



Propuesta de implementación de conectividad y transferencia automática de datos en métodos analíticos de interés y soporte a la implementación de conectividad y transferencia automática de datos en métodos analíticos de interés.

Modalidad: Práctica Empresarial

Jhon Alexander Florez Carreño
CC. 1007769755

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Ingeniería de Sistemas
Bucaramanga, 13 Julio 2022



Propuesta de implementación de conectividad y transferencia automática de datos en métodos analíticos de interés y soporte a la implementación de conectividad y transferencia automática de datos en métodos analíticos de interés.

Modalidad: Práctica Empresarial

Jhon Alexander Florez Carreño
CC. 1007769755

**Informe de práctica para optar al título de
Ingeniero de Sistemas**

DIRECTOR

Víctor Ochoa Correa

Coinvestigador Ecopetrol

Nydia Virginia Medina Novoa

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Ingeniería de Sistemas
Bucaramanga, 13 Julio 2022**

Nota de Aceptación

El proyecto generado de la practica en el ICP "Propuesta de implementación de conectividad y transferencia automática de datos en métodos analíticos de interés y soporte a la implementación de conectividad y transferencia automática de datos en métodos analíticos de interés." realizado por el estudiante Jhon Alexander Florez Carreño, fue Aprobado



Firma del Director

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mi mamá María Yaneth Carreño (Q.E.P.D) y mi papá Eduardo Florez por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años a pesar de las dificultades, gracias a ustedes logre llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo, fuiste la mejor madre, a mi hermana Deicy Serrano Carreño por su apoyo incondicional y a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todas mis metas. A mis amigos, compañeros a todas las personas los cuales fueron y han sido apoyo a lo largo de este proceso de formación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a mi padre Eduardo florez barrera y a mi madre Maria Yaneth Carreño Patiño por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera profesional.

Agradezco en esta oportunidad a las Unidades Tecnológicas Santander por la formación profesional brindada de la mejor manera. De igual forma, agradezco a los funcionarios del laboratorio de fenómenos interfaciales y evaluación de hidrocarburos del centro de innovación y tecnología ICP, que gracias a sus consejos y correcciones hoy se pudo culminar este proyecto, A los profesores que nos han visto crecer como persona, y gracias por su conocimiento hoy podemos sentirnos dichosos y contentos.

Por último, agradezco a quienes me hayan colaborado en algún aspecto antes y durante el desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD	15
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	16
2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA.....	17
2.3. OBJETIVOS.....	17
2.3.1 <i>Objetivo General</i>	17
2.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	18
2.4 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	18
3 MARCO REFERENCIAL.....	19
3.1. INTERNACIONALES	19
3.2. NACIONALES	20
3.3. REGIONALES	22
4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	24
4.1. REVISIÓN DE BASES DOCUMENTALES.....	24
4.2. REVISIÓN DE PLANTILLAS DE RESULTADOS DE MÉTODOS ANALÍTICOS.....	24
4.2.1 <i>Recolección de Información</i>	24
4.2.2 <i>Elaboración del Manual de Usuario</i>	25
4.2.3 <i>Requerimientos funcionales</i>	25
4.2.4 <i>Requerimientos no funcionales</i>	26
4.3. DISEÑO DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA.	26
4.3.1 <i>Casos de Usos</i>	27
4.3.1.1 Caso de Uso Ingresar a la herramienta.....	27
4.3.1.2 Caso de Uso seleccionar un método analítico	28

4.3.1.3	Caso de Uso Registrar datos de la muestra en el formulario	28
4.3.1.4	Caso de Uso Importar datos.....	28
4.3.1.5	Caso de Uso Generar Archivo.....	29
4.3.1.6	Caso de Uso Limpiar plantilla.....	31
4.3.1.7	Caso de Uso Salir	31
4.3.2	<i>Interfaz gráfica</i>	32
4.4.	DESARROLLO DEL PROTOTIPO DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA.....	37
4.4.1	<i>Estructura de la herramienta informática</i>	37
4.4.2	<i>Funcionalidades del prototipo</i>	39
4.4.2.1	Plantilla Comportamiento Reológico Data general	39
4.4.2.2	Plantilla Comportamiento Reológico Toda la data.....	44
4.4.2.3	Plantilla Distribución Tamaño De partículas data general	47
4.4.2.4	Plantilla Distribución Tamaño De partículas Toda la Data.....	50
4.4.2.5	Plantilla Distribución Tamaño de partículas IMAT	54
4.4.2.6	Plantilla Método Densidad y Viscosidad.....	57
4.4.2.7	Generador Archivo Texto Plano Conectividad Ambiente de calidad Silab Labvantage para los métodos analíticos Comportamiento reológico, Tamaño de partículas, Viscosidad y Densidad.....	63
4.4.2.8	Prueba real Conectividad transferencias de datos archivo plano Silab Labvantage.....	68
4.5.	CONFIGURACIÓN DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA CONECTIVIDAD Y TRANSFERENCIA DE DATOS.....	69
4.6.	PRUEBAS DEL PROTOTIPO	70
5	RESULTADOS	72
6	CONCLUSIONES	73
7	RECOMENDACIONES	74
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

9 ANEXOS.....77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de casos de usos	27
Figura 2. Menú principal de la herramienta informática.....	32
Figura 3. Ventana de Selección del método de Comportamiento reológico	32
Figura 4. Ventana de Selección del método de distribución Tamaño de partículas	33
Figura 5. Formulario información básica de la prueba de distribución tamaño de partículas, Comportamiento reológico, viscosidad y densidad.....	33
Figura 6. Plantilla de resultados del método analítico Comportamiento Reológico	34
Figura 7. Plantilla de resultados del método analítico Comportamiento Reológico Toda la data	34
Figura 8. Plantilla de resultados del método analítico Distribución y tamaño de partículas.....	35
Figura 9. Plantilla de resultados del método analítico Distribución tamaño de partículas Toda La Data	35
Figura 10. Plantilla de resultados del método analítico IMAT	36
Figura 11. Plantilla de resultados del método analítico Viscosidad	36
Figura 12. Plantilla de resultados del método analítico Densidad	37
Figura 13. Estructura de carpetas en VBA	38
Figura 14. Hojas activas de Excel	38
Figura 15. Formularios	38
Figura 16. Módulos.....	39
Figura 17. Plantilla comportamiento reológico desarrollo	39
Figura 18. Menú de datos Comportamiento reológico.....	40
Figura 19. Ventana selección de archivos .txt comportamiento reológico	40
Figura 20. Ventana selección de temperaturas comportamiento reológico	41
Figura 21. Ventana de selección de comportamiento y grafica para el análisis ...	41

Figura 22. Ventana de selección importación manual o automática.....	42
Figura 23. Ventana de selección de datos para el método Pseudoplastico	42
Figura 24. Ventana de selección de datos para el método Newtoniano	43
Figura 25. Datos importados automáticamente comportamiento reológico múltiples temperaturas, archivos y equipos.....	43
Figura 26. Plantilla comportamiento reológico desarrollo para toda la data	44
Figura 27. Menú de datos comportamiento reológico Toda la data	45
Figura 28. Ventana de Selección de archivo .txt exportados del software de la muestra Toda la data	45
Figura 29. Ventana Selección número de temperaturas	46
Figura 30. Plantilla Comportamiento reológico con Toda la data de la prueba importados automáticamente y su grafica en tiempo real	46
Figura 31. Plantilla distribución tamaño de partículas desarrollo.....	47
Figura 32. Plantilla distribución tamaño de partículas Menú de datos.....	48
Figura 33. Ventana de Seleccion de Numero de resultados a importar	48
Figura 34. Ventana de selección del equipo donde se exporto la data	49
Figura 35. Ventana de selección del archivo .txt exportado del equipo.....	49
Figura 36. Datos insertados automáticamente en la plantilla	50
Figura 37. Plantilla distribución tamaño de partículas desarrollo.....	51
Figura 38. Menú de datos Toda la data.....	51
Figura 39. Ventana selección equipo plantilla toda la data.....	52
Figura 40. Ventana de Selección de archivo .txt exportados del software de la muestra Toda la data	52
Figura 41. Ventana tipo de grafica Toda la data.....	53
Figura 42. Plantilla Tamaño de partículas con Toda la data de la prueba importados automáticamente.....	53
Figura 43. Plantilla distribución tamaño de partículas IMAT	54
Figura 44. Menú de datos IMAT	55
Figura 45. Ventana selección número de Resultados a importar IMAT.....	55

Figura 46. Ventana selección equipo Plantilla IMAT	56
Figura 47. Ventana de selección del archivo .txt exportado del equipo	56
Figura 48. Datos insertados automáticamente en la plantilla IMAT	57
Figura 49. Software LIMS Bridge Antoo Parr Densidad y Viscosidad	58
Figura 50. Carpeta de resultados Método Viscosidad	59
Figura 51. Carpeta de resultados Método Densidad	59
Figura 52. Plantilla Método densidad	60
Figura 53. Plantilla Método Viscosidad.....	60
Figura 54. Menú de importación de datos Viscosidad y densidad.....	61
Figura 55. Selección de múltiples resultados para viscosidad y Densidad.....	61
Figura 56. Plantilla método viscosidad datos importados automáticamente	62
Figura 57. Plantilla método Densidad datos importados automáticamente	62
Figura 58. Plantilla Con datos para la generación de archivo de texto plano conectividad	63
Figura 59. Menú de datos para generación de archivo plano.....	64
Figura 60. Ventana Generación archivo plano	64
Figura 61. Ventana Confirmación de éxito del archivo texto plano.....	65
Figura 62. Explorador de archivos Carpeta donde se generó archivo de texto plano	65
Figura 63. Archivo plano generado para el método Comportamiento reológico ...	66
Figura 64. Archivo plano generado para el método Tamaño de partículas	66
Figura 65. Archivo plano generado para el método Viscosidad.....	67
Figura 66. Archivo plano generado para el método Densidad.....	67
Figura 67. Archivo plano generado de alguno de los métodos para conectividad	68
Figura 68. Transferencia de datos exitoso Labvantage	69
Figura 69. Carpeta de la herramienta informáticas.....	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Antecedentes a nivel internacional	19
Tabla 2. Antecedentes a nivel nacional	20
Tabla 3. Antecedentes a nivel regional	22
Tabla 4. Caso de Uso ingresar a la herramienta.....	27
Tabla 5. Caso de Uso seleccionar un método analítico	28
Tabla 6. Caso de Uso Registrar datos de la muestra en el formulario.....	28
Tabla 7. Caso de uso Importar datos.....	28
Tabla 8. Caso de Uso Generar archivo.....	29
Tabla 9. Caso de Uso Crear archivo plano	30
Tabla 10. Caso de Uso Crear archivo PDF.....	30
Tabla 11. Caso de Uso Crear archivo Excel	30
Tabla 12. Caso de Uso Limpiar plantilla	31
Tabla 13. Caso de Uso Salir	31

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las hojas de cálculo han sido reconocidas como plataformas para la realización de cálculos científicos. Su simplicidad de programación, su conjunto de funciones de librería y su gran capacidad de generación de gráficos, hacen que las hojas de cálculos sean herramientas atractivas en varios campos de la ingeniería. Por otro lado, los paquetes de hojas de cálculo modernos vienen con lenguajes macro, lo que mejora enormemente su versatilidad. En lo que respecta a Excel, la introducción del lenguaje "Visual BASIC para aplicaciones" permite a los programadores extender las capacidades de Excel desarrollando complementos específicos. (Aliane, 2009)

El desarrollo de esta actividad es brindar soporte al Laboratorio de Fenómenos Interfaciales y Evaluación de Hidrocarburos FIEH, en cuanto a la automatización del proceso de Conectividad y Transferencia de datos al ambiente de calidad Silab Labvantage. Basado en la construcción de una herramienta informática en la que se organiza y se visualiza algunos métodos analíticos que tiene el laboratorio con sus respectivas plantillas que están establecidas por métodos, que permitirá la importación de los datos desde el software del equipo y llevar a cabo el proceso de Transferencia de Datos al Silab Labvantage.

Para el desarrollo de esta herramienta informática se utilizó el software Office Excel, que es una hoja de cálculo que permite manipular datos numéricos y de texto, tiene cálculo, gráficos, tablas de calculadora y un lenguaje de programación de macros llamado Visual Basic para Aplicaciones, la cual resulta muy eficiente para la necesidad planteada.

Se espera que, con el resultado obtenido del desarrollo de esta actividad, los profesionales del laboratorio FIEH, puedan de manera organizada y sistemática,

transferir la información y realizar la conectividad al ambiente LBV mediante la ayuda de esta herramienta informática.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD

Ecopetrol S.A. es una Compañía organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía. Es una empresa petrolera colombiana que se dedica a la exploración, producción y refinación de hidrocarburos, elaboración de productos petroquímicos, así como al transporte de petróleo y gas.

Misión: Ecopetrol trabaja todos los días para construir un mejor futuro que sea rentable y sostenible, con una operación sana, limpia y segura. Así mismo, Ecopetrol asegura la excelencia operacional y la transparencia en cada una de sus acciones a través de la construcción de relaciones de mutuo beneficio con los grupos de interés.

Visión: Ecopetrol será una compañía integrada de clase mundial de petróleo y gas, orientada a la generación de valor y sostenibilidad, con foco en Exploración y Producción, comprometida con su entorno y soportada en su talento humano y la excelencia operacional. (Ecopetrol S.A., Misión y Visión de Ecopetrol, 2020)

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción de la Problemática

El Centro de Innovación y Tecnología (ICP) tiene como estrategia buscar la innovación y hacer que la empresa logre ser más competitiva, esto se adquiere a través de la introducción de nuevos procedimientos tecnológicos en los centros de experimentación que lo requieran.

El Laboratorio de Fenómenos Interfaciales y Evaluación de Hidrocarburos FIEH, cuenta con gran cantidad de equipos, algunos de ellos tienen su propio software, en el cual se extraen los resultados en un formato .txt, .xls*..., para su debido análisis y registro del software. Este proceso se realiza de forma manual, es decir, por medio de bitácoras donde se registran los datos, luego se transcriben en una plantilla y finalmente se digitan y almacenan en el Sistema de Información de Silab Labvantage. Es preciso indicar que esto puede ocasionar demora y posibles errores de digitación al momento de hacer este proceso manualmente.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, se propone la implementación, conectividad y transferencia de datos, por medio de una herramienta tecnológica previamente desarrollada para un método, que permita agilizar el proceso de registro de resultados hacia el software principal Silab Labvantage.

Finalmente, en esta investigación se plantea la siguiente pregunta: ¿Qué efecto tiene la implementación de una herramienta tecnológica para la conectividad hacia el área principal y la transferencia de datos en mínimo un método analítico?

2.2. Justificación de la Práctica

Hoy en día, los sistemas de información se han convertido en la base fundamental de las empresas, razón por la cual ha ido evolucionando, con el fin de facilitar el trabajo dentro de las compañías, para que se lleve un control adecuado de las actividades diarias y para tomar decisiones que permitan reducir los riesgos y mejorar en general el funcionamiento.

Por medio de este estudio, se pretende implementar una herramienta informática, en el Laboratorio FIEH, que permita realizar la conectividad y transferencia de datos de los equipos de laboratorio que lo requieran, mediante las plantillas de reporte de resultados y la debida exportación en un archivo plano, con el fin de que sean consignados en el software Silab Labvantage.

Esta herramienta tendrá como misión principal beneficiar a los profesionales que laboran en el área de FIEH, debido a que al implementar el aplicativo, puede mejorar rápidamente la agilidad, la transferibilidad y la trazabilidad de la información de resultados, al momento de cargarlos en el software principal.

2.3. Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Desarrollar un prototipo de conectividad y transferencia automática de datos en métodos analíticos de interés seleccionados en el laboratorio de Fenómenos Interfaciales y evaluación de Hidrocarburos del centro de innovación y Tecnología ICP.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar una revisión de las bases documentales y las plantillas existentes para el reporte de resultados de los métodos analíticos establecidos para la implementación de la conectividad hacia el aplicativo principal Labvantage.
- Implementar la herramienta tecnológica para la transferencia de datos en los métodos analíticos comportamiento reológico, tamaño de partículas, viscosidad, densidad.
- Verificar el funcionamiento de los archivos generados para llevar a cabo la transferencia y conectividad de datos al sistema de información de los laboratorios Silab Labvantage.

2.4 Antecedentes de la Empresa

El objeto social del ICP, según la página web es el siguiente: “es el desarrollo, en Colombia o en el exterior, de actividades comerciales o industriales correspondientes o relacionadas con la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos”. (Ecopetrol S.A., Nuestros Objetivos, 2021)

El objeto de la práctica empresarial consiste en realizar las actividades como se presentan en el plan de actividades, teniendo en cuenta el ciclo de vida de desarrollo de software aplicado en la ejecución del prototipo.

3 MARCO REFERENCIAL

A continuación, se presenta las referencias bibliográficas de algunos trabajos que poseen alguna similitud y que pueden ayudar de soporte para la elaboración del diseño de la macro en Excel de la actividad.

3.1. Internacionales

Tabla 1. Antecedentes a nivel internacional

#	Título	Autor	Año	Fuente	País
	Desarrollo de programa en VBA de MS Excel para la generación de trayectorias en el mecanizado de 5 ejes de rodets de compresores centrífugos.	Eduardo Muñoz Díaz	2021	Google Académico	España
	Resumen			Aporte	
1	Este trabajo presenta, la automatización para la generación de trayectorias de un centro de maquinaria CNC de 5 ejes de rodets de compresores centrífugos, el cual se apoya en el análisis de la geometría del rodete, implementación de la misma en hoja de cálculo de Excel y programación en VBA para generar el código ISO a una máquina de CNC de 5 ejes. (Muñoz Diaz, 2021)			El programa realizado logro cumplir con el objetivo del trabajo capaz de generar las trayectorias de un centro mecanizado por medio de la herramienta Excel.	
#	Título	Autor	Año	Fuente	País
2	Diseño de plantilla de cálculo para automatización de Sistema del Último Planificador y desarrollo de manual de usuario para implementación en la empresa Concretti S.A. de C.V.”	José Manuel Alvarez Tovar	2021	Google Académico	México

Resumen	Aporte
En este proyecto presenta el desarrollo en Excel de una plantilla, con el fin de implementar el “Sistema del Último Planificador” con metodología Lean, para la sistematización del método de planeación y control de obra en la empresa. (Álvarez Tovar, 2021)	El desarrollo de la plantilla optimiza el tiempo, disminuye la incertidumbre, variabilidad de la obra y simplifica la implementación mediante el sistema SUP.

#	Título	Autor	Año	Fuente	País
3	Implementación de una solución de inteligencia de negocios para el análisis de datos relacionados con los proyectos de software del sector público en el ecuador en la última década.	Josue Francisco Coba Medina Estalin Alberto Revelo Paz	2021	Google Académico	Ecuador

Resumen	Aporte
El trabajo está basado en la implementación ETL(<i>Extract-Transform-Load</i>) para exportar y analizar los datos en proyectos del software del sector público. En el proceso de Transformación se utiliza macros de Excel para estandarizar el formato. (Coba Medina, 2021)	Facilita el análisis de factores como el tiempo y costos en proyectos de software en el sector público.

3.2. Nacionales

Tabla 2. Antecedentes a nivel nacional

#	Título	Autor	Año	Fuente	Ciudad
1	Creación de macro para la realización de archivo plano de la empresa Tuya S.A.	Juan Pablo Sánchez Tobón	2020	Google Académico	Medellín

Resumen	Aporte

En este trabajo, se desarrolla una macro en Excel para generar un archivo plano con el fin de subir los pagos al sistema SAP de la empresa Tuya SA. (Sánchez Tobón, 2020)

Con la implementación de la Macro de Excel se evidencia la reducción considerable de tiempo y la mejora de transferencia de información.

#	Título	Autor	Año	Fuente	Ciudad
	Diseño e implementación de BOT atendido para la optimización del proceso de seguimiento UM.	Carlos Damián Loaiza Artunduaga	2021	Google Académico	Bogotá

	Resumen	Aporte
2	En este trabajo, El RPA desarrollado es un bot de servicio, que simplificará el proceso de seguimiento de la última milla al ejecutar la macro en Excel. El desarrollo del bot se realiza a través de UiPath y se conecta al servidor a través de UiPath Orchestrator UiPath Orchestrator, que es una plataforma de seguimiento, ejecución y gestión de procesos implementados mediante UiPath y RPA. (Artunduaga, 2021)	El trabajo final es un bot que puede realizar la mayor parte del proceso de seguimiento de la última milla, ahorrando tiempo y permitiendo que los empleados dediquen tiempo a otras tareas.

#	Título	Autor	Año	Fuente	Ciudad
	Propuesta de automatización para bases de datos con macros de Excel en el área de fidelización de colmédica medicina prepagada S.A.	Ana María Leal Hortua	2020	Google Académico	Bogotá

	Resumen	Aporte
3	En este proyecto, se propone optimizar la base de datos con el fin de ayudar automatizar los procesos utilizando macro de Excel. (Leal Hortua, 2021)	En el trabajo se evidencia que la macro realizada en Excel se disminuye el tiempo del proceso significativamente.

3.3. Regionales

En la tabla 3 se presenta la revisión bibliográfica realizada a nivel regional sobre el uso de herramientas informáticas como Excel empleadas en diferentes actividades, para algunos sectores industriales y empresariales.

Tabla 3. Antecedentes a nivel regional

#	Título	Autor	Año	Fuente	Ciudad
1	Diseño de una herramienta interactiva en Excel para la explicación de la metodología de remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica- CREG 015 de 2018	Claudia Marcela Pinzón Cubides	2019	Tangara UIS	Bucaramanga
	Resumen			Aporte	
	Explica la metodología de la remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica - CREG 015 de 2018, por medio de la herramienta Excel. Se desarrollaron mapas conceptuales describiendo los elementos que componen la metodología, diseño y desarrollo de fórmulas para estimar la función de distribución. (Pinzón Cubides, 2019)			La descripción detallada de la resolución CREG 015 de 2018, ayuda a los estudiantes y/o profesionales a tener el conocimiento de esta metodología.	
2	Práctica empresarial como auxiliar en ingeniería civil en el grupo de proyectos viales de la Dirección de Gestión de Infraestructura de la secretaria de Infraestructura de la Gobernación de Santander	Fredy Armando Flórez Rojas	2018	Google Académico	Bucaramanga

Resumen		Aporte			
El trabajo de grado tiene como objetivo crear una base de datos en la herramienta Excel, para uso interno de la secretaria de Infraestructura de la Gobernación de Santander. (Flórez Rojas, 2018)		Brinda organización de la información.			
#	Título	Autor	Año	Fuente	Ciudad
	Implementación de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a los automóviles de ASOTRAMA en Manaure Balcón del Cesar.	Kevin Tarazona Álvarez	2021	Google Académico	Ocaña
Resumen		Aporte			
3	El trabajo consiste en diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para los automóviles de la empresa, con el fin de realizar un inventario de cada vehículo y modelo de plantilla para su mantenimiento. También se realiza el diseño de base de datos utilizando macros de Excel. (TARAZONA ALVAREZ, 2021)	De acuerdo al plan de mantenimiento elaborado, se logra ajustar a los requerimientos de la empresa, de igual manera la base de datos realizada facilita el control de datos y sus actividades.			

4 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

4.1. Revisión de bases documentales

En esta fase se realizó una revisión de material bibliográfico sobre el Manual de Usuario de Conectividad y Transferencia de Datos, en el que se documenta la forma como se lleva la conectividad en algunos laboratorios del centro de innovación y tecnología ICP, en ambiente de calidad mediante la herramienta Silab Labvantage. Estos procesos están desarrollados en Excel Utilizando Macros Avanzados, es decir, por medio de lenguaje de programación Visual Basic for Applications

4.2. Revisión de plantillas de resultados de métodos analíticos

En esta etapa se procedió a revisar los formatos de resultados existentes en el laboratorio para algunos métodos analíticos, los cuales son plantillas que están diseñadas en la herramienta informática de Excel, cada formato detalla el método analítico, equipo de laboratorio, la información de la muestra y los resultados obtenidos del análisis. Las plantillas están elaboradas en base al formato que tiene el Silab Labvantage.

Recolección de Información

En esta parte del trabajo se realizó un análisis de los equipos en donde se realizan las pruebas de tamaño de partículas, comportamiento reológico, viscosidad y densidad en el laboratorio de fenómenos interfaciales y evaluación de hidrocarburos. Dicho laboratorio cuenta con diferentes equipos como el mastersizer 2000, mastersizer 3000, Reómetro MCR 92 , Reómetro MCR 72, Reómetro AR-1500, Reómetro MCR 502, Viscosímetro Stabinger SVM3001 y Densímetro DMA 4000M a la cual se le realizó a cada uno de los equipos la respectiva exploración al

software para entender un poco del funcionamiento de estos además del como estos equipos generaban los datos a exportar con la información necesaria para el prototipo de conectividad y sus respectivas plantillas también se recibió un apoyo de los funcionarios del laboratorio y los analistas para entender el proceso en estos dos equipos y como se realizaba la trazabilidad de los resultados

Elaboración del Manual de Usuario

El manual de usuario es un documento importante que describe las funcionales del prototipo paso a paso, con el fin de orientar al usuario al momento de usar la herramienta informática, evitando así los posibles errores de uso. Además, brinda soporte a nuevos usuarios en caso de no tener orientación.

Requerimientos funcionales

De acuerdo al cumplimiento de las etapas anteriores se establece a continuación los requerimientos funcionales del usuario:

- El usuario podrá seleccionar un método analítico para iniciar el proceso.
- El usuario podrá ingresar información de la muestra.
- El usuario para el método de distribución tamaño de partículas, comportamiento reológico, viscosidad y densidad tiene la opción de importar los datos en formato .txt que automáticamente generara los datos en la respectiva plantilla según la necesidad del usuario
- El usuario para el método de distribución tamaño de partículas podrá seleccionar el tipo de grafica que desea para realizar la respectiva importada de los datos, según la necesidad del usuario
- El usuario para el método de comportamiento reológico podrá seleccionar los datos que sean de su interés para las diferentes temperaturas registradas durante el análisis.

- El usuario podrá generar archivos planos (Conectividad LabVantage), PDF y Excel

Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales nos ayudan a definir las características de funcionamiento del sistema, son los siguientes:

- Será una aplicación para PC con sistema operativo Windows.
- La herramienta informática se desarrollará con el lenguaje de programación Visual Basic por Applications.
- Las interfaces de la herramienta informática deben ser intuitivas y amigables.
- La herramienta informática debe ser sencilla de usar.

Teniendo en cuenta lo anterior, se determina la herramienta informática a utilizar para el desarrollo de esta actividad, las bases y condiciones necesarias a tener presente para la inicialización de las siguientes fases, con el fin de dar continuidad al procedimiento.

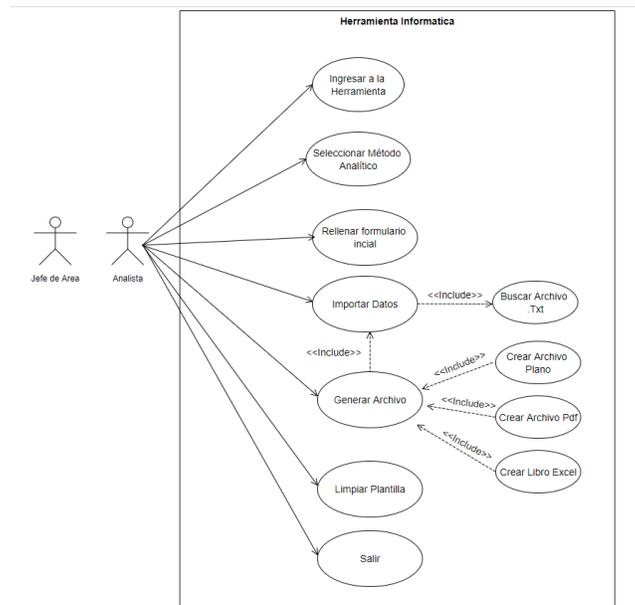
4.3. Diseño de la herramienta informática.

En esta fase se realiza la integración de los diferentes formularios para los métodos de distribución de tamaño de partículas, Comportamiento reológico, viscosidad y densidad en Excel a través de macros con el lenguaje de programación visual Basic de manera que cada plantilla del método analítico tuviera funcionalidad. A continuación, se presenta una descripción detallada de la funcionalidad de la herramienta informática y el diseño de interfaz de usuario.

Casos de Usos

Para tener claro la funcionalidad de la herramienta informática se diseña el Diagrama de Casos de Usos, puesto que su principal objetivo es describir las actividades que debe llevar a cabo el sistema.

Figura 1. Diagrama de casos de usos



Fuente: Autor

4.3.1.1 Caso de Uso Ingresar a la herramienta

Tabla 4. Caso de Uso ingresar a la herramienta

Ítem	Definición						
Caso de Uso	Ingresar a la herramienta						
Descripción	Permite acceder a la herramienta informática.						
Actor	Jefe de Área y Analistas						
Pre-Condición	El usuario accede a la ruta donde está alojada la herramienta informática.						
Secuencia Normal	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El usuario ingresa a la herramienta informática.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>La herramienta abre correctamente.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Acción	1	El usuario ingresa a la herramienta informática.	2	La herramienta abre correctamente.
Paso	Acción						
1	El usuario ingresa a la herramienta informática.						
2	La herramienta abre correctamente.						
Post-Condición	El usuario puede empezar a utilizar la aplicación.						

Fuente: Autor

4.3.1.2 Caso de Uso seleccionar un método analítico

Tabla 5. Caso de Uso seleccionar un método analítico

Ítem		Definición
Caso de Uso		Seleccionar método analítico
Descripción		Permite elegir el método analítico.
Actor		Jefe de Área y Analistas
Pre-Condición		El usuario debe seleccionar algún método analítico.
Secuencia Normal	Paso 1	Acción El usuario ingresa a la herramienta informática.
	2	El usuario selecciona un método analítico.
Excepcional	Paso 2	Acción Se debe seleccionar alguna de las opciones para continuar con el procedimiento.
Post-Condición		El usuario puede continuar con el proceso.

Fuente: Autor

4.3.1.3 Caso de Uso Registrar datos de la muestra en el formulario

Tabla 6. Caso de Uso Registrar datos de la muestra en el formulario

Ítem		Definición
Caso de Uso		Registrar datos de la muestra en el formulario.
Descripción		Permite al usuario registrar la información de la muestra en la plantilla.
Actor		Jefe de Área y Analistas
Pre-Condición		Se debe completar la información del formulario.
Secuencia Normal	Paso 1	Acción El usuario ingresa la información solicitada en el formulario.
	2	La información se registra en la plantilla.
Excepcional	Paso 1	Acción Si los datos son incorrectos o hay campos vacíos, el sistema no registrara la información en la plantilla.
Post-Condición		La información es correcta y se registra en la plantilla.

Fuente: Autor

4.3.1.4 Caso de Uso Importar datos

Tabla 7. Caso de uso Importar datos

Ítem		Definición
Caso de Uso		Importar Datos
Descripción		Permite al usuario cargar un archivo formato txt con los resultados exportados en los equipos, seleccionar y registrar los datos en la plantilla.
Actor		Jefe de Área y Analistas
Pre-Condición		El usuario debe buscar el archivo .txt a procesar.

Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe estar ubicado en la plantilla de comportamiento reológico, Tamaño de partículas, viscosidad o densidad.
	2	El usuario accede al botón Opciones.
	3	El usuario debe escoger la opción de Importar datos.
	4	Aparecerá un explorador de archivos en la cual debe seleccionar los diferentes archivos .txt con los datos a reportar y luego 'Aceptar' para leer los Archivos de txt.
	5	El usuario debe Seleccionar el número de temperaturas (Comportamiento reológico), numero de resultados (Tamaño de partículas) a importar, nombre del equipo y tipo de grafica si se requiere.
Excepcional	Paso	Acción
	4	Solo lee y abre archivos txt.
	5	Se debe seleccionar número de resultados o de temperaturas si lo requiere dependiendo del método, equipo y tipo de grafica.
Post-Condición	Los datos seleccionados se registran correctamente en la plantilla.	

Fuente: Autor

4.3.1.5 Caso de Uso Generar Archivo

Tabla 8. Caso de Uso Generar archivo

Ítem	Definición	
Caso de Uso	Generar Archivo	
Descripción	Permite al usuario generar archivos de la plantilla.	
Actor	Jefe de Área y Analistas	
Pre-Condición	La plantilla debe estar completada con la información para realizar el procedimiento.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe estar ubicado en la plantilla, con los datos completos de la muestra.
	2	El usuario accede a la opción de Generar Archivo.
	3	Él debe elegir el tipo de archivo que se solicita crear.
Excepcional	Paso	Acción
	1	Se debe verificar que los datos de la plantilla estén correctos.
Post-Condición	El archivo generado es correcto.	

Fuente: Autor

Tabla 9. Caso de Uso Crear archivo plano

Ítem		Definición
Caso de Uso		Crear archivo plano
Descripción		Permite al usuario crear archivos planos con extensión .ASC
Actor		Jefe de Área y Analistas
Pre-Condición		La plantilla debe cumplir con las especificaciones descritas en el manual de usuario, para realizar el procedimiento correctamente.
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe estar ubicado en la plantilla, con los datos completos de la muestra.
	2	El usuario accede a la opción de Generar Archivo.
	3	Él debe seleccionar la opción Archivo Plano.
4	El archivo plano es generado correctamente	
Excepcional	Paso	Acción
	1	Se debe verificar que los datos de la plantilla estén correctos.
Post-Condición		El archivo plano es correcto.

Fuente: Autor

Tabla 10. Caso de Uso Crear archivo PDF

Ítem		Definición
Caso de Uso		Crear archivo PDF
Descripción		Permite al usuario crear archivos planos con extensión .PDF
Actor		Jefe de Área y Analistas
Pre-Condición		La plantilla debe estar completada con la información para realizar el procedimiento.
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe estar ubicado en la plantilla, con los datos completos de la muestra.
	2	El usuario accede a la opción de Generar Archivo.
3	Él debe seleccionar la opción PDF.	
Excepcional	Paso	Acción
	1	Se debe verificar que los datos de la plantilla estén correctos.
Post-Condición		El archivo generado es correcto.

Fuente: Autor

Tabla 11. Caso de Uso Crear archivo Excel

Ítem		Definición
Caso de Uso		Crear archivo Excel
Descripción		Permite al usuario crear archivos planos con extensión .xls*
Actor		Jefe de Área y Analistas

F-DC-128

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO
EN MODALIDAD DE PRÁCTICA

VERSIÓN: 1.0

Pre-Condición	La plantilla debe estar completada con la información para realizar el procedimiento.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe estar ubicado en la plantilla, con los datos completos de la muestra.
	2	El usuario accede a la opción de Generar Archivo.
	3	Él debe seleccionar la opción Excel.
Excepcional	Paso	Acción
	1	Se debe verificar que los datos de la plantilla estén correctos.
Post-Condición	El archivo generado es correcto.	

Fuente: Autor

4.3.1.6 Caso de Uso Limpiar plantilla

Tabla 12. Caso de Uso Limpiar plantilla

Ítem	Definición	
Caso de Uso	Limpiar plantilla	
Descripción	Permite al usuario limpiar la plantilla	
Actor	Jefe de Área y Analistas	
Pre-Condición	La plantilla debe estar con sus respectivos datos.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe estar ubicado en la plantilla, con los datos completos de la muestra.
	2	El usuario accede a la opción Limpiar plantilla.
Post-Condición	La plantilla está vacía.	

Fuente: Autor

4.3.1.7 Caso de Uso Salir

Tabla 13. Caso de Uso Salir

Ítem	Definición	
Caso de Uso	Salir de la aplicación	
Descripción	Permite al usuario salir de la aplicación	
Actor	Jefe de Área y Analistas	
Pre-Condición	Debe haber ingresado a la herramienta informática.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario está dentro del programa.
	2	El usuario cierra la aplicación.
Post-Condición	El usuario ha salido de la aplicación.	

Fuente: Autor

Interfaz gráfica

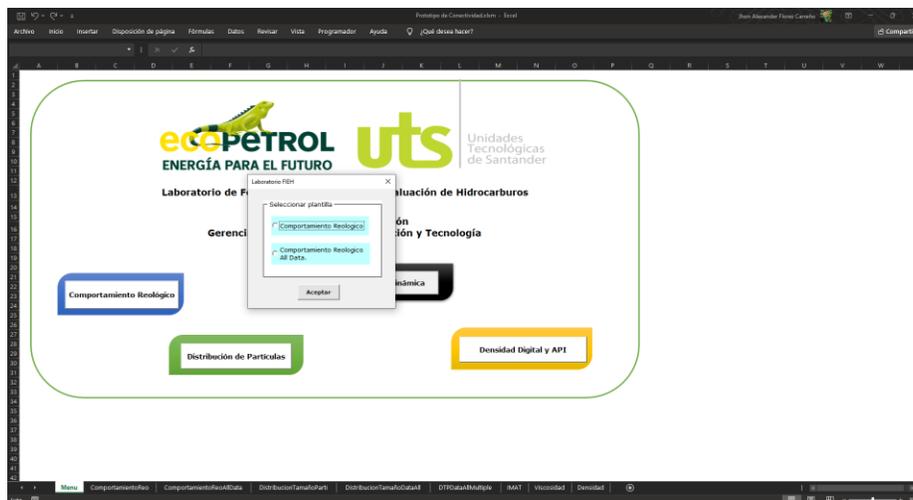
Seguidamente, se presenta el diseño de interfaz de la herramienta informática con el que el usuario va a interactuar.

Figura 2. Menú principal de la herramienta informática.



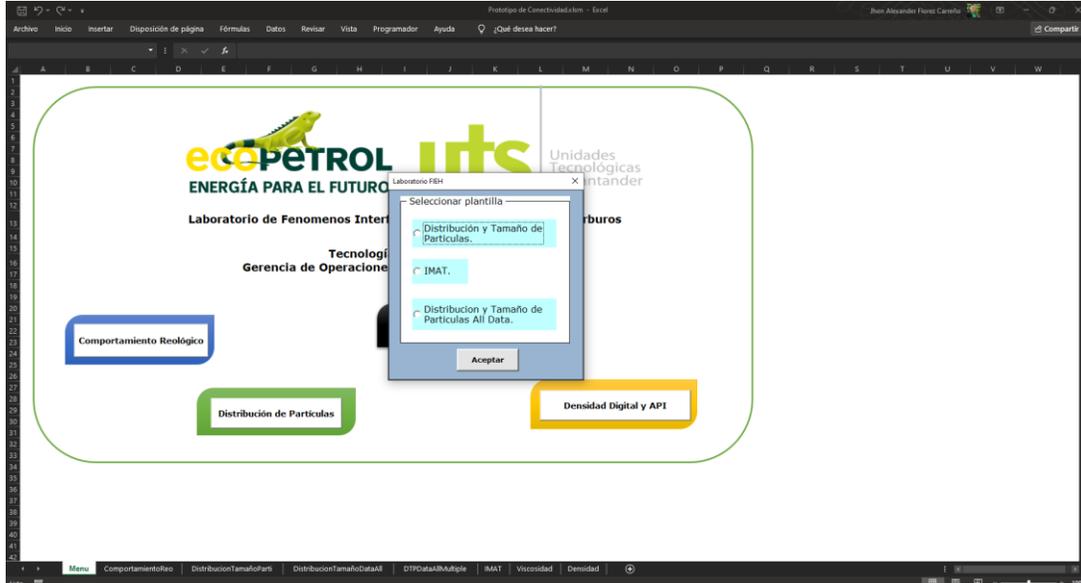
Fuente: Autor

Figura 3. Ventana de Selección del método de Comportamiento reológico



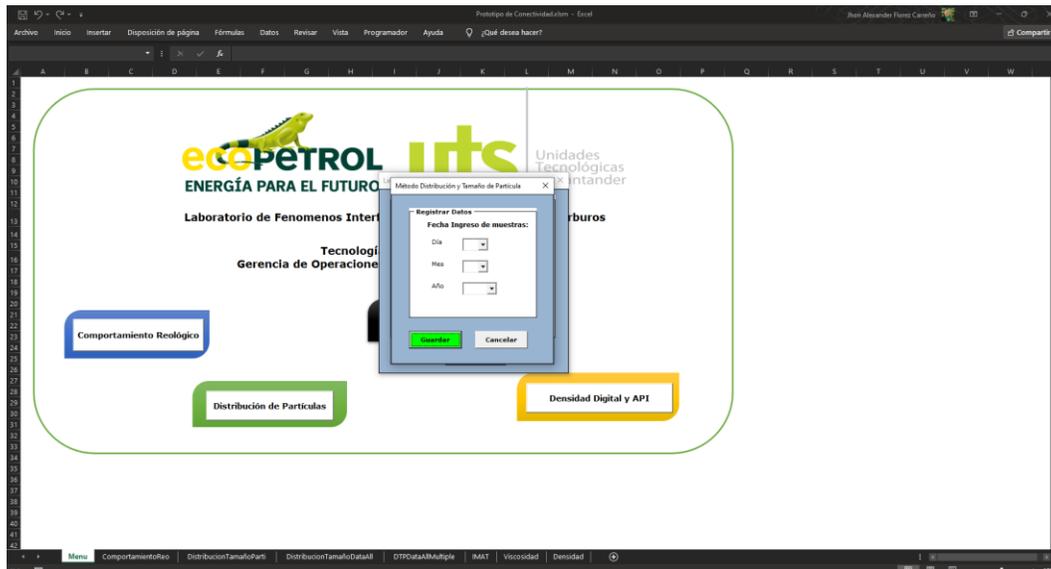
Fuente: Autor

Figura 4. Ventana de Selección del método de distribución Tamaño de partículas



Fuente: Autor

Figura 5. Formulario información básica de la prueba de distribución tamaño de partículas, Comportamiento reológico, viscosidad y densidad.



Fuente: Autor

Figura 6. Plantilla de resultados del método analítico Comportamiento Reológico

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'Formato Resultados Comportamiento Reológico de Fluidos'. The spreadsheet is divided into several sections:

- Header:** Includes the 'Ecopetrol' logo, the title 'Formato Resultados Comportamiento Reológico de Fluidos', and the department 'Tecnología & Innovación, Gerencia de Operaciones de Innovación y Tecnología'. It also lists 'Elaborado 21/07/2021' and 'Versión:'.
- Equipment Section:** Labeled 'Equipo de Medición', it specifies 'MCR-72' and includes a small image of the device.
- Metadata Section:** Contains fields for 'Fecha Ingreso Muestras: 3/04/2022', 'Fecha Análisis:', 'Análisis realizados por:', 'Submission:', 'Sub-Solicitud:', and 'Cliente/Proyecto:'.
- Data Table:** A table with columns 'Muestra', 'Sample ID', and 'shear rate s-1'. The table is currently empty, with only the headers filled in.
- Observations:** A column labeled 'Observaciones' for recording notes.
- Footer:** A small disclaimer text at the bottom of the page.

Fuente: Autor

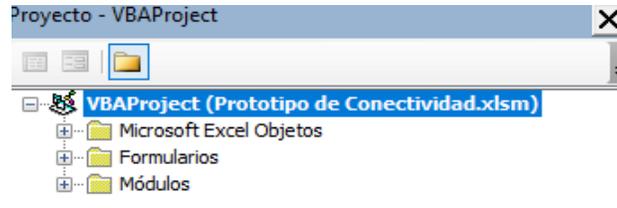
Figura 7. Plantilla de resultados del método analítico Comportamiento Reológico Toda la data

This screenshot shows a similar Excel spreadsheet template, but with the following differences:

- Equipment:** The 'Equipo de Medición' is now 'Reómetro AR 1500-2'.
- Data Table:** The table for 'Muestra' and 'Sample ID' is significantly larger, providing 15 rows for data entry.
- Header:** The title is 'Formato Resultados Comportamiento Reológico de Fluidos Data completa'.

Fuente: Autor

Figura 13. Estructura de carpetas en VBA



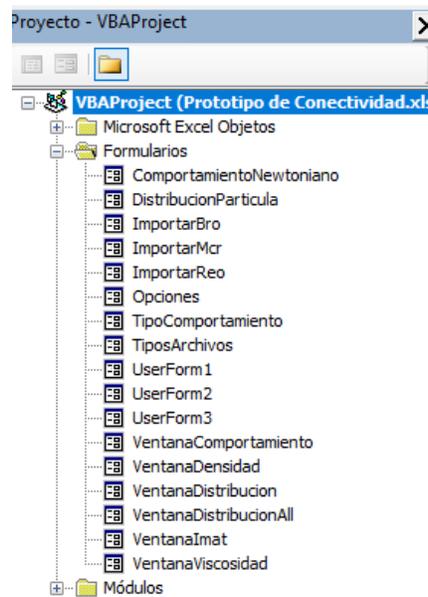
Fuente: Autor

Figura 14. Hojas activas de Excel



Fuente: Autor

Figura 15. Formularios



Fuente: Autor

Figura 16. Módulos



Fuente: Autor

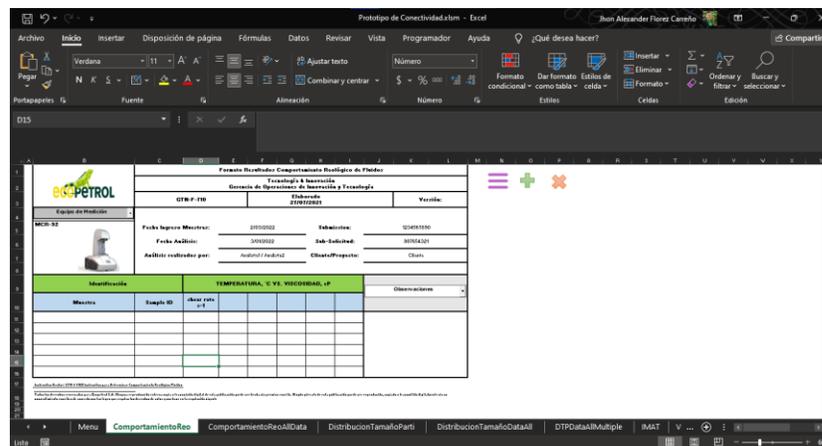
Funcionalidades del prototipo

Durante el desarrollo de la práctica se realizaron los métodos de comportamiento reológico, distribución de tamaño de partículas, Viscosidad y densidad además del prototipo desarrollado en la etapa anterior, el cual nos permite hacer la transferencia automática de datos al software en base a los requerimientos funcionales y a la necesidad del usuario.

4.4.2.1 Plantilla Comportamiento Reológico Data general

- Una vez abierta la aplicación y llenado el formulario de inicio se tendrá la interfaz gráfica de la plantilla de las muestras de comportamiento reológico.

Figura 17. Plantilla comportamiento reológico desarrollo

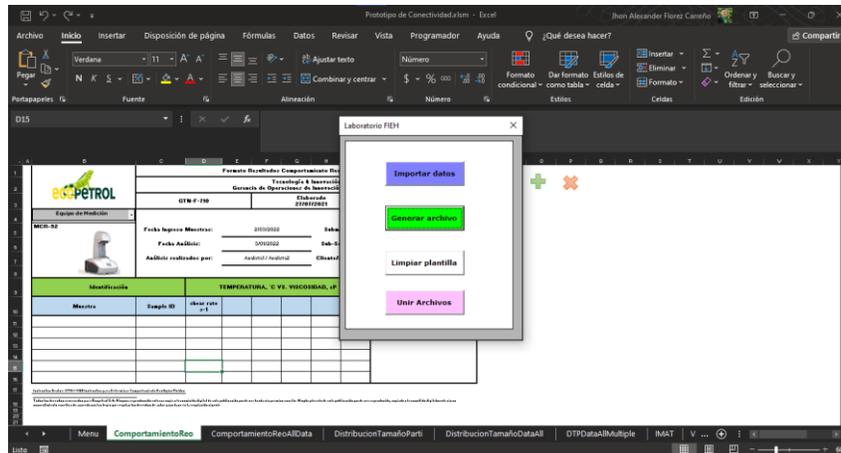


Fuente: Autor

En la cual se insertarán los datos de manera automática evitando así errores en la digitación de los datos

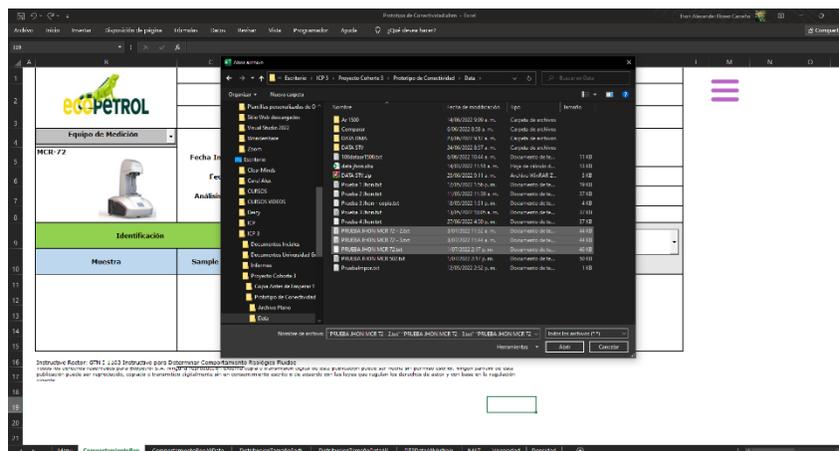
- Teniendo la plantilla lista se procede a insertar los datos previamente exportados del software del equipo empleado para el análisis o método, el cual se encuentra en formato .txt.

Figura 18. Menú de datos Comportamiento reológico



Fuente: Autor

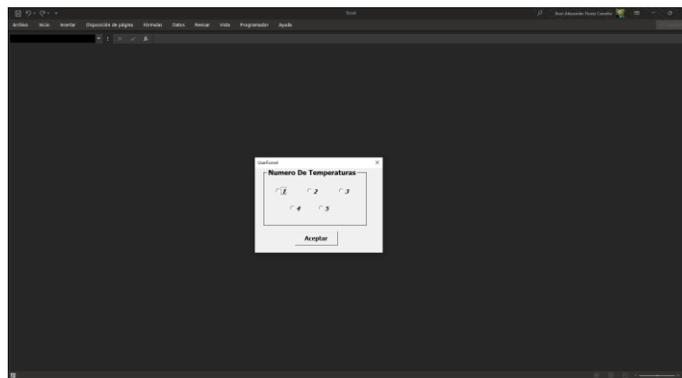
Figura 19. Ventana selección de archivos .dtxa comportamiento reológico



Fuente: Autor

- Una vez se seleccionan los archivos a importar aparecerá una ventana en la cual preguntará el número de temperaturas que desea importar teniendo en cuenta la exportación de las temperaturas del respectivo software tal como se muestra en la siguiente imagen (imagen 20) además de que esta aparecerá por cada archivo que se seleccionó.

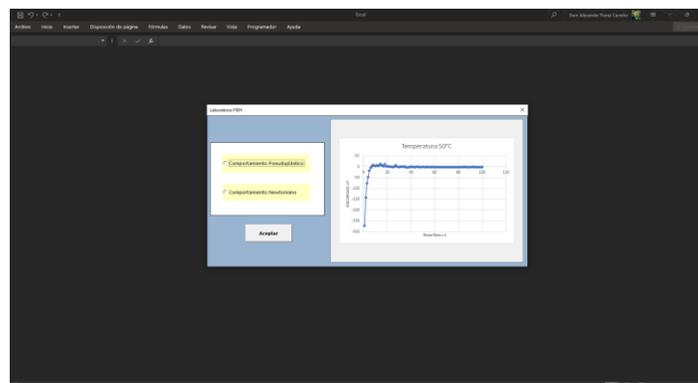
Figura 20. Ventana selección de temperaturas comportamiento reológico



Fuente: Autor

- Seguidamente aparecerá otra ventana en la cual se debe seleccionar el tipo de comportamiento que se presenta en esa muestra con su respectiva temperatura indicada en el título de la gráfica la cual ayudará al funcionario a determinar el tipo de comportamiento

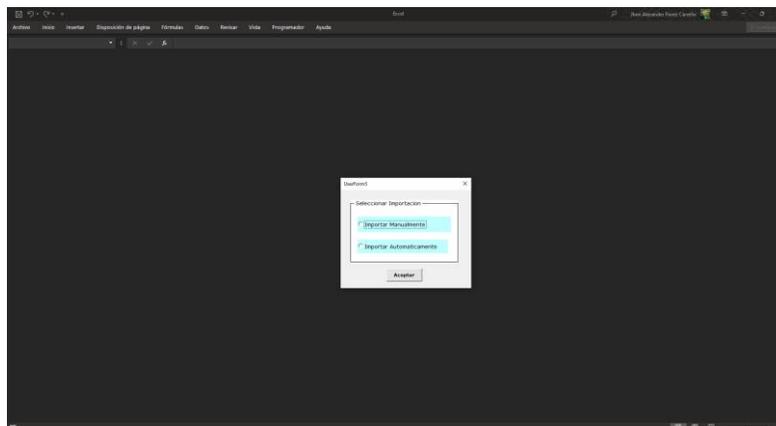
Figura 21. Ventana de selección de comportamiento y grafica para el análisis



Fuente: Autor

- Una vez seleccionado el comportamiento si se selecciono pseudoplastico aparecerá una ventana (imagen 22) en la cual pedirá seleccionar si desea importar los datos manualmente (imagen 23) o automáticamente así mismo si selecciona comportamiento newtoniano nos saldrá una ventana (imagen 24) en la cual deberá elegir el rango para hallar el promedio

Figura 22. Ventana de selección importación manual o automática



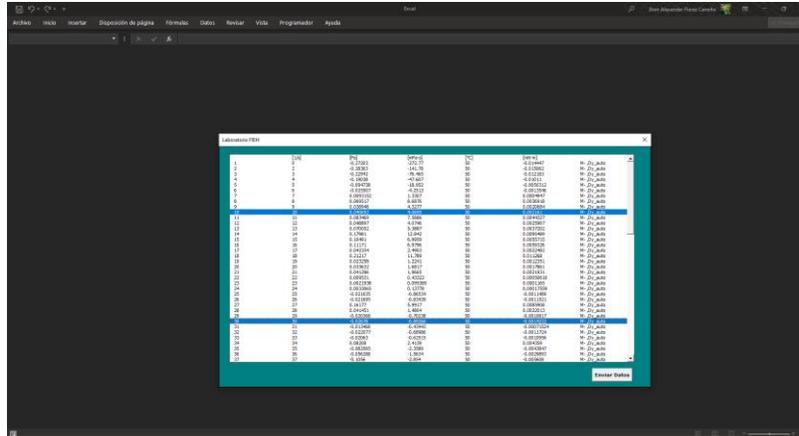
Fuente: Autor

Figura 23. Ventana de selección de datos para el método Pseudoplastico

t[s]	F[N]	delta [m]	F[CT]	delta [m]	Method
1	0	-0.2203	172.77	50	-0.004847
2	2	-0.28362	141.78	50	-0.005963
3	2	-0.22942	76.465	50	-0.002283
4	4	-0.2928	47.607	50	-0.00511
5	5	-0.094758	18.952	50	-0.002022
6	6	0.000000	4.213	50	0.000000
7	7	0.009153	1.3357	50	0.004847
8	8	0.009521	8.6876	50	0.002618
9	9	0.00948	4.3277	50	0.002684
10	10	0.00962	4.6865	50	0.00311
11	11	0.009489	7.5886	50	0.004217
12	12	0.00887	4.0786	50	0.002967
13	13	0.00902	3.369	50	0.003767
14	14	0.17981	12.842	50	0.009489
15	15	0.00981	9.969	50	0.005212
16	16	0.11171	6.976	50	0.005026
17	17	0.009248	1.4962	50	0.002482
18	18	0.22117	11.789	50	0.011388
19	19	0.009288	1.2651	50	0.002385
20	20	0.009162	8.857	50	0.003961
21	21	0.041296	1.9655	50	0.002781
22	22	0.009121	0.4322	50	0.002616
23	23	0.0021998	0.095385	50	0.0001855
24	24	0.0033665	0.17778	50	0.0007559
25	25	-0.021635	-0.86134	50	-0.001489
26	25	-0.028997	-0.85938	50	-0.002124
27	25	0.00177	0.397	50	0.000008
28	28	0.041451	1.4884	50	0.002013
29	29	-0.020088	-0.76338	50	-0.002017
30	30	-0.02578	-0.9326	50	-0.002122
31	31	-0.012688	-0.53495	50	-0.0012424

Fuente: Autor

Figura 24. Ventana de selección de datos para el método Newtoniano



Fuente: Autor

- Así se tendría el proceso de importación del método comportamiento reológico de manera automática tanto para una temperatura como múltiples temperaturas además de la multiplicidad de muestras en archivos diferentes importadas en una sola selección de archivos

Figura 25. Datos importados automáticamente comportamiento reológico múltiples temperaturas, archivos y equipos

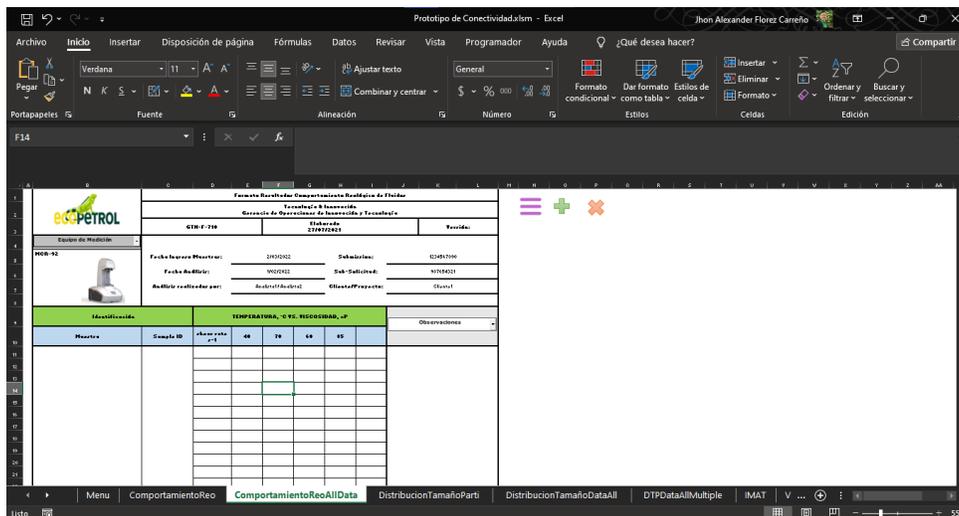
Formato Resultados Comportamiento Reológico de Fluidos														
Tecnología e Innovación														
Gerencia de Operaciones de Innovación y Tecnología														
Equipo de Medición: GTW-F-710														
Fecha Ingreso Muestras: 28/06/2022 2:34:51 p. m.														
Fecha Análisis: 28/06/2022 2:34:51 p. m.														
Análisis realizados por: SHOM RIOS														
Versión: 21/07/2021														
Submision: 50001224														
Sub-Subculti: 22020L_202010-1														
Cliente/Proyecto: ALEXIS BUENO														
Identificación														
Muestra	Sample ID	shear rate s ⁻¹	20	25	35	45	50	55	70	80	90	95	Observaciones	
NMTA SL-PI	22020001	11		-21.818	8.912	7.589								
		31		-4.354	-0.630	-0.434								
		51		-2.466	-1.357	-1.155								
		100		-1.323	-1.030	-1.522								
		1-100						2.072						
NMTA SL-PI	22020002	11							7.589	-21.818	8.912	3.156		
		31							-0.434	-4.354	-0.630	0.012		
		51								-1.155	-2.466	-1.357	-2.057	
		100								-1.522	-1.323	-1.030	-1.019	
		1-100												
NMTA SL-PI	22020003	11	-21.818				7.589							
		31	-4.354				-0.434							
		51	-2.466				-1.155							
		100	-1.323				-1.522							
		1-100												

Fuente: Autor

4.4.2.2 Plantilla Comportamiento Reológico Toda la data

- Una vez abierta la aplicación y llenado el formulario de inicio se tendrá la interfaz gráfica de la plantilla de las muestras de comportamiento reológico para el registro de toda a data para las diferentes temperaturas

Figura 26. Plantilla comportamiento reológico desarrollo para toda la data

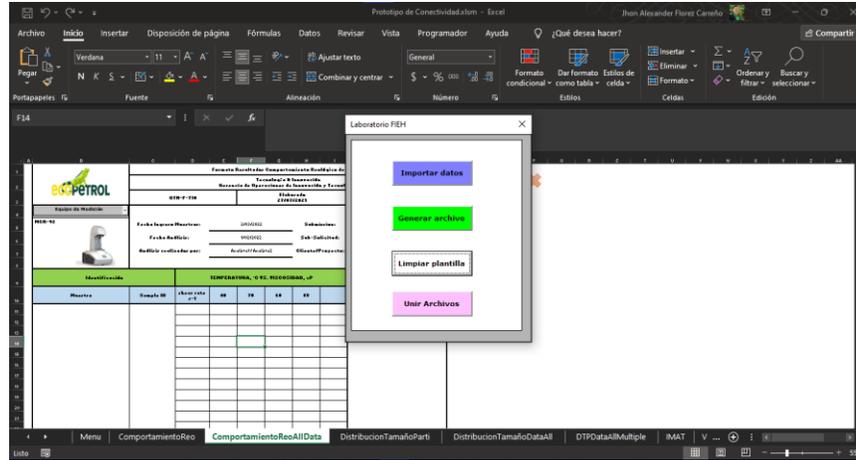


Fuente: Equipo Laboratorio FIR-UTS, 2021, Plantilla

En la cual se insertará los datos de manera automática evitando Así errores en la digitación de los datos.

- Teniendo la plantilla lista se procede a insertar los datos previamente exportados en el software de cada uno de los equipos que realizan las pruebas los analistas en formato .txt esta vez extrayendo toda la data

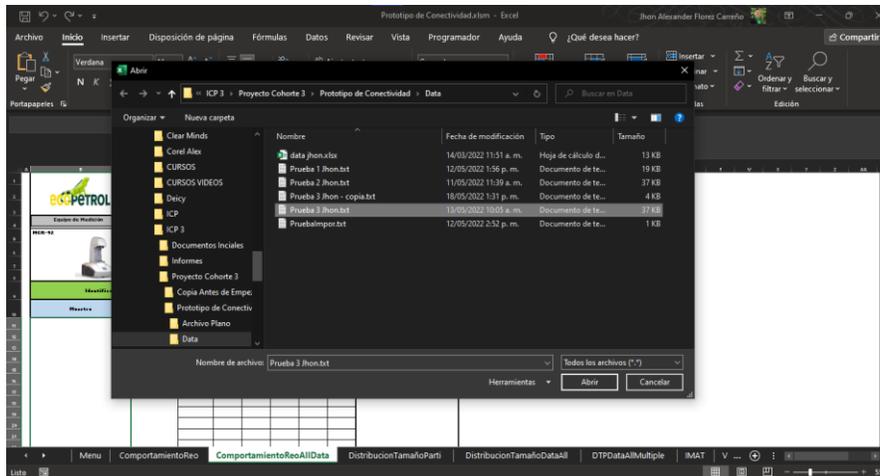
Figura 27. Menú de datos comportamiento reológico Toda la data



Fuente: Autor

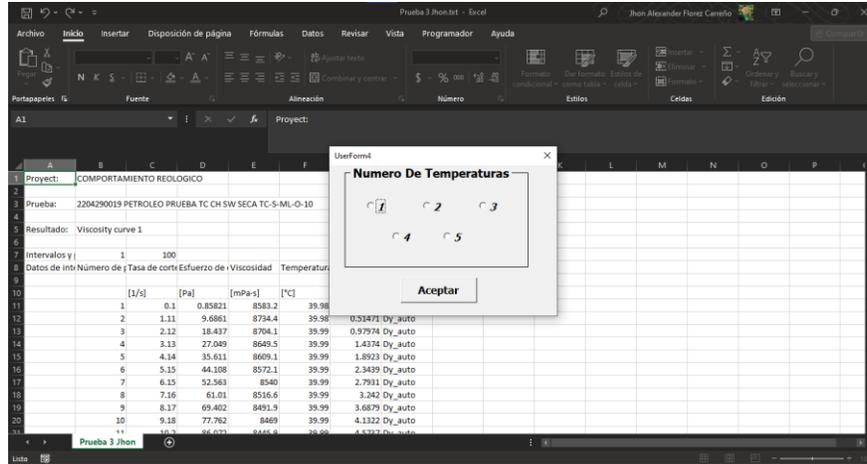
- Se selecciona la opción de importar datos la cual abrirá una ventana (imagen 28) en la cual se debe seleccionar una sola prueba ya que así fue diseñada la herramienta para importar toda la data automáticamente de múltiples temperaturas de un archivo.

Figura 28. Ventana de Selección de archivo .txt exportados del software de la muestra Toda la data



Fuente: Autor

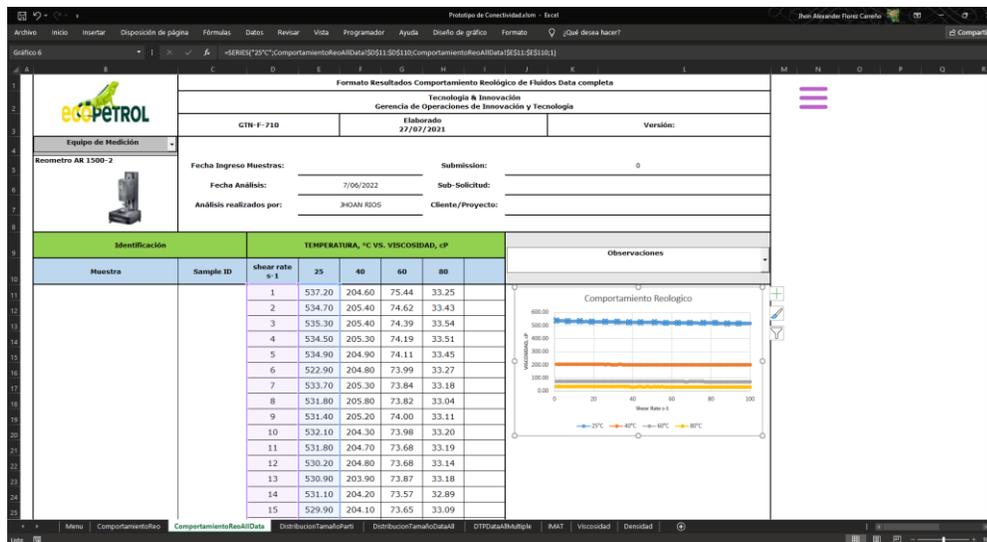
Figura 29. Ventana Selección número de temperaturas



Fuente: Autor

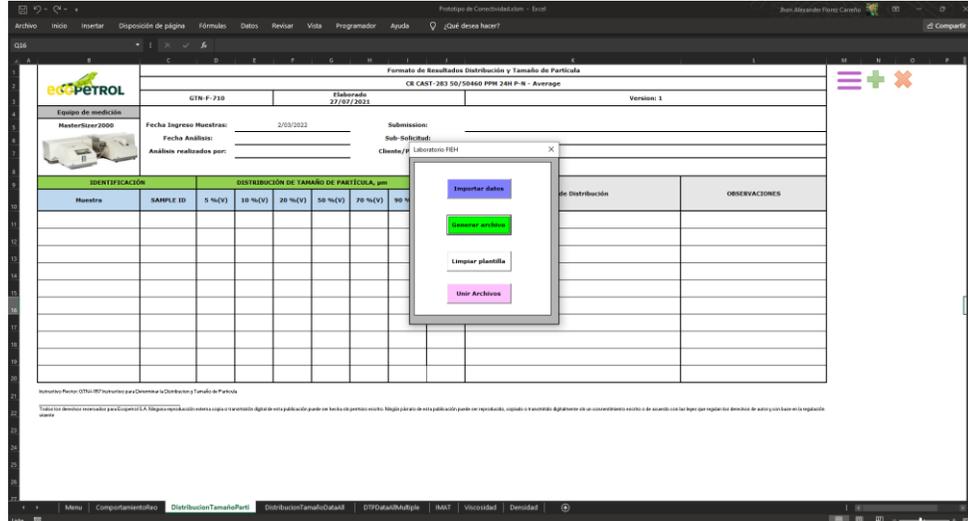
- Una vez seleccionadas las temperaturas la herramienta se encarga de importar toda la data de cada una de las temperaturas y respectivamente hacer una gráfica con cada data de las temperaturas en tiempo real con los datos

Figura 30. Plantilla Comportamiento reológico con Toda la data de la prueba importados automáticamente y su grafica en tiempo real



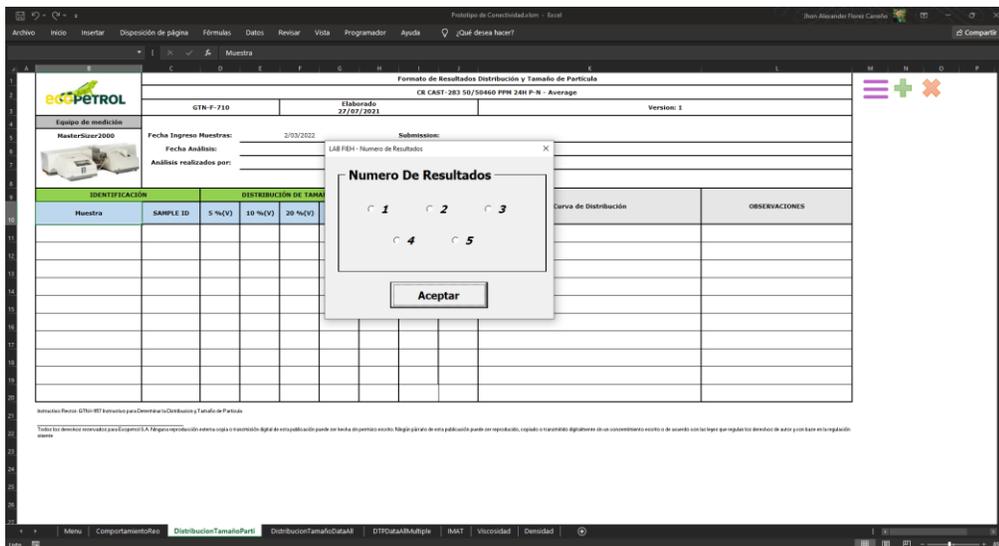
Fuente: Autor

Figura 32. Plantilla distribución tamaño de partículas Menú de datos



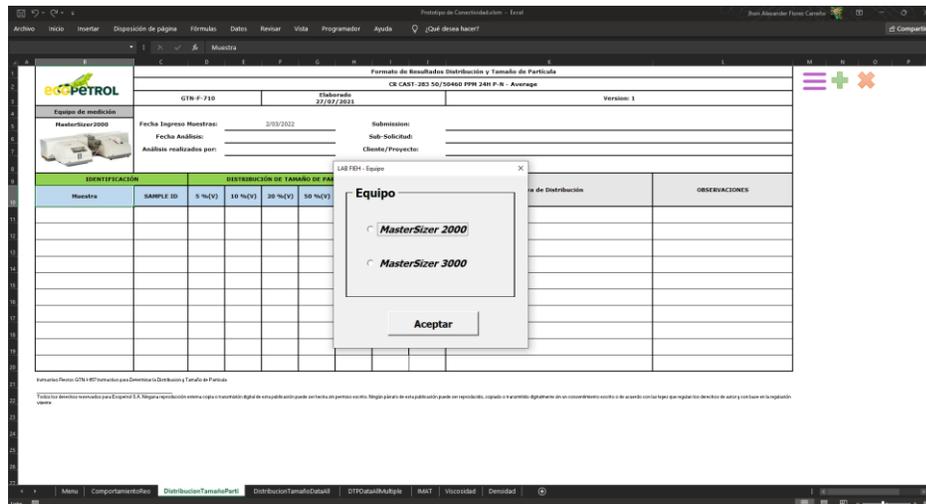
Fuente: Autor

Figura 33. Ventana de Selección de Numero de resultados a importar



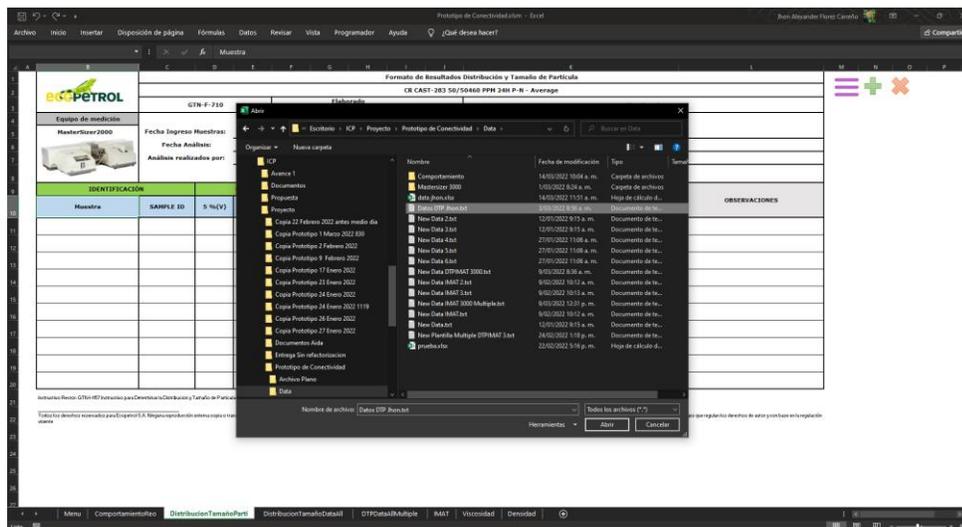
Fuente: Autor

Figura 34. Ventana de selección del equipo donde se exporto la data



Fuente: Autor

Figura 35. Ventana de selección del archivo .txt exportado del equipo



Fuente: Autor

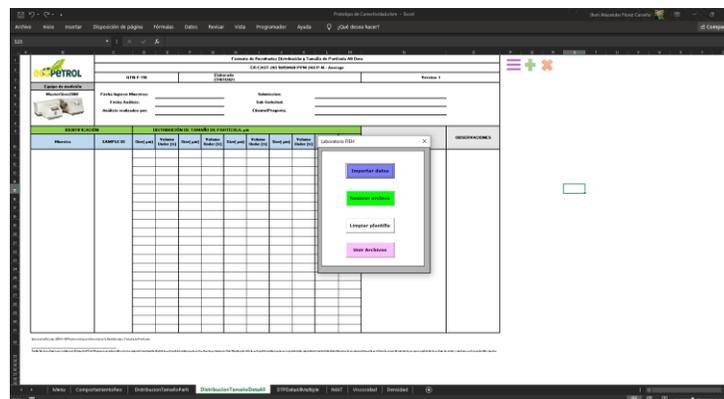
Figura 37. Plantilla distribución tamaño de partículas desarrollo para toda la data

Fuente: Equipo Laboratorio FIR-UTS, 2021, Plantilla

En la cual se insertará los datos de manera automática evitando Así errores en la digitación de los datos

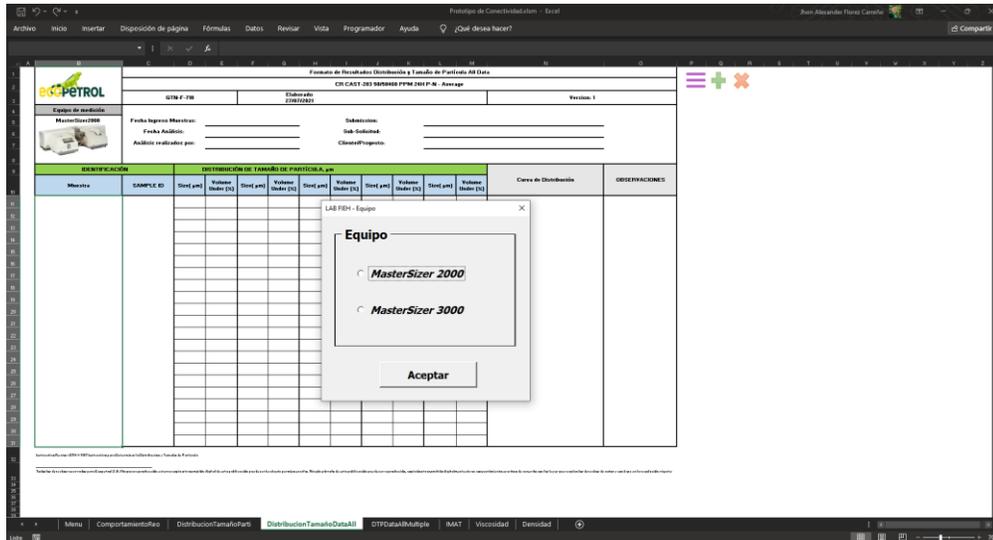
- Teniendo la plantilla lista se procederá a insertar los datos previamente exportados en el software que realizan las pruebas los analistas en formato .txt esta vez extrayendo toda la data.

Figura 38. Menú de datos Toda la data



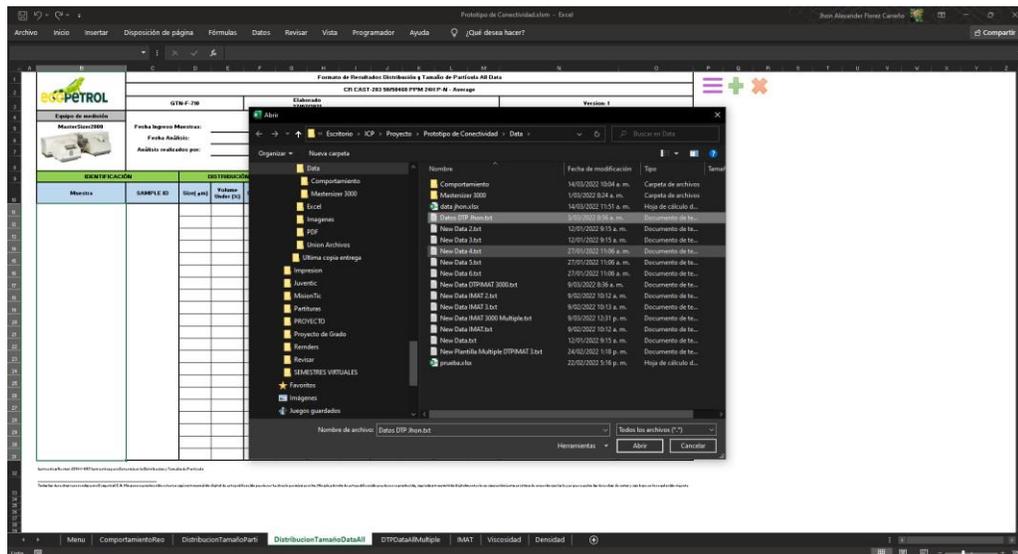
Fuente: Autor

Figura 39. Ventana selección equipo plantilla toda la data



Fuente: Autor

Figura 40. Ventana de Selección de archivo .txt exportados del software de la muestra
Toda la data



Fuente: Autor

- Una vez seleccionado el archivo y el tipo de grafico se hace la inserción de manera automática de los datos con sus respectivas graficas seleccionadas por el analista.

4.4.2.5 Plantilla Distribución Tamaño de partículas IMAT

- Una vez abierta la aplicación y llenado el formulario de inicio se tendra la interfaz gráfica de la plantilla para muestras de catalizadores y su reporte de resultados de distribución tamaño de partícula llamado IMAT es particular, ya que los datos son reportados con granulometrías determinadas, las cuales han sido concertadas con el cliente.

Figura 43. Plantilla distribución tamaño de partículas IMAT

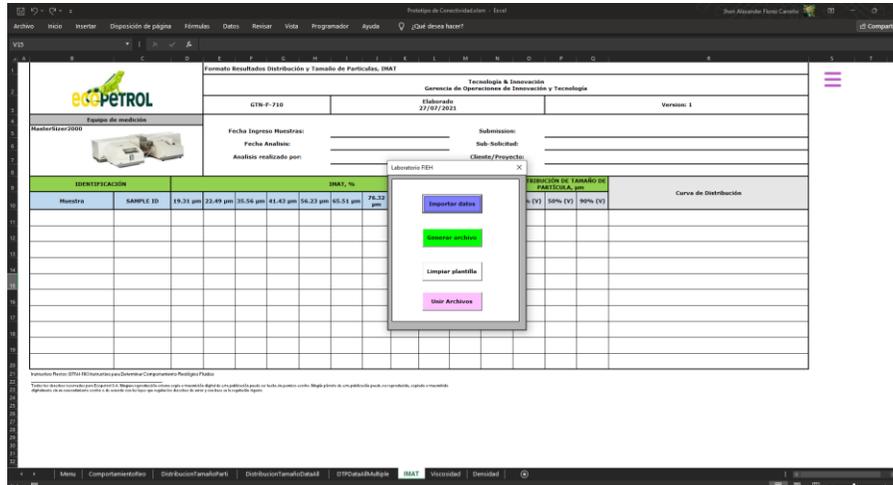
The screenshot shows a software window titled 'Formato Resultados Distribución y Tamaño de Partículas, IMAT'. It contains a header with the 'Ecopetrol' logo and 'Tecnología & Innovación' text. Below the header are fields for 'Equipo de medición' (Muestra/Sizer 2000), 'Fecha Ingreso Muestra', 'Fecha Analisis', 'Analisis realizado por', 'Submision', 'Sub-Solicitud', and 'Cliente/Proyecto'. The main part of the form is a table with columns for 'IDENTIFICACIÓN', 'Muestra', 'SAMPLE ID', and 'DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE PARTÍCULA, µm'. The table has 10 columns for particle size ranges (19.31 µm to 163.77 µm) and 3 columns for cumulative percentages (10%, 50%, 90%). A 'Curva de Distribución' column is also present. The bottom of the window shows a menu bar with options like 'Compartimentado', 'DistribucionAmatOferta', 'DistribucionAmatDetalle', 'DPPCAtaMultiple', 'IMAT', 'Visibilidad', and 'Densidad'.

Fuente: Equipo Laboratorio FIR-UTS, 2021, Plantilla

En la cual se insertará los datos de manera automática evitando
Así errores en la digitación de los datos

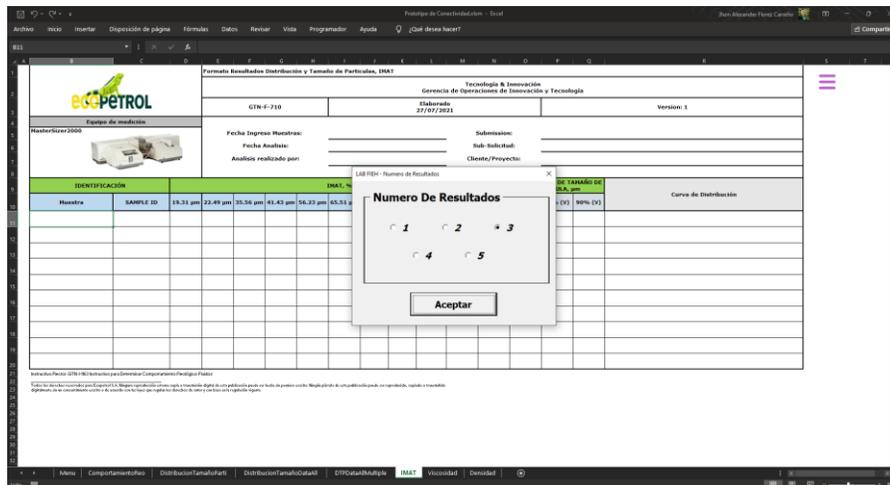
- Teniendo la plantilla lista se procederá a insertar los datos previamente exportados en el software en formato .txt esta vez extrayendo toda la data.

Figura 44. Menú de datos IMAT



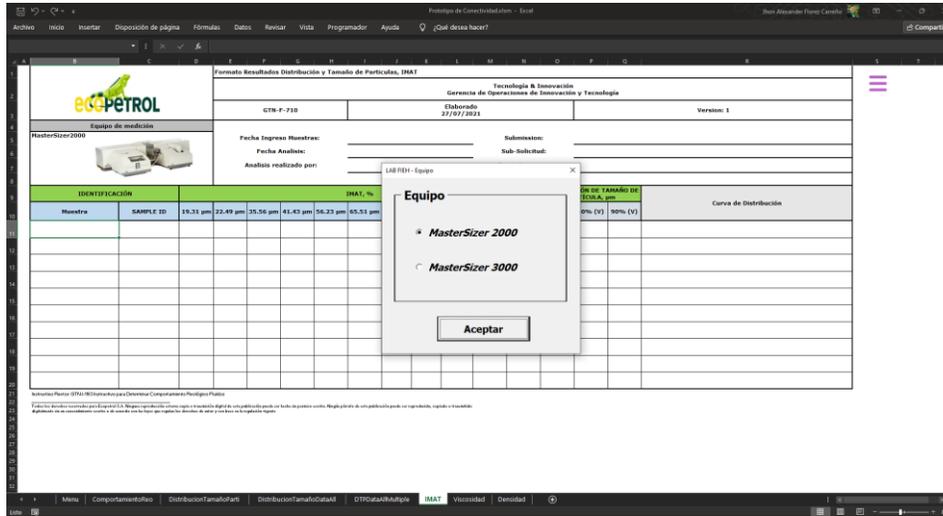
Fuente: Autor

Figura 45. Ventana selección número de Resultados a importar IMAT



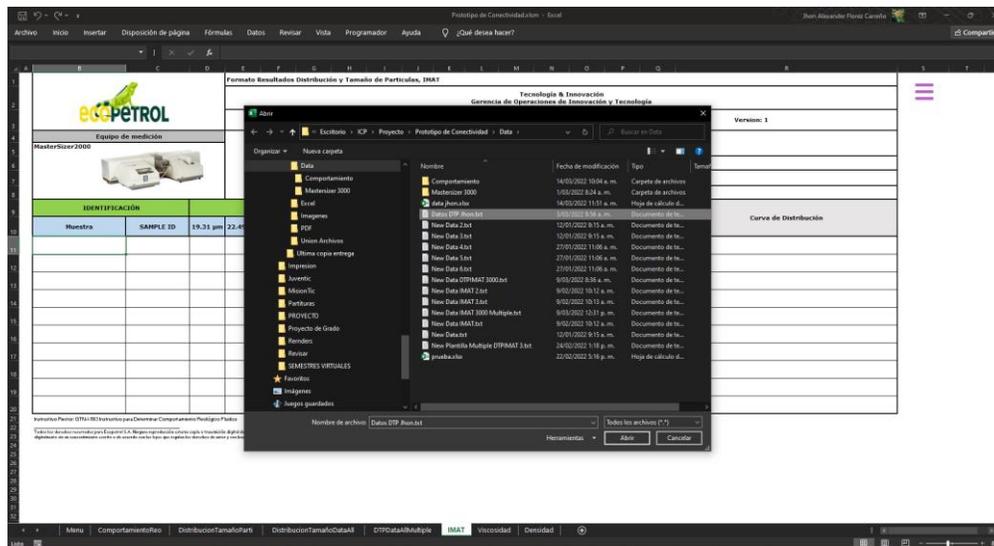
Fuente: Autor

Figura 46. Ventana selección equipo Plantilla IMAT



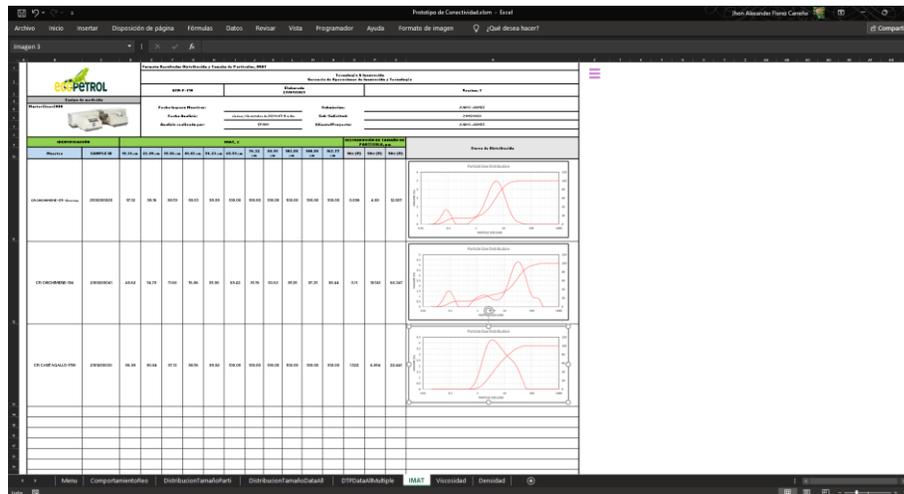
Fuente: Autor

Figura 47. Ventana de selección del archivo .txt exportado del equipo



Fuente: Autor

Figura 48. Datos insertados automáticamente en la plantilla IMAT



Fuente: Autor

- Una vez seleccionado el archivo y equipo se hace la inserción de manera automática de los datos con sus respectivas graficas seleccionadas por el analista.

4.4.2.6 Plantilla Método Densidad y Viscosidad

- Para la realización de la importación de datos automáticamente en los métodos de densidad y viscosidad se realizó una investigación a fondo de los equipos utilizados para estos métodos ya que estos no cuentan con un equipo de cómputo independiente la cual permita la exportación de los resultados.

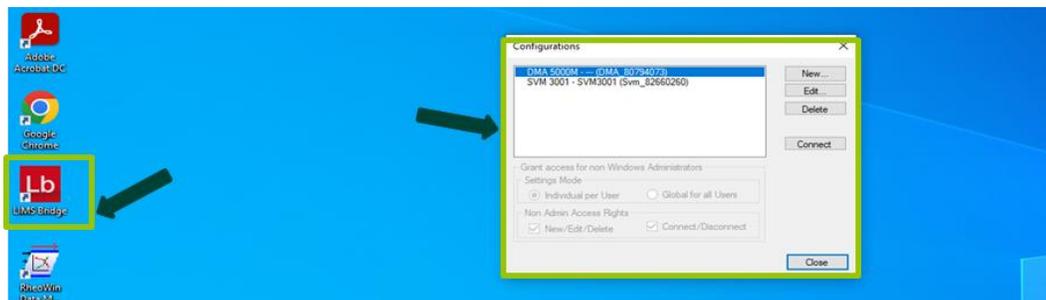
Durante este proceso de análisis a nivel de equipos se encontró un software original de la marca de dichos equipos el cual permite la exportación de resultados automáticamente por medio de la red empresarial así mismo se almacena en el equipo en el que se haya

instalado haciendo también una mejora ya que solo se necesitaría un solo equipo que esté conectado a la red y configurado correctamente a los equipos de dicha marca.

Cabe resaltar que cada uno de estos equipos de medición deben contar con una conexión a punto de red que permita las transferencias de datos, esto se logró haciendo una solicitud a los encargados de la red empresarial la cual brindaron permisos para dicha transferencia con la asignación de ip reservadas para estas y con permisos en los respectivos firewalls de la empresa

En las siguientes imágenes se pudo evidenciar el software el cual se instaló en un equipo del laboratorio que además recibirá toda la información de las muestras de los equipos de densidad y viscosidad que seguidamente serán importados de manera automática a la plantilla de resultados y su generación de archivo plano para la conectividad al ambiente de calidad Labvantage

Figura 49. Software LIMS Bridge Antoo Parr Densidad y Viscosidad



Fuente: Autor

Figura 50. Carpeta de resultados Método Viscosidad

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Data_MZ_TZK1 EN 80_20_4	28/06/2022 1:34 p. m.	Documento de te...	1 KB
Data_MZ_TZK1 EN 80_20_3	28/06/2022 1:32 p. m.	Documento de te...	1 KB
Data_MZ_TZK1 EN 80_20_2	28/06/2022 1:31 p. m.	Documento de te...	1 KB
Data_MZ_TZK1 EN 80_20	28/06/2022 1:30 p. m.	Documento de te...	1 KB
Data_Me DIESEL CC_2	28/06/2022 1:28 p. m.	Documento de te...	1 KB
Data_Me DIESEL CC	28/06/2022 1:27 p. m.	Documento de te...	1 KB
Data_STD D10 CC_2	28/06/2022 1:26 p. m.	Documento de te...	1 KB
Data_STD D10 CC	28/06/2022 1:24 p. m.	Documento de te...	1 KB
Data_MZ36 CR OAM VAS T45601_3	28/06/2022 1:23 p. m.	Documento de te...	1 KB
Data_MZ36 CR OAM VAS T45601_2	28/06/2022 8:43 a. m.	Documento de te...	1 KB
Data_MZ36 CR OAM VAS T45601	28/06/2022 8:41 a. m.	Documento de te...	1 KB
Data_MZ_TZK1 20_80	24/06/2022 8:19 a. m.	Documento de te...	1 KB
Data_MZ_TZK1 EN 20_80	24/06/2022 8:18 a. m.	Documento de te...	1 KB
Data_MZ_TZ-K1 20_80_2	23/06/2022 4:27 p. m.	Documento de te...	1 KB
Data_MZ_TZ-K1 20_80	23/06/2022 4:23 p. m.	Documento de te...	1 KB
Data_Agua Destilada_3	23/06/2022 3:27 p. m.	Documento de te...	1 KB

Fuente: Autor

Figura 51. Carpeta de resultados Método Densidad

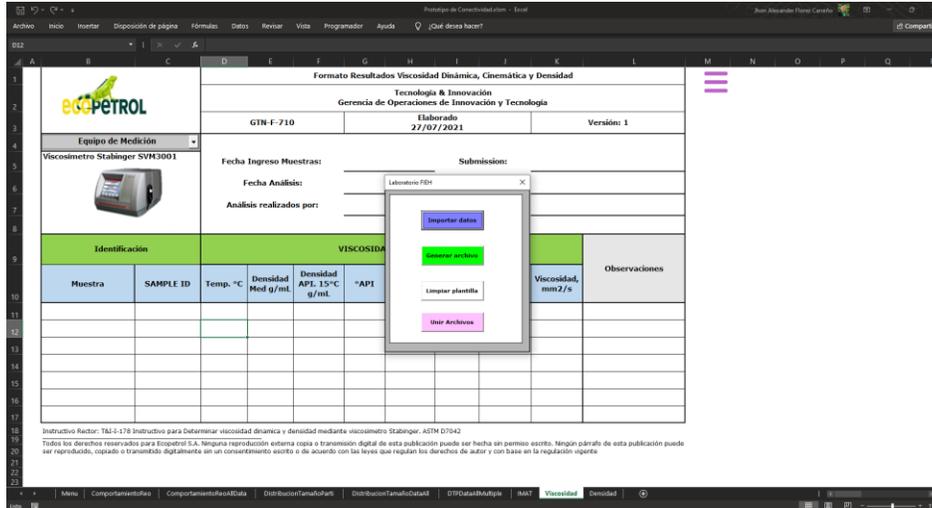
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
CUPIAGUA 50% NGL 50% M11 MEDIO	16/06/2022 8:32 a. m.	Documento de te...	1 KB
CUPIAGUA 50% NGL 50% M11 MEDIO_2	16/06/2022 8:32 a. m.	Documento de te...	1 KB
CUPIAGUA 50% NGL 50% M11 FONDO	16/06/2022 8:33 a. m.	Documento de te...	1 KB
CUPIAGUA 50% NGL 50% M11 FONDO_2	16/06/2022 8:33 a. m.	Documento de te...	1 KB
ASTMD4052 DIESEL CC	16/06/2022 8:33 a. m.	Documento de te...	1 KB
ASTMD4052 DIESEL CC_2	16/06/2022 8:33 a. m.	Documento de te...	1 KB
CUPIAGUA 25% NGL 75% M12 TOPE	16/06/2022 8:33 a. m.	Documento de te...	1 KB
CUPIAGUA 25% NGL 75% M12 TOPE_2	16/06/2022 8:33 a. m.	Documento de te...	1 KB
CUPIAGUA 25% NGL 75% M12 MEDIO	16/06/2022 8:34 a. m.	Documento de te...	1 KB
CUPIAGUA 25% NGL 75% M12 MEDIO_2	16/06/2022 8:34 a. m.	Documento de te...	1 KB

Fuente: Autor

Como se puede ver en la imagen anterior los archivos de texto son los resultados de cada prueba que se hizo en los dispositivos de los métodos viscosidad y densidad que se utilizaran para la realización de informes y conectividad.

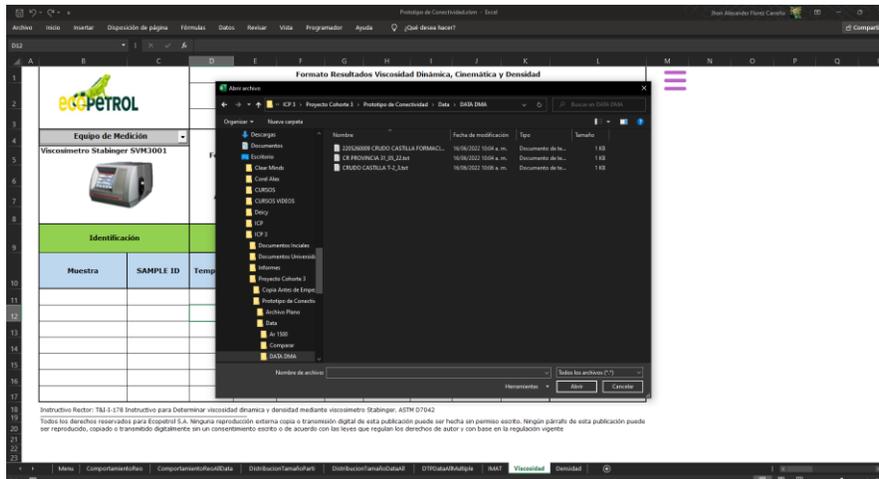
- Una vez abierta la aplicación y llenado el formulario de inicio se tendrá la interfaz gráfica de la plantilla densidad en la cual importaremos múltiples archivos de muestras realizadas además la conectividad se realizó haciendo una investigación adicional en la que centro en la transferencia de datos.

Figura 54. Menú de importación de datos Viscosidad y densidad



Fuente: Autor

Figura 55. Selección de múltiples resultados para viscosidad y Densidad



Fuente: Autor

- Seguidamente la herramienta después de seleccionar los resultados se importará automáticamente en la respectiva plantilla y en lugar que corresponde cada uno de estos

Figura 56. Plantilla método viscosidad datos importados automáticamente

Identificación		VISCOSIDAD DE FLUIDOS								Observaciones
Muestra	SAMPLE ID	Temp. °C	Densidad Med g/ml	Densidad API, 15°C g/ml	*API	shear rate s-1	Esfuerzo Pa	Viscosidad, mPa.s @ cP	Viscosidad, mm2/s	
MZ TX1 20/80	2205518878	30	0.8808	0.8913	0.8922	516.3600	5.6250	10.89	12.37	

Fuente: Autor

Figura 57. Plantilla método Densidad datos importados automáticamente

Identificación		DENSIDAD				Observaciones
Muestra	Sample ID	Temperatura °C	Densidad g/ml	Densidad API, 15°C g/ml	*API	
Muestra 1	2022070523	70	0.955	0.990	11.404	
Muestra 2	2022070524	20	0.910	0.914	23.276	
Muestra 3	2022070525	70	0.978	1.011	8.312	

Fuente: Autor

- Así culminaría la importación de datos de los métodos de viscosidad y densidad en la cual faltaría el proceso de generación de archivo plano para la conectividad para el Silab Labvantage.

4.4.2.7 Generador Archivo Texto Plano Conectividad Ambiente de calidad Silab Labvantage para los métodos analíticos Comportamiento reológico, Tamaño de partículas, Viscosidad y Densidad

- Una vez realizado el proceso de importación de los datos en cada una de las plantillas de los métodos se desarrolla la generación del archivo de texto plano de manera automática para el ambiente de calidad Silab Labvantage de los métodos analíticos. El siguiente proceso se realiza de la misma manera para cada una de las plantillas eso sí que cuenten con datos respectivos del análisis y con las condiciones generadas de conectividad nombradas en los manuales de usuario.

Figura 58. Plantilla Con datos para la generación de archivo de texto plano conectividad

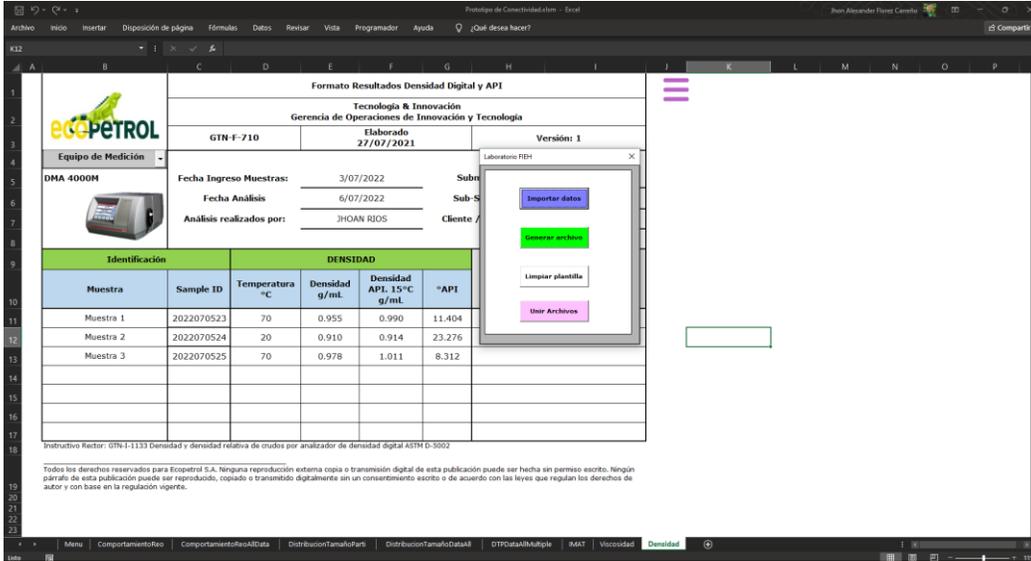
Formato Resultados Densidad Digital y API					
					
Tecnología & Innovación Gerencia de Operaciones de Innovación y Tecnología					
GTN-F-710		Elaborado 27/07/2021		Versión: 1	
Equipo de Medición DMA 4000M					
Fecha Ingreso Muestras:		3/07/2022		Submission:	
Fecha Análisis		6/07/2022		Sub-Solicitud:	
Análisis realizados por:		JHOAN RIOS		Cliente / Proyecto: Cliente 1	
Identificación		DENSIDAD			Observaciones
Muestra	Sample ID	Temperatura °C	Densidad g/mL	Densidad API, 15°C g/mL	
Muestra 1	2022070523	70	0.955	0.990	11.404
Muestra 2	2022070524	20	0.910	0.914	23.276
Muestra 3	2022070525	70	0.978	1.011	8.312

Instructivo Rector: GTN-I-1133 Densidad y densidad relativa de crudos por analizador de densidad digital ASTM D-3002

Todos los derechos reservados para Ecopetrol S.A. Ninguna reproducción externa copia o transmisión digital de esta publicación puede ser hecha sin permiso escrito. Ningún párrafo de esta publicación puede ser reproducido, copiado o transmitido digitalmente sin un consentimiento escrito o de acuerdo con las leyes que regulan los derechos de autor y con base en la regulación vigente.

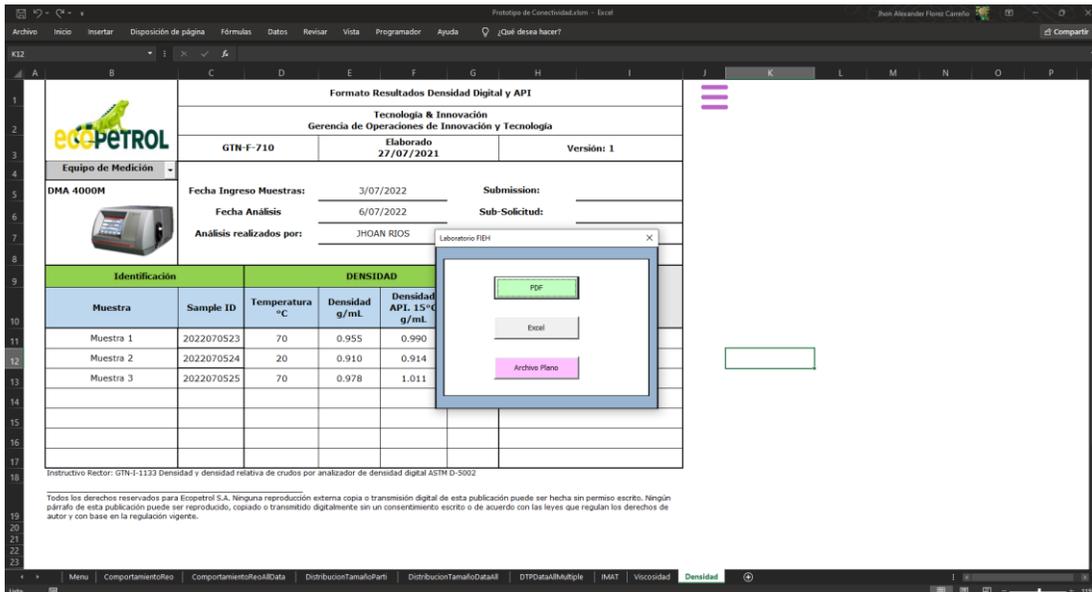
Fuente: Autor

Figura 59. Menú de datos para generación de archivo plano



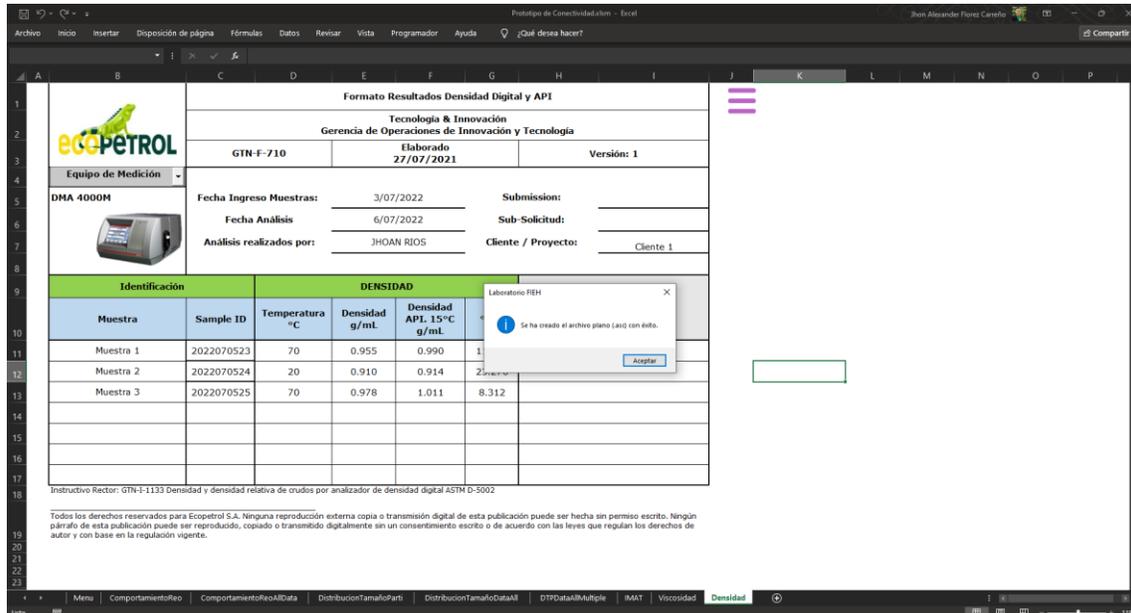
Fuente: Autor

Figura 60. Ventana Generación archivo plano



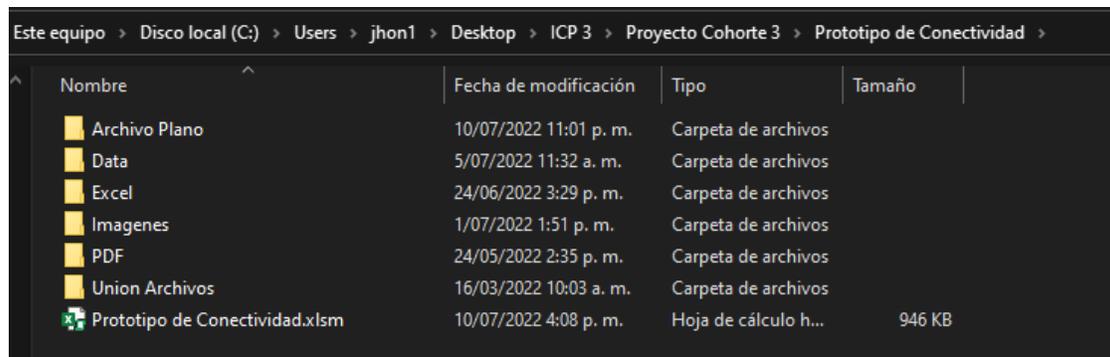
Fuente: Autor

Figura 61. Ventana Confirmación de éxito del archivo texto plano



Fuente: Autor

Figura 62. Explorador de archivos Carpeta donde se generó archivo de texto plano



Fuente: Autor

Figura 63. Archivo plano generado para el método Comportamiento reológico

ID	TEMPERATURA (°C)	VISCOSIDAD (cP)	VELOCIDAD DE DEFORMACION (s-1)
36	45	-1.522	
37	45	-0.666	1-100
38	55	-0.965	1-100
39	55	95	
40	70	7.589	11
41	70	-0.434	31
42	70	-1.155	51
43	70	-1.522	100
44	70	-1.030	100
45	90	-17.579	10
46	80	-21.818	11
47	20	8.912	11
48	20		
49	20		
50	20		
51	20		
52	20		
53	20		
54	20		
55	20		
56	20		
57	20		
58	20		
59	20		
60	20		
61	20		
62	20		
63	20		
64	20		
65	20		
66	20		

Fuente: Autor

Figura 64. Archivo plano generado para el método Tamaño de partículas

ID	Dv (µm)	um
1	SECTION ROW DATA	
2	0.05	0.016
3	0.1	0.0183
4	0.2	0.0221
5	0.5	0.0328
6	0.7	0.0424
7	0.9	0.0611
8	4,3	0.0369
9	OBSERVACIONES N/A Observaciones	
10	0.05	0.0522
11	0.1	0.062
12	0.2	0.0785
13	0.5	0.129
14	0.7	0.18
15	0.9	0.311
16	4,3	0.232
17	OBSERVACIONES N/A Observaciones	
18		

Fuente: Autor

Figura 65. Archivo plano generado para el método Viscosidad

```

1 SECTION ROW DATA
2 2206518878 TEMPERATURA °C 30
3 2206518878 VISCOSIDAD DINAMICA mPas 10.89
4 2206518878 VISCOSIDAD CINEMATICA mm2/s 12.37
5 2206518878 DENSIDAD g/mL 0.8808
6 2206518878 DENSIDAD API A 15°C g/mL 0.8913
7 2206518878 API GRADOS 0.8922
8
9
10

```

Fuente: Autor

Figura 66. Archivo plano generado para el método Densidad

```

1 SECTION ROW DATA
2 2022070523 TEMPERATURA °C 70
3 2022070523 DENSIDAD g/mL 0,955071
4 2022070523 DENSIDAD API A 15°C g/mL 0,98955
5 2022070523 API GRADOS 11,404
6 2022070524 TEMPERATURA °C 20
7 2022070524 DENSIDAD g/mL 0,910335
8 2022070524 DENSIDAD API A 15°C g/mL 0,9137
9 2022070524 API GRADOS 23,276
10 2022070525 TEMPERATURA °C 70
11 2022070525 DENSIDAD g/mL 0,977702
12 2022070525 DENSIDAD API A 15°C g/mL 1,01141
13 2022070525 API GRADOS 8,312
14

```

Fuente: Autor

- Una vez generado el archivo de texto plano este será utilizado para la Importar resultados de las pruebas en el ambiente de calidad Silab Labvantage siguiendo las reglas de archivo de texto plano que utiliza el software

4.4.2.8 Prueba real Conectividad transferencias de datos archivo plano Silab Labvantage

- Durante el proceso de investigación y desarrollo se realizaron pruebas reales de la conectividad de la herramienta al aplicativo principal de reporte de resultados mostrado en las siguientes imágenes y contando con la aprobación de la ingeniera encargada de la conectividad a la plataforma Labvantage

Figura 67. Archivo plano generado de alguno de los métodos para conectividad

```

1 SECTION ROW DATA
2 2202260011 Dv(0.05) um 0.016
3 2202260011 Dv(0.1) um 0.0183
4 2202260011 Dv(0.2) um 0.0221
5 2202260011 Dv(0.5) um 0.0328
6 2202260011 Dv(0.7) um 0.0424
7 2202260011 Dv(0.9) um 0.0611
8 2202260011 D(4,3) um 0.0369
9 2202260011 OBSERVACIONES N/A Observaciones
10 2202250117 Dv(0.05) um 0.0522
11 2202250117 Dv(0.1) um 0.062
12 2202250117 Dv(0.2) um 0.0785
13 2202250117 Dv(0.5) um 0.129
14 2202250117 Dv(0.7) um 0.18
15 2202250117 Dv(0.9) um 0.311
16 2202250117 D(4,3) um 0.232
17 2202250117 OBSERVACIONES N/A Observaciones
18
  
```

Fuente: Autor

Figura 68. Transferencia de datos exitoso Labvantage

Método Analítico	Instancia del Método	DG#	Parámetro	Valor	Unidad
DISTRIBUCION TAMAÑO DE PARTICULA	1	DISTRIBUCION TAMAÑO DE PARTICULA	D(0.25)	0.700	um
			D(0.5)	1.032	um
			D(1.0)	0.072	um
			D(2.0)	10.309	um
			D(3.0)	26.821	um
			D(4.0)	44.094	um
			D(6.3)	21.612	um
			RESERVACIONES	COMERCIO#1	N/A

Fuente: Autor

4.5. Configuración de la herramienta informática para la conectividad y transferencia de datos

La herramienta informática está guardada en cada computador correspondiente al equipo del método analítico en la siguiente ruta: C:\Users\LABFIEHICP\Documentos\Prototipo de Conectividad FIR\Prototipo de conectividad

Dentro de la carpeta Herramienta de Conectividad, van a estar las siguientes carpetas.

Figura 69. Carpeta de la herramienta informáticas.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Archivo Plano	16/03/2022 12:54 p. m.	Carpeta de archivos	
Data	16/03/2022 10:34 p. m.	Carpeta de archivos	
Excel	16/03/2022 7:00 p. m.	Carpeta de archivos	
Imágenes	8/12/2021 7:17 p. m.	Carpeta de archivos	
PDF	16/03/2022 10:51 p. m.	Carpeta de archivos	
Union Archivos	16/03/2022 10:03 a. m.	Carpeta de archivos	
Prototipo de Conectividad.xlsm	16/03/2022 10:53 p. m.	Hoja de cálculo h...	868 KB

Fuente: Autor

- En la cual, la carpeta Archivo plano, es la encargada de almacenar todos los archivos planos generados de los métodos analíticos.
- La carpeta imágenes, va almacenar las ilustraciones de los equipos de medición del laboratorio.
- La carpeta PDF, se van a guardar los archivos con extensión.pdf de la plantilla de la herramienta informática del método analítico que el usuario indique.
- La carpeta Data tendrá los archivos exportados del Mastersizer 2000, mastersizer 3000, Reómetro MCR 92, Reómetro MCR 502, Reómetro MCR 72, Reómetro AR-1500
- La carpeta unión Archivo nos permitirá unir los archivos Excel que se encuentren dentro de ella
- La carpeta Excel tendrá los archivos individuales generados por la herramienta

4.6. Pruebas del prototipo

Durante la etapa de pruebas de la herramienta informática, se verificó su funcionamiento. En cada sección, se iban realizando pruebas de las plantillas,

comprobando la generación del archivo plano cumpliera con las siguientes condiciones:

- El Sample ID tiene que ser numérico, tener 10 dígitos y no estar repetido en la hoja o plantilla que se está procesando.
- Los datos en el archivo plano deben estar en separados por tabulaciones.
- Debe mantener el siguiente orden: Sample ID, componente, valor a reportar y unidad.
- El componente y unidad deben ser escritos exactamente como esta en LBV.
- El archivo plano debe tener extensión ASC.
- Las observaciones no deben superar 250 caracteres.

Una vez generado el archivo plano cumpliendo con las condiciones anteriores, se procede a realizar las pruebas de conectividad y transferencia de datos en el ambiente de calidad LBV, en el cual la encargada de ejecutar el procedimiento es la Ingeniera Claudia Lozano.

5 RESULTADOS

Uno de los resultados del trabajo elaborado, es que la herramienta tecnológica propuesta permitirá, importar los datos del archivo .txt generado al exportar la información del software de los diferentes equipos que se encuentran en el laboratorio a sus respectivas plantillas de manera sistemática y ordenada. También, cuenta con la opción de que se pueda digitar dicha información directamente en la plantilla.

Para la generación del archivo plano, la plantilla tiene que estar completa con los datos a reportar, una vez verificado lo anterior, se procede a emplear el procedimiento para la creación del archivo plano. El archivo plano se genera de forma correcta, cumpliendo con las condiciones del software Silab Labvantage mencionadas en el ítem anterior. (4.6)

Durante la realización de las pruebas de transferencia de datos en el entorno de Silab LabVantage, se detectaron algunos errores, uno de ellos con respecto a los caracteres del ítem "D[4,3]" del método distribución tamaño de partículas pero se realizó la respectiva corrección con la Ingeniera Claudia Lozano logrando así hacer la conectividad del método analítico correctamente y poniendo en producción la herramienta siendo esta actualmente utilizada en el laboratorio para el reporte de resultados en informe plantilla y software Labvantage.

6 CONCLUSIONES

Para concluir, el programa Excel con su elemento de programación VBA, que permite la creación de Macros para la generación de archivos planos, que consiste en conectar la información en el ambiente de calidad LBV, permitiendo mejorar este proceso de transferencia de datos, gracias a la sistematización del proceso que, inicialmente reduce considerablemente el tiempo empleado en esta actividad y los posibles errores de digitación.

Por otra parte, el procedimiento de la importación de datos a reportar desde un archivo de Texto (.txt) es viable ya que los diferentes equipos de los métodos analíticos nos permiten exportar los datos con la mayor precisión además evita los posibles errores que se puedan tener, al momento de digitar los datos en la plantilla de la herramienta informática.

Finalmente, mediante la generación del archivo plano que hace parte de esta herramienta sistemática generada, facilitará el paso a la conectividad de los resultados con la herramienta oficial de reporte de resultados de laboratorio.

7 RECOMENDACIONES

Para la continuidad de este trabajo se recomienda revisar la documentación de esta actividad, manual de usuario y código fuente, con el fin de comprender y entender los procedimientos realizados. De igual manera, evaluar el funcionamiento de la herramienta informática para encontrar posibles errores en el código que se puedan corregir, así mismo, el procedimiento de la macro puede ser adaptado y aplicado en otros métodos del laboratorio.

Por otra parte, se sugiere realizar la comprobación de archivo plano del método analítico Comportamiento reológico, IMAT, Viscosidad, Densidad.

Se recomienda revisar el método IEC indicado últimamente por el laboratorio con el fin de mejorar el proceso de conectividad de este método ya que al ser un método manual se hace muy tardía el reporte de resultados a plantillas y Labvantage manualmente para solucionar esto se recomienda seguir con los procesos llevados hasta el momento de la creación de macros con el lenguaje de programación Visual Basic el cual permite estas acciones y así un mejor funcionamiento para este método

Por último, se recomienda realizar las pruebas de conectividad en el programa Silab Labvantage de los siguientes métodos analíticos: Viscosidad dinámica, cinemática y densidad, Densidad digital y API.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliane, N. (2009). Herramienta de Análisis y Diseño de Sistemas de Control Basada en Hojas de Cálculo Excel. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 44-50.
- Álvarez Tovar, J. M. (2021). *Diseño de plantilla de cálculo para automatización de Sistema del Último Planificador y desarrollo de manual de usuario para implementación en la empresa Concretti SA deCV*. Doctoral disertación, Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Artunduaga, C. D. (2021). *Diseño e implementación de BOT atendido para la optimización del proceso de seguimiento UM*. Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/20842>
- Coba Medina, J. F. (2021). *Implementación de una solución de una solución de inteligencia de negocios para el análisis de datos relacionados con los proyectos de software del sector público en el Ecuador en la última década*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20667/1/UPS%20-%20TTS418.pdf>
- Ecopetrol S.A. (14 de Noviembre de 2020). *Misión y Visión de Ecopetrol*. Obtenido de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/NuestraEmpresa/QuienesSomos/MarcoEstrategic>
- Ecopetrol S.A. (12 de Marzo de 2021). Obtenido de Nuestros Objetivos: <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/NuestraEmpresa/QuienesSomos/NuestrosObjetivos>
- Flórez Rojas, F. A. (2018). *Práctica empresarial como auxiliar en ingeniería civil en el grupo de proyectos viales de la Dirección de Gestión de Infraestructura de*

- la Secretaria de Infraestructura de la Gobernación de Santander.* Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/3974>
- Leal Hortua, A. M. (2021). *Propuesta de automatización para bases de datos con macros de Excel en el área de fidelización de colmédica medicina prepagada S.A.* Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7293/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Muñoz Diaz, E. (2021). *Desarrollo de programa en VBA de MS Excel para la generación de trayectorias en el mecanizado de 5 ejes de rodetes de compresores centrífugos.* Obtenido de <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/9480/tfg-mu%c3%b1-des.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pinzón Cubides, C. M. (2019). *Diseño de una herramienta interactiva en Excel para la explicación de la metodología de remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica- CREG 015 de 2018.* Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2019/175351.pdf>
- Sánchez Tobón, J. P. (2020). *Creación de macro para la realización de archivo plano de la empresa Tuya SA.* Obtenido de <https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/705/Realizacion%20archivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- TARAZONA ALVAREZ, K. (2021). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a los automóviles de ASOTRAMA en Manaure Balcón del Cesar.* Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/3145/1/34403.pdf>

9 ANEXOS

Anexo A. Manual de usuario de la herramienta informática.

Anexo B. Código Fuente

Anexo C. Configuración del equipo.

Anexo D. Manual de instalación