adecuada y correcta toma de decisiones, respecto a los procesos que se manejan.

De igual forma, para mejorar el análisis operacional de planta se ha identificado que es de vital importancia preguntarse ¿Qué herramienta tecnológica puede unificar los datos de diversas fuentes, para optimizar el análisis operacional integral de PTAR?

2. Marco Teórico

2.1 Análisis operacional.

El diseño e implementación de un modelo de análisis operacional, permite hacer un control y mantenimiento diario de todas las unidades de proceso de la GRB de Barrancabermeja y Cartagena, capturando información que permita identificar riesgos y generar cambios

operacionales, garantizando el correcto cumplimiento de los compromisos de integridad operacional y de producción (ver figura 1) (Ecopetrol S.A, 2016).

Figura 1.

Marco Estratégico Sistema Integrado de Análisis Operacional –SIAO



Nota. Tomado de: (Ecopetrol S.A, 2016)

2.2 Fuentes de información.

En la actualidad, las empresas han venido desarrollando e implementando herramientas que optimicen la práctica del análisis operacional. El uso de hojas de cálculo, permite visualizar y corroborar la proporcionalidad de los datos, provenientes de diversas fuentes de información. El sistema de control distribuido (DCS) y el control avanzado de procesos, son otros medios que

permiten la visualización y soporte en tiempo real del estado operacional de cada una de las plantas (Benavides Arias, 2014).

2.3 Descripción general de PI System.

La herramienta encargada de manejar la base de datos de la refinería es PI System de OSIsoft (OSIsoft, 1995-2020) (ver figura 2), esta recolecta, recupera y vincula la información de datos históricos en tiempo real, por medio de PI Server (sistema de recolección, archivo y distribución), permitiendo integrar directamente la información en PI DataLink, que es un conjunto de herramientas que suministra la alianza entre PI System y Microsoft Excel.

Figura 2.

Descripción general de PI System



Nota. Tomado de: (OSIsoft, 1995-2020).

PI DataLink, puede analizar todos los datos operativos por medio de macros automáticas en la barra de menús (ver figura 3), con el propósito de llenar la hoja de cálculo con información tanto histórica como en tiempo real, proveniente de PI System (Benavides Arias, 2014)

Figura 3.

Herramientas de PI DataLink en la hoja de cálculo de Microsoft Excel



Nota. Tomado de: (Benavides Arias, 2014).

PI System es alimentada por cuatro fuentes principales de información (ver figura 4), lo cual permite un análisis detallado de cada una de las unidades de proceso. En la figura 6, se describe de manera general el flujo de información desde las Unidades de Proceso de la Refinería de Barrancabermeja hacia cada uno de los cuartos de control de las plantas.

Figura 4.

Fuentes de información que alimentan a PI System.

<u>Sistema de Laboratorio (CDLAB)</u>	<u>Información de plantas (DCS)</u>	<u>Sistema de información operacional (SIO):</u>	<u>Sistema de Refinerías (RIS):</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Registra la información que se obtienen de las pruebas y análisis en cada uno de los laboratorios. Estos datos se pueden visualizar por medio del programa Lab viewer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite a operadores, supervisores, ingenieros y jefes del negocio realizar en línea análisis, control y gestión operacional mediante una eficaz toma de decisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Registra los movimientos de productos crudos y refinados. Adicionalmente, permite la realización de reportes para conocer el estado del inventario de los diferentes almacenamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta la operación y administración de la refinería para entregar la información integrada, consistente y oportuna para la generación de los diferentes indicadores de gestión.

Nota. Tomado de: (Benavides Arias, 2014)

Otra herramienta que se ha venido desarrollando para unificar y mejorar el análisis operacional de la GRB es **PI Vision**, el cual es una interfaz de PI System que permite acceder de forma rápida, fácil y segura a todos los datos históricos y en tiempo real de cada una de las unidades de proceso (ver figura 5) (OSIsoft, 1995-2020).

Figura 5.

Visualización de la herramienta PI Vision en cualquier dispositivo.

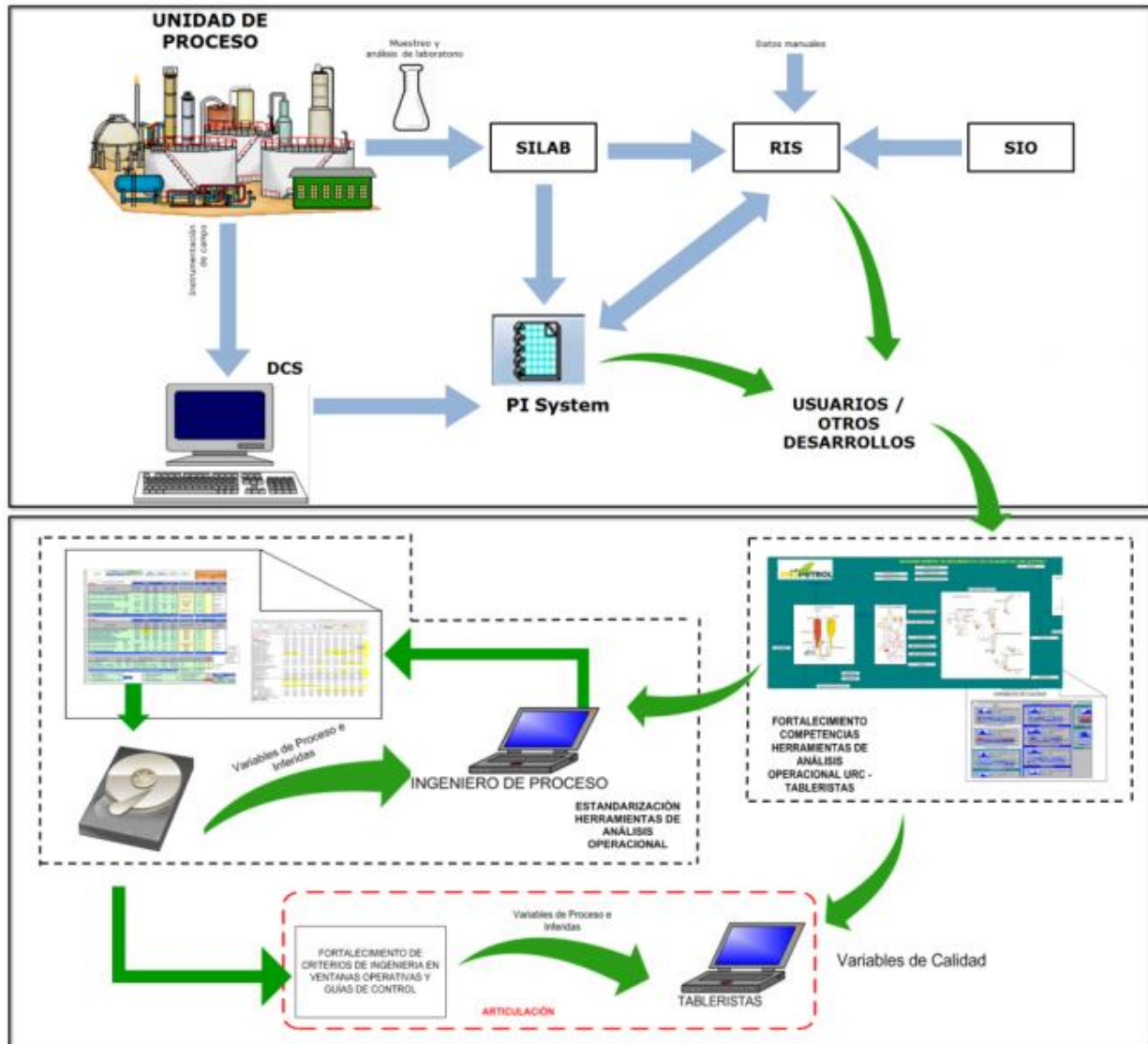


Nota. Tomado de: (OSIsoft, 1995-2020)

Cabe resaltar que en este programa, se pueden crear y compartir una serie de despliegues que expliquen detalladamente, los datos obtenidos por diversas fuentes de información de cada una de las unidades de proceso.

Figura 6.

Esquema de flujo de información de las unidades de proceso.



Nota. Tomado de: (Ecopetrol S.A, 2016)

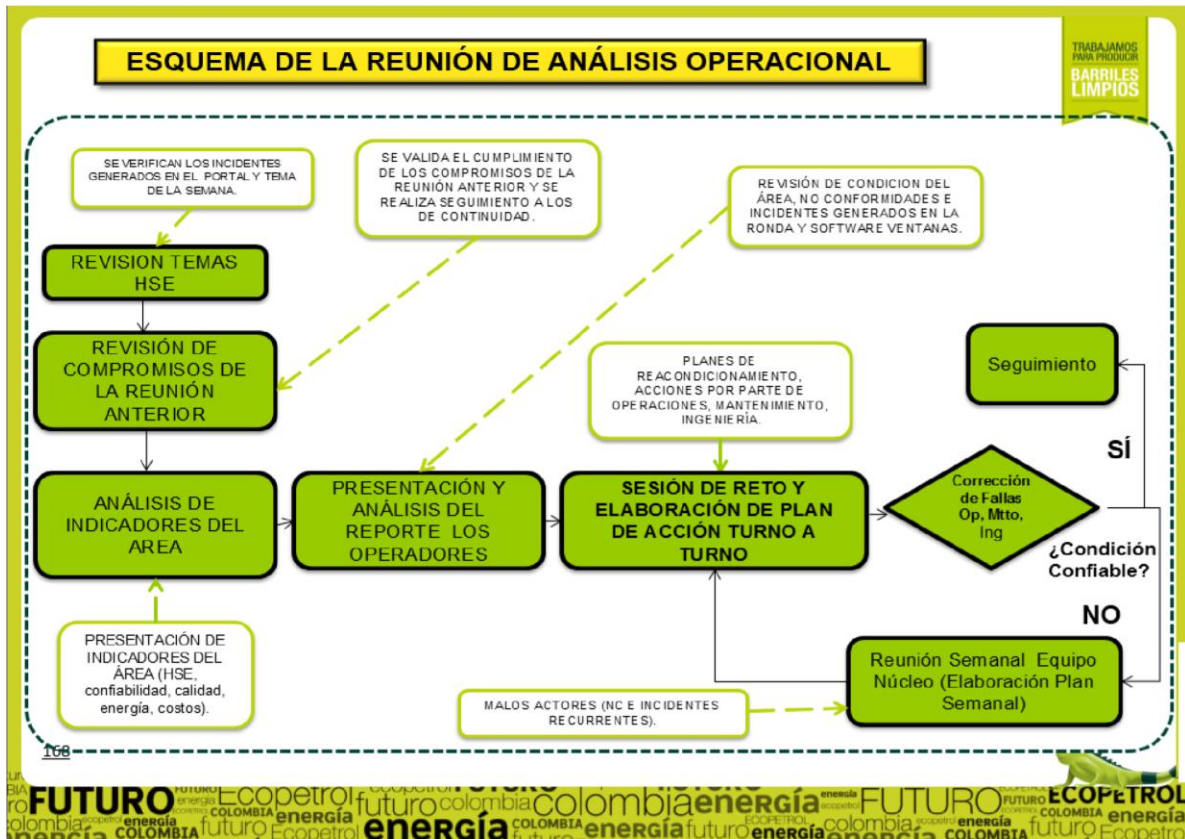
La herramienta que se desarrollará en este proyecto de grado, se basa en el ambiente PI Vision, el cual tomará los datos operacionales y de calidad de la base de datos de PI DataLink, permitiendo crear despliegues que visualicen de manera gráfica, el comportamiento de cada una de las variables de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

2.4 Análisis operacional en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Uno de los momentos claves de la PTAR son las reuniones de inicio de turno, donde el coordinador de la planta, el Ingeniero de procesos, el líder de excelencia, el jefe de turno, el técnico y los operarios de la planta, evalúan el análisis operacional obtenido día a día, siguiendo como guía el esquema establecido por la refinería para las reuniones de análisis operacional de todas las unidades (ver figura 7). Este esquema aclara cada uno de los temas que se deben tratar en la reunión; con el fin de optimizar el tiempo y obtener excelentes resultados.

Figura 7.

Metodología de las Reuniones de Análisis Operacional.



Nota. Tomado de: (Benavides Arias, 2014)

Para esto, el técnico antes de iniciar su turno, tiene programada una reunión con todos los técnicos de la refinería, con el fin de conocer el estado de operación de cada una de las unidades de proceso.

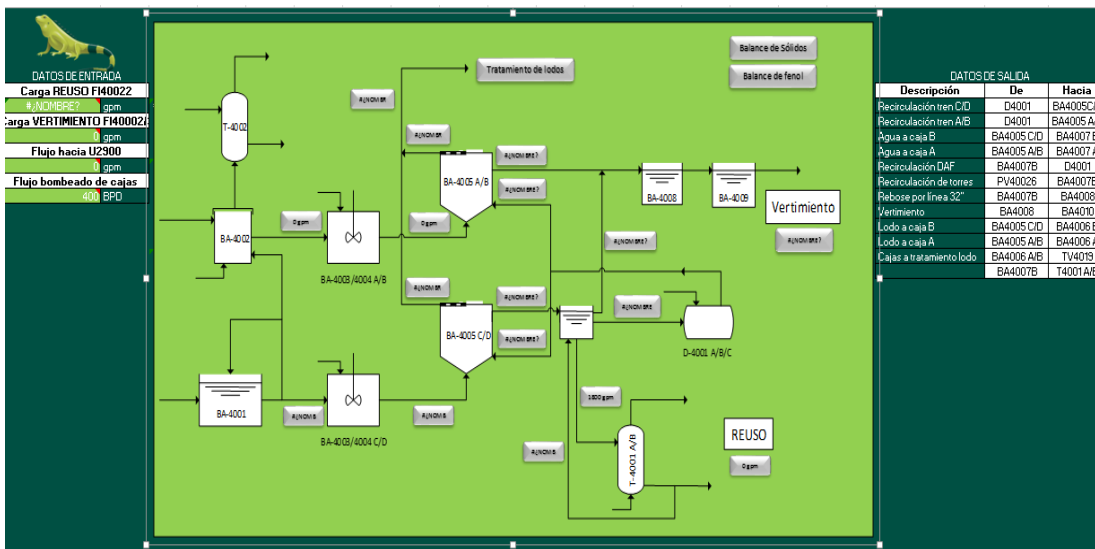
Al terminar la reunión, debe leer detenidamente el material HSE, tener a la mano el estado actual de cada uno de los equipos y los principales tratamientos, proporcionados por el turno anterior. Adicionalmente, hacer una búsqueda de los principales parámetros de calidad evaluados por el laboratorio de la GRB y de las empresas aliadas.

Toda esta información, se encuentra dispersa en cada una de las fuentes utilizadas en la refinería, como lo son DCS, CDLAB, RIS y SIO explicadas anteriormente; por esta razón, los datos deben ser buscados y reportados en una agenda manejada por el técnico para posteriormente crear un formato de Excel. Esto dificulta el análisis operacional del proceso, ya que no se cuenta con una herramienta que vincule todo los datos en tiempo real requeridos en la PTAR.

Otro método utilizado para el análisis operacional de la planta, es una herramienta diseñada en Excel, como se evidencia en la figura 8; ésta recopila algunos datos existentes en PI DataLink y otros deben ser insertados manualmente o calculados por medio de fórmulas.

Figura 8.

Diagrama general de PTAR desarrollado en un formato de Excel.



Nota. Tomado de: (Perez, 2018)

Este programa, sólo era utilizado por el Ingeniero de procesos, ya que se presentaban dificultades para compartir el archivo con todo el equipo de trabajo.

En él, se estimaban los posibles resultados que se pueden obtener al realizar un balance general, balance de sólidos suspendidos y balance de fenol, ya que no se hacía una comparación, con los datos obtenidos en tiempo real del sistema de control distribuido (DCS) o los datos suministrados diariamente por el laboratorio.

2.5 Descripción del proceso del tratamiento de aguas residuales en PTAR.

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), está diseñada para manejar los residuos líquidos industriales de la refinería. En esta, se realiza el tratamiento primario y secundario del agua residual, tratamiento de Slop (mezcla de hidrocarburos, agua y sólidos) y

tratamiento de lodos (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja). La explicación detallada del proceso y el diagrama general de PTAR se pueden encontrar en el Apéndice A.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar una herramienta tecnológica para el análisis operacional integral de los procesos, tratamientos, guías de control, rangos de operación y parámetros de control exigidos por la ley (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015) de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR-GRB).

3.2 Objetivos específicos

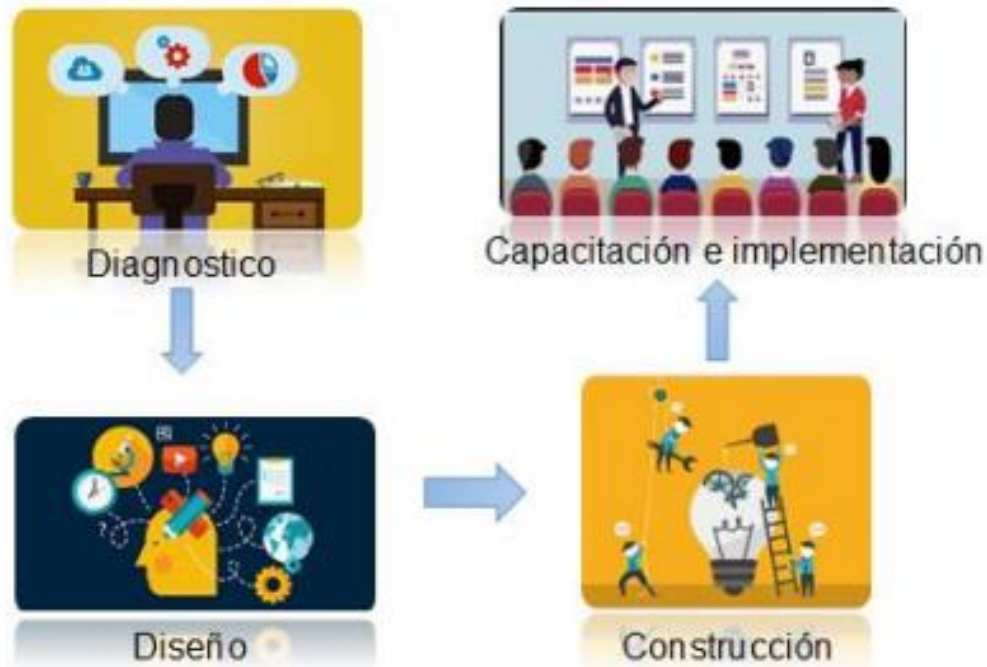
- Evaluar el análisis operacional actualmente desarrollado en la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la Coordinación de gestión y control ambiental.
- Desarrollar una herramienta de análisis operacional integral por medio de los programas PI DataLink y PI Vision.
- Implementar la nueva herramienta de análisis operacional y capacitar a los operarios, técnicos, Ingenieros y líderes de la Coordinación de gestión y control ambiental.

4. Alcance

Desarrollar una herramienta tecnológica que permita conocer el estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales, haciendo un seguimiento continuo a las variables operacionales y los parámetros de calidad de cada uno de los procesos, como el tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento de Slop y tratamiento de lodo. Asimismo, se espera contribuir al análisis operacional integral de la PTAR, por medio de la implementación de estrategias que optimicen el proceso y mejoren la calidad de agua de la línea de vertimiento y de reúso.

5. Descripción Metodológica

En la figura 9, se representan las fases que se llevaron a cabo en el desarrollo del proyecto.

Figura 9.*Metodología empleada.*

5.1 Diagnóstico del análisis operacional, actualmente desarrollado en la

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Para el diagnóstico del análisis operacional, se trabajó junto a un equipo liderado por la coordinación de gestión y control ambiental, el Ingeniero de procesos, el líder de excelencia y otros líderes involucrados en el tema, donde se hizo el estudio detallado del proceso de la planta y de la base de datos encontrada en el programa PI DataLink.

También, se analizó el índice de calidad del efluente basados en la Resolución 0631 del 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015) y el Decreto 1594 de 1984 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1984). Posteriormente, se realizaron varias sesiones que tenían como objetivo, definir qué datos son evaluados en el análisis operacional,

como el estudio de las guías de control y ventanas operativas, los informes suministrados por el técnico y las empresas contratistas (ver figura 10).

Figura 10.

Aspectos claves del diagnóstico del análisis operacional en PTAR.



5.2 Diseño de la nueva herramienta tecnológica de análisis operacional integral.

Para el diseño de la nueva herramienta de análisis operacional, se contó con la asistencia del Ingeniero de sistemas, encargado del manejo del programa PI Vision y se realizaron una serie de reuniones para la estructuración de la nueva herramienta. En ellas, se dieron a conocer los lineamientos corporativos que toda herramienta o producto audiovisual debe manejar, como el color, gramática, logos y estructura estándar.

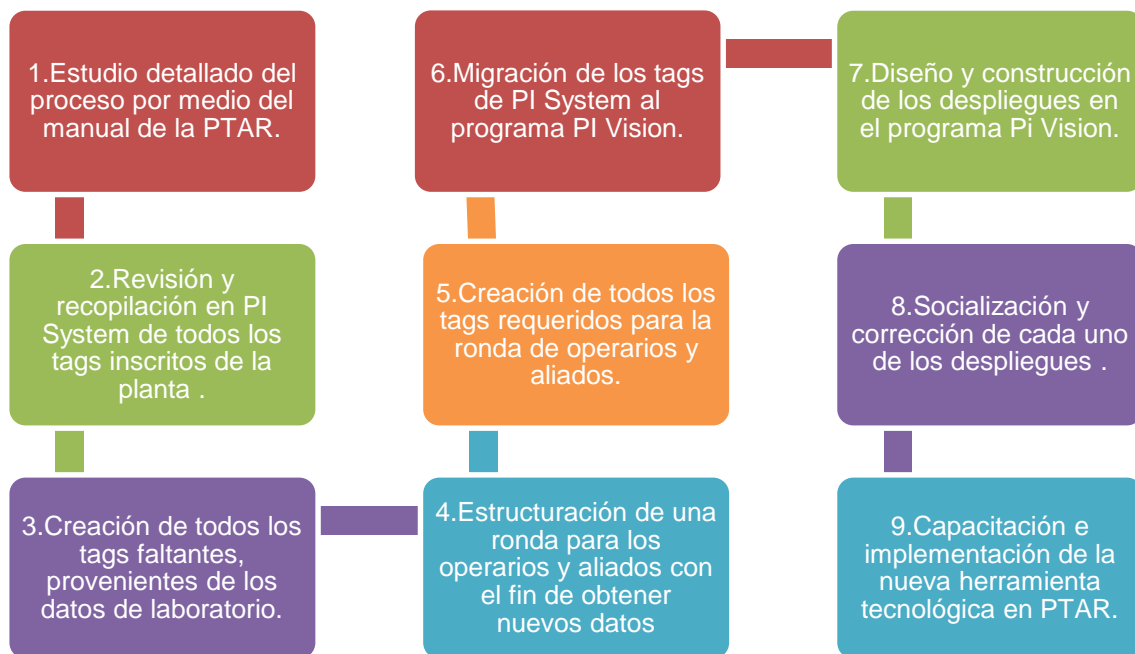
5.3 Construcción de la herramienta tecnológica.

El desarrollo de la herramienta se dividió en dos fases: la creación y eliminación de Tags presentes en PI DataLink, con el fin de obtener una base de datos actualizada y finalmente la construcción de la herramienta tecnológica en el programa PI Vision.

Para el diseño, construcción e implementación de la herramienta tecnológica, se planteó una serie de etapas para el desarrollo del proyecto (ver figura 11).

Figura 11.

Diagrama de proceso para el diseño, construcción e implementación de la herramienta tecnológica.



5.3.1 Creación y actualización de los Tags de la Planta de tratamiento de aguas residuales.

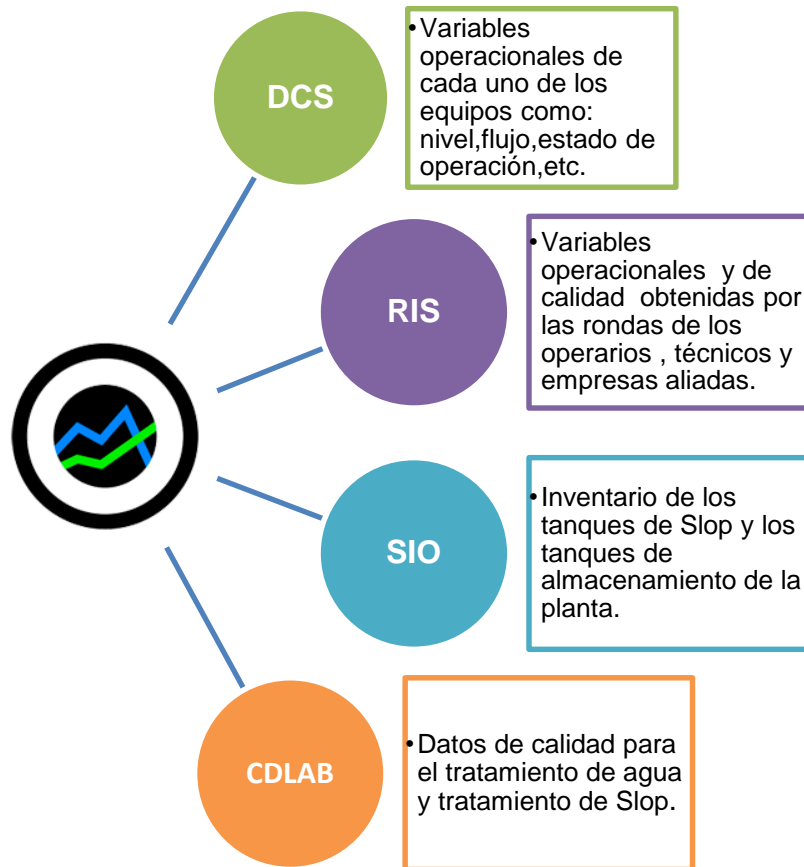
Por medio de la comparación y creación de los tags provenientes de diferentes fuentes de información, se emitió al Ingeniero del programa PI System una serie de controles de cambios para actualizar la base de datos de la planta y crear los tags requeridos en el diseño y construcción de la herramienta tecnológica.

5.3.2 Desarrollo de los despliegues contenidos en la herramienta.

Para el desarrollo de los despliegues, primero se migró gran parte de los datos o tags encontrados en PI DataLink al programa PI Vision, provenientes de cuatro fuentes de información, tal como se muestra en la figura 12. Esta actividad, permitió que la mayoría de los datos utilizados en la PTAR puedan ser recopilados y visualizados en un solo programa.

Figura 12.

Fuentes de información de la planta de tratamiento de aguas residuales presentes en PI Vision.



Para organizar la información en el programa PI Vision, se contó con la asesoría del Ingeniero de sistemas de la GRB, que estableció el orden que debe tener cada dato en la herramienta a desarrollar (ver figura 13). Estos datos eran enviados en una lista de Excel, por medio de una tabla que definía las características que debe tener cada dato para insertarlo en PI Vision (ver tabla 1).

En las sesiones que se programaron diariamente, se subieron todos los datos requeridos para el desarrollo de la herramienta.

Tabla 1.

Características que debe tener un dato para insertarlo en PI Vision.

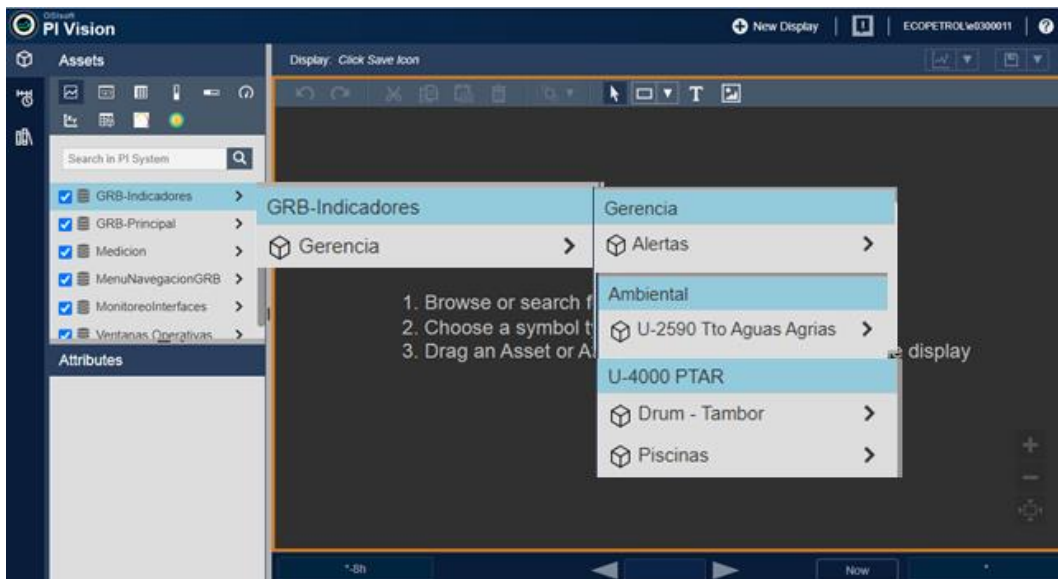
Planta	Unidad	Producto	Componente	Descripción	Unidades	Tag
U-4000	Piscina de Agua Carga	Residual	fenol	Contenido de de Fenol	mg/L	\\PIGRB\U4000- LAB-BA-4001- AGUA-FENOL

Para conocer toda la información que se subió al sistema PI Vision de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, se debe seguir la siguiente ruta (ver figura 13):

GRB-indicadores ➡ Gerencia ➡ Ambiental ➡ U-4000 PTAR

Figura 13.

Ruta de acceso para ingresar a toda la información de la planta de tratamiento de aguas residuales en PI Vision.

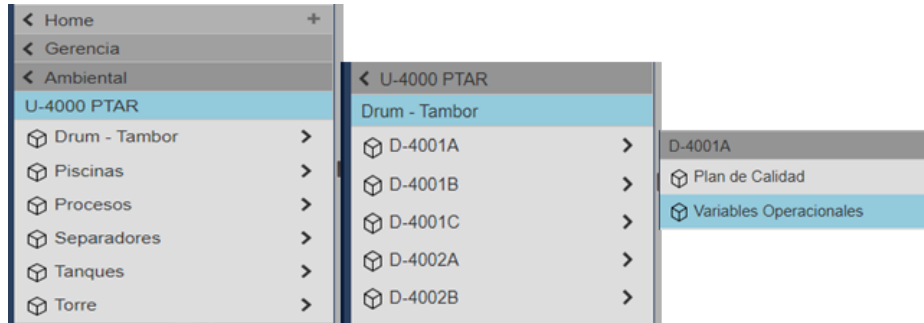


Al ingresar a la U-4000 PTAR, ésta muestra una serie de carpetas con los principales equipos de la planta. Al dar clic en cada carpeta, se despliegan todos los equipos con su respectivo

plan de calidad y variables operacionales. La información descrita anteriormente se puede visualizar en la figura 14.

Figura 14.

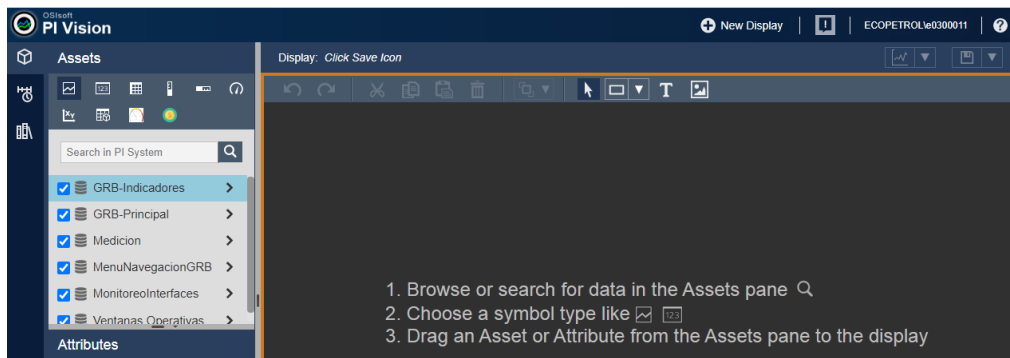
Descripción de una carpeta creada en el programa PI Vision.



Para la construcción de los despliegues, se aplicaron las diferentes herramientas que proporciona PI Vision (ver figura 15).




Figura 15.

Herramientas para crear un despliegue en PI Vision.



Estas herramientas se dividen en los siguientes grupos:









- **Herramientas de búsqueda:**

Estas tres herramientas son de vital importancia para la construcción de un despliegue ya que se puede buscar toda la información de la planta , construir gráficos que permitan comparar eventos  y finalmente una galería de equipos y objetos .

- **Modulo para crear el despliegue:**

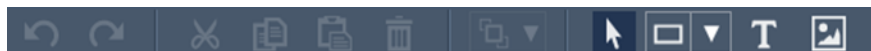
Esta opción permite al usuario crear de forma dinámica la pantalla o despliegue que desea visualizar o evaluar.

- **Herramientas de visualización de datos:**

Al ingresar a la base de datos de una planta y seleccionar el atributo a evaluar, puede elegir como mostrar su dato, usando gráficos  , tablas de datos  , valores numéricos  o señales gráficas   . Sólo se debe elegir el dato y el método de visualización y llevarlo al módulo para crear su despliegue.

- **Herramientas para editar el despliegue:**

Con estas herramientas se puede deshacer una actividad, eliminar, copiar o pegar cualquier dato o imagen y ubicar un objeto hacia delante o hacia atrás respectivamente.



También, cuenta con la opción de insertar figuras geométricas, cuadros de textos o imágenes de otros dispositivos.

Las actividades que se desarrollaron para construir cada uno de los despliegues en la herramienta de análisis operacional, se encuentran recopiladas en el Apéndice B.

5.4 Capacitación e implementación de la nueva herramienta de análisis operacional.

La divulgación y capacitación de la herramienta, se realizó por medio de las reuniones de turno con todos los técnicos, operarios e Ingenieros de la planta, con el fin de hacer un correcto reconocimiento y aplicación de ésta, en el desarrollo del análisis operacional integral diario de la PTAR.

También, se desarrolló un video que explica paso a paso, el método utilizado en cada uno de los despliegues de la herramienta tecnológica y las diferentes opciones que ésta puede brindar para la visualización de los datos.

6. Resultados

6.1 Diagnóstico del análisis operacional desarrollado en PTAR.

6.1.1 Estudio detallado del proceso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Se hizo un análisis de la información suministrada por el manual de descripción de procesos de la unidad de PTAR, donde se evidenciaron las características del efluente y afluente que llegan a cada una de las unidades de proceso. Además, se estudió cada uno de los diagramas de control, con el fin de aclarar cada uno de los tratamientos que se realizan. La descripción detallada del proceso se encuentra en el Apéndice A.

Tratamiento Primario

Tratamiento de los afluentes residuales en los separadores API (ver figura 16), mediante separación física por gravedad de la interface agua-hidrocarburo (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja). En la tabla 2 se representan la composición de la carga (afluente) y descarga (efluente) de cada uno de los separadores.

Tabla 2.

Características Afluente y Efluente Separadores API.

Parámetro	Valor afluente	Valor efluente
Sólidos Suspendidos (ppm)	1200-1500	250-350
Contenido de Aceite (ppm HC)	4000-4500	550-650
Viscosidad (CP)	1	1
Gravedad Específica (aceite)	0.928 a 9	1

Nota. Tomado de: (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja)

Todo este producto tiene como destino final la planta de tratamiento de aguas residuales, donde se realizará un tratamiento secundario para cumplir con cada uno de los parámetros exigidos.

Figura 16.

Balance de material Separadores API.



Nota. Tomado de: (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja)

Tratamiento de Slop

En los tanques de tratamiento del Slop se realiza un proceso físico-térmico de separación y rompimiento de la emulsión agua-lodo-hidrocarburo. Todo el Slop recuperado se envía a pruebas de laboratorio para garantizar las condiciones de entrega a planta. La prueba realizada es el BSW (contenido de agua y sólidos). El destino específico del Slop según el contenido de BSW, se presenta en la tabla 3 (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja).

Tabla 3.

Contenido de BSW en el Slop.

% BSW	Destino de Slop
0.0-0.05	Torre Fraccionadora de URCs
0.06-0.1	URC Modelo IV
> 0,1	Reproceso o Combustóleo
> 10	PTAR (BA-4012), previa autorización del supervisor.

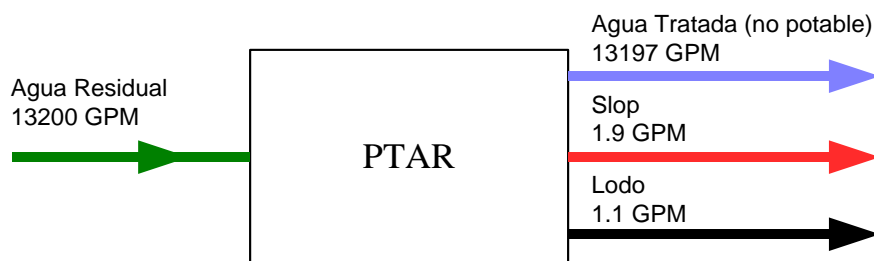
Nota. Tomado de: (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja)

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

A PTAR llega una mezcla de flujos compuesta por el efluente de los separadores API (ver figura 17), las aguas residuales de la Unidad de Balance y los drenajes del cuarto de químicos, también llega una corriente secundaria conformada por las aguas que se recirculan del proceso.

Figura 17.

Balance de material PTAR



Nota. Tomado de: (*Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja*).

El tratamiento inicia con la homogenización donde se mezcla el afluente, seguido de la etapa de neutralización donde se realiza una adecuación del pH. Posteriormente el agua llega a un proceso de Flotación-Clarificación, con coagulación, floculación y flotación, importantes para la clarificación del flujo. Los lodos de flotación van hacia el sistema de tratamiento de lodos. Finalmente el agua va a una zona de estabilización biológica y aireación natural. En la tabla se presenta la caracterización del agua antes y después del tratamiento. En la tabla 4 se representan la composición de la carga (afluente) y descarga (efluente) de PTAR.

Tabla 4.

Características Afluente y Efluente de PTAR

Parámetro	Valor afluente	Valor efluente
Sólidos Disueltos (ppm)	500-3000	70-90
Sólidos Suspendedos (ppm)	250-350	45-55 Máx.
Sulfuros Totales (como S) (ppm)	10-100	5-15
Contenido de Aceite (ppm HC)	500-700	35-45 Máx.
Temperatura (°C)	50-60	25-35
pH	4.0-10.0	6.0-7.0

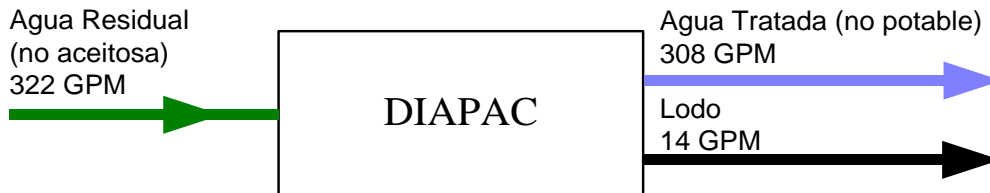
Nota. Tomado de (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja).

Planta de Tratamiento de Aguas Sanitarias (DIAPAC)

En esta planta se realiza el tratamiento de las aguas negras y las aguas lluvias de la Refinería de Barrancabermeja (ver figura 18). La base del tratamiento es la Aireación Extendida en dos Tanques de Aireación-Clarificación BA-3063A/B. En la tabla 5 se representan la composición de la carga (afluente) y descarga (efluente) de DIAPAC.

Figura 18.

Balance de material DIAPAC



Nota. Tomado de: (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja)

Tabla 5.

Características Afluente y Efluente de PTAR.

Parámetro	Valor Afluente	Valor Efluente
pH	6.0-7.0	6.0-7.0
DBO (ppm)	450-500	60-80
Temperatura (°C)	20-30	20-30
Sólidos Suspendidos (ppm)	250-350	35-55

Nota. Tomado de: (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja)

6.1.2 Revisión de la base de datos encontrada en el programa PI DataLink.

Utilizando cada uno de las herramientas proporcionadas por Pi DataLink se encontró en la base de datos de la planta 1171 Tags, clasificados como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6.

Clasificación de la base de datos de PTAR.

Tipo de fuente	#tags	Estado actual	Deshabilitado
Sistema de control -DCS	114	✓	0
Ventanas operativas	180	✓	0
Inventario de tanques -SIO	44	✓	0
Datos manuales (L-M)	77	X	77
Ronda estructurada (RIS)	547	X	306
Laboratorio (SILAB)	23	X	23
Calculados (C)	108	X	9
Otras fuentes (S-SI-W-Y)	78	X	78
Total	1171		493

Como se puede evidenciar en la tabla anterior, 493 Tags se encuentran deshabilitados, mientras que la planta de tratamiento de aguas residuales actualmente no cuenta con ningún Tag en su base de datos, proporcionado por el laboratorio de la Refinería o suministrados por las empresas aliadas.

6.1.3 Evaluación de las sesiones de análisis operacional con base en el índice de calidad del efluente (ICE) y la Resolución 0631 del 2015.

Para evaluar las sesiones de análisis operacional realizadas en las reuniones de inicio de turno, es importante conocer la Resolución 0631 del 2015 y el ICE de PTAR.

- **Resolución 0631 del 2015**

Esta Resolución, establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles que deberán cumplir quienes realizan vertimientos puntuales a los cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.

En el caso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se debe cumplir con los parámetros descritos en la tabla 7.

Tabla 7.

Parámetros de control de la Resolución 0631 del 2015 para PTAR.

Parámetros de control	Límites máximos
Hidrocarburos totales	10 ppm
Sólidos suspendidos	50 ppm
Sólidos totales	600 ppm
Sulfuros	1ppm
Mercaptanos	1ppm
DQB	200ppm

Parámetros de control	Límites máximos
DQO	400 ppm
NH3	47 ppm
Fenol	0.2 ppm
Grasa y aceites	15 ppm
Oxígeno disuelto	5 ppm
Temperatura	40°C
PH	6-9

Nota. Tomado de: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

• **Índice de calidad del efluente –ICE PTAR**

En la planta de tratamiento de aguas residuales semanalmente se hace un reporte del desempeño de la planta, donde se analiza el parámetro evaluado para cada proceso teniendo en cuenta una meta establecida y la Resolución 0631 del 2015. El estudio se realiza teniendo en cuenta de los aspectos más relevantes de cada tratamiento. En el tratamiento de Agua Residual los procesos y parámetros evaluados semanalmente se encuentran en la figura 19.

Figura 19.

Parámetros evaluados en el tratamiento de agua residual.

Línea de clarificación vertimiento y reúso	Biodegradación de fenol	Vertimiento Resolución 0631	Reuso Plan de calidad
<ul style="list-style-type: none"> •Sólidos suspendidos totales SST •%Remoción SST •Grasas y aceites G&A •%Remoción G&A •Hidrocarburo •Temperatura •pH 	<ul style="list-style-type: none"> •Fenol entrada al proceso •Fenol salida del proceso •%Biodegradación de fenol •Temperatura •pH proceso 	<ul style="list-style-type: none"> •Fenol •Hidrocarburo •Grasas y aceite G&A •Sólidos suspendidos •sulfuros •Demanda química de oxígeno •Temperatura •pH 	<ul style="list-style-type: none"> •Sólidos suspendidos SS •Grasas y aceites G&A •Hidrocarburo •Temperatura •pH •Hierro

Para la sección de tratamientos, se evalúan sus principales variables operacionales como se evidencia en la figura 20.

Figura 20.

Variables operacionales de los principales tratamientos.

Tratamiento de sodas Sulfhídricas	Gestión de Slop	Tratamiento de lodos	Tratamiento de Aguas domésticas
<ul style="list-style-type: none"> •Inventario del tanque K4004. •Volumen de soda tratada. •Concentración carga H₂S/RSH •Concentración de soda Regenerada H₂S/RSH. •Cumplimiento del plan de calidad. •Eficiencia de remoción H₂S/RSH 	<ul style="list-style-type: none"> •Inventario diario •Entrega a Crudo •Entrega a combustóleo •Entrega a Cracking 	<ul style="list-style-type: none"> •Nivel de la Piscina BA-4012. •Volumen tratado en tricanter . •Slop recuperado en calidad. •Lodo Deshidratado generado. •Sólidos suspendidos totales en agua efluente. 	<ul style="list-style-type: none"> •Sólidos suspendidos totales SST •Sólidos disueltos •Demanda química de oxígeno DQO •DBO5 •Grasas y aceite G&A •Fenoles •Temperatura •pH

Finalmente, se reporta un análisis de desempeño teniendo en cuenta el indicador, la causa y las acciones de mejoramiento o sostenibilidad para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Análisis operacional en las reuniones de inicio de turno.

El análisis operacional que se realiza en las reuniones de inicio de turno, abarca los parámetros de calidad de la línea de clarificación de vertimiento y reúso, los parámetros más relevantes teniendo en cuenta la Resolución 0631 (temperatura, fenol y nitrógeno amoniacal) y las variables operacionales de los principales tratamientos. Pero no es posible hacer un análisis de

todos los parámetros evaluados en la planta, debido a que no hay una base de datos minuciosa y actualizada.

Por esta razón, después de haber hecho una inspección de toda la información requerida para un correcto análisis operacional integral de PTAR, se optó por crear Tags que recopilen todos los datos de calidad suministrados por el laboratorio de la refinería y de las empresas aliadas, con el propósito de hacer un análisis más detallado del proceso, cumpliendo con el índice de calidad del efluente (ICE) y la Resolución 0631 del 2015.

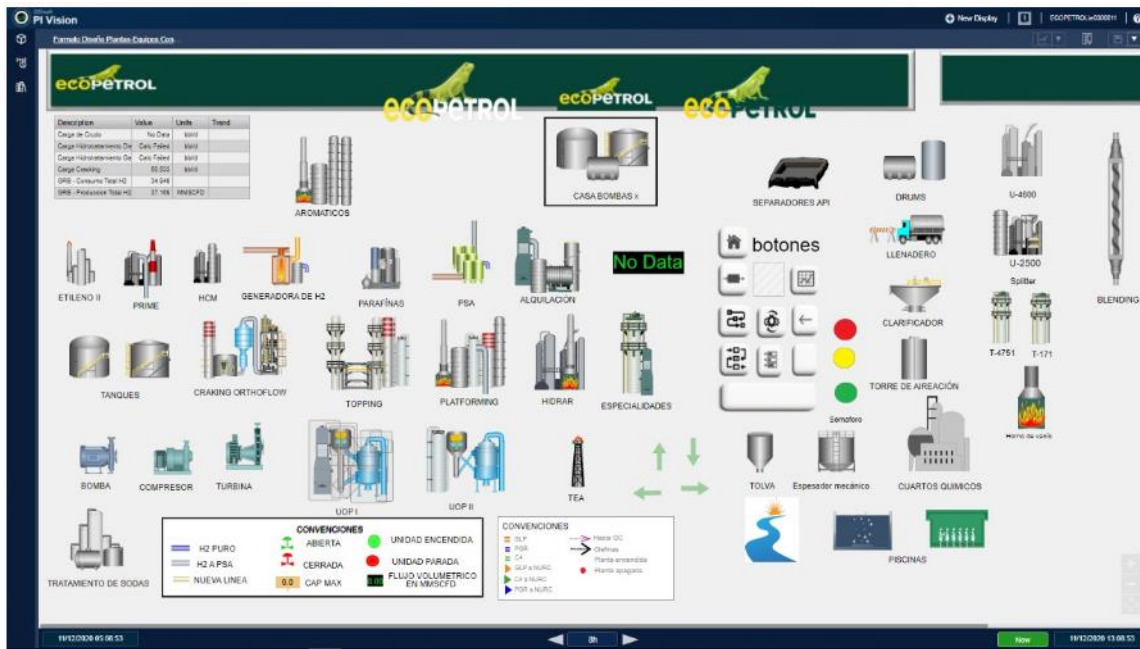
6.2 Diseño de la nueva herramienta tecnológica de análisis operacional integral.

Como resultado de las sesiones de trabajo para el desarrollo de la herramienta tecnológica, se definió que ésta tenía que ser creada en el nuevo programa que se estaba implementado en la refinería de Barrancabermeja como lo es PI Vision. Además, esta herramienta debe cumplir con los lineamientos corporativos que todo producto audiovisual maneja, como el color, gramática, logos y estructura estándar.

Es por esto que con el Ingeniero de sistemas de la GRB y un grupo de estudiantes en práctica, se tomó la iniciativa de desarrollar un despliegue, que recopilara todos los logos, tablas de datos, tablas de convenciones, equipos y tipos de letra que se deben utilizar, en la construcción de cualquier herramienta desarrollada en el programa PI Vision. Este despliegue se puede visualizar en la figura 21.

Figura 21.

Parámetros establecidos para la construcción de un despliegue en PI Vision.



6.3 Descripción de los Tags creados y actualizados en la base de datos.

Para el desarrollo de la herramienta tecnológica, primero se creó y actualizó una serie de tags para unificar la base de datos de la planta.

- ¿Qué es un Tag?

Un Tag, es una etiqueta que permite identificar un dato proveniente de diferentes fuentes de información. Para crearlo, este debe cumplir con una serie de parámetros dependiendo de cuál es su destino final. Un ejemplo de cómo crearlo y qué datos se necesitan, se evidencia en la tabla 8. Estos tags son creados para los resultados obtenidos por el laboratorio de la GRB.

Tabla 8.

Parámetros establecidos para crear un tag con dos ejemplos.

Planta	Equipo	Muestra	Componente	TAG
U4000	BA-4005A/B- CLARIFICACION	AGUA	Grasas y aceites	U4000-BA-4005A/B- Clarificacion-agua -grasas y aceites
U4000	BA-4005A/B- CLARIFICACION	AGUA	H2S	U4000- BA-4005A/B- Clarificacion -agua -H2S

Es importante destacar que todo debe ir en mayúscula y sin espacio. Estos datos, pueden ser creados en un formato de Excel con una función (=A1&"-"&B1&"-"&C1&"-"&D1) que facilita su creación.

Posteriormente, se debe emitir un control de cambios (ver figura 22) al líder del programa, para que éstos sean subidos al software de PI System.

Figura 22.

Formato para un control de cambios.

FORMATO PARA CREACION DE TAGS PI - GRB
GERENCIA REFINERIA DE BARRANCABERMEJA
SISTEMA INFORMACION PLANTAS - P I

Elaborado: 01/07/2017 VERSION

1. Información General
 Fecha Solicitud:
 Tipo Acción: Crear Tag Modificar Tag Eliminar Tag

2. Información del Usuario
 Reg - U/L: Nombre Completo:
 Dependencia:

3. Descripción

Descripción	Justificación	Riesgo

4. Detalle del Cambio

N	TAG	Descripción	Tipo	Fuente	Punto	UOM	Vr	Vr	Vr	Instr	Di	For	Planta
1	Eie: UXXXX-Instrumento		Dato				Maz	Min	Tin	umen	git	mula	d
1													
2													
3													

Nota. Tomado de: (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja)

- **Datos para emitir un control de cambios:**

1. Información general:

- Información del usuario, nombre de la planta, descripción, justificación y nivel de riesgo de lo requerido.

2. Detalle del Tag:

- Nombre y descripción del tag.
- Tipo de dato: numérico, digital, decimal, alfa numérico o una fecha.
- Tipo de Fuente: En la planta de tratamiento de aguas residuales, las fuentes de las cuales se obtiene la información se representa en la tabla 9. Éstas tienen asociada una nomenclatura que facilita su búsqueda en PI System GRB:

Tabla 9.

Tipos de fuente de PI System en PTAR.

Nomenclatura	Tipo de fuente
B	Sistema de información operacional (SIO)
F	Sistema de control distribuido (Foxboro PTAR)
CDLAB	Sistema de información de laboratorios
RONDA	Sistema de refinerías (RONDA RIS)
L	Datos alimentados por un Excel de forma Manual
C	Datos calculados

- Unidades de medida, valor máximo, mínimo y promedio del dato.
- Tipo de instrumento y su Digital set, si es de un sistema de control distribuido.
- Formula o parámetro si es un tag calculado.
- Componente o tipo de muestra si es un dato suministrado por el laboratorio.

Finalmente en la tabla 10, se presenta la cantidad de tags creados y actualizados en la Coordinación de gestión y control ambiental, teniendo en cuenta el tipo de fuente de la cual se obtiene la información. En el apéndice C, se encuentran cada uno de los tags creados.

Tabla 10.

Tipos de tags creados y actualizados en la herramienta PI DataLink.

Planta o tratamiento	Tipo de fuente	#TAGS
PTAR-tratamiento de agua residual	CDLAB	33
Tratamiento de SLOP	CDLAB	118
Tratamiento de lodo	RONDA	15
U-4050 –Tratamiento de sodas gastadas	CDLAB	18
Ronda estructurada	RONDA	52
Total		236

En total se crearon 236 tags que permitieron que la herramienta tecnológica, tuviera la capacidad de recopilar información de diferentes fuentes en tiempo real, dando como resultado una automatización del 70% de los datos manuales en la planta.

6.4 Descripción de la herramienta tecnológica desarrollada.

6.4.1 Esquema General de la herramienta de Análisis Operacional.

Una visión de la herramienta de Análisis Operacional integral diseñado durante esta pasantía y propuesta a la coordinación de control y gestión ambiental se presenta en la figura 24.

6.4.2 Módulo 1 .Menú principal.

Al ingresar a la herramienta tecnológica, por medio del link que aparece en la página principal del programa de PI Vision, se podrá visualizar el despliegue del menú principal (ver figura 23). Éste está dividido por cinco secciones, permitiendo que el espectador tenga más claridad del tema que desea visualizar.

Figura 23.

Menú principal de la herramienta tecnológica.

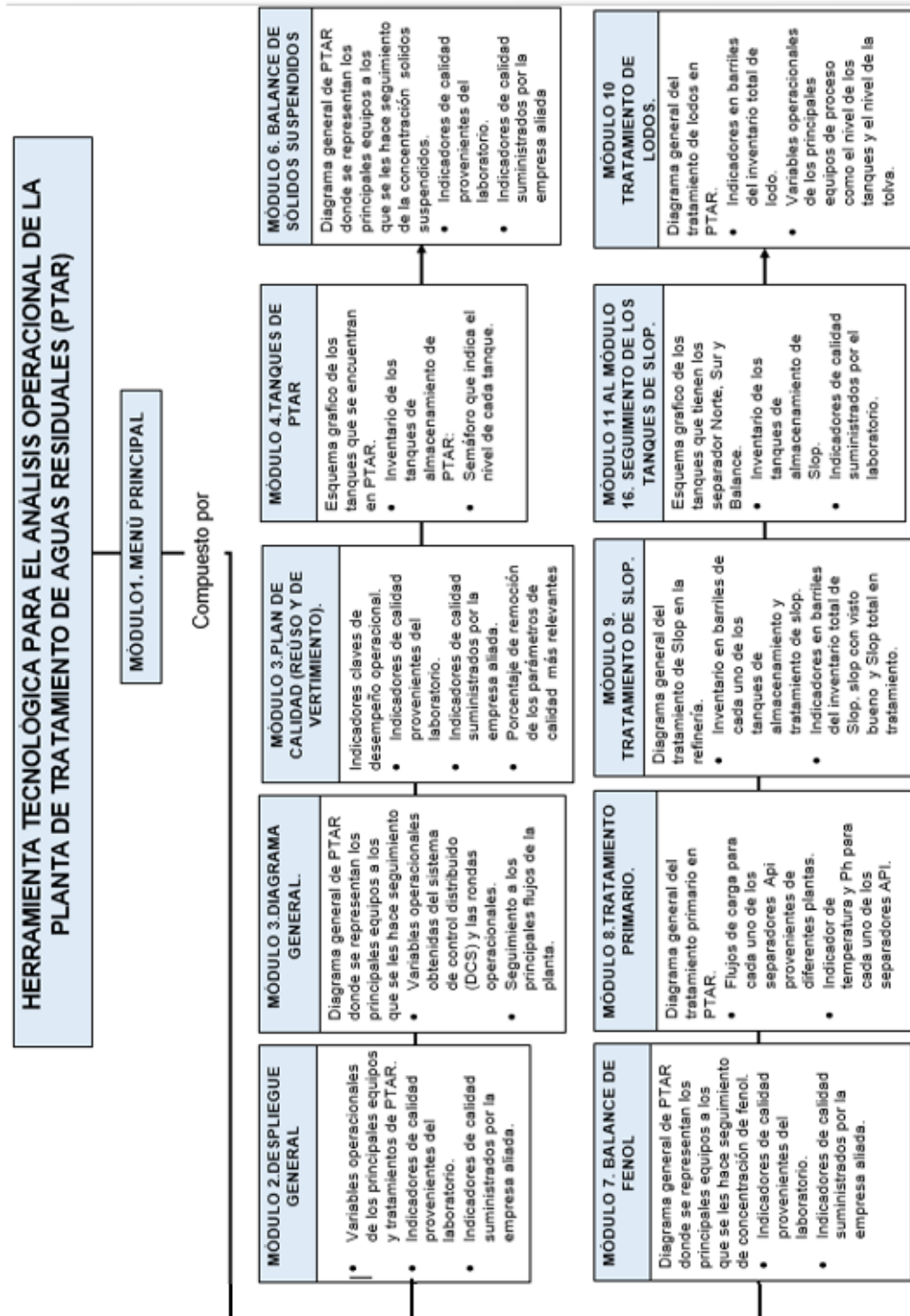


Es importante aclarar, que se construyeron los despliegues para los Separadores API, gestión de Slop y gestión de lodo, pero para el tratamiento de sodas, solo están los botones (tratamiento de sodas sulfhídricas y el tratamiento de sodas cresílicas y nafténicas), debido a que aún no fue posible desarrollar los despliegues porque los datos y diagramas están en proceso de actualización en todas las fuentes de información.

El objetivo del menú principal, es dar conocer todos los procesos y tratamientos que se desarrollan en la coordinación de control y gestión ambiental.

Figura 24.

Esquema general de la herramienta de análisis operacional integral de PTAR.



6.4.3 Módulo 2. Despliegue general.

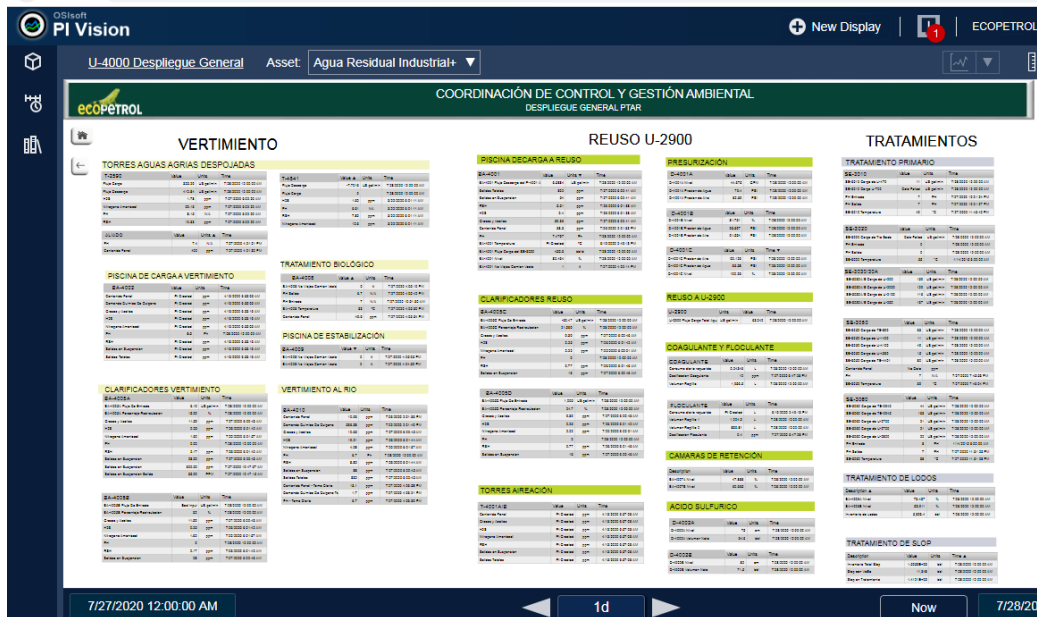
Este módulo, proporciona un informe detallado de los resultados en tiempo real de cada una de las variables claves de desempeño, con el fin de analizar y evaluar el rendimiento de cada uno de los procesos en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Desde el menú principal de análisis operacional de PTAR explicado anteriormente, se puede ingresar al respectivo despliegue general mostrado en la figura 25.

Allí, se encontraran los datos divididos en tres grupos: la línea de vertimiento, la línea de reúso y la sección de tratamientos.

Figura 25.

Despliegue general de la herramienta tecnológica



Cada sección, cuenta con una lista de los equipos que son requeridos para llevar a cabo cada proceso (ver figura 27). Las variables operacionales y los parámetros de calidad, se encuentran

en una tabla que muestra su respectivo valor, unidades de medida y fecha de actualización (ver figura 26).

Figura 26.

Tablas presentes en la herramienta tecnológica.

T-2590	Value	Units	Time
Flujo Carga	273,58	US gal/min	18/01/2021 18:57:15
Flujo Descarga	308,32	US gal/min	18/01/2021 18:56:09
H2S	1	ppm	18/01/2021 6:28:54

Figura 27.

Descripción de los equipos que se encuentran en cada sección del diagrama general.

Línea de vertimiento	Línea de reúso	Tratamientos
<ul style="list-style-type: none"> • Los equipos requeridos para llevar a cabo este proceso son: • Piscina de carga • Clarificadores de vertimiento, • Piscina de tratamiento biológico • Piscina de estabilización • Pozo de succión de vertimiento al río . • Carga y parámetros de calidad de las dos principales torres de aguas agrias despojadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los equipos requeridos para llevar a cabo este proceso son: • Piscina de carga a reúso. • Clarificadores de reúso. • Torres de aireación • Drums de presurización. • Cámaras de retención. • Drums de coagulante-floculante y ácido sulfúrico. 	<ul style="list-style-type: none"> • En el tratamiento primario se encuentran los cinco principales separadores API de PTAR. • Tratamiento de lodo. • Tratamiento de Slop. • Cada tratamiento cuenta con sus respectivas variables de desempeño.

Los datos presentes en cada uno de los módulos de la herramienta tecnológica del programa PI Vision, permite hacer un seguimiento en tiempo real a cada parámetro y su información se puede visualizar por horas, días, semanas y meses. Adicionalmente, al dar doble clic en cada uno

de los parámetros, éste muestra una tendencia gráfica de lo que se está evaluando, tal como se evidencia en la figura 28.

Figura 28.

Tendencia del inventario de un tanque de PTAR.

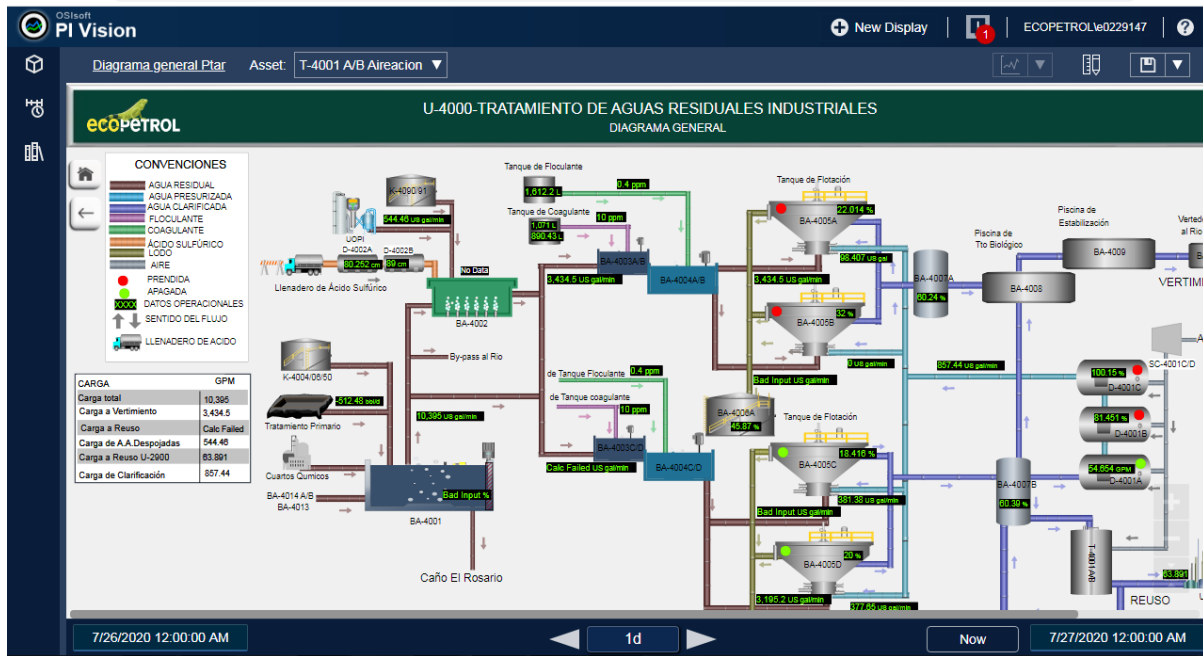


6.4.4 Módulo 3. Diagrama general de PTAR.

Este despliegue representa el diagrama general de la planta de tratamiento de aguas residuales, dando a conocer una perspectiva más detallada del tratamiento secundario del agua residual, en el cual se muestran cada uno de los equipos con sus respectivos flujos y su variable operacional (ver figura 29).

Figura 29.

Despliegue del Diagrama general del tratamiento de aguas residuales en PTAR.



Este diagrama, tiene una tabla de convenciones (ver figura 30) que permiten dar una claridad al lector de la estructura del despliegue, donde se cuenta con dos símbolos que le permiten al lector ir a la herramienta general de PI Vision (casa) o la flecha que lleva al lector al menú principal de la herramienta de análisis operacional.

Figura 30.

Convenciones para el diagrama general de PTAR.



También, se presenta una tabla de datos que proporciona un resumen de los flujos de carga de la planta que están representados en todo el diagrama (ver figura 31)

Figura 31.

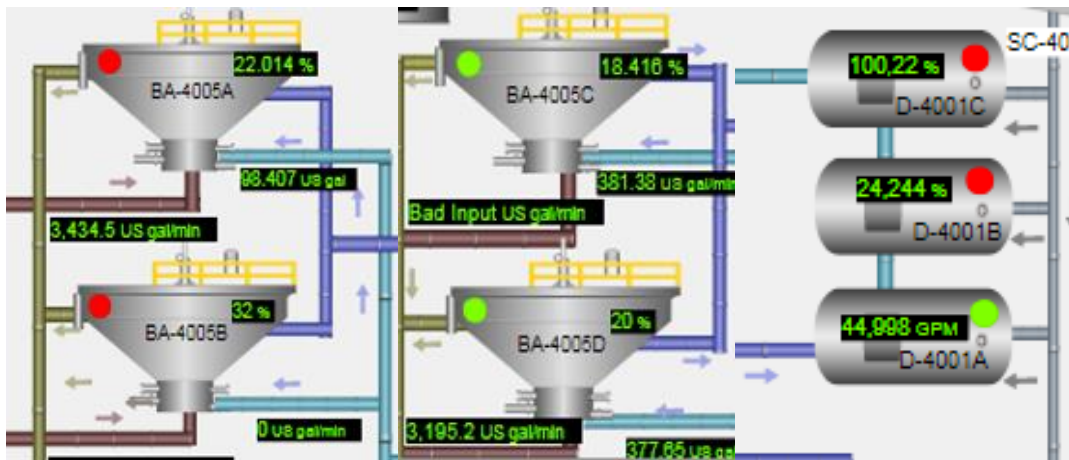
Flujos de carga de PTAR.

CARGA	GPM
Carga total	3.934,5
Carga a Vertimiento	N/A
Carga a Reuso	N/A
Carga de A.A.Despojadas	580,25
Carga a Reuso U-2900	190,68
Carga de Clarificación	N/A

En este despliegue cuenta con una serie de semáforos en los equipos de clarificación (BA-4005 A/B/C/D) y drums de presurización, los cuales muestran el estado actual del equipo (ver figura 32).

Figura 32.

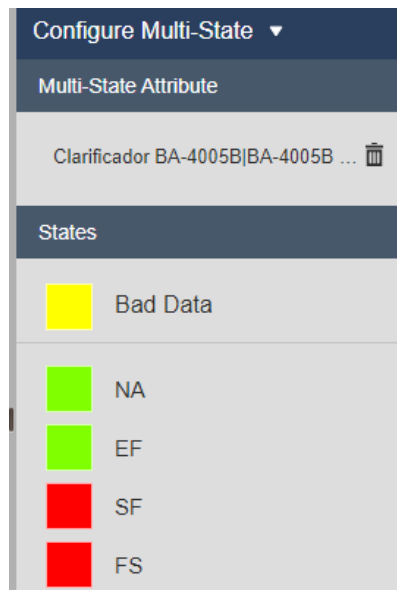
Equipos de clarificación y drums de presurización con su respectivo semáforo.



Para establecer el color que debe tener cada semáforo dependiendo del estado de su equipo, se utilizó la herramienta Multi-State visualizado en la figura 33.

Figura 33.

Configuración del estado del equipo en Multi-State.



Las variables operacionales que se observan en el despliegue para cada uno de los equipos, se representan en la tabla 11.

Tabla 11.

Variables operacionales de cada equipo del diagrama general de PTAR.

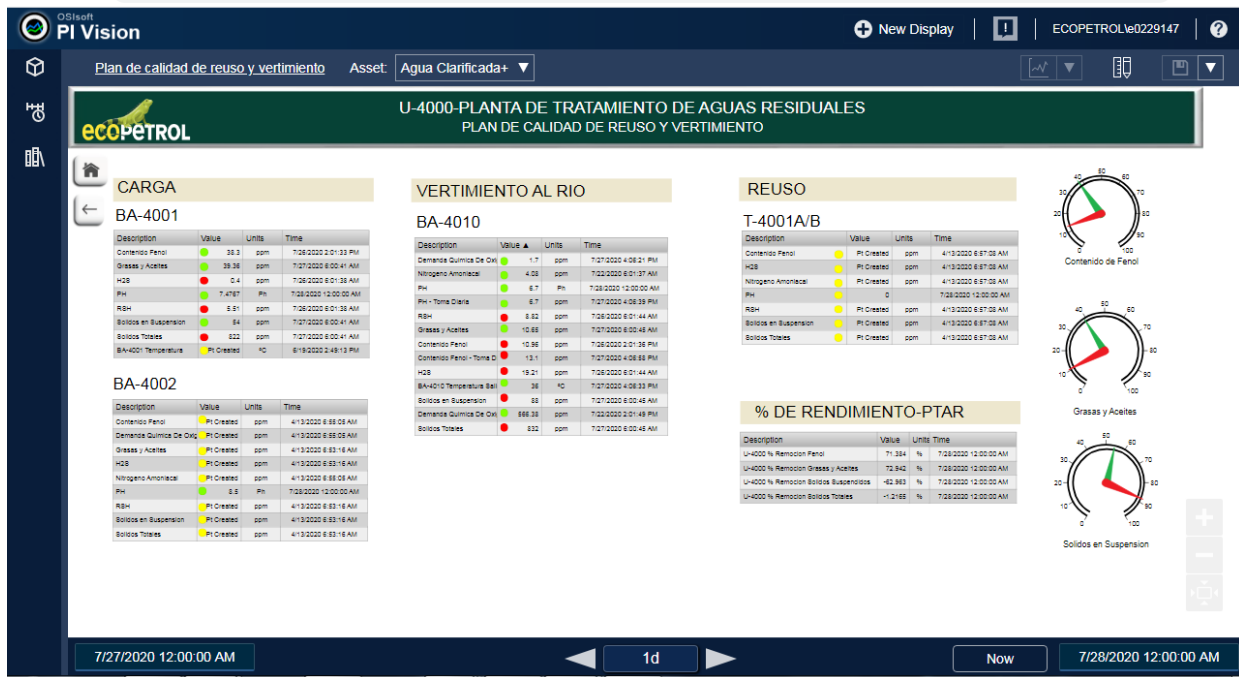
Equipo	Descripción	Unidades
Piscina de Carga BA-4001	Nivel	%
Drum de Presurización D-4001A	Nivel	%
Drum de Presurización D-4001B	Nivel	%
Drum de Presurización D-4001C	Nivel	%
Drum de Almacenamiento de Acido D-4002A	Nivel	cm
Drum de Almacenamiento de Acido D-4002B	Nivel	cm
Drum de Almacenamiento de Acido D-4002A	Volumen Neto	Barriles
Drum de Almacenamiento de Acido D-4002B	Volumen Neto	Barriles
Clarificador BA-4005A	Porcentaje Recirculación	%
Clarificador BA-4005A	Flujo De Entrada	gal/min
Clarificador BA-4005B	Porcentaje Recirculación	%
Clarificador BA-4005B	Flujo De Entrada	gal/min
Clarificador BA-4005C	Porcentaje Recirculación	%
Clarificador BA-4005C	Flujo De Entrada	gal/min
Clarificador BA-4005D	Porcentaje Recirculación	%
Clarificador BA-4005D	Flujo De Entrada	gal/min
Cámara de Lodos BA-4006 A	Nivel	%
Cámara de Lodos BA-4006 B	Nivel	%
Cámara de retención BA-4007 A	Nivel	gal/min
Cámara de retención BA-4007 B	Nivel	gal/min
Tanque de Almacenamiento de Coagulante	Consumo diario Autorizado	KG/DIA
Tanque de Almacenamiento de Coagulante	Dosificación Coagulante	PPM
Tanque de Almacenamiento de Coagulante	Volumen Reglilla	L
Tanque de Almacenamiento de Floculante	Dosificación Floculante	PPM
Tanque de Almacenamiento de Floculante	Volumen Floculante 1 Reglilla	L
Tanque de Almacenamiento de Floculante	Volumen Drum Floculante 2 Reglilla	L

6.4.5 Módulo 4. Plan de calidad (Línea de reúso y vertimiento).

Este despliegue, representa los principales parámetros evaluados en la planta. Las variables allí listadas, permiten tener un conocimiento general del estado de operación de PTAR en términos de calidad de cada línea de proceso (ver figura 34).

Figura 34.

Plan de calidad de la línea de reúso y vertimiento.



En la sección de carga de la Piscina BA-4001 y la Piscina BA-4002, se analizan los parámetros de calidad proporcionados en el laboratorio de la GRB (ver figura 35).

Para la sección de vertimiento, se hace un análisis más detallado de cada parámetro del pozo de succión BA-4010, ya que este producto, debe cumplir con los índices de calidad decretados en la resolución 0631 del 2015. Por esta razón, además de los análisis proporcionados

por el laboratorio de la GRB, la empresa aliada entrega un reporte diario de los parámetros más críticos (ver tabla 12).

Tabla 12.

Parámetros críticos evaluados por la empresa aliada.

Equipo	Parámetro críticos	Unidades
POZO DE SUCCIÓN BA-4010	% Biodegradación de Fenol	%
	Fenol BA-4010	PPM
	Sulfuros BA-4010	PPM
	PH BA-4010	-
	Demanda química de oxígeno BA-4010	PPM
	Temperatura a la salida BA-4010	°C

En la línea de reúso, solo se evalúa el agua tratada en las torres de aireación T-4001A /B y sus datos son proporcionados por el laboratorio de la GRB. Finalmente, para visualizar la eficiencia diaria de la planta, se muestra una tabla con el porcentaje de rendimiento de los parámetros más importantes (ver figura 35).

Figura 35.









Parámetros de calidad de cada una de las secciones del despliegue.

Carga	Vertimiento al río	Reúso	%Rendimiento PTAR
<ul style="list-style-type: none"> • Contenido de fenol • Grasas y aceites • H2S • RSH • Sólidos en suspensión • Sólidos totales • pH • Temperatura • Demanda química de oxígeno • Nitrogeno amoniacal 	<ul style="list-style-type: none"> • Contenido de fenol • Grasas y aceites • H2S • RSH • Sólidos en suspensión • Sólidos totales • pH • Temperatura • Demanda química de oxígeno 	<ul style="list-style-type: none"> • Grasas y aceites • RSH • Sólidos en suspensión • Sólidos totales • Demanda química de oxígeno • Nitrogeno amoniacal • pH 	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de remoción de fenol. • Porcentaje de remoción de sólidos suspendidos • Porcentaje de remoción de grasas y aceites • Porcentaje de remoción de sólidos totales

En cada tabla, se tiene un semáforo que muestra el cumplimiento de los parámetros de calidad con respecto al programa diario, al índice de calidad del efluente (ICE PTAR) y la Resolución 0631 del 2015 representado con el color verde, para enfatizar en aquellos indicadores que se encuentran fuera de los rangos definidos se representan con el color rojo (ver figura 36).

Figura 36.

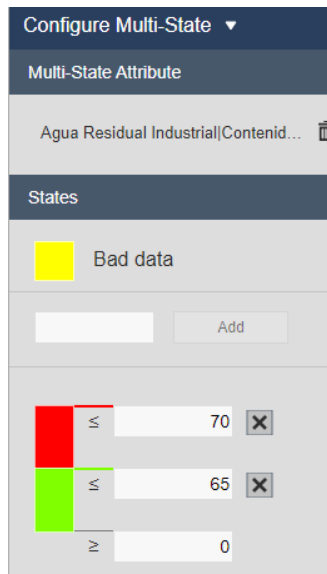
Parámetros de calidad con su respectivo semáforo.

Description	Value	Units	Time
Contenido Fenol	 41,29	ppm	17/01/2021 14:27:23
Grasas y Aceites	 76,8	ppm	18/01/2021 6:26:07
H2S	 0,49	ppm	17/01/2021 6:27:18
PH	 8,38	Ph	18/01/2021 18:22:46
RSH	 3,46	ppm	17/01/2021 6:27:18
Solidos en Suspension	 74	ppm	18/01/2021 6:26:07
Solidos Totales	 630	ppm	18/01/2021 6:26:07
BA-4001 Temperatura	 42	°C	18/01/2021 18:23:05

Para establecer los límites máximos y mínimos que debe tener cada parámetro en la herramienta tecnológica, el Ingeniero de procesos estableció estos límites, teniendo en cuenta la normativa ambiental. Para emitir una alarma en caso de incumplimiento, se utilizó la herramienta Multi-State (ver figura 37), la cual establece un color específico para cada rango del parámetro.

Figura 37.

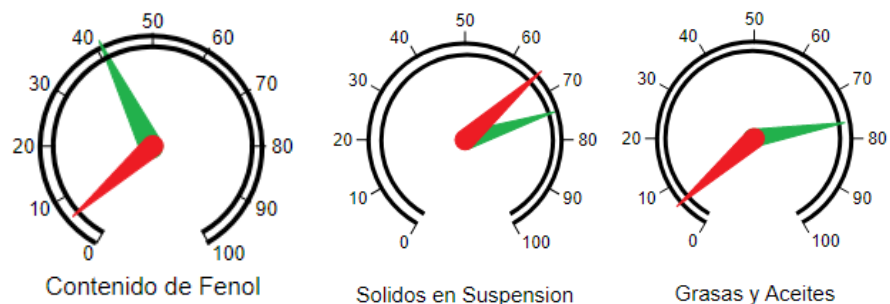
Configuración de un parámetro de calidad en Multi-State.



Este despliegue, representa gráficamente los principales parámetros estudiados en la planta, como la concentración de fenol, grasas y aceites y sólidos suspendidos. Por medio de un indicador con dos flechas, se muestra la eficiencia de remoción de cada parámetro, donde la flecha verde indica su concentración a la entrada y la flecha roja el valor a la salida del proceso (ver figura 38).

Figura 38.

Indicadores de calidad representados gráficamente.



6.4.6 Módulo 5 .Seguimiento de tanques de PTAR.

El seguimiento de los tanques de PTAR, sólo era realizado para los tanques de soda y se visualizaba por medio de una hoja de cálculo de Excel, los datos eran insertados por medio de PI DataLink y manualmente (ver tabla 13). Al estar en este formato, no era posible socializarlo con todo el equipo de la planta. Además, no se evaluaba el estado de los otros tanques.

Tabla 13.

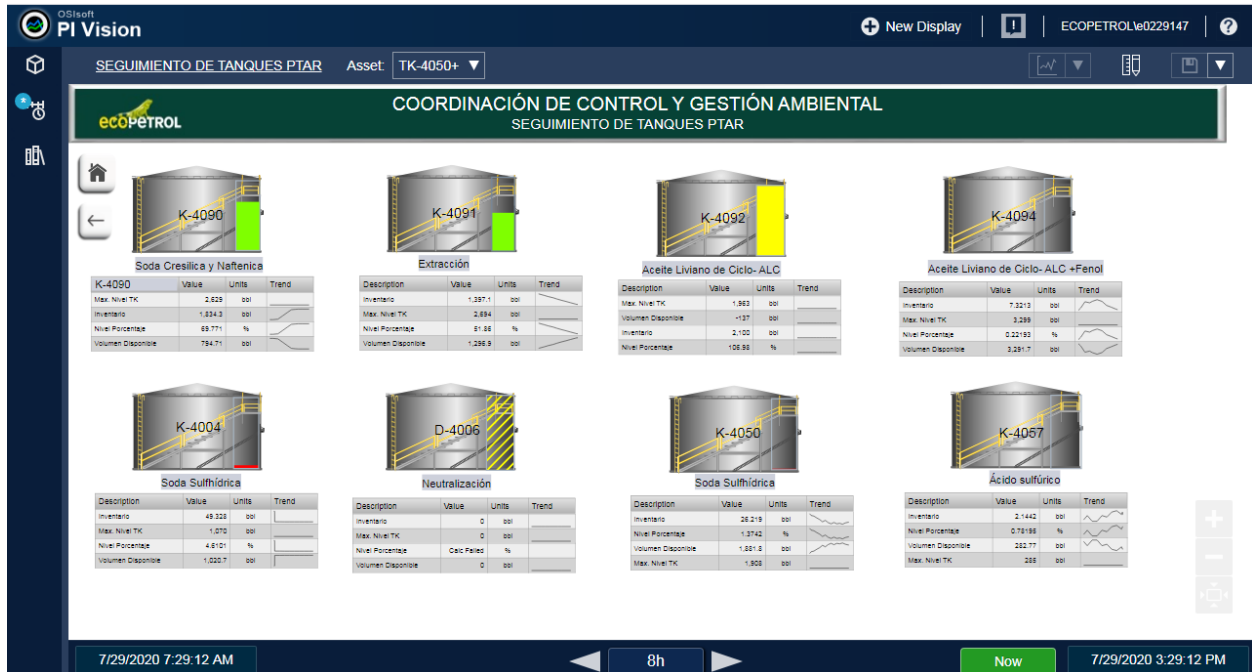
Seguimiento de los tanques de soda en una hoja de cálculo.

Tanque	Estado de tanques de soda				
	K4004	K4050	K4090	K4091	K4092
Volumen Ventana Operativa [BLS]	1070	1908	2629	2694	1963
Volumen Guía de Control [BLS]	1007	1845	2566	2631	1900
Volumen ocupado [BLS]	1008	329	2476	2047	1445
Nivel [%]	94,2	17,2	94,2	76,0	73,6
Estado	Violación de Guía	Violación de V.O.	Alerta	Normal	Normal

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, este despliegue hace un seguimiento a los ocho tanques de almacenamiento de la planta. Cada tanque cuenta con su respectiva tabla de datos y una barra que indica el nivel de tanque (ver figura 39).

Figura 39.

Diagrama del seguimiento de tanques de PTAR.



En la tabla 14, se representa el nombre asignado para cada tanque con su respectivo producto de almacenamiento.

Tabla 14.

Nombre y producto de los tanques de PTAR.

Planta	Tanque	Producto
U-4000	K-4004	Soda Sulfhídrica
U-4000	D-4006	Neutralización
U-4000	K-4050	Soda Sulfhídrica
U-4000	K-4057	Ácido sulfúrico
U-4000	K-4090	Soda Cresílicas y Nafténicas
U-4000	K-4091	Extracción
U-4000	K-4092	Aceite Liviano de Ciclo- ALC
U-4000	K-4094	Aceite Liviano de Ciclo- ALC +Fenol

En este despliegue cada tabla, muestra datos como máximo nivel del tanque e inventario del tanque proporcionados por PI DataLink. Con el fin de mejorar el análisis operacional realizado en las reuniones de turno, se crearon dos nuevas variables, las cuales son, nivel del tanque en porcentaje y el volumen disponible de éste (ver figura 40).

Figura 40.

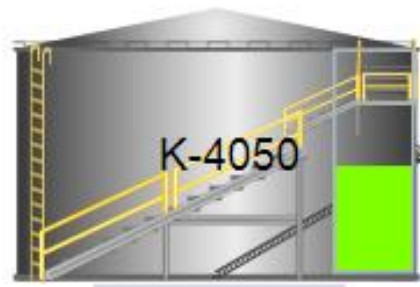
Información suministrada para los tanques en el despliegue.

Description	Value	Units	Trend
Inventario	1.909,1	bbl	_____
Max. Nivel TK	2.694	bbl	_____
Nivel Porcentaje	70,866	%	_____
Volumen Disponible	784,87	bbl	_____

Adicionalmente, se insertó un indicador de nivel en cada tanque que representa el porcentaje actual del nivel del tanque (ver figura 41).

Figura 41.

Tanque K-4050 de PTAR con su respectivo indicador de nivel.



Por medio de la herramienta Multi-State de PI Vision, se configuró el dato visualizado en el indicador de nivel (ver figura 42) para que éste emita un alerta en caso de que esté incumpliendo con los límites de las ventanas operativas (ver figura 43).

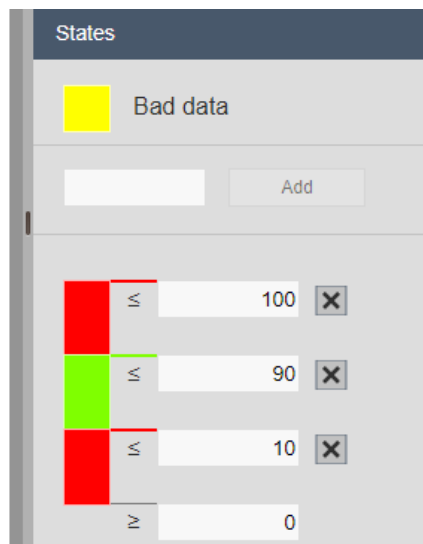
Figura 42.

Parámetro a configurar en Multi-State.



Figura 43.

Configuración de un parámetro de calidad en Multi-State.

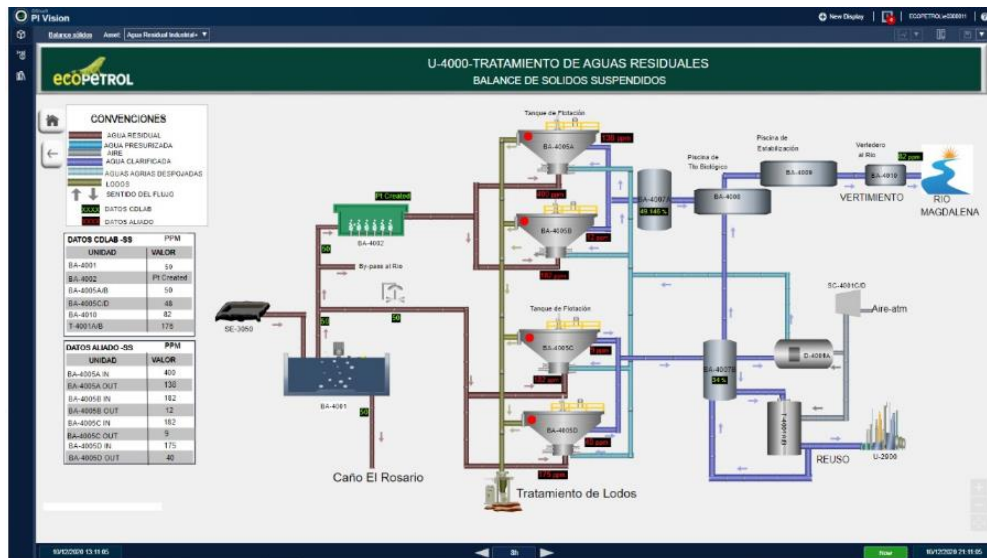


6.4.7 Módulo 6. Balance de sólidos suspendidos.

Durante las reuniones de análisis operacional, se hace un énfasis en el porcentaje de remoción de los sólidos suspendidos, en especial, la concentración de sólidos suspendidos a la entrada y salida de los trenes de clarificación proporcionados por la empresa aliada. Por esta razón, se creó un despliegue que permite hacer un seguimiento y comparación de la concentración de sólidos suspendidos evaluado diariamente en los cuatro clarificadores de la planta, con el fin de garantizar el óptimo desarrollo del proceso (ver figura 44).

Figura 44.

Despliegue del diagrama del balance de sólidos suspendidos en PTAR.



Este diagrama, tiene una tabla de convenciones (ver figura 45) que permiten dar una claridad al lector de la estructura del despliegue, también cuenta con dos símbolos que le permiten

al lector ir a la herramienta general de PI Vision (casa) o la flecha que lleva al lector al menú principal de la herramienta de análisis operacional.

Figura 45.

Convenciones para el diagrama del balance de sólidos suspendidos en PTAR.



También, se presentan dos tablas que proporciona un resumen de la concentración de sólidos suspendidos en los cuatro clarificadores de la planta y en otros equipos. En la primera tabla, se presentan los datos proporcionados por el laboratorio de la refinería (CDLAB) para los clarificadores y las principales Piscinas de PTAR. En la segunda tabla, se hace un análisis más detallado de los datos a la entrada y a la salida de cada clarificador, esta información es suministrada por la empresa aliada (ver figura 46).

Figura 46.

Concentración de sólidos suspendidos suministrados por CDLAB y por la empresa aliada.

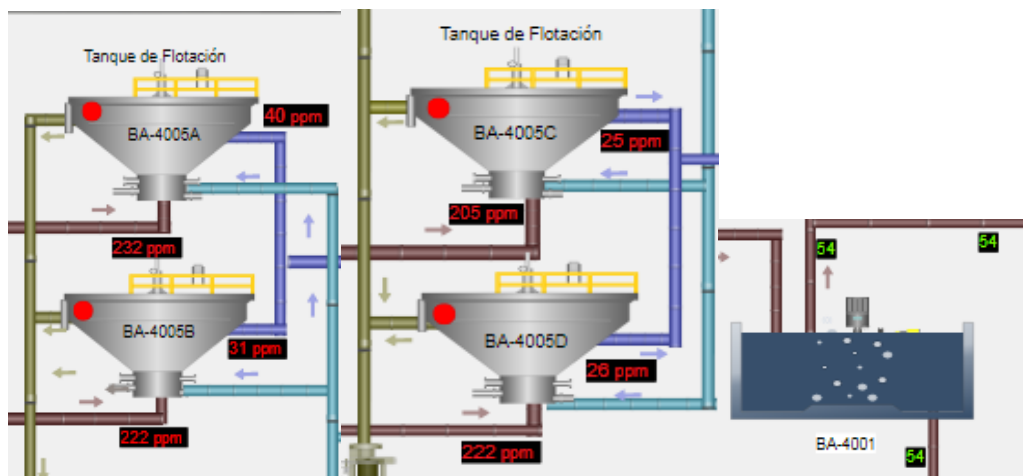
DATOS CDLAB -SS		PPM
UNIDAD	VALOR	
BA-4001	74	
BA-4002	Pt Created	
BA-4005A/B	30	
BA-4005C/D	48	
BA-4010	66	
T-4001A/B	176	

DATOS ALIADO -SS		PPM
UNIDAD	VALOR	
BA-4005A IN	232	
BA-4005A OUT	40	
BA-4005B IN	222	
BA-4005B OUT	31	
BA-4005C IN	205	
BA-4005C OUT	25	
BA-4005D IN	222	
BA-4005D OUT	26	

Este despliegue, representa los datos suministrados por dos fuentes de información y se diferencia por su color: para los datos suministrados por el aliado su color es rojo y para los datos de laboratorio de la GRB son de color verde. También, se encuentran una serie de semáforos en los equipos de clarificación (BA-4005 A/B/C/D), los cuales muestran el estado actual del equipo (ver figura 47).

Figura 47.

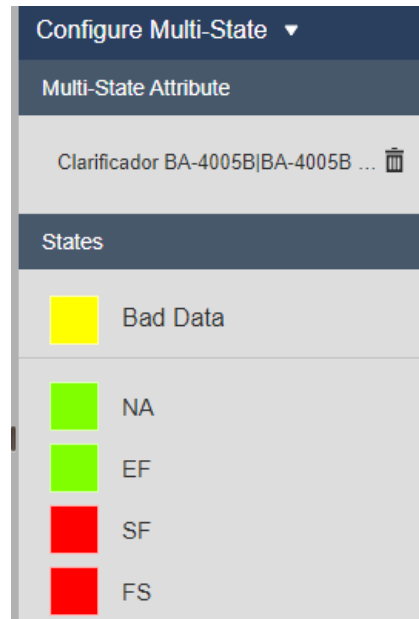
Equipos de clarificación y Piscina de carga con sus respectivos datos y semáforos



Para establecer el color que debe tener cada semáforo dependiendo del estado de su equipo se utilizó la herramienta Multi-State visualizado en la figura 48.

Figura 48.

Configuración del estado del equipo en Multi-State.

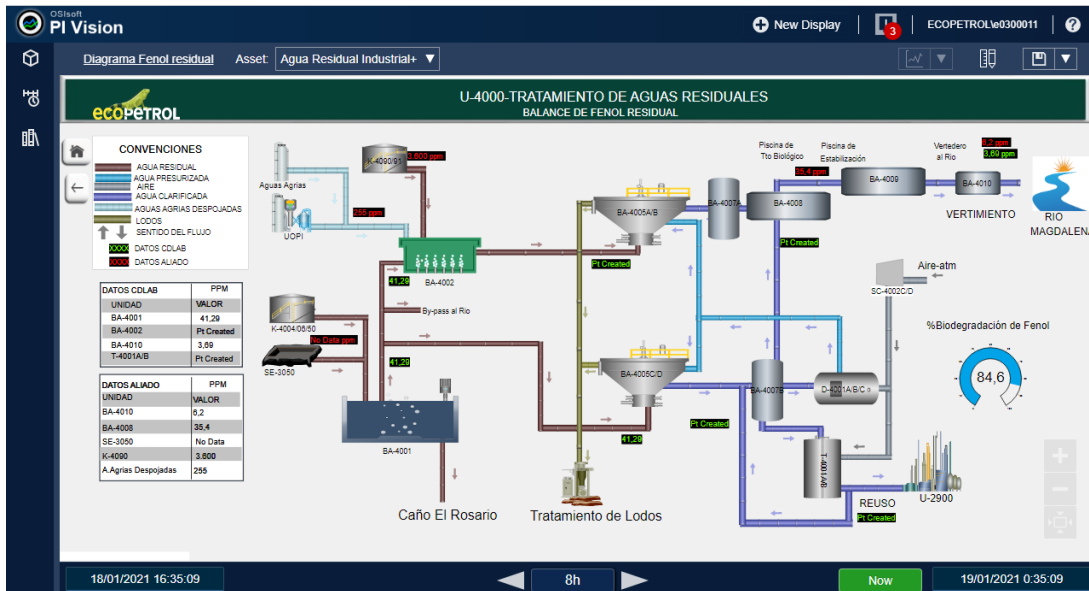


6.4.8 Módulo 7. Balance de fenol residual.

Este despliegue describe el tratamiento que se realiza en PTAR para disminuir la concentración de fenol residual. En éste se analiza la concentración de fenol en las principales unidades de proceso y el porcentaje de biodegradación de fenol en la Piscina de tratamiento biológico. Estos datos son proporcionados por el laboratorio de la GRB y por los aliados de la planta, para hacer un seguimiento y comparación de la concentración de fenol residual evaluado diariamente, con el fin de garantizar el óptimo desarrollo del proceso (ver figura 49).

Figura 49.

Despliegue del diagrama del balance de fenol residual en PTAR.



Este diagrama cuenta con una tabla de convenciones(ver figura 50) que permiten dar una claridad al lector de la estructura del despliegue, así como también cuenta con dos símbolos que le permiten al lector ir a la herramienta general de PI Vision (casa) o la flecha que lleva al lector al menú principal de la herramienta de análisis operacional.

Figura 50.

Convenciones para el diagrama del balance de fenol residual en la PTAR.



En la parte izquierda, se presentan dos tablas de datos que proporcionan un resumen de la concentración de fenol residual de los principales equipos de la planta. En la primera tabla se presentan los datos proporcionados por el laboratorio de la refinería (CDLAB) y en la segunda tabla se hace un análisis más detallado de los datos a la entrada de PTAR para el flujo de aguas agrias despojadas, el separador 3050 y el tanque de almacenamiento de soda cresílicas y nafténicas (K-4090). Esta información es suministrada por la empresa aliada (ver figura 51)

Figura 51.

Concentración de fenol residual suministrados por CDLAB y por la empresa aliada.

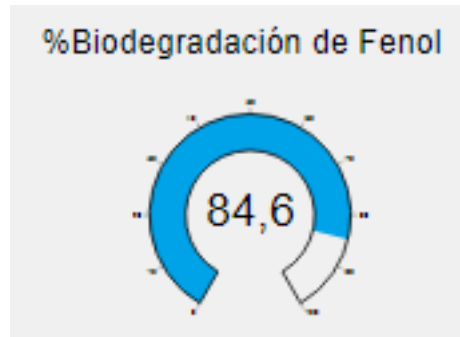
DATOS CDLAB		PPM
UNIDAD	VALOR	
BA-4001	41,29	
BA-4002	Pt Created	
BA-4010	3,69	
T-4001A/B	Pt Created	

DATOS ALIADO		PPM
UNIDAD	VALOR	
BA-4010	6,2	
BA-4008	35,4	
SE-3050	No Data	
K-4090	3.600	
A.Agrias Despojadas	255	

Finalmente, se representa la eficiencia que tiene diariamente el proceso por medio de un porcentaje total de biodegradación de fenol. Este dato es proporcionado por el estudio que realiza la empresa aliada (ver figura 52).

Figura 52.

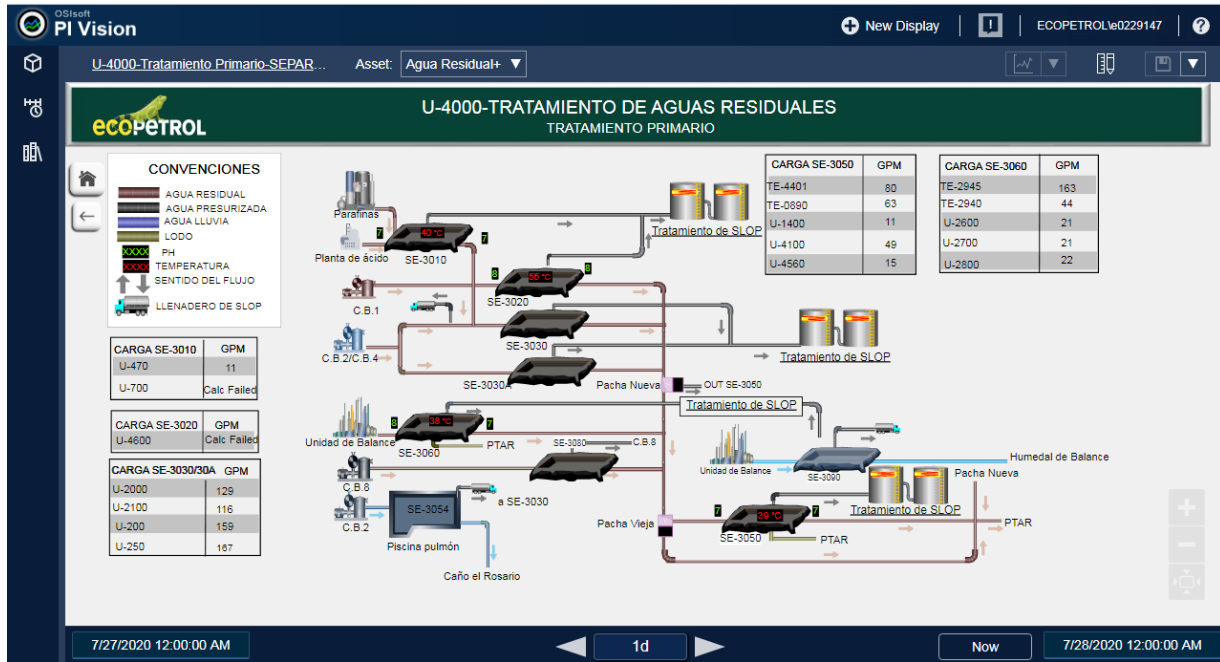
Porcentaje total de biodegradación de fenol en el diagrama del balance de fenol residual de la PTAR.

**6.4.9 Módulo 8. Tratamiento primario**

El tratamiento primario del agua residual proveniente de otras plantas, requiere de un seguimiento continuo del proceso, por esta razón este despliegue se construyó con el propósito de que el equipo de trabajo tenga una percepción general de todo el proceso y un continuo control de sus principales variables evaluadas (ver figura 53).

Figura 53.

Despliegue del Diagrama del proceso de tratamiento primario en PTAR.



Este diagrama, tiene una tabla de convenciones (ver figura 54) que permiten dar una claridad al lector de la estructura del despliegue, así como también cuenta con dos símbolos que le permiten al lector ir a la herramienta general de PI Vision (casa) o la flecha que lleva al lector al menú principal de la herramienta de análisis operacional.

Figura 54.

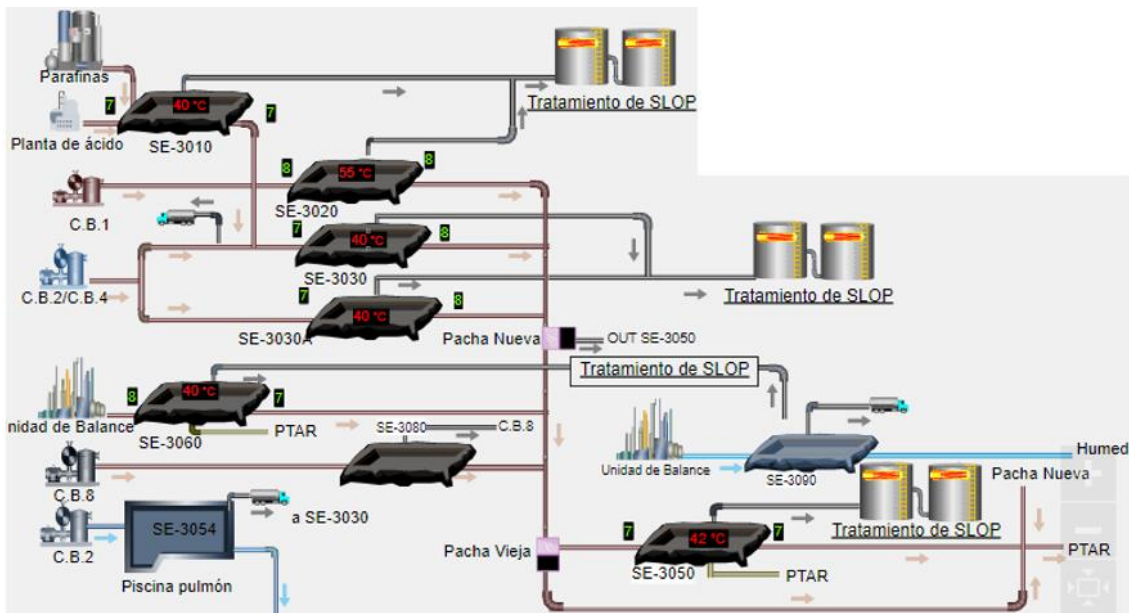
Convenciones para el diagrama del tratamiento primario de agua en PTAR.



En el diagrama, se puede evidenciar que los separadores API cuentan con sus respectivos datos de temperatura y pH a la entrada y a la salida (ver figura 55).

Figura 55.

Diagrama del tratamiento primario de agua con sus respectivos parámetros de temperatura y pH.



Los flujos de carga de los separadores API, provienen de diferentes unidades de proceso de la refinería; por esta razón, en el despliegue se presentan cinco tablas de datos para los seis separadores más importantes con su respectiva unidad de proceso y sus flujos de carga (ver figura 56).

Figura 56.

Tablas de flujos de carga para cada separador API.

CARGA SE-3010		GPM
U-470		10
U-700		22

CARGA SE-3020		GPM
U-4600		22

CARGA SE-3030/30A		GPM
U-2000		123
U-2100		108
U-200		148
U-250		278

CARGA SE-3050		GPM
TE-4401		143
TE-0890		102
U-1400		11
U-4100		49
U-4560		18

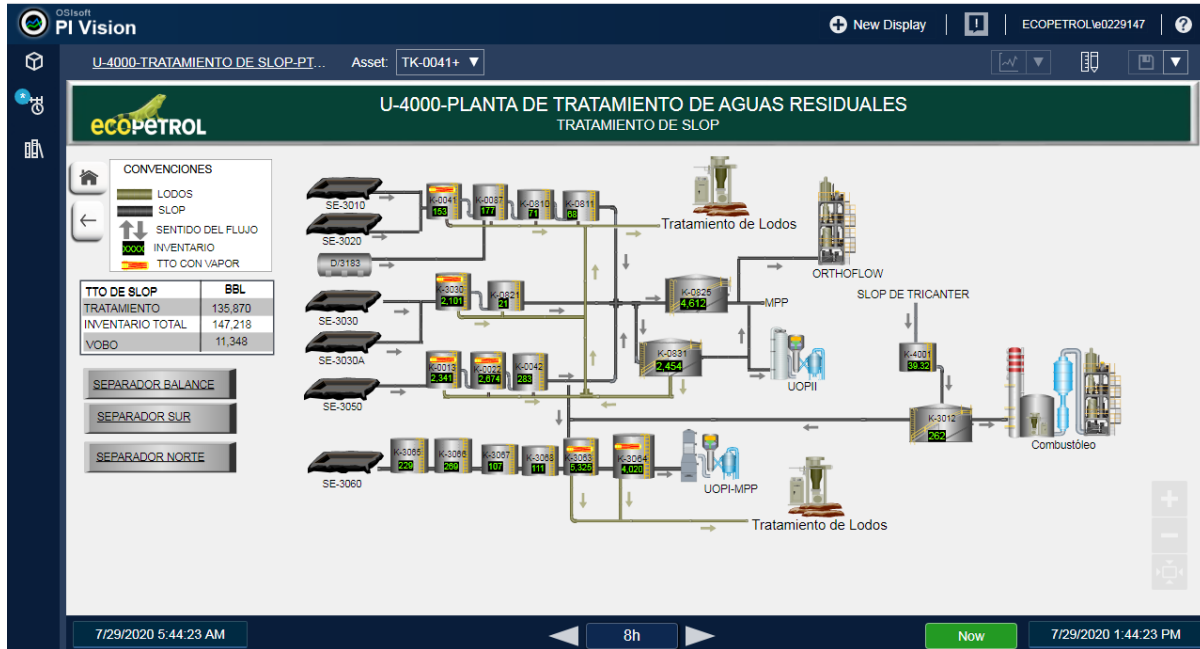
CARGA SE-3060		GPM
TE-2945		282
TE-2940		44
U-2600		54
U-2700		54
U-2800		85

6.4.10 Módulo 9. Tratamiento de Slop.

La coordinación de control y gestión Ambiental cuenta con tres trenes de tratamiento de Slop, los cuales se encuentran en el separador sur, separador balance y separador norte. Este despliegue se construyó con el fin de visualizar de manera general el proceso de tratamiento de Slop (ver figura 57).

Figura 57.

Despliegue del diagrama del tratamiento de Slop.



Este diagrama cuenta con una tabla de convenciones (ver figura 58) que permiten dar una claridad al lector de la estructura del despliegue, también cuenta con dos símbolos que le permiten al lector ir a la herramienta general de PI Vision (casa) o la flecha que lleva al lector al menú principal de la herramienta de análisis operacional.

Figura 58.

Convenciones para el diagrama del tratamiento de Slop en PTAR.



En la parte izquierda del despliegue se puede visualizar una tabla con las variables más importantes del proceso en barriles, en el cual se describe la cantidad total de Slop en tratamiento, el inventario total de Slop y el Slop con visto bueno (ver figura 59).

Figura 59.

Tabla con los datos más relevantes del tratamiento de Slop.

TTO DE SLOP	BBL
TRATAMIENTO	114.616
INVENTARIO TOTAL	123.758
VOBO	9.142

El diagrama de tratamiento de Slop explica gráficamente cómo es su línea de proceso, desde los separadores API hasta su destino final. En este diagrama, se encuentran una serie de tanques pertenecientes a los tres trenes de tratamiento (ver figura 60). Adicionalmente, cada tanque tiene un número de color verde que indica su inventario total en barriles de Slop en tiempo real (ver figura 60). Estos atributos permiten que el equipo de trabajo pueda hacer un análisis y seguimiento en tiempo real a todos los tanques de tratamiento de Slop.

Tabla 15.

Separadores con sus respectivos tanques de Slop.

Tren de tratamiento	Separador Balance	Separador Sur	Separador Norte
Tanques	K-3063	K-0041	K-0013
	K-3064	K-0087	K-0022
	K-3065	K-0831	K-0042
	K-3066	K-3030	K-3012
	K-3067	K-0810	K-4094
	K-3068	K-0811	K-4001
		K-0821	

En la parte izquierda del despliegue se observan tres botones, que indican los tres trenes de tratamiento de Slop y al dar clic en alguno de ellos, se abrirá un despliegue con un análisis más detallado de sus respectivos tanques (ver figura 62).

Figura 62.

Botones de los tres trenes de tratamiento de Slop.



Al dar clic en cada botón se abrirá un despliegue que muestra gráficamente cada uno de los tanques del Separador de Balance, Norte y Sur, con su respectiva tabla de datos e indicador de nivel (ver figura 63-65).

Figura 63.

Seguimiento de los tanques de Slop del separador Balance Variables operacionales.

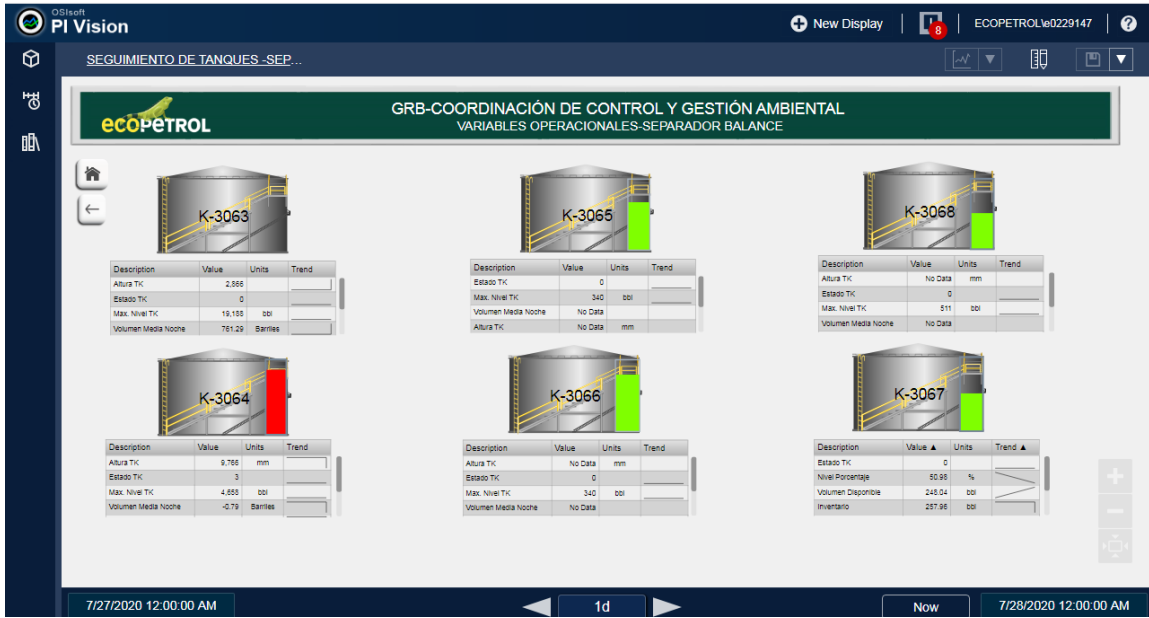


Figura 64.

Seguimiento de los tanques de Slop del Separador Sur Variables Operacionales.

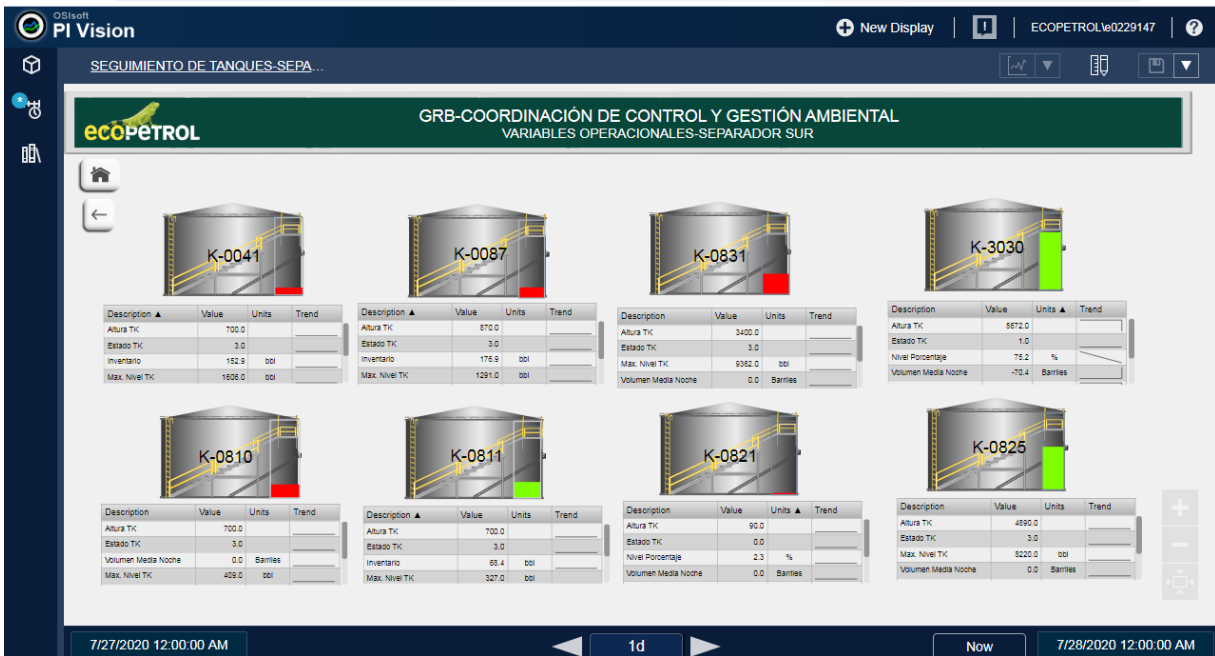
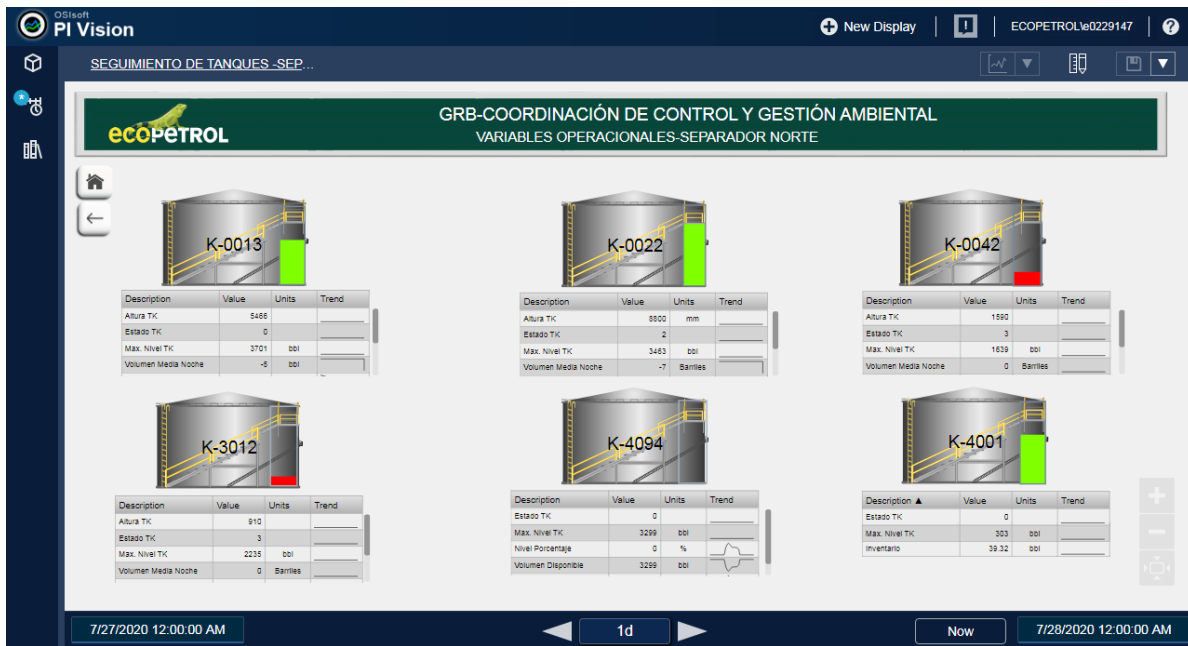


Figura 65.

Seguimiento de los tanques de Slop del Separador Norte Variables operacionales.



Cada uno de los tanques de los tres trenes de tratamiento de Slop (Separador Balance, Norte y Sur), cuenta con información detallada de sus variables operacionales. La tabla muestra datos como altura, estado, máximo nivel, volumen media noche e inventario del tanque proporcionados por PI DataLink. Con el fin de mejorar el análisis operacional realizado en las reuniones de turno, se crearon dos nuevas variables, las cuales son nivel del tanque en porcentaje y el volumen disponible de éste (ver figura 66).

Figura 66.

Información suministrada para los tanques en el despliegue.

Description	Value	Units	Trend
Altura TK	1.691		
Estado TK	REC		
Max. Nivel TK	19.188	bbl	
Volumen Media Noche	-8.6557E+16	Barriles	
Nivel Porcentaje	16,946	%	
Volumen Disponible	15.936	bbl	
Inventario	3.251,6	bbl	

Adicionalmente, se insertó un indicador de nivel, que representa el porcentaje actual del nivel del tanque en los separadores balance, norte y sur respectivamente como se muestra en la figura 67.

Figura 67.

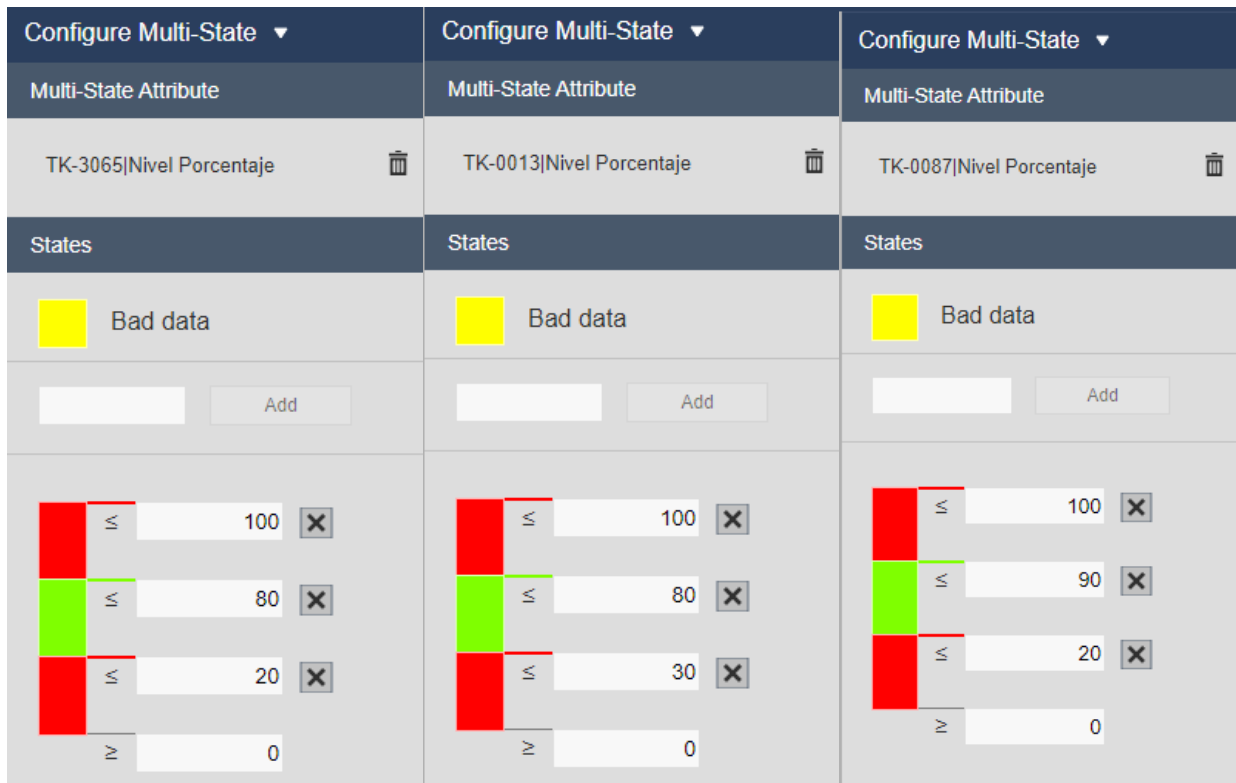
Tanque de los separadores Balance, Norte y Sur respectivamente, con su indicador de nivel.



Por medio de la herramienta Multi-State de PI Vision, se configuró el dato visualizado en el indicador de nivel (ver figura 66), para que éste emita un alerta en caso de que esté incumpliendo con los límites de las ventanas operativas (ver figura 68).

Figura 68.

Configuración del porcentaje de nivel de los tanques en Multi-State.



Otros tres módulos que se construyeron para cada uno de los separadores, contienen los parámetros de calidad para cada tanque. Estos datos, son obtenidos de los análisis realizados por el laboratorio GRB de la refinería de Barrancabermeja (ver figura 69-71).

Figura 69.

Seguimiento de los tanques de Slop del separador Balance parámetros de calidad.

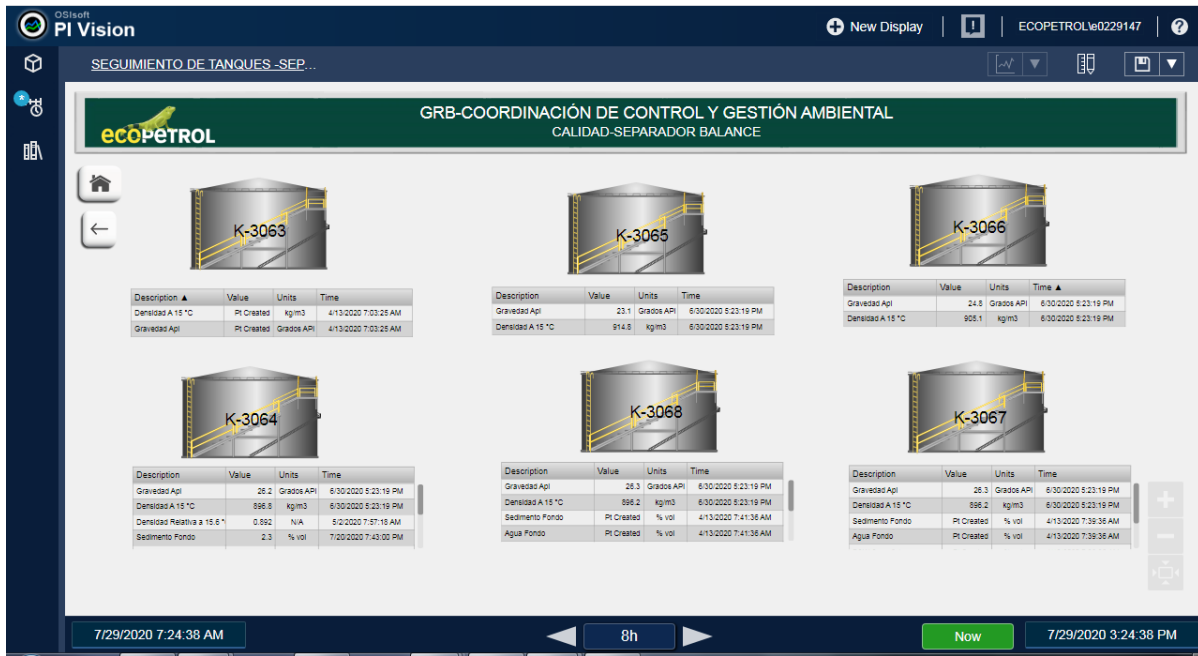


Figura 70.

Seguimiento de los tanques de Slop del separador Norte parámetros de calidad.

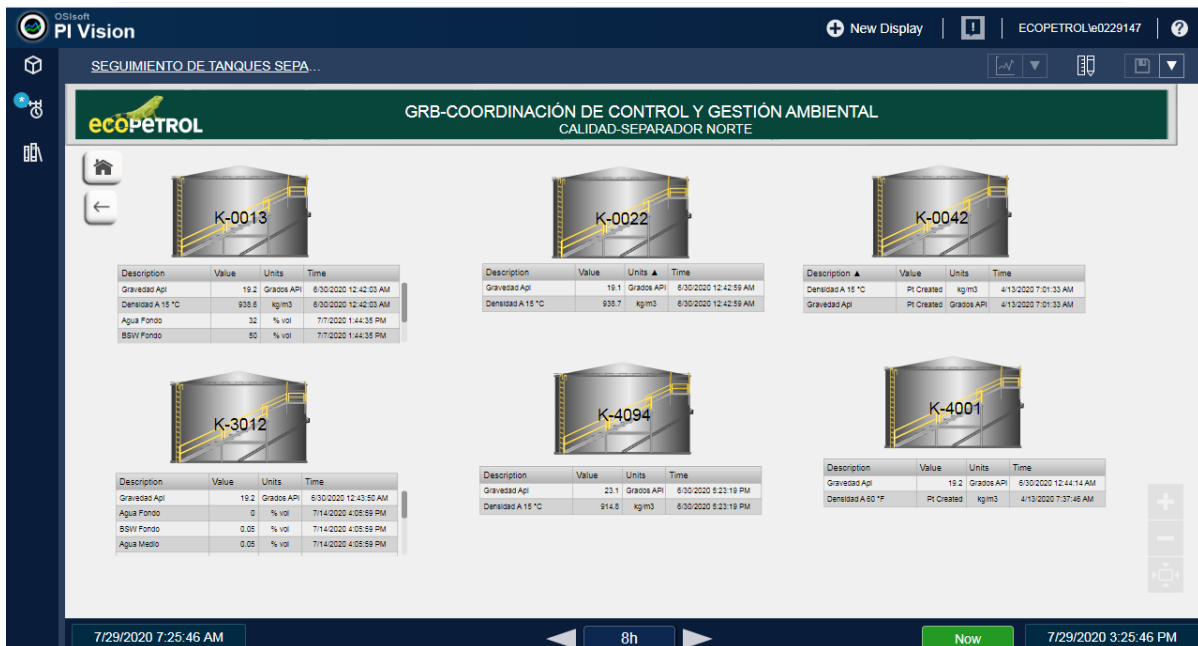
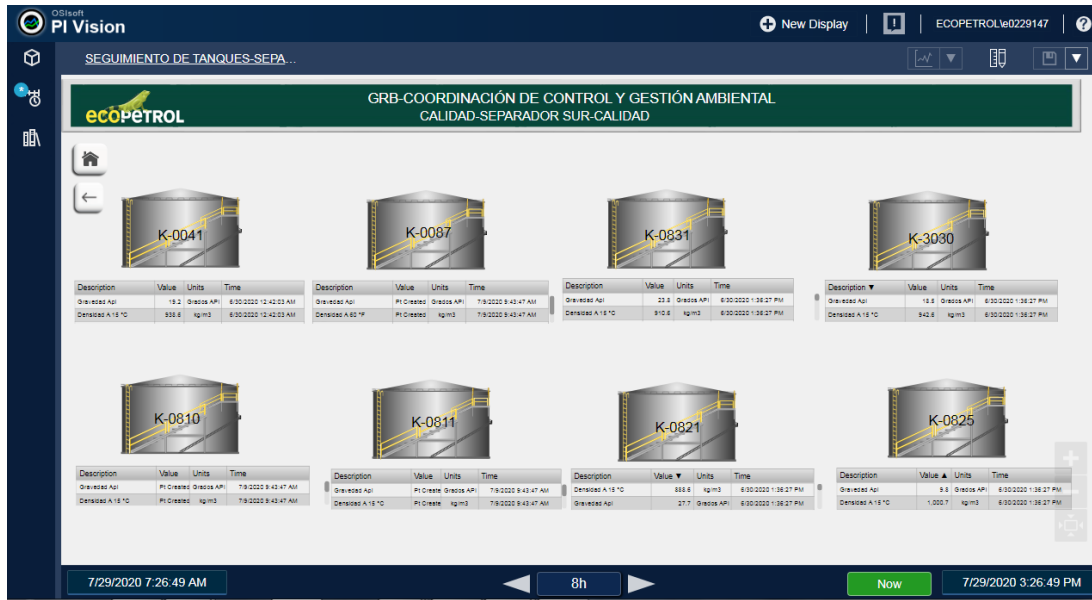


Figura 71.

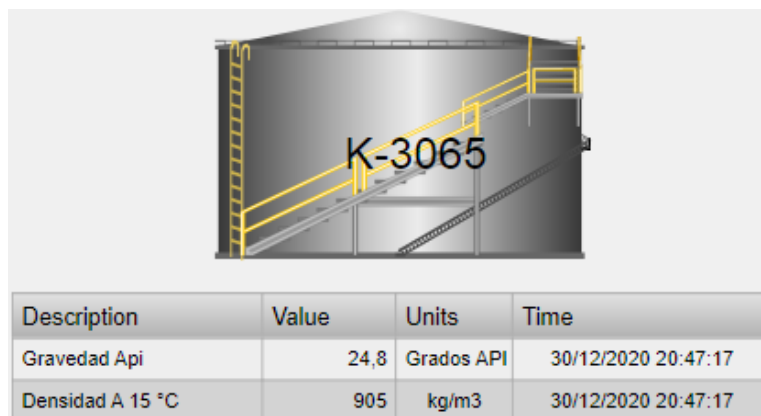
Seguimiento de los tanques de Slop del separador Sur parámetros de calidad.



El análisis de laboratorio se hace dependiendo del tipo de tanque y tratamiento que se hace en cada uno, para los tanques de almacenamiento se evalúa la gravedad API y la densidad a 15°C (ver figura 72).

Figura 72.

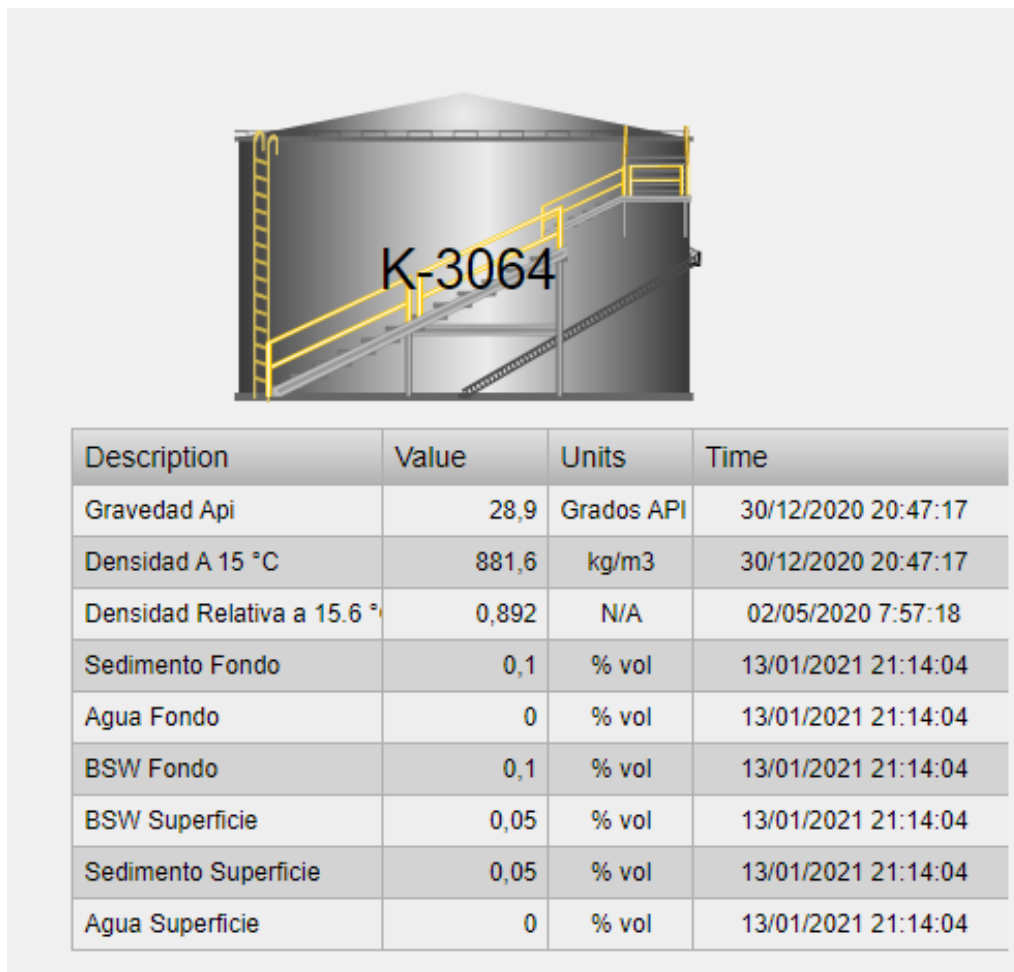
Seguimiento de los parámetros de calidad de los tanques de Slop.



Para los tanques de tratamiento, se analiza la gravedad API, la densidad a 15°C, la gravedad relativa a 15.6°C, BS&W (contenido de agua libre y sedimentos que trae el crudo) y el porcentaje del agua y sedimento presente en el fondo, medio y superficie de cada tanque (ver figura 73), con el propósito de evaluar la calidad del Slop y cumplir con los parámetros establecidos para su destino final.

Figura 73.

Seguimiento de los parámetros de calidad de los tanques de Slop.

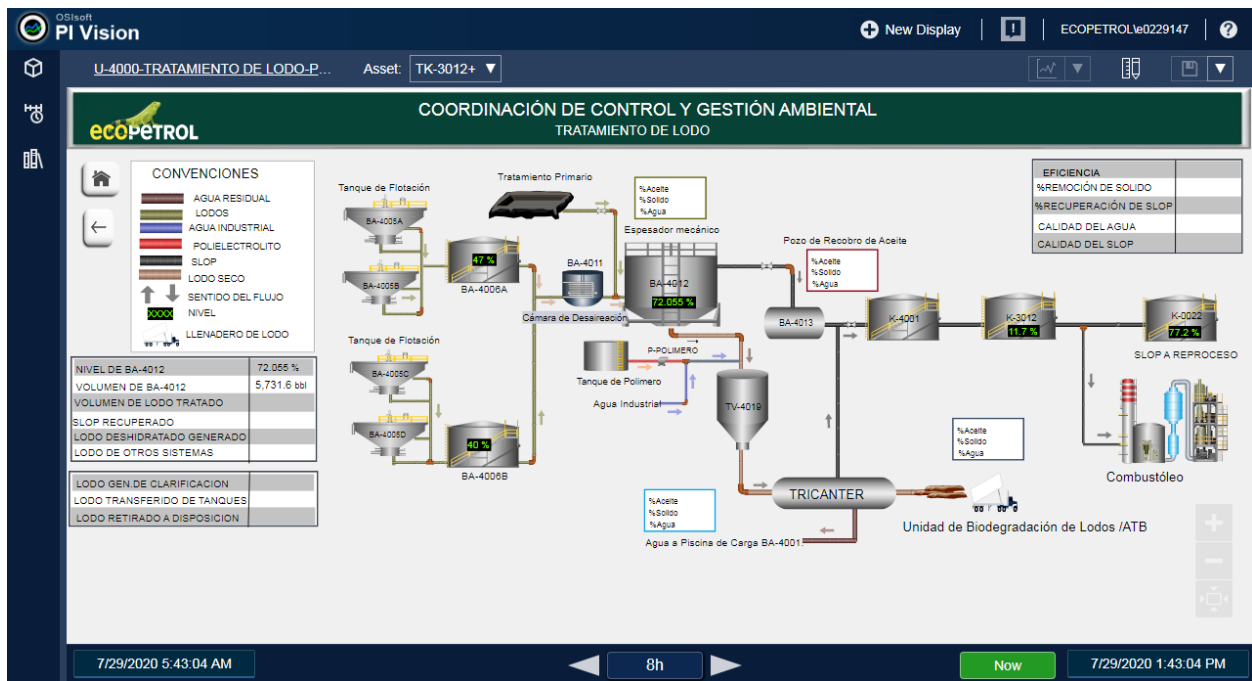


6.4.11 Despliegue 16. Diagrama del tratamiento de Lodo.

El tratamiento de lodo permite darle un valor agregado al tratamiento de agua residual, sin embargo éste quedó en construcción, dado que no se tiene ningún sistema de control o datos de laboratorio. Con el fin de complementar esta actividad en el futuro, de todos modos se construyó un despliegue que explica detalladamente su proceso (ver figura 74).

Figura 74.

Diagrama del tratamiento de Lodo.



Este diagrama cuenta con una tabla de convenciones que permiten dar una claridad al lector de la estructura del despliegue, también cuenta con dos símbolos que permite al lector ir a la herramienta general de PI Vision y la flecha que lleva al lector al menú principal de la herramienta de análisis operacional(ver figura 75).

Figura 75.

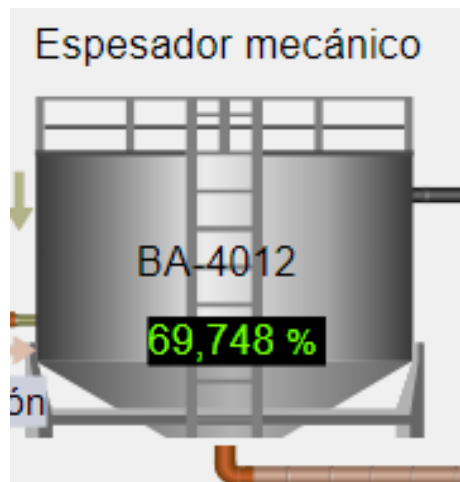
Convenciones del tratamiento de Lodo.



Para describir el tratamiento de lodos se utilizó una serie de equipos en los cuales se puede representar su variable operacional más importante. En la figura 76 se puede observar el espesador mecánico BA-4012 con su respectivo porcentaje de nivel.

Figura 76.

Espesador mecánico BA-4012 con su respectivo porcentaje de nivel.



Debido a esto, se planteó una serie de actividades para cada uno de los operarios de PTAR (ronda estructurada) y se crearon los tags requeridos para evaluar el proceso (ver tabla 16). Estos datos se describieron en una serie de tablas, para que otra persona pueda completarlas después de migrarlas los datos de PI DataLink a PI Vision (ver figura 77).

Figura 77.

Tablas de datos para el tratamiento de Lodo.

NIVEL DE BA-4012	69,748 %
VOLUMEN DE BA-4012	5.569,5 bbl
VOLUMEN DE LODO TRATADO	
SLOP RECUPERADO	
LODO DESHIDRATADO GENERADO	
LODO DE OTROS SISTEMAS	

%Aceite
 %Solido
 %Agua

LODO GEN.DE CLARIFICACION	
LODO TRANSFERIDO DE TANQUES	
LODO RETIRADO A DISPOSICION	

EFICIENCIA	
%REMOCIÓN DE SOLIDO	
%RECUPERACIÓN DE SLOP	
CALIDAD DEL AGUA	
CALIDAD DEL SLOP	

Tabla 16.

Lista de Tags para el tratamiento de Lodo.

Planta	Producto	Descripción	UOM	TAG
U-4000	Lodo	Barriles de lodo tratado	Barriles	\\PIGRB\U4000-TTO-DE- LODOS-LODO-TRATADO- DIARIO
U-4000	Lodo	Lodo de carga % de agua	%	\\PIGRB\U4000-RETORTA- LODO-%AGUA
U-4000	Lodo	Lodo de carga % de Aceite	%	\\PIGRB\U4000-RETORTA- LODO-%SLOP
U-4000	Lodo	lodo de carga % de solidos	%	\\PIGRB\U4000-RETORTA- LODO-%SOLIDOS
U-4000	Slop	Barriles de Slop	Barriles	\\PIGRB\U4000-TTOLODOS-

Planta	Producto	Descripción	UOM	TAG
		recuperado		SLOPRECUPERADO
U-4000	Slop	Slop Recuperado % De Agua	%	\\PIGRB\U4000-BSW-SLOP%AGUA
U-4000	Slop	Slop Recuperado % De Aceite	%	\\PIGRB\U4000-BSW-SLOP-%ACEITE
U-4000	Slop	Slop Recuperado % De Solidos	%	\\PIGRB\U4000-BSW-SLOP-%SOLIDOS
U-4000	Slop	%RECUPERACION DE SLOP-EFICIENCIA	%	\\PIGRB\U4000-TTO-DE-LODOS-LODO-%RECUPERACION-SLOP
U-4000	Slop	CALIDAD DE SLOP	BSW	\\PIGRB\U4000-TTO-DE-LODOS-SLOP-BSW
U-4000	Lodo deshidratado	Barriles de solido generado	m3	\\PIGRB\U4000-TTOLODOS-SOLIDOGENERADO
U-4000	Lodo deshidratado	LODO SECO% De Agua	%	\\PIGRB\U4000-RETORTA-SOLIDO-%AGUA
U-4000	Lodo deshidratado	LODO SECO % De Aceite	%	\\PIGRB\U4000-RETORTA-SOLIDO-%SLOP
U-4000	Lodo deshidratado	LODO SECO % De Solidos	%	\\PIGRB\U4000-RETORTA-SOLIDO-%SOLIDOS
U-4000	Lodo deshidratado	% REMOCION DE SOLIDOS-EFICIENCIA	%	\\PIGRB\U4000-TTO-DE-LODOS-LODO-%REMOCION-DE-SOLIDOS
U-4000	Agua Residual	Barriles de agua generada	Barriles	Calculado
U-4000	Agua Residual	AGUA % De Agua	%	Calculado
U-4000	Agua Residual	AGUA % De Aceite	%	Calculado
U-4000	Agua Residual	AGUA % De Solidos	%	Calculado
U-4000	Agua Residual	CALIDAD DE AGUA A LA SALIDA	ppm	\\PIGRB\U4000-TTO-DE-LODOS-AGUA-SOLIDOS-SUSPENDIDOS

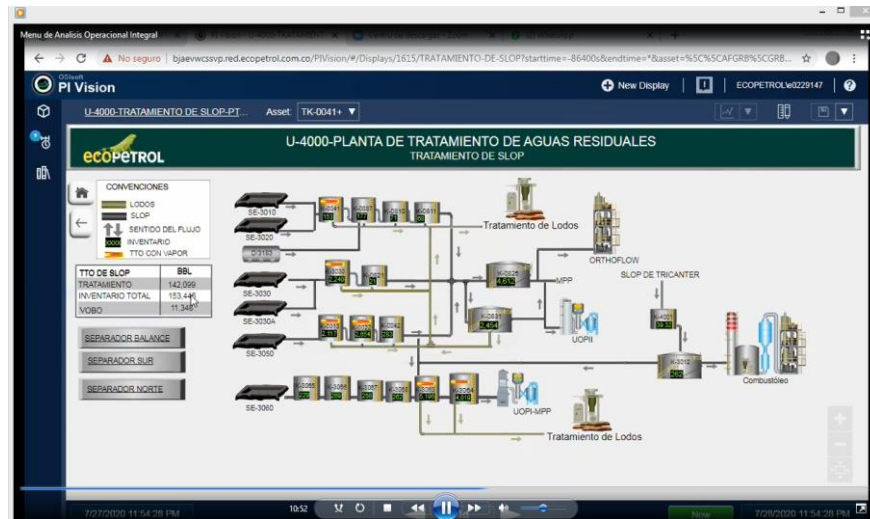
6.5 Capacitación e implementación de la herramienta.

La capacitación de la herramienta tecnológica desarrollada en el programa PI Vision, se realizó por medio de las reuniones de análisis operacional de la planta de tratamiento de aguas residuales, las cuales contaron con la participación de todos los técnicos, operarios e Ingenieros de la planta, por medio de reuniones programadas en Microsoft Teams, con el propósito de hacer un correcto reconocimiento y evaluación del modelo tecnológico.

Además, se desarrolló un video de 20 minutos, en el cual se explica paso a paso el uso de la herramienta tecnológica y las diferentes opciones que ésta puede brindar a la hora de visualizar los datos (ver figura 78). Esto permite un continuo aprendizaje y reconocimiento de la misma.

Figura 78.

Video explicativo de la herramienta de análisis operacional.



Como resultado, la herramienta tecnológica les permitió a los técnicos y operarios un óptimo análisis del proceso a lo largo de su turno y una efectiva visualización de los datos en tiempo real de todos los equipos y tratamientos de la planta.

Esto es posible, gracias a la base de datos minuciosa y actualizada, de cada uno de los parámetros de calidad suministrados por el laboratorio de la refinería y las empresas aliadas, donde son visualizados en la herramienta tecnológica de forma clara y en tiempo real, reduciendo el número de datos que deben ser insertados manualmente por los técnicos en la Macros de PTAR (ver figura 79), y asegurando que la información suministrada a la herramienta tecnológica, no sufra daños o pérdidas como se puede presentar en la Macros de PTAR.

Figura 79.

Fragmento de la Macros de PTAR.

Datos de calidad efluente U-4020																						
BA- 4005C/D			FIC-40021 Flujo Recirculación MP-4001ABC (ppm)	Grasas & Aceites (ppm)											BA- 4005A							
FLUJO DE ENTRADA (ppm)	Recirculación Presurizada	Porcentaje Recirculación		Grasas & Aceites (ppm)			HC (ppm)	Solidos suspendidos (ppm)			pH			Temperatura		Turbidez (NTU)	Hierro (ppm)	Fenol	FLUJO DE ENTRADA (ppm)	Recirculación	Porcentaje	
				BA4001 C/D	BA4005 C/D	BA4005 C/D	BA4001	BA4005 C/D	AI40005	BA4001	BA4005 C/D	MP4021 (AI4004)	BA4001	BA4005 C/D	BA4005 C/D	BA4005 C/D	BA4005 C/D		BA4005A			
16/10/2019 2:00	GUJA		GUJA	GUJA			GUJA			GUJA			GUJA						GUJA			
Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Max	Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Max	Max	Max	Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	
600/700	27/35			35	20	500	35	30/35		6,717,5	6,717,5				25	1	5		600/700	27/35		
				VENTANA				VENTANA				VENTANA				VENTANA				VENTANA		
Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Max	Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	Max	Max	Max	Max	Min/Max	Min/Max	Min/Max	
500/800	20/42		N.R./2500				600	45	45/50		6,517,7	6,517,7			30				8E+06	500/800	20/4	
06/02/2020 23:00	1669	407	24%	745			518	21		6,89	6,78		46,0	46	11				1019	329	32%	
07/02/2020 0:00	1717	407	24%	745															998	329	33%	
07/02/2020 1:00	1716	407	24%	745	35		560	12		6,94	7,09		46,0	45,7	4	1,16			1008	329	33%	
07/02/2020 2:00	1690	407	24%	745															997	329	33%	
07/02/2020 3:00	1695	407	24%	745															998	329	33%	
07/02/2020 4:00	1379	407	30%	745															1037	329	32%	
07/02/2020 5:00	1367	407	30%	745			487	16		7,5	7,44		45,8	45,6	5				1046	329	31%	
07/02/2020 6:00	1462	365	25%	742															1060	339	32%	

También, facilitó el seguimiento de cada uno de los tratamientos realizadas en la planta, como el tratamiento primario, tratamiento de lodo y tratamiento de Slop. Esto es gracias a la

implementación de nuevas actividades (ver tabla 17) que realizan cada uno de los operarios en sus rondas de turno (Ronda estructurada).

Tabla 17.

Ejemplo de las actividades de la Ronda estructurada.

Equipo	Tarea	Unidad de medida	Ronda asociada	Frecuencia
Flujo de A.A .despojadas	PH -aguas agrias despojadas		Técnico PTAR	Una vez al turno
Flujo de A.A. despojadas	fenol-aguas agrias despojadas	PPM	Técnico PTAR	Una vez al turno
BA-4001	Temperatura BA-4001	°C	patio PTAR	Una vez al turno
BA-4005 A/B	Solidos suspendidos entrada BA-4005 A/B	PPM	Técnico PTAR	2 veces al turno

Finalmente, en las sesiones de análisis operacional realizadas en las reuniones de inicio de turno, el técnico ya no tiene que buscar cada uno de los parámetros evaluados en la planta en cada uno de los sistemas de información suministrados por la refinería, ya que posee una herramienta que le permite visualizar todos los datos en tiempo real y también datos históricos, permitiendo un mayor seguimiento del proceso y una reducción en el tiempo utilizado para la búsqueda de estos datos.

7. Conclusiones.

- Se diseñó, desarrolló e implementó una herramienta tecnológica innovadora y sencilla que incorpora todas las fuentes de información de la GRB. Ésta permite a todo el equipo de la planta, la oportunidad de realizar reuniones y elaborar informes con una visión detallada de los procesos, tratamientos, parámetros y resultados de laboratorio, y así hacer un análisis operacional integral de la eficiencia de cada una de las etapas del proceso diariamente en el cuarto de control por parte de operadores, supervisores e Ingenieros responsables.

- Se crearon y actualizaron un total de 236 tags de diferentes fuentes de información en el software PI DataLink. Además, se creó una serie de actividades para cada uno de los operarios (ronda estructurada), que permitió aprovechar los datos suministrados por los aliados diariamente y en tiempo real, permitiendo una automatización de un 70% de los datos manuales de la planta de tratamiento de aguas residuales.

- La herramienta se creó en PI Vision y contiene una estructura de 16 módulos claramente identificados, en donde se encuentra toda la información requerida para desarrollar un análisis operacional completo, centrándose en los parámetros de calidad y las variables operacionales de todos los equipos y tratamientos desarrollados en la PTAR.

- La capacitación e implementación de la herramienta, se realizó por medio de reuniones en Microsoft Teams y un video explicativo de 20 minutos. Esto permite que el equipo de planta, haga un continuo aprendizaje y reconocimiento de la misma. Logrando optimizar, las actividades que realizan diariamente los técnicos antes y durante las reuniones de inicio de turno.

8. Recomendaciones.

- Darle continuación a la herramienta tecnológica con la planta de tratamiento de sodas sulfhídricas, la planta de tratamiento de sodas cresílicas y nafténicas y la planta de tratamiento de aguas domesticas (DIAPAC), por medio de la actualización de los datos en el DCS y la elaboración de un acuerdo de servicios con el laboratorio de la GRB con ayuda del Ingeniero de procesos, para así recopilar y automatizar los datos suministrados por las diferentes fuentes de información requeridas para el análisis operacional integral del tratamiento de sodas gastadas y aguas domésticas .
- Finalizar el despliegue del tratamiento de lodos, del cual ya se cuenta con todos los tags requeridos para evaluar el proceso, pero por cuestiones de tiempo no fue posible terminarlo.
- Programar sesiones semanales en donde se profundice el uso de la nueva herramienta de análisis operacional para asegurar el entendimiento y la dinámica del mismo. Además, vincular a todo el personal operativo con el fin de obtener nuevas sugerencias con el fin de perfeccionar la herramienta.
- Solicitar una socialización de los administradores de los diferentes software, ya que algunos tags están mostrando valores inconsistentes. También, hacer una depuración de los datos que actualmente están deshabilitados o generan errores en el programa PI DataLink, con el fin de mantener en óptimas condiciones la data de la planta.

Referencias Bibliográficas

Benavides Arias, G. K. (2014). *Estandarización del modelo de análisis operacional de la grb usando software Pi Datalink y Pi Processbook*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Ecopetro S.A. (2016). *Manual de análisis operacional de la unidad de tratamiento de aguas residuales, U143*. Cartagena.

Ecopetrol S.A. (2018). *Ecopetrol se ha enfocado en el restablecimiento del normal desarrollo de su operación , a pesar de los eventos de orden público contra la infraestructura petrolera*. Bogotá.

Estrada, M. C. (2017). *Análisis Operacional del Departamento de Hidrotratamiento de Reficar S.A. .* Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

Gerencia de Energia Ecopetrol S.A. (Julio de 2019). *Energia Renovables en el Grupo Empresarial de Ecopetrol (GEE)*. Recuperado el 10 de 09 de 2020, de <https://www.energycolombia.org/wp-content/uploads/4.-Ecopetrol.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1984). *Decreto 1594*. Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Resolución 0631*. Bogota.

OSIsoft. (1995-2020). *PI System OSIsoft*. Obtenido de <https://www.osisoft.es/pi-system/>

OSIsoft. (1995-2020). *PI vision OSIsoft*. Recuperado el 12 de 09 de 2020, de <https://www.osisoft.es/pi-system/pi-capabilities/pi-system-tools/pi-vision/>

Perez, O. A. (2018). *Balance de masa PI de Ptar* . Barrancabermeja.

Vanegas, D. M. (2020). *Diagnóstico integral para el mejoramiento del desempeño operacional de los tanques Gun Barrel K-22 y K-3065 de la refinería de Barrancabermeja*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander .

Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja. (s.f.). Descripción detallada del proceso. En *Manual de descripción de procesos de la unidad PTAR ambiental* (pág. 30). Barrancabermeja.

Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja. (s.f.). Manual de Descripción general del proceso. En *Manual de descripción de procesos de la unidad ptar ambiental* (pág. 30). Barrancabermeja.

Apéndices

Apéndice A. Descripción del proceso del tratamiento de aguas residuales en PTAR.

La planta de tratamiento de la Unidad PTAR está diseñada para manejar los residuos líquidos industriales de la refinería de Barrancabermeja. La carga de la unidad comprende diversos flujos. En las siguientes tablas se muestran las características de los flujos de carga que llegan a la planta (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja).

Figura A-1.

Flujos de cargas recibidas por la planta de tratamiento de aguas residuales.

Carga	Características
Aguas Aceitosas	Constituyen más del 75% de la carga de la PTAR y son las aguas provenientes de: Desagües de tanques de almacenamiento, emulsiones aceitosas de equipos de enfriamiento, hidrocarburos aromáticos, alifáticos, parafínicos y nafténicos.
Aguas Ácidas	Son las aguas provenientes de los lavados de resinas y calderas, además de las purgas de los tanques de ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄).
Aguas Agrias.	Son todas las corrientes que contienen arrastre de sulfuros, polisulfuros y amoníaco, generalmente provienen de las torres despojadoras de amoníaco y H ₂ S.
Aguas Cáusticas	A esta categoría pertenecen las emulsiones resultantes del tratamiento con soda a las gasolinas el lavado de equipos y resinas.
Aguas Fenólicas	Son los residuos líquidos provenientes del tratamiento que se le hace a las bases parafínicas con fenol (C ₆ H ₅ OH).
Aguas Sanitarias	Las Aguas sanitarias son de color grisáceo con tendencia a café amarillento, en ocasiones están coloreadas por algunos efluentes industriales. Los contaminantes que poseen comprenden en su mayoría sólidos suspendidos, sustancias orgánicas disueltas y amoníaco o urea

Es importante aclarar que en la planta se realiza el tratamiento primario por medio de los separadores API y el tratamiento secundario del agua residual. Los flujos de carga que estos

tratamientos reciben son totalmente diferentes para cada uno, como se puede apreciar en la tabla A-1.

Tabla A-1.

Cargas a la Unidad PTAR.

Planta	Carga	Fuente		
Tratamiento Primario en Separadores API	Aguas Aceitosas	Casa Bombas # 1		
	Aguas Fenólicas	Fenol		
	SE-3010	Aguas Ácidas	Llenadero Carro Tanques	
		Aguas Aceitosas	Parafinas y Unidad 850	
		Aguas Ácidas	Planta de Ácidos	
		Aguas Cáusticas	Sodas Gastadas	
		Aguas Ácidas	Alquilación y Modelo IV	
	SE-3020	Aguas Aceitosas	Cracking, Especialidades	
		Aguas Aceitosas, Fenólicas	Modelo IV	
		Aguas Cáusticas	Soda y Topping 150	
		Aguas Aceitosas	Topping 150	
	SE-3030 SE-3030A	Aguas Aceitosas	Casa Bombas # 2 y # 4	
		Aguas Aceitosas	Vertientes SE-3010	
		Aguas Aceitosas	Orthoflow	
		Aguas Cáusticas	P. Soda	
		Aguas Aceitosas	U-200	
		Aguas Aceitosas	U-250	
		Aguas Aceitosas	U-2000	
		Aguas Aceitosas	U-2100	
		SE-3060	Aguas Aceitosas	Unidad de Balance
			Aguas Agrias	Aguas Agrias UOP1
	SE-3080	Aguas Aceitosas	Casa Bombas # 5 y # 8	
		Aguas Aceitosas	Caja Siberia	
SE-3050	Aguas Aceitosas	Efluente SE-3020/30/30A		
	Aguas Aceitosas	Efluente SE-3060/80		
	Aguas de Proceso	Drenajes BA-4015		
PTAR	Aguas Ácidas	Drenajes Cuarto Químicos		
	Aguas Aceitosas	Efluentes Separadores API		
	Aguas de Proceso	Retornos BA-4014A/B		
	Aguas de Proceso	Sobrenadantes BA-4013		

Nota. Tomado de: (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja)

Tabla A-2.

Subproductos Unidad PTAR Ambiental

Unidad	Fuente	Subproducto	Destino
Tratamiento Primario en Separadores API	Pozo de Recobro de Aceite BA-4013	Slop	Cracking, Crudo o Combustóleo
	Limpieza de Separadores, Colector de Lodos	Lodo Seco	Unidad de Biodegradación de Lodos ATB
PTAR	Pozo de Recobro de Aceite BA-4013	Slop	Cracking o Combustóleo
	Espesador Mecánico BA-4012	Lodo Seco	Unidad de Biodegradación de Lodos ATB

Nota. Tomado de: (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja)

Etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales.

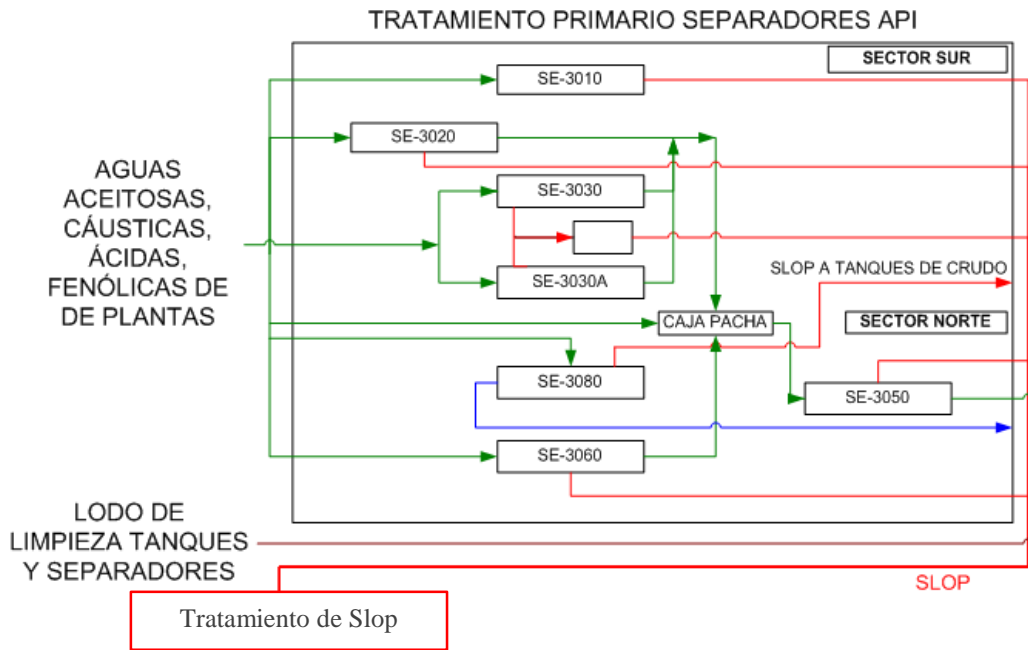
- **Tratamiento primario**

Los separadores API aprovechan la diferencia de densidades entre los componentes principales (agua, aceite y sedimento) para su separación física. El objetivo de este equipo es separar las grasas, aceites libres y sólidos sedimentables que se encuentren contenidos en el agua residual proveniente de otras plantas. En la figura A-2 se explica detalladamente el proceso de tratamiento primario de cada uno de los separadores que se encuentran en la refinería. Cada subproducto es enviado a su respectivo tratamiento, como en este caso que es el Slop recolectado de cada separador API (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja).

Figura A-2

Esquema general del tratamiento primario de la planta de tratamiento de aguas residuales

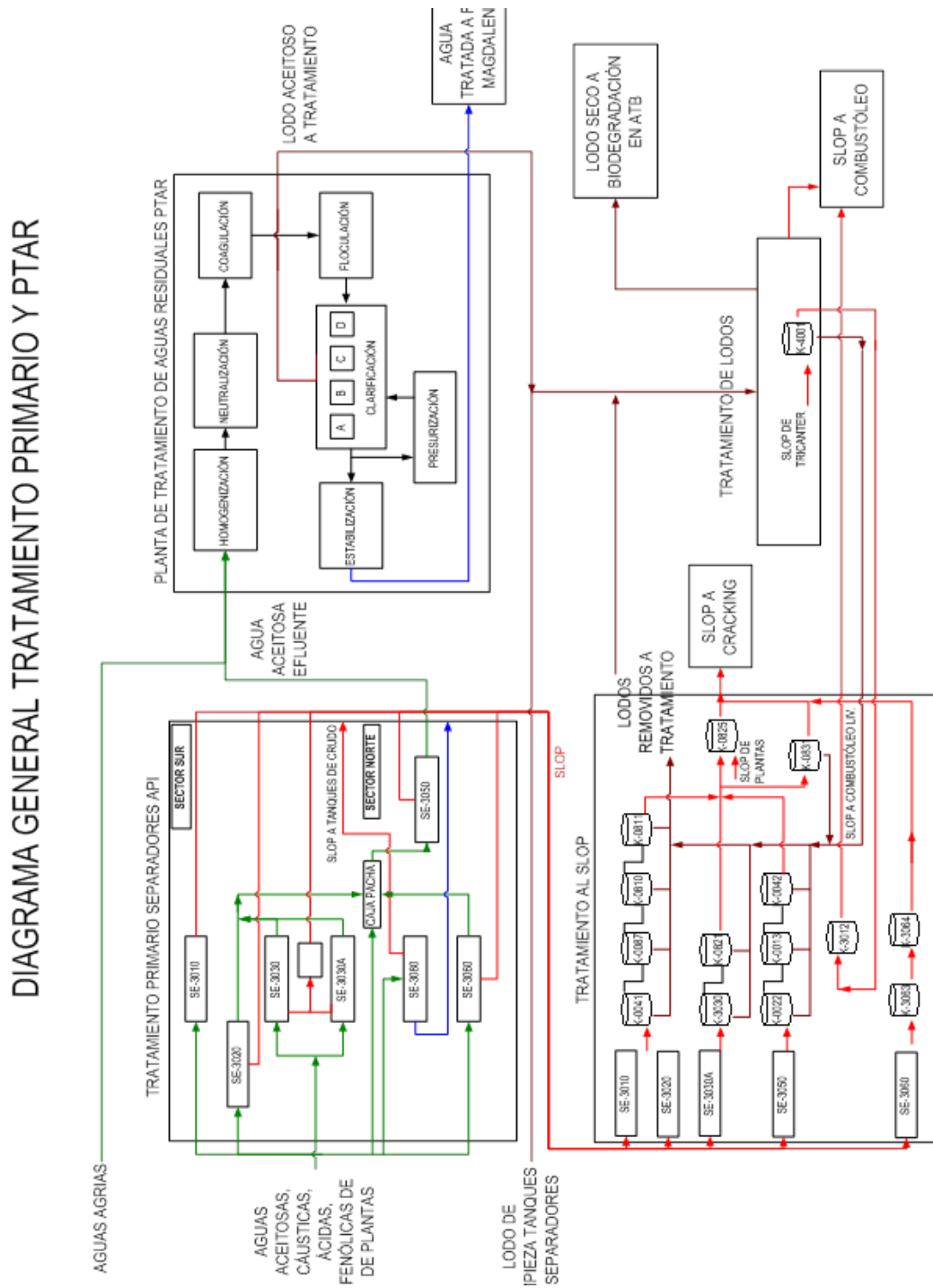
PTAR



Nota. Tomado de: (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja)

Figura A-3.

Diagrama general del tratamiento de PTAR



Nota. Tomado de: (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja)

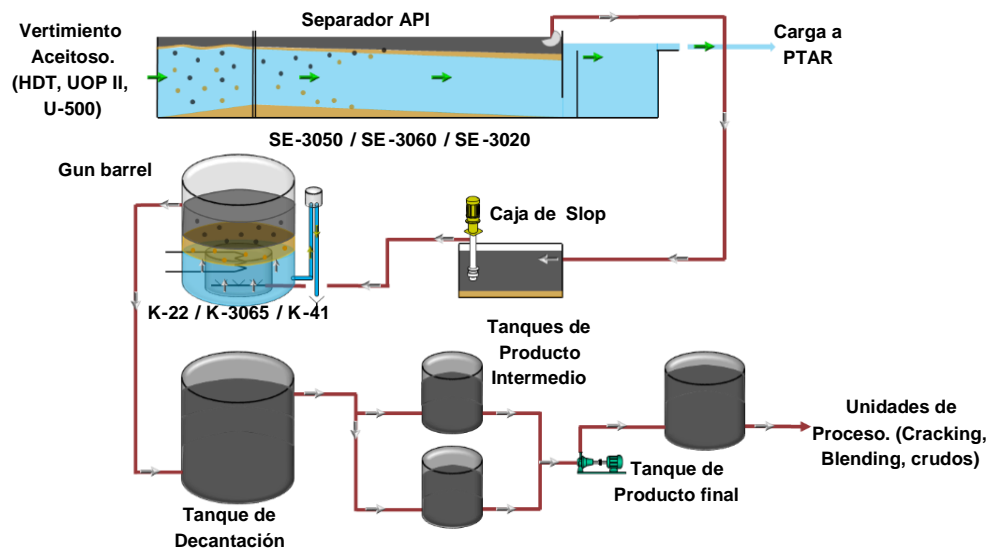
- **Tratamiento de Slop.**

El Slop recolectado de los separadores API se transfiere a un lugar de almacenamiento subterráneo conocido como caja de Slop donde es enviado a tanques GUN BARRELS en donde el agua es equivalente al 30% del nivel del tanque, a una temperatura entre los 150-180 °F. En estos tanques se rompe la emulsión por medio de un tratamiento térmico y gravitacional para reducir su porcentaje de agua libre y sedimentos (BS&W).

Estos tanques tienen rebose en la parte superior, permitiendo que el Slop con menor cantidad de agua pase a la segunda fase en tanques de decantación, realizado en un tiempo total de 12 horas donde se continúa la separación del agua remanente por gravedad. Finalmente, el exceso de agua es eliminado de los tanques por medio de una pierna barométrica y llevado nuevamente a la pre cámara de su respectivo separador. Respecto al Slop, éste se transfiere por rebose hacia tanques de almacenamiento de producto intermedio, donde se determina por medio de un análisis de laboratorio el porcentaje de BS&W. Si en este punto se alcanza el requerimiento de calidad, el Slop es bombeado al tanque de almacenamiento de producto final donde es transferido a las unidades de proceso. De lo contrario, es recirculado a los tanques de decantación (ver figura A-4) (Vanegas, 2020).

Figura A-4.

Diagrama general del tratamiento de Slop (Vanegas, 2020).



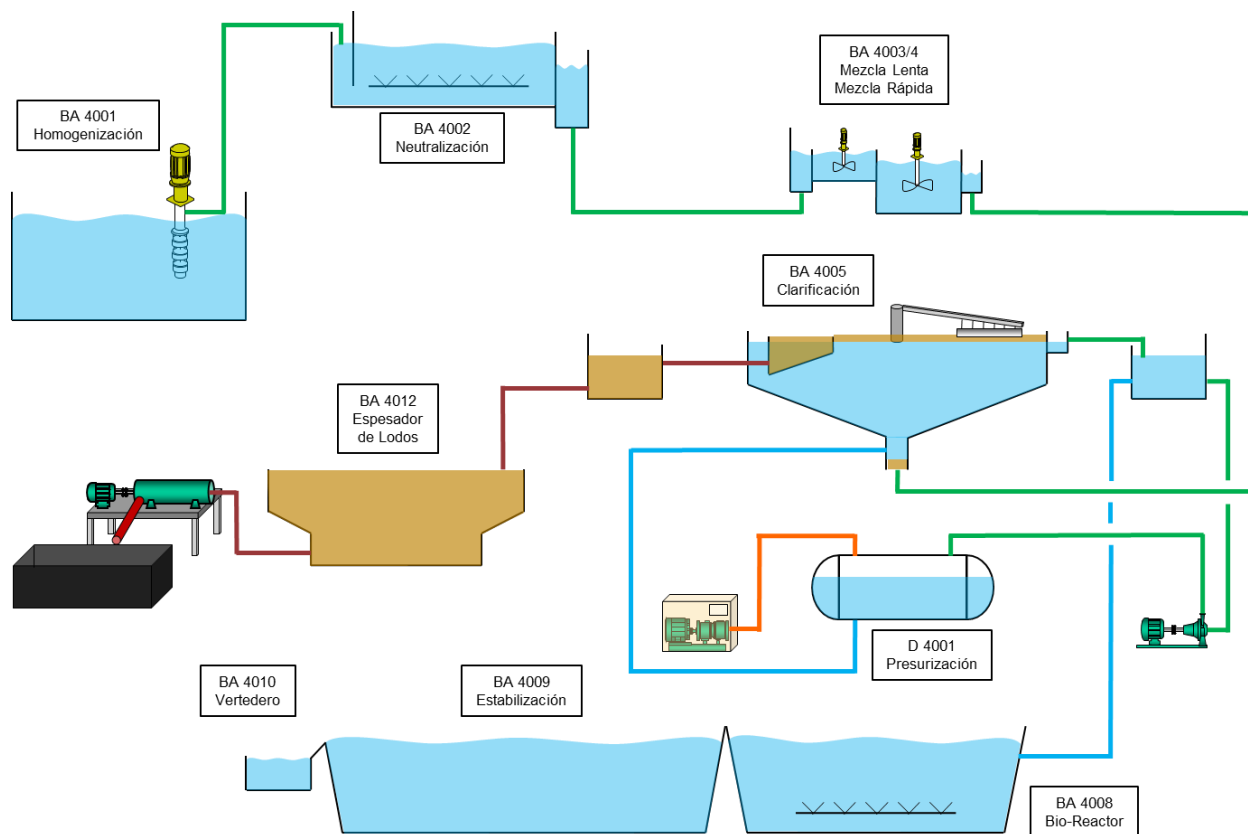
- **Tratamiento secundario.**

El objetivo del tratamiento secundario es reducir la máxima cantidad de contaminantes disueltos en el agua residual como grasas y aceites, fenol, amoníaco, sólidos suspendidos, sulfuros y mercaptanos.

En el proceso de tratamiento secundario de aguas residuales se manejan las siguientes etapas (ver figura A-5):

Figura A-5

Diagrama general del tratamiento secundario de PTAR.



Nota. Tomado de: (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja)

1. Homogenización. La homogenización se realiza en la Piscina de Carga BA-4001. Allí, los flujos afluentes a la PTAR se mezclan formando una solución con las mismas características físico-químicas. Esto evita la estratificación y disminuye el impacto de la variación de pH del agua de carga (**Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja**).

2. Neutralización. El proceso se realiza en la Piscina de Neutralización BA-4002. En este proceso, el pH del flujo se lleva a un valor puntual. La neutralización se realiza adicionando H_2SO_4 o CO_2 [9].

3. Tanques de coagulación/floculación. En estos equipos (BA-4003/4) se lleva a cabo el ajuste de pH de la corriente de agua y se adicionan productos químicos para llevar a cabo la coagulación y posterior floculación de contaminantes que se encuentren en suspensión y que no hayan sido separados en los separadores API (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja).

4. Flotación/Clarificación. Los procesos de coagulación y floculación son necesarios para la clarificación, la cual consiste en clarificar retirando del agua la mayor cantidad de sólidos suspendidos posibles. La clarificación del agua se hace por arrastre superficial, dirigiendo el floc hacia unas bandejas (artesas) ubicadas en la superficie de los clarificadores BA-4005. De allí se llevan a una cámara de lodos y al espesador de lodo BA-4012 donde se realizará su respectivo tratamiento (ver figura A-5).

5. Estabilización. Los efluentes clarificados en los Trenes de Clarificación (BA-4005) se envían por gravedad desde las Columnas de Equilibrio hacia el Área de Estabilización. El efluente llega en primer lugar a la Piscina de tratamiento biológico BA-4008, en donde se efectúa una biodegradación de fenoles a través de la adición de un pool bacteriano identificado por el Instituto Colombiano de Petróleo (degradación del hidrocarburo soluble) y por medio de la foto-oxidación. Posteriormente son llevadas a las Piscinas de estabilización BA-4009 A/B (**Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja**).

Finalmente el efluente pasa al Pozo de Succión, en donde es tomado para descargarse al Río Magdalena teniendo en cuenta los parámetros físico-químicos exigidos por la resolución 0631 del 2015 (Tabla A-3).

Tabla A-3.*Parámetros físico-químicos del agua de vertimiento.*

Parámetros de control	
Hidrocarburos totales	10 ppm
Sólidos suspendidos	50 ppm
Sólidos totales	600 ppm
Sulfuros	1 ppm
Mercaptanos	1 ppm
DQB	200 ppm
DQO	400 ppm
NH ₃	47 ppm
Fenol	0.2 ppm
Grasa y aceites	15 ppm
Oxígeno disuelto	5 ppm
Temperatura	40°C
PH	6-9

Nota. Tomado de: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015)

- **Tratamiento de lodos.**

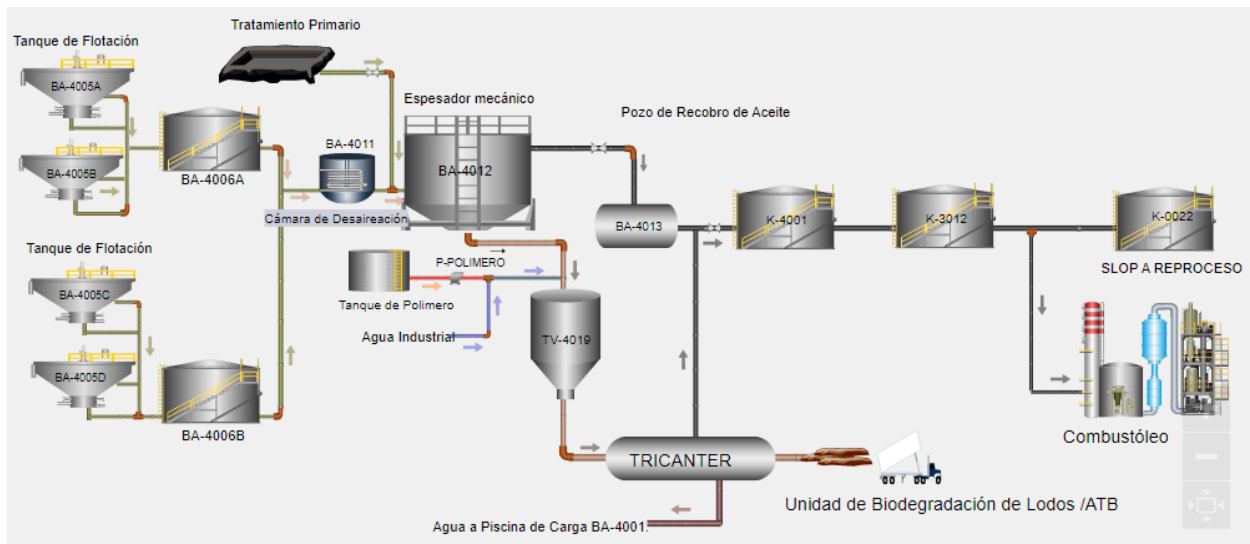
El lodo obtenido del proceso de clarificación es enviado a una Cámara de desaireación, en la cual se homogeniza por medio de un Agitador. Con la introducción de vapor por atomización, se rompe la emulsión con el hidrocarburo y aumenta su densidad aparente al desalojarse el aire disuelto.

El lodo acondicionado fluye hacia el Espesador Mecánico, con el objetivo de facilitar la separación líquido-sólido y obtener la concentración óptima de lodo para el proceso siguiente de centrifugación. Una vez concentrado, el lodo se evacúa desde el fondo del espesador hasta las Centrífugas Continuas. Allí se reduce la humedad del lodo con ayuda de una centrífuga. El lodo, ya centrifugado, se transfiere al Área de Tratamiento Biológico ATB. El líquido sobrenadante del espesador Mecánico y la fase acuosa de retorno de las Centrífugas se envían al proceso de

homogenización. El aceite allí segregado se bombea a los Tanques de Tratamiento de Slop o va directamente a Combustóleo (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja).

Figura A-6.

Diagrama general del tratamiento de lodo de PTAR.



- **Planta de Tratamiento de Aguas Sanitarias (DIAPAC)**

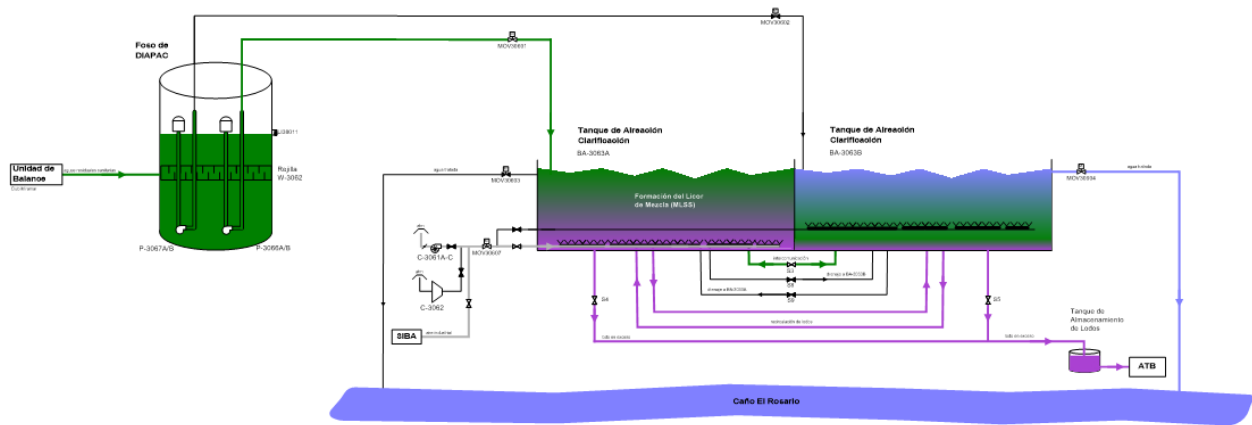
Se realiza el tratamiento de las aguas negras y las aguas lluvias de la Refinería. DIAPAC consiste de dos Tanques de Aireación-Clarificación BA-3063A/B, precedidos por el Foso de distribución de agua cruda (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja).

El afluente entra al Tanque BA-3063A, funcionando como unidad de aireación, el agua aireada fluye hacia el Tanque BA-3063B, que funciona como unidad de sedimentación. La clarificación comienza cuando entra el agua al BA-3063B, gracias a la división de fondo abierto que dirige el afluente hacia el fondo del tanque. El afluente tratado es colectado en la superficie

por el extremo opuesto del tanque (figura A-6). En esta zona, gracias al área superficial y al volumen del tanque, el efluente se encuentra debidamente clarificado al momento de ser evacuado. Los lodos se concentran en el fondo del tanque y son retirados cuando se alcanza el nivel recomendado (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja).

Figura A-7

Diagrama general del tratamiento de aguas domésticas.



Nota. Tomado de: (Vicepresidencia Refinación y Petroquímica Gerencia Complejo Barrancabermeja)

Apéndice B. Descripción de los equipos que se pueden encontrar en la herramienta de PI Vision y las actividades desarrolladas para la elaboración de los despliegues de la herramienta tecnológica.

Figura B-1.

Descripción de los equipos e información que se puede encontrar en PI Vision.

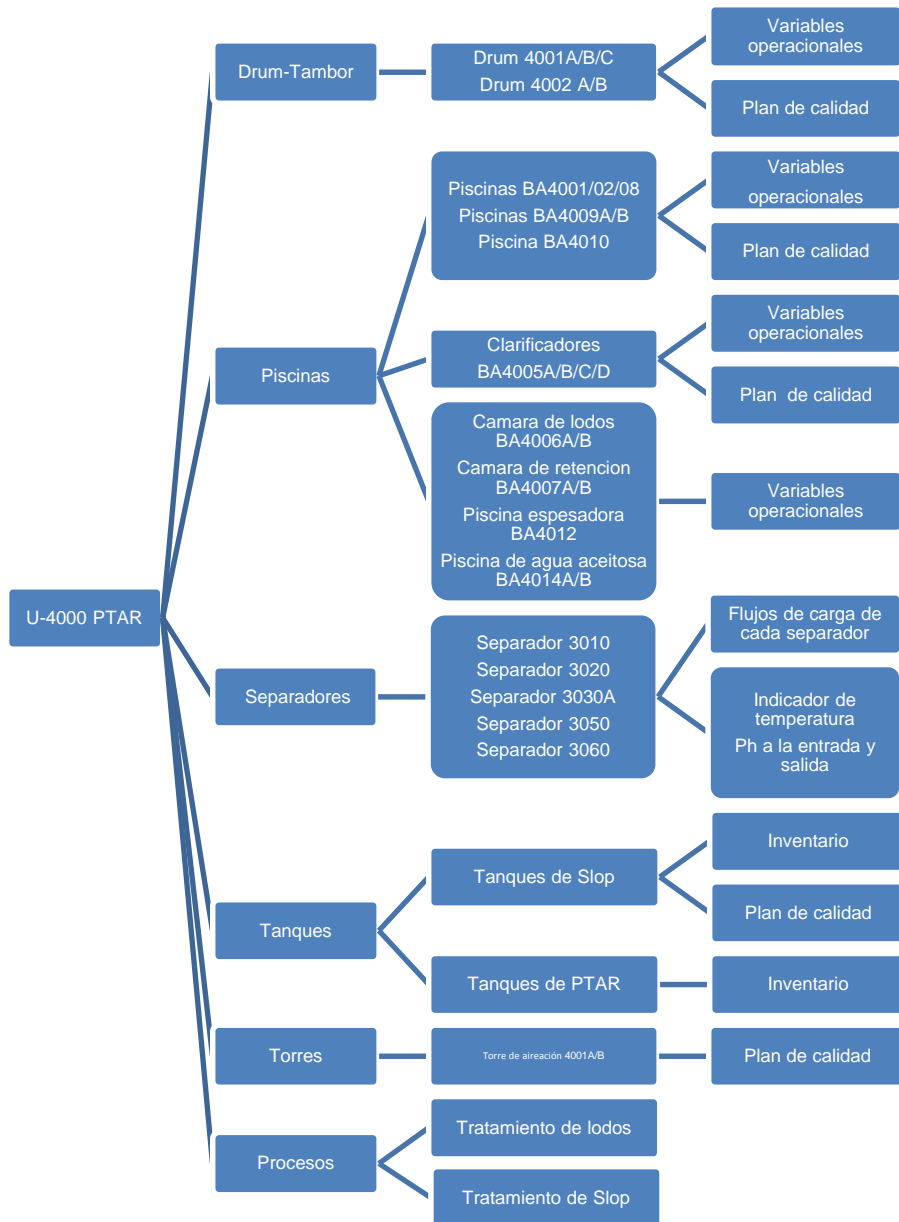


Tabla B-1.

Descripción de las actividades realizadas en el desarrollo de los despliegues.

Despliegue	Actividades a realizar
1. Menú Principal.	<p>Identificar los principales procesos y tratamientos desarrollado en la planta.</p> <p>Evaluar cuáles son las principales líneas de carga y descarga de la U-4000.</p> <p>Representar de una forma clara como se divide la herramienta tecnológica.</p>
2. Despliegue general PTAR	<p>Estudio de cada una de la unidades de la planta, reconocimiento de la función básica de cada sección, propiedades físico químicas, parámetros de calidad.</p> <p>Elaboración de balances de masa y porcentajes de rendimiento de los principales parámetros estudiados en el análisis operacional.</p> <p>Sesiones de estudio con los técnicos y operarios para aclarar los principales parámetros evaluados en la reuniones de análisis operacional de turno.</p>
3. Plan de calidad de la línea de Reusó y Vertimiento.	<p>Identificar cuales indicadores pertenecen al sistema de producción y cuales perteneces al plan de calidad.</p> <p>Organización de cada uno de los equipos de la planta, dividiéndolos por secciones del proceso y por tratamientos.</p> <p>Construir tablas y llamar a cada uno de los Tags anteriormente creados en PI Data link, programando los datos proporcionados por turno de los operarios, técnicos y aliados de la planta.</p> <p>Identificación y creación de los tags de cada uno de los parámetros evaluados por proceso suministrados por CDLAB.</p> <p>Creación de una ronda estructurada con los técnicos, operarios y aliados para suministrar parámetros de calidad que se evalúan diariamente.</p>
	<p>Creación y programación de los tags creados por la nueva ronda estructurada.</p> <p>Generación de tablas en las que se visualice el valor real de cada uno de los parámetros evaluados.</p> <p>Programación de los semáforos o alarmas que miden el desempeño operacional de cada parámetro con base en las guías y ventanas y en la Resolución 0630 del 2015.</p>
4. Diagrama general de PTAR	<p>Entrenamiento en cada uno de los diagramas de proceso, función básica de cada sección, operaciones físico químicas de cada unidad .Además parámetros claves párala realización de balances de masa.</p> <p>Identificación de las principales líneas de carga de la unidad.</p> <p>Esquematización de cada unidad de proceso con el fin de proporcionar la información más relevante a la hora de hacer el análisis operacional de la planta.</p> <p>Programación de los semáforos o alertas que indican el estado de los principales equipos de la planta.</p>

Despliegue	Actividades a realizar
	Programación de los tags que proporcionan los datos suministrados por el DCS o las rondas por turno.
5. Seguimiento de tanques PTAR	<p>Identificar las variables de cada uno de los tanques que son objetivo operacional dentro de la planta.</p> <p>Realizar pequeños balances que puedan mostrar el volumen disponible del tanque y su nivel en porcentaje.</p> <p>Esquematzar cada uno de los tanques con su respectiva tabla de información.</p>
	<p>Programación de semáforos o alarmas que miden el nivel del tanque teniendo en cuenta sus guías y ventanas operacionales.</p> <p>Estudio de cada una de la unidades de la planta, reconocimiento de la función básica de cada sección respecto a los sólidos suspendidos evaluados en la planta.</p>
6. Balance de sólidos suspendidos	<p>Elaboración de balances de masa y porcentajes de rendimiento de los clarificadores de la planta.</p> <p>Identificar cuales indicadores pertenece al sistema de calidad de la GRB (CDLAB) y cuales son suministrados por el aliado.</p>
	<p>Creación de los tags suministrados por CDLAB y por los aliados en PI Data link.</p> <p>Esquematzar el proceso, organizando cada uno de los equipos de la planta por el parámetro evaluado.</p>
	<p>Elaborar una tabla de datos que permita dividir la información suministrada por CDLAB y otra que proporcione los datos diarios de cada uno de los clarificadores suministrados por el aliado.</p> <p>Estudio de cada una de la unidades de la planta, reconocimiento de la función básica de cada sección respecto al fenol residual evaluado en la planta.</p>
	<p>Elaboración de balances de masa y porcentaje de biodegradación de fenol de la planta.</p>
7. Balance de fenol residual	<p>Identificar cuales indicadores pertenece al sistema de calidad de la GRB (CDLAB) y cuales son suministrados por el aliado.</p> <p>Creación de los tags suministrados por CDLAB y por los aliados en PI Data link.</p>
	<p>Esquematzar el proceso, organizando cada uno de los equipos de la planta por el parámetro evaluado.</p>
	<p>Elaborar una tabla de datos que permita dividir la información suministrada por CDLAB y otra que proporcione los datos diarios de cada uno de los clarificadores suministrados por el aliado.</p>
	<p>Ubicar un alerta que represente el porcentaje de biodegradación de fenol en todo el proceso.</p>

Despliegue	Actividades a realizar
Tratamiento Primario	<p>Estudio de cada una de las etapas del proceso, teniendo en cuenta la importancia de los separadores API en el tratamiento primario del agua residual.</p> <p>Hacer un análisis detallado de los parámetros evaluados en cada uno de los separadores API de la planta.</p> <p>Creación de tablas que muestren la carga que llega de diferentes plantas a cada uno de los separadores.</p> <p>Identificación y creación de los tags suministrados por los operarios en cada una de sus rondas.</p> <p>Esquematación del tratamiento primario de aguas residuales realizado en refinería GRB. Mostrando los principales parámetros evaluados.</p>
Tratamiento de SLOP	<p>Estudio de cada una de las etapas del proceso en las cuales se debe hacer una correcta gestión del Slop, identificar los tipos de tratamiento que se realizan y las variables operacionales y de calidad de cada uno de los tanques.</p> <p>Hacer un análisis detallado de los parámetros evaluados en cada uno de los tanques de tratamiento de SLOP.</p> <p>Identificación y creación de los tags suministrados por SIO y CDLAB para cada uno de los tanques.</p> <p>Esquematación del tratamiento de SLOP realizado en refinería GRB. Mostrando el inventario que hay en cada uno de los tanques.</p> <p>Elaboración de una tabla que muestre el barrilaje del SLOP en tratamiento, el inventario total y el SLOP con visto bueno.</p>

Apéndice C. Lista de los 230 Tags creados para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

TAGS de calidad PTAR					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
1	BA-4010	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4000-10-EFLUENTE-AGUA-DQO	Demanda química de oxígeno a la salida al río BA-4010	mg/L	SLAB
2	BA-4010	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4000-10-EFLUENTE-AGUA-FENOL	Concentración de Fenol a la salida al río BA-4010	mg/L	SLAB
3	BA-4010	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4000-10-EFLUENTE-AGUA-GRASAS-ACEITES	Concentración de grasas y aceites a la salida al río BA-4010	mg/L	SLAB
4	BA-4010	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4000-10-EFLUENTE-AGUA-H2S	Concentración de H2S a la salida al río BA-4010	mg/L	SLAB
5	BA-4010	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4000-10-EFLUENTE-AGUA-NITROGENO-AMONIAL	Concentración de Nitrógeno amoniacal a la salida al río BA-4010	mg/L	SLAB
6	BA-4010	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4000-10-EFLUENTE-AGUA-RSH	Concentración de RSH a la salida al río BA-4010	mg/L	SLAB
7	BA-4010	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4000-10-EFLUENTE-AGUA-SS	Concentración de sólidos suspendidos a la salida al río BA-4010	mg/L	SLAB
8	BA-4010	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4000-10-EFLUENTE-AGUA-SST	Concentración de Sólidos suspendidos Totales a la salida al río BA-4010	mg/L	SLAB
9	BA-4001	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4001-AGUA-FENOL	Concentración de Fenol a la entrada de PTAR BA-4001	mg/L	SLAB
10	BA-4001	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4001-AGUA-GRASAS-ACEITES	Concentración de grasas y aceites a la entrada de PTAR BA-4001	mg/L	SLAB

TAGS de calidad PTAR					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
11	BA-4001	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4001-AGUA-H2S	Concentración de H2S a la entrada de PTAR BA-4001	mg/L	SLAB
12	BA-4001	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4001-AGUA-RSH	Concentración de RSH a la entrada de PTAR BA-4001	mg/L	SLAB
13	BA-4001	\\PIGRB\U4001-LAB-BA-4001-AGUA-NITROGENO-AMONICAL	Concentración de Nitrógeno Amoniacal a la entrada de PTAR BA-4001	mg/L	SLAB
14	BA-4001	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4001-AGUA-SS	Concentración de Sólidos suspendidos a la entrada de PTAR BA-4001	mg/L	SLAB
15	BA-4001	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4001-AGUA-SST	Concentración de Sólidos suspendidos Totales a la entrada de PTAR BA-4001	mg/L	SLAB
16	BA-4002	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4002-AGUA-DQO	Demanda química de oxígeno BA-4002	mg/L	SLAB
17	BA-4002	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4002-AGUA-FENOL	Concentración de Fenol BA-4002	mg/L	SLAB
18	BA-4002	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4002-AGUA-GRASAS-ACEITES	Concentración de grasas y aceites BA-4002	mg/L	SLAB
19	BA-4002	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4002-AGUA-H2S	Concentración de H2S BA-4002	mg/L	SLAB
20	BA-4002	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4002-AGUA-NITROGENO-AMONICAL	Concentración de Nitrógeno amoniacal BA-4002	mg/L	SLAB
21	BA-4002	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4002-AGUA-RSH	Concentración de RSH BA-4002	mg/L	SLAB
22	BA-4002	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4002-AGUA-SS	Concentración de Sólidos suspendidos BA-4002	mg/L	SLAB
23	BA-4002	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4002-AGUA-SST	Concentración de Sólidos suspendidos Totales BA-4002	mg/L	SLAB

TAGS de calidad PTAR					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
24	BA-4005-A/B	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4005-A/B-Clarificacion-AGUA-GRASAS-ACEITES	Concentración de grasas y aceites en vertimiento BA-4005 A/B	mg/L	SLAB
25	BA-4005-A/B	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4005-A/B-Clarificacion-AGUA-H2S	Concentración de H ₂ S en vertimiento BA-4005 A/B	mg/L	SLAB
26	BA-4005-A/B	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4005-A/B-Clarificacion-AGUA-NITROGENO-AMONICAL	Concentración de Nitrógeno Amoniacal en vertimiento BA-4005 A/B	mg/L	SLAB
27	BA-4005-A/B	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4005-A/B-Clarificacion-AGUA-RSH	Concentración de RSH en vertimiento BA-4005 A/B	mg/L	SLAB
28	BA-4005-A/B	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4005-A/B-Clarificacion-AGUA-SS	Concentración de Sólidos suspendidos en vertimiento BA-4005 A/B	mg/L	SLAB
29	BA-4005-C/D	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4005-C/D-Clarificación-AGUA-GRASAS-ACEITES	Concentración de grasas y aceites en reúso BA-4005 C/D	mg/L	SLAB
30	BA-4005-C/D	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4005-C/D-Clarificación-AGUA-H2S	Concentración de H ₂ S en reúso BA-4005 C/D	mg/L	SLAB
31	BA-4005-C/D	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4005-C/D-Clarificación-AGUA-RSH	Concentración de RSH en reúso BA-4005 C/D	mg/L	SLAB
32	BA-4005-C/D	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4005-C/D-Clarificación-AGUA-SS	Concentración de Sólidos suspendidos en vertimiento BA-4005 C/D	mg/L	SLAB
33	BA-4005-C/D	\\PIGRB\U4000-LAB-BA-4005-C/D-Clarificación-AGUA-NITROGENO-AMONICAL	Concentración de Nitrógeno Amoniacal en reúso BA-4005 C/D	mg/L	SLAB

TAGS de calidad -Tratamiento de SLOP					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
34	K0013	\\PIGRB\U4000-LAB-K0013-SLOP-AGUA-(FONDO)	Porcentaje de agua en el fondo de K-0013	% vol	SLAB
35	K0013	\\PIGRB\U4000-LAB-K0013-SLOP-AGUA-(SUP.)	Porcentaje de agua en la Superficie de K-0013	% vol	SLAB
35	K0013	\\PIGRB\U4000-LAB-K0013-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de agua y sedimento en el Fondo de K-0013	% vol	SLAB
36	K0013	\\PIGRB\U4000-LAB-K0013-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de agua y sedimento en la Superficie de K-0013	% vol	SLAB
37	K0013	\\PIGRB\U4000-LAB-K0013-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K0013 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
38	K0013	\\PIGRB\U4000-LAB-K0013-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K0013 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
39	K0013	\\PIGRB\U4000-LAB-K0013-SLOP-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de sedimento en el Fondo de K-0013	% vol	SLAB
40	K0013	\\PIGRB\U4000-LAB-K0013-SLOP-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de sedimento en la Superficie de K-0013	% vol	SLAB
41	K0022	\\PIGRB\U4000-LAB-K0022-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K0022 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
42	K0022	\\PIGRB\U4000-LAB-K0022-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K0022 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
43	K0041	\\PIGRB\U4000-LAB-K0041-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD A 15 °C K0041 SLOP	kg/m3	SLAB
44	K0041	\\PIGRB\U4000-LAB-K0041-DENSIDAD-60°F	DENSIDAD A 60 °F K0041 SLOP	kg/m3	SLAB
45	K0041	\\PIGRB\U4000-LAB-K0041-DENSIDAD-RELATIVA-15.6°C	DENSIDAD RELATIVA A 15.6 °C K0041 SLOP	N/A	SLAB
46	K0041	\\PIGRB\U4000-LAB-K0041-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K0041 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
47	K0042	\\PIGRB\U4000-LAB-K0042-SLOP-CRUDO-AGUA	Agua en crudo de K-0042 BSW	mL/100 mL	SLAB
48	K0042	\\PIGRB\U4000-LAB-K0042-SLOP-CRUDO-AGUA-SEDIMENTO	Agua y Sedimento en crudo de K-0042 BSW	mL/100 mL	SLAB

TAGS de calidad -Tratamiento de SLOP					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
49	K0042	\\PIGRB\U4000-LAB-K0042-SLOP-CRUDO-SEDIMENTO	Sedimento en crudo de K-0042 BSW	mL/100 mL	SLAB
50	K0042	\\PIGRB\U4000-LAB-K0042-SLOP-SLOP-AGUA-(FONDO)	Porcentaje de agua en el fondo de K-0042	% vol	SLAB
51	K0042	\\PIGRB\U4000-LAB-K0042-SLOP-SLOP-AGUA-(SUP.)	Porcentaje de agua en la Superficie de K-0042	% vol	SLAB
52	K0042	\\PIGRB\U4000-LAB-K0042-SLOP-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de agua y sedimento en el Fondo de K-0042	% vol	SLAB
53	K0042	\\PIGRB\U4000-LAB-K0042-SLOP-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de agua y sedimento en la Superficie de K-0042	% vol	SLAB
54	K0042	\\PIGRB\U4000-LAB-K0042-SLOP-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K0042 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
55	K0042	\\PIGRB\U4000-LAB-K0042-SLOP-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K0042 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
56	K0042	\\PIGRB\U4000-LAB-K0042-SLOP-SLOP-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de sedimento en el Fondo de K-0042	% vol	SLAB
57	K0042	\\PIGRB\U4000-LAB-K0042-SLOP-SLOP-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de sedimento en la Superficie de K-0042	% vol	SLAB
58	K0087	\\PIGRB\U4000-LAB-K0087-DENSIDAD-60°F	DENSIDAD A 60 °F K0087 SLOP	kg/m3	SLAB
59	K0087	\\PIGRB\U4000-LAB-K0087-DENSIDAD-RELATIVA-15.6°C	DENSIDAD RELATIVA A 15.6 °C K0087 SLOP	N/A	SLAB
60	K0087	\\PIGRB\U4000-LAB-K0087-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K0087 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
61	K0810	\\PIGRB\U4000-LAB-K0810-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD A 15 °C K0810 SLOP	kg/m3	SLAB
62	K0810	\\PIGRB\U4000-LAB-K0810-DENSIDAD-60°F	DENSIDAD A 60 °F K0810 SLOP	kg/m3	SLAB

TAGS de calidad -Tratamiento de SLOP					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
63	K0810	\\PIGRB\U4000-LAB-K0810-DENSIDAD-RELATIVA-15.6°C	DENSIDAD RELATIVA A 15.6 °C K0810 SLOP	N/A	SLAB
64	K0810	\\PIGRB\U4000-LAB-K0810-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K0810 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
65	K0811	\\PIGRB\U4000-LAB-K0811-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD A 15 °C K0811 SLOP	kg/m3	SLAB
66	K0811	\\PIGRB\U4000-LAB-K0811-DENSIDAD-60°F	DENSIDAD A 60 °F K0811 SLOP	kg/m3	SLAB
67	K0811	\\PIGRB\U4000-LAB-K0811-DENSIDAD-RELATIVA-15.6°C	DENSIDAD RELATIVA A 15.6 °C K0811 SLOP	N/A	SLAB
68	K0811	\\PIGRB\U4000-LAB-K0811-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K0811 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
69	K0821	\\PIGRB\U4000-LAB-K0821-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD EN K0821 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
70	K0821	\\PIGRB\U4000-LAB-K0821-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K0821 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
71	K0825	\\PIGRB\U4000-LAB-K0825-SLOP-AGUA-(FONDO)	Porcentaje de agua en el fondo de K-0825	% vol	SLAB
72	K0825	\\PIGRB\U4000-LAB-K0825-SLOP-AGUA-(SUP.)	Porcentaje de agua en la Superficie de K-0825	% vol	SLAB
73	K0825	\\PIGRB\U4000-LAB-K0825-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de agua y sedimento en el Fondo de K-0825	% vol	SLAB
74	K0825	\\PIGRB\U4000-LAB-K0825-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de agua y sedimento en la Superficie de K-0825	% vol	SLAB
75	K0825	\\PIGRB\U4000-LAB-K0825-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K0825 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
76	K0825	\\PIGRB\U4000-LAB-K0825-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K0825 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
77	K0825	\\PIGRB\U4000-LAB-K0825-SLOP-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de sedimento en el Fondo de K-0825	% vol	SLAB
78	K0825	\\PIGRB\U4000-LAB-K0825-SLOP-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de sedimento en la Superficie de K-0825	% vol	SLAB

TAGS de calidad -Tratamiento de SLOP					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
79	K0831	\\PIGRB\U4000-LAB-K0831-SLOP-AGUA-(FONDO)	Porcentaje de agua en el fondo de K-0831	% vol	SLAB
80	K0831	\\PIGRB\U4000-LAB-K0831-SLOP-AGUA-(SUP.)	Porcentaje de agua en la Superficie de K-0831	% vol	SLAB
81	K0831	\\PIGRB\U4000-LAB-K0831-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de agua y sedimento en el Fondo de K-0831	% vol	SLAB
82	K0831	\\PIGRB\U4000-LAB-K0831-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de agua y sedimento en la Superficie de K-0831	% vol	SLAB
83	K0831	\\PIGRB\U4000-LAB-K0831-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K0831 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
84	K0831	\\PIGRB\U4000-LAB-K0831-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K0831 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
85	K0831	\\PIGRB\U4000-LAB-K0831-SLOP-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de sedimento en el Fondo de K-0831	% vol	SLAB
86	K0831	\\PIGRB\U4000-LAB-K0831-SLOP-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de sedimento en la Superficie de K-0831	% vol	SLAB
87	K3012	\\PIGRB\U4000-LAB-K3012-COMBUSTIBLE-AGUA	Porcentaje de agua en combustible K3012	% vol	SLAB
88	K3012	\\PIGRB\U4000-LAB-K3012-COMBUSTIBLE-AGUA-SEDIMENTO	Porcentaje de agua y sedimento en combustible K3012	% vol	SLAB
89	K3012	\\PIGRB\U4000-LAB-K3012-COMBUSTIBLE-SEDIMENTO	Porcentaje de sedimento en combustible K3012	% vol	SLAB
90	K3012	\\PIGRB\U4000-LAB-K3012-SLOP-AGUA-(FONDO)	Porcentaje de agua en el fondo de K-3012	% vol	SLAB
91	K3012	\\PIGRB\U4000-LAB-K3012-SLOP-AGUA-(SUP.)	Porcentaje de agua en la Superficie de K-3012	% vol	SLAB
92	K3012	\\PIGRB\U4000-LAB-K3012-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de agua y sedimento en el Fondo de K-3012	% vol	SLAB
93	K3012	\\PIGRB\U4000-LAB-K3012-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de agua y sedimento en la Superficie de K-3012	% vol	SLAB

TAGS de calidad -Tratamiento de SLOP					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
94	K3012	\\PIGRB\U4000-LAB-K3012-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K3012 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
95	K3012	\\PIGRB\U4000-LAB-K3012-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K3012 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
96	K3012	\\PIGRB\U4000-LAB-K3012-SLOP-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de sedimento en el Fondo de K-3012	% vol	SLAB
97	K3012	\\PIGRB\U4000-LAB-K3012-SLOP-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de sedimento en la Superficie de K-3012	% vol	SLAB
98	K3030	\\PIGRB\U4000-LAB-K3030-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K3030 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
99	K3030	\\PIGRB\U4000-LAB-K3030-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K3030 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
100	K3063	\\PIGRB\U4000-LAB-K3063-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K3063 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
101	K3063	\\PIGRB\U4000-LAB-K3063-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K3063 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
103	K3064	\\PIGRB\U4000-LAB-K3064-CRUDO-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD DE CRUDO A 15 °C EN K3064	kg/m3	SLAB
104	K3064	\\PIGRB\U4000-LAB-K3064-CRUDO-DENSIDAD-60°F	DENSIDAD DE CRUDO A 60 °C EN K3064	kg/m3	SLAB
105	K3064	\\PIGRB\U4000-LAB-K3064-CRUDO-DENSIDAD-RELATIVA-15.6°C	DENSIDAD RELATIVA DE CRUDO A 15,6 °C EN K3064	N/A	SLAB
106	K3064	\\PIGRB\U4000-LAB-K3064-CRUDO-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K3064 EN CRUDO	Grados API	SLAB
107	K3064	\\PIGRB\U4000-LAB-K3064-SLOP-AGUA-(FONDO)	Porcentaje de agua en el fondo de K-3064	% vol	SLAB
108	K3064	\\PIGRB\U4000-LAB-K3064-SLOP-AGUA-(SUP.)	Porcentaje de agua en la Superficie de K-3064	% vol	SLAB
109	K3064	\\PIGRB\U4000-LAB-K3064-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de agua y sedimento en el Fondo de K-3064	% vol	SLAB

TAGS de calidad -Tratamiento de SLOP					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
110	K3064	\\PIGRB\U4000-LAB-K3064-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de agua y sedimento en la Superficie de K-3064	% vol	SLAB
111	K3064	\\PIGRB\U4000-LAB-K3064-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K3064 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
112	K3064	\\PIGRB\U4000-LAB-K3064-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K3064 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
113	K3064	\\PIGRB\U4000-LAB-K3064-SLOP-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de sedimento en el Fondo de K-3064	% vol	SLAB
114	K3064	\\PIGRB\U4000-LAB-K3064-SLOP-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de sedimento en la Superficie de K-3064	% vol	SLAB
115	K3065	\\PIGRB\U4000-LAB-K3065-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K-3065 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
116	K3065	\\PIGRB\U4000-LAB-K3065-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K-3065 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
117	K3066	\\PIGRB\U4000-LAB-K3066-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K-3066 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
118	K3066	\\PIGRB\U4000-LAB-K3066-SLOP-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K-3066 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
119	K3067	\\PIGRB\U4000-LAB-K3067-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K-3067 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
120	K3067	\\PIGRB\U4000-LAB-K3067-SLOP-AGUA-(FONDO)	Porcentaje de agua en el fondo de K-3067	% vol	SLAB
121	K3067	\\PIGRB\U4000-LAB-K3067-SLOP-AGUA-(SUP.)	Porcentaje de agua en la Superficie de K-3067	% vol	SLAB
122	K3067	\\PIGRB\U4000-LAB-K3067-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de agua y sedimento en el Fondo de K-3067	% vol	SLAB
123	K3067	\\PIGRB\U4000-LAB-K3067-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de agua y sedimento en la Superficie de K-3067	% vol	SLAB
124	K3067	\\PIGRB\U4000-LAB-K3067-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K-3067 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
125	K3067	\\PIGRB\U4000-LAB-K3067-SLOP-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de sedimento en el Fondo de K-3067	% vol	SLAB

TAGS de calidad -Tratamiento de SLOP					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
126	K3067	\\PIGRB\U4000-LAB-K3067-SLOP-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de sedimento en la Superficie de K-3067	% vol	SLAB
127	K3068	\\PIGRB\U4000-LAB-K3068-GRAVEDAD-API	GRAVEDAD K-3068 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
128	K3068	\\PIGRB\U4000-LAB-K3068-SLOP-AGUA-(FONDO)	Porcentaje de agua en el fondo de K-3068	% vol	SLAB
129	K3068	\\PIGRB\U4000-LAB-K3068-SLOP-AGUA-(SUP.)	Porcentaje de agua en la Superficie de K-3068	% vol	SLAB
130	K3068	\\PIGRB\U4000-LAB-K3068-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de agua y sedimento en el Fondo de K-3068	% vol	SLAB
131	K3068	\\PIGRB\U4000-LAB-K3068-SLOP-AGUA-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de agua y sedimento en la Superficie de K-3068	% vol	SLAB
132	K3068	\\PIGRB\U4000-LAB-K3068-SLOP-DENSIDAD-15°C	DENSIDAD K-3068 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
133	K3068	\\PIGRB\U4000-LAB-K3068-SLOP-SEDIMENTO-(FONDO)	Porcentaje de sedimento en el Fondo de K-3068	% vol	SLAB
134	K3068	\\PIGRB\U4000-LAB-K3068-SLOP-SEDIMENTO-(SUP.)	Porcentaje de sedimento en la Superficie de K-3068	% vol	SLAB
135	K4001	\\PIGRB\U4000-LAB-K4001-SLOP-DENSIDAD-60°F	DENSIDAD K4001 SLOP API FIN DE MES	kg/m3	SLAB
136	K4001	\\PIGRB\U4000-LAB-K4001-SLOP-GRAVEDAD-API	DENSIDAD K4001 SLOP API FIN DE MES	Grados API	SLAB
137	PISCINA PULMON	\\PIGRB\U4000-LAB-PISCINA-PULMON-AGUA-DEMANDA-QUIMICA-OXIGENO	Demanda química de oxígeno en Piscina pulmón	mg/L	SLAB
138	PISCINA PULMON	\\PIGRB\U4000-LAB-PISCINA-PULMON-AGUA-H2S	Concentración de H2S en Piscina pulmón	mg/L	SLAB
139	PISCINA PULMON	\\PIGRB\U4000-LAB-PISCINA-PULMON-AGUA-PH	Valor PH en Piscina pulmón	N/A	SLAB

TAGS de calidad -Tratamiento de SLOP					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
140	PISCINA PULMON	\\PIGRB\U4000-LAB-PISCINA-PULMON-AGUA-RSH	Concentración de RSH en Piscina pulmón	mg/L	SLAB
141	PISCINA PULMON	\\PIGRB\U4000-LAB-PISCINA-PULMON-AGUA-TEMPERATURA-PRUEBA	Valor Temperatura en Piscina pulmón	°C	SLAB
142	SE-3060	\\PIGRB\U4000-LAB-SE-3060-EFLUENTE-COMBUSTIBLE-AGUA	Porcentaje de agua en combustible SE-3060	% vol	SLAB
143	SE-3060	\\PIGRB\U4000-LAB-SE-3060-EFLUENTE-COMBUSTIBLE-AGUA-SEDIMENTO	Porcentaje de agua y sedimento en combustible SE-3060	% vol	SLAB
144	SE-3060	\\PIGRB\U4000-LAB-SE-3060-EFLUENTE-COMBUSTIBLE-SEDIMENTO	Porcentaje de sedimento en combustible SE-3060	% vol	SLAB
145	T-4001A/B	\\PIGRB\U4000-LAB-T-4001-A/B-Aireacion-AGUA-FENOL	Concentración de Fenol en T-4001A/B	mg/L	SLAB
146	T-4001A/B	\\PIGRB\U4000-LAB-T-4001-A/B-Aireacion-AGUA-GRASAS-ACEITES	Concentración de grasas y aceites en T-4001A/B	mg/L	SLAB
147	T-4001A/B	\\PIGRB\U4000-LAB-T-4001-A/B-Aireacion-AGUA-H2S	Concentración de H2S en T-4001A/B	mg/L	SLAB
148	T-4001A/B	\\PIGRB\U4000-LAB-T-4001-A/B-Aireacion-AGUA-NITROGENO-AMONICAL	Concentración de Nitrógeno Amoniacal en T-4001A/B	mg/L	SLAB
149	T-4001A/B	\\PIGRB\U4000-LAB-T-4001-A/B-Aireacion-AGUA-RSH	Concentración de RSH en T-4001A/B	mg/L	SLAB
150	T-4001A/B	\\PIGRB\U4000-LAB-T-4001-A/B-Aireacion-AGUA-SS	Concentración de Sólidos suspendidos en T-4001A/B	mg/L	SLAB
151	T-4001A/B	\\PIGRB\U4000-LAB-T-4001-A/B-Aireacion-AGUA-SST	Concentración de Sólidos suspendidos Totales en T-4001A/B	mg/L	SLAB

TAGS de calidad de la unidad 4050					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
152	D-4060	\\PIGRB\U4050-LAB-D-4060-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-H2S	Concentración de H2S en D-4060	mg/L	SLAB
153	D-4060	\\PIGRB\U4050-LAB-D-4060-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-RSH	Concentración de RSH en D-4060	mg/L	SLAB
154	K-4004	\\PIGRB\U4050-LAB-K4004-SODA_REGENERADA-%GASTADO_DE_SODA	Porcentaje de soda gastada en K-4004	g/100g	SLAB
155	K-4004	\\PIGRB\U4050-LAB-K4004-SODA_REGENERADA-%SODA_LIBRE	Porcentaje de soda libre en K-4004	g/100g	SLAB
156	K-4004	\\PIGRB\U4050-LAB-K4004-SODA_REGENERADA-H2S	Concentración de H2S en K-4004	mg/L	SLAB
157	K-4004	\\PIGRB\U4050-LAB-K4004-SODA_REGENERADA-RSH	Concentración de RSH en K-4004	mg/L	SLAB
158	K-4050	\\PIGRB\U4050-LAB-K-4050-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-%GASTADO_DE_SODA	Porcentaje gastado de soda en K-4050	g/100g	SLAB
159	K-4050	\\PIGRB\U4050-LAB-K-4050-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-%SODA_LIBRE	Porcentaje de soda libre en K-4050	g/100g	SLAB
160	K-4050	\\PIGRB\U4050-LAB-K-4050-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-H2S	Concentración de H2S en K-4050	mg/L	SLAB
161	K-4050	\\PIGRB\U4050-LAB-K-4050-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-RSH	Concentración de RSH en K-4050	mg/L	SLAB
162	T-4050	\\PIGRB\U4050-LAB-T-4050_CIMA-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-H2S	Concentración de H2S en T-4050 Cima	mg/L	SLAB
163	T-4050	\\PIGRB\U4050-LAB-T-4050_CIMA-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-RSH	Concentración de RSH en T-4050 Cima	mg/L	SLAB

TAGS de calidad de la unidad 4050					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
164	T-4050	\\PIGRB\U4050-LAB-T-4050_FONDO-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-H2S	Concentración de H2S en T-4050 Fondo	mg/L	SLAB
165	T-4050	\\PIGRB\U4050-LAB-T-4050_FONDO-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-RSH	Concentración de RSH en T-4050 Fondo	mg/L	SLAB
166	T-4050	\\PIGRB\U4050-LAB-T-4050-2_MEDIA-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-H2S	Concentración de H2S en T-4050 Media 1	mg/L	SLAB
167	T-4050	\\PIGRB\U4050-LAB-T-4050-2_MEDIA-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-RSH	Concentración de RSH en T-4050 Media 1	mg/L	SLAB
168	T-4050	\\PIGRB\U4050-LAB-T-4050-3_MEDIA-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-H2S	Concentración de H2S en T-4050 Media 2	mg/L	SLAB
169	T-4050	\\PIGRB\U4050-LAB-T-4050-3_MEDIA-SODA_GASTADA_SULFHID RICA-RSH	Concentración de RSH en T-4050 Media 2	mg/L	SLAB

TAGS Ronda estructurada					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
170	BA-4001	\\PIGRB\U4000-AGUAS-A.DESPOJADAS-PH	PH -AGUAS AGRIAS DESPOJADAS	pH	RONDA
171	FLUJO DE A.A.DESPOJADAS	\\PIGRB\U4000-AGUAS-DESPOJADAS-FENOL	FENOL-AGUAS AGRIAS DESPOJADAS	PPM	RONDA
172	BA-4001	\\PIGRB\U4000-BA-4001-SOLIDO	NUMERO DE VIAJES DEL CAMION DE VACIO		RONDA

TAGS Ronda estructurada					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
173	BA-4005 A	\\PIGRB\U4000-BA4005-A- VERTIMIENTO-IN-ss	SÓLIDOS SUSPENDIDOS ENTRADA BA-4005 A	PPM	RONDA
174	BA-4005 A	\\PIGRB\U4000-BA4005-A- VERTIMIENTO-OUT-ss	SÓLIDOS SUSPENDIDOS SALIDA BA-4005 A	PPM	RONDA
175	BA-4005 A	\\PIGRB\U4000-BA4005-A- VERTIMIENTO-IN-T	TEMPERATURA DE ENTRADA BA- 4005A/B	°C	RONDA
176	BA-4005 A	\\PIGRB\U4000-BA4005-A- VERTIMIENTO-OUT-T	TEMPERATURA DE SALIDA BA-4005A	°C	RONDA
177	BA- 4005B	\\PIGRB\U4000-BA4005-B- VERTIMIENTO-IN-ss	SÓLIDOS SUSPENDIDOS ENTRADA BA-4005 B	PPM	RONDA
178	BA- 4005B	\\PIGRB\U4000-BA4005-B- VERTIMIENTO-OUT-ss	SÓLIDOS SUSPENDIDOS SALIDA BA-4005 B	PPM	RONDA
179	BA- 4005B	\\PIGRB\U4000-BA4005-B- VERTIMIENTO-IN-T	TEMPERATURA DE ENTRADA BA-4005 B	°C	RONDA
180	BA- 4005B	\\PIGRB\U4000-BA4005-B- VERTIMIENTO-OUT-T	TEMPERATURA DE SALIDA BA-4005B	°C	RONDA
181	BA-4005 C	\\PIGRB\U4000-BA4005-C- REÚSO-IN-ss	SÓLIDOS SUSPENDIDOS ENTRADA BA-4005 C	PPM	RONDA
182	BA-4005 C	\\PIGRB\U4000-BA4005-C- REÚSO-OUT-ss	SÓLIDOS SUSPENDIDOS SALIDA BA-4005 C	PPM	RONDA
183	BA-4005 C	\\PIGRB\U4000-BA4005-C- REÚSO-IN-T	TEMPERATURA DE ENTRADA BA-4005C	°C	RONDA
184	BA-4005 C	\\PIGRB\U4000-BA4005-C- REÚSO-OUT-T	TEMPERATURA DE SALIDA BA-4005C/D	°C	RONDA
185	BA-4005 D	\\PIGRB\U4000-BA4005-D- REÚSO-IN-ss	SÓLIDOS SUSPENDIDOS ENTRADA BA-4005 D	PPM	RONDA
186	BA-4005 D	\\PIGRB\U4000-BA4005-D- REÚSO-OUT-ss	SÓLIDOS SUSPENDIDOS SALIDA BA-4005 D	PPM	RONDA

TAGS Ronda estructurada					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
187	BA-4005 D	\\PIGRB\U4000-BA4005-D- REÚSO-IN-T	TEMPERATURA DE ENTRADA BA-4005 D	°C	RONDA
188	BA-4005 D	\\PIGRB\U4000-BA4005-D- REÚSO-OUT-T	TEMPERATURA DE SALIDA BA-4005 D	°C	RONDA
189	BA-4008	\\PIGRB\U4000-UT-BA-4005- OUT-AGUA-PH	PH BA-4008 ENTRADA	pH	RONDA
190	BA-4008	\\PIGRB\U4000-UT-BA-4008- AGUA-FENOL	FENOL A LA ENTRADA DE BA- 4008	PPM	RONDA
191	BA-4008	\\PIGRB\U4000-UT-BA-4008- AGUA-PH	PH BA-4008 SALIDA	pH	RONDA
192	BA-4008	\\PIGRB\U4001-UT-BA-4008- AGUA-T	TEMPERATURA BA- 4008	°C	RONDA
193	BA-4008	\\PIGRB\U4000-BA-4008- SOLIDO	NUMERO DE VIAJES DEL CAMION DE VACIO		RONDA
194	BA- 4009A	\\PIGRB\U4000-BA-4009A- SOLIDO	NUMERO DE VIAJES DEL CAMION DE VACIO		RONDA
195	BA- 4009B	\\PIGRB\U4000-BA-4009B- SOLIDO	NUMERO DE VIAJES DEL CAMION DE VACIO		RONDA
196	BA-4010	\\PIGRB\U4000-UT-BA-4010- AGUA-OUT-RIO- %deBiod.Fenol	% DE BIODEGRADACION DE FENOL	%	RONDA
197	BA-4010	\\PIGRB\U4000-UT-BA-4010- AGUA-OUT-RIO-FENOL	FENOL BA-4010	PPM	RONDA
198	BA-4010	\\PIGRB\U4000-UT-BA-4010- AGUA-OUT-RIO-SULFURO	SULFUROS BA-4010	PPM	RONDA
199	BA-4010	\\PIGRB\U4000-UT-BA-4010- AGUA-OUT-RIO-PH	PH BA-4010	pH	RONDA
200	BA-4010	\\PIGRB\U4000-UT-BA-4005- OUT-AGUA-FENOL	DQO BA-4010	PPM	RONDA
201	BA-4010	\\PIGRB\U4000-UT-BA-4010- AGUA-OUT-RIO-T	TEMPERATURA A LA SALIDA BA-4010	°C	RONDA
202	K-4090	\\PIGRB\U4000-UT-K-4091- SODAS-GASTADAS-FENOL	FENOL DEL K-4090	PPM	RONDA

TAGS Ronda estructurada					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
203	K-4090	\\PIGRB\U4000-UT-K-4091-SODAS-GAST-PH	PH DEL K-4090	pH	RONDA
204	TANQUE FLOCULANTE ANTE	\\PIGRB\U4000-CONSFLOCULANTE	CONSUMO DIARIO REQUERIDO DE FLOCULANTE	L/DIA	RONDA
205	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-RETORTA-LODO-%AGUA	LODO DE CARGA % DE SLOP	%	RONDA
206	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-RETORTA-LODO-%SLOP	LODO DE CARGA % DE AGUA	%	RONDA
207	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-RETORTA-LODO-%SÓLIDOS	LODO DE CARGA % DE SÓLIDOS	%	RONDA
208	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-BSW-SLOP-%ACEITE	Porcentaje de aceite en el Slop a la salida	%	RONDA
209	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-BSW-SLOP%AGUA	Porcentaje de agua en el Slop a la salida	%	RONDA
210	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-BSW-SLOP-%SÓLIDOS	Porcentaje de sólidos en el Slop a la salida	%	RONDA
211	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-RETORTA-SOLIDO-%AGUA	Porcentaje de agua en el Lodo seco a la salida	%	RONDA
212	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-RETORTA-SOLIDO-%SLOP	Porcentaje de Slop en el Lodo seco a la salida	%	RONDA
213	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-RETORTA-SOLIDO-%SÓLIDOS	Porcentaje de sólidos en el Lodo seco a la salida	%	RONDA
214	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-TTOLODOS-SLOPRECUPERADO	Barriles de Slop recuperado	Barriles	RONDA
215	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-TTOLODOS-SOLIDOGENERADO	Barriles de solido generado	m3	RONDA
216	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-TTO DE LODOS-LODO-LODO TRATADO DIARIO	BARRILES DE LODO TRTADO	Barriles	RONDA
217	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-TTO DE LODOS-LODO-%REMOCION DE SÓLIDOS	% REMOCION DE SÓLIDOS	%	RONDA
218	LODOS4000	\\PIGRB\U4000-TTO DE LODOS-LODO-%RECUPERACION SLOP	%REMOCION DE SLOP	%	RONDA

TAGS Ronda estructurada					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
219	LODOS4 000	<u>\\PIGRB\U4000-TTO DE LODOS-AGUA-SÓLIDOS SUSPENDIDOS</u>	CALIDAD DE AGUA A LA SALIDA	ppm	RONDA
220	LODOS4 000	<u>\\PIGRB\U4000-TTO DE LODOS-SLOP-BSW</u>	CALIDAD DE SLOP	BSW	RONDA
221	BA-4001	<u>\\PIGRB\U4000-BA-4001- AGUA-TEMPERATURA</u>	Temperatura BA-4001	°C	RONDA
222	SEPARA DOR - 3050	<u>\\PIGRB\U4000-UT-SEP- 3050-AGUA-FENOL</u>	FENOL DEL SE-3050	PPM	RONDA
223	SEPARA DOR - 3050	<u>\\PIGRB\U4000-UT-SEP- 3050-AGUA-PH</u>	PH DEL SE-3050	pH	RONDA
224	SEPARA DOR - 3050	<u>\\PIGRB\U4000-TE-Se3050</u>	TEMPERATURA DEL SE-3050	°C	RONDA
225	SEPARA DOR - 3010	<u>\\PIGRB\U4000-PHA-Se3010</u>	PH A LA ENTRADA DEL SE-3010	pH	RONDA
226	SEPARA DOR - 3010	<u>\\PIGRB\U4000-PHE-Se3010</u>	PH A LA SALIDA DEL SE-3010	pH	RONDA
227	SEPARA DOR - 3010	<u>\\PIGRB\U4000-TE-Se3010</u>	TEMPERATURA DEL SE-3010	°C	RONDA
228	SEPARA DOR - 3020	<u>\\PIGRB\U4000-PHA-Se3020</u>	PH A LA ENTRADA DEL SE-3020	pH	RONDA
229	SEPARA DOR - 3020	<u>\\PIGRB\U4000-PHE-Se3020</u>	PH A LA SALIDA DEL SE-3020	pH	RONDA
230	SEPARA DOR - 3020	<u>\\PIGRB\U4000-TE-Se3020</u>	TEMPERATURA DEL SE-3020	°C	RONDA
231	SEPARA DOR - 3030	<u>\\PIGRB\U4000-PHA-Se3030</u>	PH A LA ENTRADA DEL SE-3030	pH	RONDA

TAGS Ronda estructurada					
#	Unidad	TAG	Descripción	Unid.	Fuente
232	SEPARA DOR - 3030	\\PIGRB\U4000-PHE-Se3030	PH A LA SALIDA DEL SE-3030	pH	RONDA
233	SEPARA DOR - 3030	\\PIGRB\U4000-TE-Se3030	TEMPERATURA DEL SE-3030	°C	RONDA
234	SEPARA DOR - 3060	\\PIGRB\U4000-PHA-Se3060	PH A LA ENTRADA DEL SE-3060	pH	RONDA
235	SEPARA DOR - 3060	\\PIGRB\U4000-PHE-Se3060	PH A LA SALIDA DEL SE-3060	pH	RONDA
236	SEPARA DOR - 3060	\\PIGRB\U4000-TE-Se3060	TEMPERATURA DEL SE-3060	°C	RONDA