Herramienta para la gestión de Medios Magnéticos en el Mercado de Energía Mayorista

Juan José Gómez Mejia

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

Modalidad de Práctica

Semestre de Industria

Asesores:

Deisy Yuried Loaiza Berrio, Coordinadora de Prácticas Académicas, Ing de Sistemas

Laura Daniela Villa Hernandez, Analista Operaciones SIC

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de sistemas

Medellín, Antioquia, Colombia

2025

Cita	(Gómez Mejia, 2025)
Referencia **Estilo APA 7 (2020)**	Gómez Mejia, J. J. (2025). *"Herramienta para la gestión de Medios Magnéticos en el Mercado de Energía Mayorista"*. [Trabajo de grado en modalidad Semestre de Industria, Ingeniería de Sistemas]. Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia.

creative commons BY NC SA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Vicerrectoría de Docencia

Sistema de Bibliotecas

Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: http://bibliotecadigital.udea.edu.co

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado con profundo cariño a mis padres, quienes con su amor incondicional, esfuerzo constante y valores inculcados han sido la base de todo lo que soy. A mi familia, por su apoyo en cada paso de mi formación. También dedico este trabajo a mis mentores y profesores, cuya guía me ha inspirado en el designio de nuevos conocimientos cada día.

Agradecimientos

Agradezco a mis personas allegadas por brindarme la fortaleza necesaria para culminar este proceso. Agradezco a la Universidad de Antioquia por haberme entregado una formación integral. Agradezco especialmente a la empresa XM S.A. E.S.P. por permitirme desarrollar mi práctica profesional y por el acompañamiento brindado por el equipo de Liquidación SIC. Agradezco a mis compañeros, amigos y seres queridos por estar siempre presentes con palabras de aliento y apoyo sincero.

Tabla de contenido

Resumen 10

Abstract 11

1. Introducción 12

2. Objetivos 13

2.1. Objetivo general 13

2.2. Objetivos específicos 13

3. Marco teórico 14

3.1. Medios Magnéticos y su Regulación en Colombia 14

3.2. Mercado de Energía Mayorista (MEM) y su Administración 14

3.3. Procedimiento para la Elaboración del Reporte Anual para Medios Magnéticos 15

3.3.1. Composición y Estructura del Reporte 15

3.3.2. Representación del Reporte de Ingresos y Costos 17

3.4. Consideraciones con las Garantías 21

3.5. Medios Magnéticos desde la Ingeniería de Sistemas 21

3.6. Python en el Análisis de Datos y Desarrollo de Software 21

4. Metodología 23

4.1. Técnicas e Instrumentos 25

4.1.1. Técnicas 25

4.1.2. Instrumentos 25

4.2. Fases del Proyecto 26

4.2.1. Investigación y Levantamiento de Requisitos 26

4.2.2. Diseño de la Herramienta 26

4.2.3. Desarrollo e Implementación 26

4.2.4. Pruebas y Validación 26
4.2.5. Documentación y Entrega de la Herramienta 26
5. Análisis de resultados 27
5.1. Análisis del Proceso Actual de Construcción del Reporte de Medios Magnéticos en XM 27
5.1.1. Identificación de la Necesidad 27
5.1.2. Solución de la Necesidad 27
5.2. Diseño y Planeación del Desarrollo de la Herramienta 31
5.2.1. Requerimientos Funcionales 31
5.2.2. Requerimientos No Funcionales 33
5.3. Desarrollo e Implementación la Herramienta 34
5.3.1. Tecnologías 34
5.3.2. Modelado y Arquitectura del Sistema 35
5.3.3. Diagrama de Arquitectura de la Herramienta 36
5.4. Documentación del Uso de la Herramienta y Pruebas de Verificación de Resultados del Reporte para el Año 2024 38
5.4.1. Nombramiento de los Documentos y Estructura 38
5.4.2. Vista Principal del Aplicativo 42
5.4.3. Generación de Reportes 50
5.4.4. Gráficas y Archivos Procesados 55
5.4.5. Indicadores 65
5.4.6. Envío de Correos Electrónicos 67
6. Conclusiones y Recomendaciones 68
Referencias 69

Lista de tablas

Tabla 1 Equipos involucrados en la consolidación de Medios Magnéticos 16

Tabla 2 Ingresos por Mandante e Informado 17

Tabla 3 Costos por Mandante e Informado 17

Tabla 4 Ingresos por Mandante e Informado desde el formato de la DIAN 18

Tabla 5 Costos por Mandante e Informado desde el formato de la DIAN 19

Tabla 6 Ejecución del proceso en la consolidación de Medios Magnéticos 19

Tabla 7 Requisitos Funcionales del aplicativo 31

Tabla 8 Requisitos No Funcionales del aplicativo 33

Tabla 9 Información requerida de otros equipos 39

Tabla 10 Archivos principales generados por el aplicativo 40

Lista de figuras

Figura 1 Carpeta histórica de Medios Magnéticos en XM.....23

Figura 2 Programación de reuniones con el instructor de práctica 24

Figura 3 Proceso operativo de Medios Magnéticos 28

Figura 4 Proceso generación del Reporte SIC 29

Figura 5 Proceso generación Reporte de Integración 30

Figura 6 Proceso generación Reporte en el formato de la DIAN 30

Figura 7 Proceso generación Reporte de contribuciones en el formato de la DIAN 31

Figura 8 Arquitectura App Medios Magnéticos.....38

Figura 9 Vista principal App Medios Magnéticos 43

Figura 10 Vista de selección para el inicio de sesión 43

Figura 11 Cuadro de diálogo para el inicio de sesión 44

Figura 12 Vista del usuario actual en el aplicativo 45

Figura 13 Carpeta de data 46

Figura 14 Carpeta final de generación de los reportes.....46

Figura 15 Vista de ejecución de un reporte.....47

Figura 16 Botones de ejecución y cancelación de un reporte 47

Figura 17 Selector - Tipos de vista de ejecución de un reporte 48

Figura 18 Ejecución de un reporte en vista de log 48

Figura 19 Carpeta de guardado de logs.....49

Figura 20 Ejecución de un reporte en vista de tabla simple.....49

Figura 21 Vista de tabla por defecto 50

Figura 22 Ejecución del reporte SIC.....50

Figura 23 Archivos adjuntos requeridos para el reporte SIC.....51

Figura 24 Ejecución del reporte de Integración 52
Figura 25 Archivos adjuntos requeridos para el reporte de Integración 52
Figura 26 Ejecución del reporte final en el formato de la DIAN 53
Figura 27 Archivos adjuntos requeridos para el reporte final en el formato de la DIAN 54
Figura 28 Ejecución del reporte final de Contribuciones 54
Figura 29 Archivos adjuntos requeridos para el reporte de Contribuciones 55
Figura 30 Gráfica del cierre del mercado por proceso 56
Figura 31 Datos del cierre del mercado por proceso para el año 2024 56
Figura 32 Gráfica mapa de calor y valores nulos 57
Figura 33 Gráfica tablas FBOT vs FET 58
Figura 34 Tabla de documentos valorables que están el Fbot, pero no en Fet 59
Figura 35 Tabla de documentos valorables que están en Fet, pero no en Fbot 59
Figura 36 Tabla comparación de tablas Fbot vs Fet por agente 60
Figura 37 Validación tablas Fbot vs Fet por agente 60
Figura 38 Validación tablas Fbot vs Fet, cuando un agente falla 61
Figura 39 Gráfica comparación de Costos e Ingresos por agente 61
Figura 40 Interpretación de las 4 trazas en un agente 62
Figura 41 Gráfica de Costos totales por agente 63
Figura 42 Gráfica de Ingresos totales por agente 64
Figura 43 Sección de Indicadores – App Medios Magnéticos 65
Figura 44 Indicadores pasos de ejecución de un reporte 65
Figura 45 Archivos generados por un reporte 66
Figura 46 Sección de gráficas generadas para un reporte 66
Figura 47 Vista para el envío de correos electrónicos 67

Siglas, acrónimos y abreviaturas

AAVC	Ajustes de venta a cargo
AAVF	Ajustes de venta a favor
ASIC	Factura de venta
ASIV	Informe de venta
ASNC	Nota crédito
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
DIAN	Dirección de impuestos y aduanas nacionales
FBOT	Tablas de facturación electrónica de los documentos valorables
FET	Tablas de facturación electrónica de los documentos valorables emitidos
FOES	Fondo de Energía Social
LAC	Sistema de administración de cuentas
MEM	Mercado de Energía Mayorista
NDAS	Nota débito
SIC	Sistema de intercambios comerciales
UdeA	Universidad de Antioquia
VGAI	Garantías de cumplimiento vgai

Resumen

En el contexto del Mercado de Energía Mayorista **(MEM)** de Colombia, la empresa **XM S.A. E.S.P.**, filial de ISA, desempeña un papel fundamental en la administración de transacciones entre agentes del sector eléctrico.

Específicamente, en la **Dirección SIC** de XM, la creciente regulación por parte de la Comisión de Regulación de Energía y Gas **(CREG)** y el aumento del número de agentes y transacciones, han generado un incremento en el volumen de información para la gestión de sus procesos, en este caso para **Medios Magnéticos**; lo que ha resultado en procesos manuales y riesgos de inconsistencias en la información reportada a la **DIAN**.

En consecuencia, el proyecto tiene como objetivo el desarrollo de una herramienta tecnológica que automatice y optimice la gestión de los **Medios Magnéticos** en XM, mejorando la calidad de la información entregada a la **DIAN** y reduciendo los riesgos de incumplimiento normativo.

La metodología incluirá el análisis de los procesos actuales, la identificación de requerimientos, el diseño e implementación de la herramienta, y pruebas para garantizar su funcionalidad y eficiencia.

Palabras clave: análisis de datos, bolsa de energía, facturación electrónica, medios magnéticos, Mercado de Energía Mayorista.

Abstract

In the context of Colombia's Wholesale Energy Market **(MEM), XM S.A. E.S.P**., a subsidiary of ISA, plays a fundamental role in managing transactions among agents in the electricity sector.

Specifically, in XM's **SIC Directorate**, the increasing regulation by the Energy and Gas Regulation Commission **(CREG)** and the growth in the number of agents and transactions have led to a higher volume of information for process management, in this case, for **exogenous information reports**. This has resulted in manual processes and risks of inconsistencies in the information reported to **DIAN**.

Thus, the project aims to develop a technological tool to automate and optimize the management of **exogenous information reports** at XM, improving the quality of information submitted to **DIAN** and reducing the risks of regulatory non-compliance.

The methodology will include analyzing current processes, identifying requirements, designing and implementing the tool, and conducting tests to ensure its functionality and efficiency.

Keywords: data analysis, energy exchange, electronic invoicing, exogenous information reports, Wholesale Energy Market.

1. Introducción

En el sector eléctrico colombiano, la gestión de medios magnéticos es un aspecto sustancial y obligatorio; determinado por las crecientes regulaciones y la necesidad de garantizar la transparencia en la información financiera en todo el país.

La empresa **XM S.A. E.S.P.** tiene la responsabilidad de consolidar y reportar esa información crítica sobre las transacciones realizadas en el **MEM** ante la **DIAN**, cumpliendo con los estándares de facturación electrónica y regulaciones vigentes; y a raíz de que, actualmente el proceso de generación y validación de medios magnéticos implica una alta carga de trabajo manual, aumenta el riesgo de errores, inconsistencias y retrasos en el reporte de información. Esto a la larga, podría estar ocasionando incumplimientos normativos y afectar la confiabilidad del proceso de facturación.

Para abordar esta problemática, se propone el desarrollo de una herramienta tecnológica que permita la automatización del proceso de gestión de medios magnéticos. Esta herramienta facilitaría la consolidación, validación y generación de los reportes exigidos por la **DIAN**, asegurando la calidad de la información y reduciendo el tiempo de procesamiento; dado que, el desarrollo de esta solución se alinea con los principios de mejora continua y digitalización de XM, impactaría positivamente en los equipos de **Liquidación SIC**, **Liquidación LAC**, el **equipo Financiero** y otros entes externos relacionados con la facturación electrónica, consolidada desde el corazón de XM.

Adicionalmente, esta herramienta permitiría construir el reporte de medios magnéticos correspondiente para el año fiscal de 2024, comprendido desde el 11 de enero del 2024, hasta el 10 de enero del 2025.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Desarrollar una herramienta tecnológica para la automatización de la gestión de medios magnéticos en XM S.A. E.S.P., mejorando la calidad de la información entregada a la DIAN y reduciendo los riesgos de incumplimiento normativo.

2.2. Objetivos específicos

- Analizar el proceso actual de generación y validación de medios magnéticos en XM, identificando los principales retos, necesidades y oportunidades de mejora, con el fin de identificar los requisitos funcionales y técnicos.
- Diseñar y planear el desarrollo de la herramienta, aplicando los conceptos de diseño y modelado de arquitecturas más indispensables de la Ingeniería de Sistemas, así como de la adecuada planificación en el proceso de Medios Magnéticos de XM.
- Desarrollar e implementar la herramienta utilizando tecnologías adecuadas, priorizando la automatización de procesos y experiencia de usuario; generando valor agregado para el procesamiento de la información.
- Realizar pruebas de verificación para una correcta operación de la herramienta y garantizar la calidad de la información procesada; ya sea, construir el reporte de Medios Magnéticos correspondiente para el año fiscal de 2024 requerido por la DIAN.
- Documentar el uso de la herramienta y del proceso de Medios Magnéticos, y entregar el aplicativo a XM, acompañado de demostraciones para el equipo de Liquidación SIC.

3. Marco teórico

El presente capítulo expone los fundamentos teóricos necesarios para comprender el entorno normativo y técnico en el que se desarrolla la solución propuesta. En particular, se abordan los conceptos relacionados con los medios magnéticos y el mercado de energía mayorista **(MEM)** en Colombia.

3.1. Medios Magnéticos y su Regulación en Colombia

Los medios magnéticos son reportes electrónicos de información contable y tributaria que las empresas deben presentar a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales **(DIAN)** en Colombia. Según la **Resolución 000162** de 2023, las entidades obligadas deben reportar transacciones financieras y contables en formatos estandarizados para garantizar el cumplimiento tributario y la transparencia fiscal.

(DIAN, 2023).

3.2. Mercado de Energía Mayorista (MEM) y su Administración

En el contexto del Mercado de Energía Mayorista **(MEM),** el reporte de medios magnéticos comprende documentos exógenos que permiten documentar correctamente las transacciones de los agentes participantes del mercado y asegurar la conformidad con la normativa de la Comisión de Regulación de Energía y Gas **(CREG)** y la DIAN. Por tanto, el Mercado de Energía Mayorista **(MEM)** es el espacio donde generadores, comercializadores y otros agentes del sector eléctrico interactúan en el mercado de energía en Colombia. La administración de este mercado recae sobre **XM S.A. E.S.P.,** filial de ISA, que gestiona la operación y garantiza la estabilidad del sistema eléctrico nacional.

(CREG, 2023).

Dentro del **MEM**, se manejan dos tipos de negocios clave:

- **SIC (Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales):** Proceso responsable de la liquidación de intercambios comerciales y transacciones entre agentes dentro del **MEM**.

- **LAC (Liquidación y Administración de Cuentas):** Proceso encargado de administrar y levar el control de las obligaciones económicas derivadas del uso de las redes por parte de los agentes.

Por lo cual, el reporte de medios magnéticos se construye a partir de información consolidada en los procesos de **SIC**, **LAC** y sumando información **Financiera**; es por ello la importancia del adecuado registro y reporte de estas operaciones a la DIAN, que facilite a su vez, la integridad del mercado energético colombiano y el cumplimiento normativo nacional.

(XM, 2022).

3.3. Procedimiento para la Elaboración del Reporte Anual para Medios Magnéticos

Dentro de XM, el reporte de medios magnéticos es el documento que relaciona detalladamente los movimientos en la bolsa de energía que realizaron los agentes pertenecientes al Mercado de Energía Mayorista **MEM** durante el año n.

3.3.1. Composición y Estructura del Reporte

El reporte se estructura en diversos formatos, de los cuales **la Dirección de Operaciones del Mercado** soporta la elaboración de tres categorías principales, a saber: **Ingresos**, **Costos** y **Contribuciones**. Cada una de estas categorías encapsula aspectos críticos de la dinámica financiera y regulatoria de los agentes participantes en el **MEM**, y se describen a continuación:

3.3.1.1. Ingresos. Los ingresos representan el valor monetario percibido por un agente del mercado como resultado de la venta de energía, la prestación de servicios complementarios u otras actividades asociadas al funcionamiento del sistema eléctrico. Este flujo económico positivo se deriva de la participación del agente en el **MEM** durante el periodo reportado.

3.3.1.2. Costos. Los costos abarcan los egresos financieros en los que incurre un agente para operar, generar o comercializar energía dentro del **MEM**. Esta categoría incluye costos operativos, pagos por el uso de redes de transmisión, pérdidas técnicas y otros gastos inherentes a la prestación del servicio eléctrico.

3.3.1.3. Contribuciones. Las contribuciones corresponden a montos que, de acuerdo con la normativa vigente, deben ser reportados y abonados por los agentes. Estos incluyen aportes al Fondo de Energía Social **(FOES),** subsidios cruzados y otras obligaciones económicas destinadas a entes reguladores o al sistema en su conjunto. A diferencia de los ingresos y costos, las contribuciones no reflejan flujos operativos directos, sino compromisos regulatorios que se facturan de manera independiente.

Anualmente, luego de realizar la facturación del último mes del año anterior de generación del reporte, se consolida la información correspondiente al periodo de servicio que debe ser reportado a la **DIAN**. En este sentido, luego que se tenga dicha información consolidada se podrá iniciar la construcción del reporte que relaciona todas las transacciones que realizaron los agentes; en efecto, del reporte de medios magnéticos participan distintos equipos de trabajo, ya sea **SIC** o **LAC**, también participan otros 2, los cuales deben suministrar información como **(Tabla 1).**

Tabla 1
Equipos involucrados en la consolidación de Medios Magnéticos

Proceso	Dirección	Información
Liquidación SIC	Dirección Operaciones Mercado	● Transacciones en Bolsa ● Auditoria Resolución CREG 089 de 2018 ● Garantías Ejecutadas
Liquidación LAC		● Cargos por Uso ● Garantías Ejecutadas ● Pagos por Atraso
Financiera		● Ajuste Tasa de Cambio ● Costos de Importación ● Intereses de Mora
Entes Externos	Dirección Enlace Mercado	● Auditorías y Verificaciones

Cada proceso encargado de facturar y/o administrar la información necesaria para el reporte, debe procesar dicha información y entregar un reporte de medios magnéticos asociado a la misma y todo este proceso se realiza en acompañamiento del área tributaria, ya que son estos últimos los encargados de hacer el reporte a nivel compañía.

3.3.2. Representación del Reporte de Ingresos y Costos

Si te tienen 6 agentes del mercado, siendo **R1, R2 Y R3** agentes que reciben **(Mandantes)** y existen **P1, P2, P3** como agentes que pagan **(Informados)**, se puede construir una tabla de **ingresos**, donde cada agente tendrá su respectivo valor de la cantidad pagada o recibida en el mercado. La suma de estas cantidades debe ser iguales, o aproximadamente la misma **(Tabla 2);** es lo que se conoce como el **cierre del balance del mercado**.

NOTA*: La pareja* ***Mandante – Informado*** *sólo existe para efectos del reporte de medios magnéticos (realmente es ficticio). Dado que, los agentes sólo Pagan o Reciben a la bolsa del MEM. El reporte no refleja la realidad de la compra o venta de energía.*

Medios magnéticos para costos e ingresos sólo es un artificio matemático diseñado para representar de forma más adecuada los movimientos de agentes en el mercado.

Tabla 2
Ingresos por Mandante e Informado

Mandante	Valor	Informado	Valor
R1	80	**P1**	50
R2	100	**P2**	100
R3	30	**P3**	60
Total	**210**		**210**

En forma inversa, se puede representar a cada agente en la tabla de **costos**, donde **P1, P2, P3** como agentes que pagan (esta vez figuran como **Mandantes**), y **R1, R2 Y R3** agentes que reciben (Esta vez serán los Informados); de esta manera, las tablas de Ingresos y Costos deben ser coherente e inversamente iguales, representando de otra forma la misma información **(Tabla 3).**

Tabla 3
Costos por Mandante e Informado

Mandante	Valor	Informado	Valor
P1	50	**R1**	80
P2	100	**R2**	100

Mandante	Valor	Informado	Valor
P3	60	**R3**	30
Total	**210**		**210**

Sin embargo, para la consolidación del reporte en un formato legible para la **DIAN**, las tablas anteriores no son suficientes, porque aunque, relacionan los ingresos y costos de un agente de forma individual, no se sabe la cantidad exacta que un agente recibe o paga a los demás agentes (debido a la ficcionalidad del reporte). De esta manera, será necesario realizar una ponderación usando el total del balance y repartirlo de forma proporcional ya sea para ingresos o costos aplicándola a todos los agentes y de forma inversa en su contraparte **(Tabla 4)**.

Tabla 4
Ingresos por Mandante e Informado desde el formato de la DIAN

Mandante	Informado	Valor
R1	P1	19
R1	P2	38
R1	P3	23
R2	P1	24
R2	P2	48
R2	P3	29
R3	P1	7
R3	P2	14
R3	P3	9
Total		210

Para **Ingresos**, la ponderación se calcula como:

$$\frac{R_i}{\sum_{i=1}^{n} R_i}$$

Donde, de cada **Ri** se multiplica para todos los **Pi** y se divide por todo el balance de **Pn.** De igual manera, se hace para costos de forma inversa **(Tabla 5)**.

Tabla 5
Costos por Mandante e Informado desde el formato de la DIAN

Mandante	Informado	Valor
P1	R1	19
P1	R2	24
P1	R3	7
P2	R1	38
P2	R2	48
P2	R3	14
P3	R1	23
P3	R2	29
P3	R3	9
Total		**210**

Para **costos**, la ponderación se calcula como:

$$\frac{P_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i}$$

Donde, de cada **Pi** se multiplica para todos los **Ri** y se divide por todo el balance de **Rn.** Dado por finalizado la construcción de ambos reportes, en un formato adecuado y legible para la **DIAN**. En el siguiente flujograma **(Tabla 6)** comprende las actividades que son fundamentales para la construcción del reporte de medios magnéticos, así como los equipos responsables involucrados encargados de consolidar la información para el levantamiento del reporte.

Tabla 6
Ejecución del proceso en la consolidación de Medios Magnéticos

Nro	Actividad	Descripción	Responsables
1	Recolectar la información mensual para los documentos valorables del mes en que aplique	Cada proceso implicado en el reporte de la información puede definir, teniendo en cuenta la complejidad y necesidad de este, si realiza	• Dirección Operaciones del Mercado

		dicha recolección de información de forma mensual o anual.	● Dirección Analítica del Mercado
2	Realizar prorrateo y clasificar los ingresos y costos de los documentos valorables.	Cada proceso entrega la información con la clasificación y prorrateo de los costos e ingresos.	● Dirección Operaciones del Mercado ● Dirección Analítica del Mercado
3	Realizar validaciones de los documentos valorables procesados y el balance de mercado	Cada proceso entrega la información con la validación de los documentos valorables, asegurando el cierre del mercado.	● Dirección Operaciones del Mercado ● Dirección Analítica del Mercado
4	Consolidar anualmente la información de cada proceso	Se recibe la información por parte de cada proceso y se consolida.	● Dirección Operaciones del Mercado
5	Documentar en la bitácora las evidencias de las validaciones realizadas	El integrador lleva cuenta de las particularidades del proceso anual realizado.	● Dirección Operaciones del Mercado
6	Integrar la información para el reporte	Se anexa información al informe final como NIT. Además, se realiza la verificación de la Razón Social de cada agente y/o promotor.	● Dirección Operaciones del Mercado
7	Validar información de agentes de forma aleatoria	Prueba de 5 agentes.	● Dirección Operaciones del Mercado ● Dirección Analítica del Mercado
8	Enviar informe final a la Dirección de Finanzas Empresariales	Integrador.	● Dirección Operaciones del Mercado
9	Validar información preliminar del informe		● Dirección de Finanzas Empresariales
10	Remitir a la DIAN informe definitivo		● Dirección de Finanzas Empresariales

(XM, 2022).

3.4. Consideraciones con las Garantías

Las **garantías** se distribuyen en el mercado a través del concepto de restricciones (como un alivio), pero la contraparte (quién paga) está mapeado como un agente institucional; un **VGAI**. Por lo tanto, luego de un tiempo, y en ayuda de financiera y tributaria, se definió qué se debe reportar al agente tomador de la garantía.

(XM, 2022).

3.5. Medios Magnéticos desde la Ingeniería de Sistemas

La **Ingeniería de Sistemas** es una disciplina que integra principios matemáticos, científicos y tecnológicos para diseñar, desarrollar y optimizar sistemas complejos en diversos ámbitos, incluyendo la informática, la industria y la investigación.

(INCOSE, 2023).

Según, esta disciplina abarca ramas como la ingeniería del software, la administración de bases de datos y la inteligencia artificial, permitiendo la construcción de soluciones eficientes y escalables para la gestión de información y procesos.

Sommerville (2020).

En el contexto de este proyecto, la **Ingeniería de Sistemas** se aplica en el desarrollo de una herramienta computacional que automatiza el procesamiento y análisis de datos relacionados con los medios magnéticos en el **MEM**, y de conceptos adicionales en el desarrollo de software; en son de, desarrollar un aplicativo que permita la integración y ejecución de las herramientas para el procesamiento y análisis de datos. Para ello, se emplean metodologías de ingeniería de software y herramientas en análisis de datos, visualización y desarrollo de interfaces gráficas.

3.6. Python en el Análisis de Datos y Desarrollo de Software

El análisis de datos es una actividad esencial en la **Ingeniería de Sistemas**; en consecuencia que, permite transformar información cruda en conocimiento útil para la toma de decisiones. Este

proceso implica la recolección, limpieza, procesamiento y visualización de datos, utilizando herramientas computacionales que facilitan su manipulación y comprensión.

Provost & Fawcett (2013).

Así mismo, **Python** es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en el análisis de datos dada su flexibilidad y la gran cantidad de bibliotecas disponibles. Herramientas como **Pandas** y **NumPy** permiten la manipulación eficiente de grandes volúmenes de datos, facilitando su procesamiento y análisis.

McKinney (2022).

Algunas bibliotecas pertenecientes al ecosistema de **Python** para el análisis de datos son:

- **Pandas:** Para la manipulación y estructuración de datos tabulares.
- **NumPy**: Para cálculos numéricos y manejo de arreglos multidimensionales.
- **Matplotlib y Seaborn:** Para la visualización de datos en gráficos estáticos y personalizados.
- **Plotly:** Para la generación de visualizaciones interactivas.
- **cx_Oracle:** Para la conexión con bases de datos Oracle.

DataCamp. (2024).

Por otro lado, para el desarrollo de software, existe la versátil herramienta de **PyQt** que es un conjunto de bibliotecas que permiten el desarrollo de interfaces gráficas en Python utilizando el framework **Qt**. De este modo, **PyQt** es una herramienta poderosa para la construcción de aplicaciones de escritorio; de ahí que, proporcione una amplia variedad de widgets, y capacidades avanzadas de personalización incluso incorporando herramientas adicionales; dado por ejemplo, elementos web como HTML y CSS.

Summerfield (2022).

A la postre, en el contexto de este proyecto, Python ha sido seleccionado como el lenguaje de programación base dentro de **XM**, debido a su amplio uso dentro de la empresa, habida cuenta de que, este versátil y creciente lenguaje de programación garantiza compatibilidad con los sistemas existentes, facilita la integración con las herramientas ya implementadas y promueve la renovación digital dentro del sector energético colombiano.

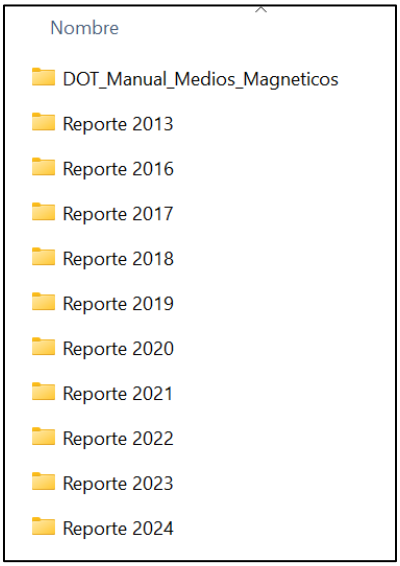
4. Metodología

El desarrollo del proyecto de prácticas académicas en la empresa filial de ISA, XM S.A. E.S.P., se abordó con un enfoque mixto, combinando aspectos cualitativos y cuantitativos.

Por una parte, dado un **enfoque cuantitativo**, se recopilaron los requisitos y regulaciones clave mediante el análisis documental, mientras que se usaron herramientas de desarrollo y análisis de datos; combinado con el análisis de normativas y procesos existentes para la implementación de la herramienta.

Adicionalmente, se evaluaron datos históricos relacionados con la facturación y el reporte de medios magnéticos de años pasados **(Figura 1)**, acompañado de información de generación de los reportes de estos años anteriores, así como de bitácoras y documentos informativos indicando y describiendo actividades indispensables y oportunidades de mejora para el proceso de Medios Magnéticos en los años consiguientes.

Figura 1
Carpeta histórica de Medios Magnéticos en XM



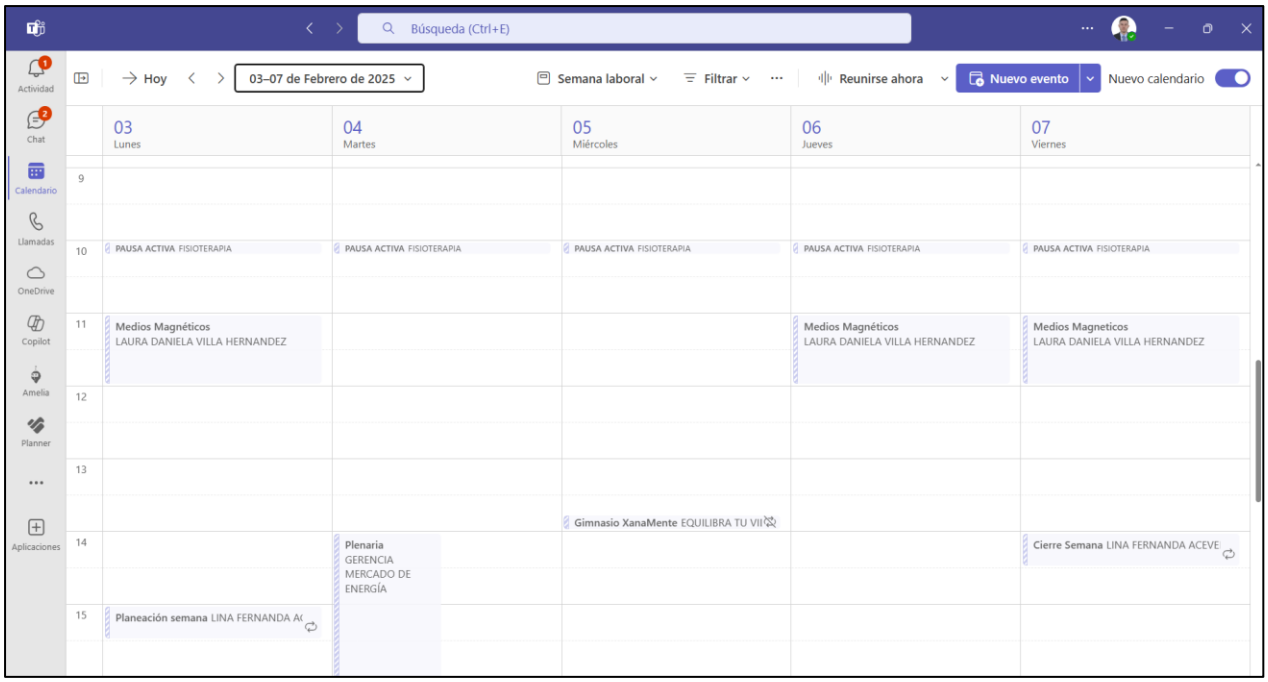
Por otro lado, desde un **enfoque cualitativo**, se analizaron las normativas vigentes de la **DIAN** y la **CREG**, así como los requerimientos de los actores involucrados en la gestión de medios magnéticos.

Además, se tomaron en cuenta las directrices y orientaciones proporcionadas por el **coordinador-instructor** de práctica, quien supervisó el proceso y brindó retroalimentación basada en su experiencia, en virtud de que, su rol fue clave para comprender los lineamientos internos de XM, y de garantizar que la herramienta desarrollada se alineara con los estándares regulatorios y operativos.

Por lo tanto, se organizaron reuniones iniciadas desde fases tempranas del proyecto, preparadas desde **Microsoft Teams** (Herramienta por excelencia usada en la empresa para realización de todas las reuniones virtuales y conferencias) de forma remota en los días de teletrabajo **(Figura 2)**; y de reuniones presenciales los días presenciales.

Figura 2

Programación de reuniones con el instructor de práctica



El proyecto fue desarrollado en un período de seis meses, empezando desde el 13 de enero del 2025 y finalizando el 12 de julio del mismo año, con una jornada laboral de lunes a viernes, de los cuales tres días serán presenciales y dos en modalidad de teletrabajo.

4.1. Técnicas e Instrumentos

Para el desarrollo del proyecto, se emplearon las siguientes técnicas e instrumentos:

4.1.1. Técnicas

- **Análisis documental:** Revisión de normativas vigentes de la DIAN y la CREG, así como documentos internos de XM relacionados con la facturación y medios magnéticos.
- **Analítica de datos:** Evaluación de datos históricos de facturación y reportes anteriores para identificar adecuadamente el proceso.
- **Entrevistas:** Conversaciones con el coordinador de práctica y el equipo de Liquidación SIC.
- **Observación directa:** Seguimiento de los procesos internos de XM relacionados con la generación y gestión del reporte de medios magnéticos.
- **Pruebas y validación de datos:** Comparación de los datos generados con los requisitos normativos.
- **Metodologías de gestión de proyectos:** Para el desarrollo del proyecto, se emplearon diversas metodologías de desarrollo de software y gestión de proyectos que permitieron estructurar y optimizar el proceso de desarrollo.

4.1.2. Instrumentos

- **Software de análisis de datos:** Aplicaciones como Excel y Python para procesamiento y visualización de datos.
- **Software de desarrollo de aplicaciones:** Uso de frameworks y librerías basadas en Python, para el desarrollo de la aplicación a nivel de Frontend, así como de Backend.
- **Correo electrónico y reuniones virtuales:** Uso de Teams para reuniones y discusiones con el equipo y coordinador de prácticas, así como de Outlook para la comunicación por correo electrónico.
- **Plataformas transaccionales de XM:** Acceso a los sistemas utilizados para la facturación y gestión de medios magnéticos, tales como bases de datos alojadas en servidores de Oracle.

4.2. Fases del Proyecto

El desarrollo del proyecto se dividió en 5 fases que permitieron avanzar de manera ordenada desde la conceptualización hasta la validación de la solución propuesta. Además, estas fases están alineadas con los objetivos específicos del proyecto.

4.2.1. Investigación y Levantamiento de Requisitos

- Análisis de regulaciones de la DIAN y normativa vigente.
- Identificación de necesidades en la gestión de medios magnéticos y definición de requerimientos funcionales y técnicos.

4.2.2. Diseño de la Herramienta

- Modelado de datos y arquitectura del sistema.
- Diseño preliminar de la aplicación.

4.2.3. Desarrollo e Implementación

- Programación de la herramienta a nivel de Frontend, como Backend.
- Integración con bases de datos y servicios existentes.

4.2.4. Pruebas y Validación

- Ejecución de pruebas del correcto funcionamiento de la herramienta.
- Verificación de resultados para el año actual de generación del reporte.

4.2.5. Documentación y Entrega de la Herramienta

- Documentación final y entrega de la herramienta al equipo de liquidación SIC dentro de XM.

5. Análisis de resultados

5.1. Análisis del Proceso Actual de Construcción del Reporte de Medios Magnéticos en XM

5.1.1. Identificación de la Necesidad

Se identificó que el proceso actual de generación y validación de medios magnéticos en **XM** presentaba los siguientes desafíos:

- La consolidación y validación de datos provenientes de múltiples fuentes (Liquidación **SIC**, Liquidación **LAC**, Dirección **Financiera**, y entes externos) se realiza manualmente.
- La intervención manual aumenta la probabilidad de errores en los datos, como duplicaciones, omisiones o inconsistencias, afectando la calidad de los reportes entregados a la **DIAN**.
- La alta carga de trabajo manual podía provocar retrasos en la generación de los reportes, derivado de posibles sanciones por incumplimiento normativo.
- No existía una herramienta centralizada que estandarice el formato y la presentación de los datos.
- Con el crecimiento del número de agentes y transacciones en el **MEM**, los procesos manuales no son sostenibles a largo plazo.

5.1.2. Solución de la Necesidad

XM requería de una herramienta tecnológica que:

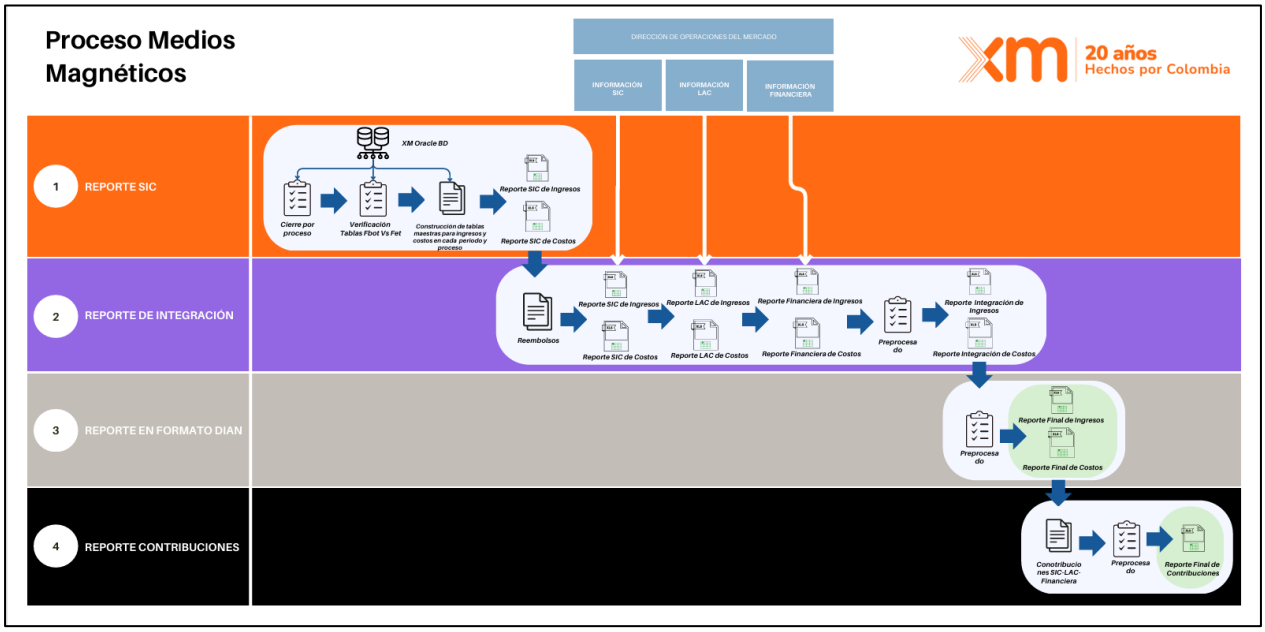
- Automatizara la consolidación, validación y generación de reportes de medios magnéticos (**ingresos**, **costos** y **contribuciones**) para el año fiscal 2024 en adelante.
- Pudiera integrar datos de múltiples fuentes (**SIC**, **LAC**, Dirección **Financiera**, y entes externos) de manera eficiente y confiable.
- Mejorara la calidad de la información entregada a la **DIAN**, reduciendo errores y asegurando el cumplimiento normativo y de reducir el tiempo necesario para generar los reportes.
- Permitiera proporcionar herramientas de visualización y análisis que facilitara la auditoría.
- Minimizara los errores humanos en la consolidación y validación de datos.

5.1.3. Definición del Proceso de Medios Magnéticos

El proceso de generación del reporte de medios magnéticos implica una serie de validaciones y transiciones críticas, las cuales garantizan la integridad y precisión de la información. A nivel de ejecución, el proceso de medios magnéticos se hace separado en 4 fases principales **(Figura 3)**.

Figura 3

Proceso operativo de Medios Magnéticos



5.1.3.1. Reporte SIC. Esta fase es el punto de partida del proceso y se centra en la consolidación de la información del sistema **SIC**.

En esta etapa, el aplicativo ejecuta una serie de validaciones técnicas que incluyen análisis del **cierre por proceso** y la comparación entre tablas clave como **FBOT** y **FET**, así como la generación y construcción de las tablas maestras, indispensables para elaborar el reporte de costos e ingresos SIC.

5.1.3.1.1. Primera Validación Cierre por Proceso. La primera etapa de validación consiste en la verificación de las tablas **FBOT**, donde se analizan los valorables tanto a favor como en

contra para cada mes y proceso durante todo el año. Este análisis busca determinar si los balances se cierran correctamente o si existen discrepancias que requieran ajustes; siendo el paso fundamental para asegurar la coherencia de los datos antes de avanzar en el proceso.

5.1.3.1.2 Segunda Validación: Relación entre FBOT y FET. La relación entre las tablas **FBOT** y **FET** constituye la columna en el proceso de facturación electrónica. Las tablas FBOT se llenan inicialmente a partir de la liquidación de transacciones, un procedimiento que ejecuta todos los procesos de balanceo del mercado, donde se identifican a todos los agentes que pagan y reciben.

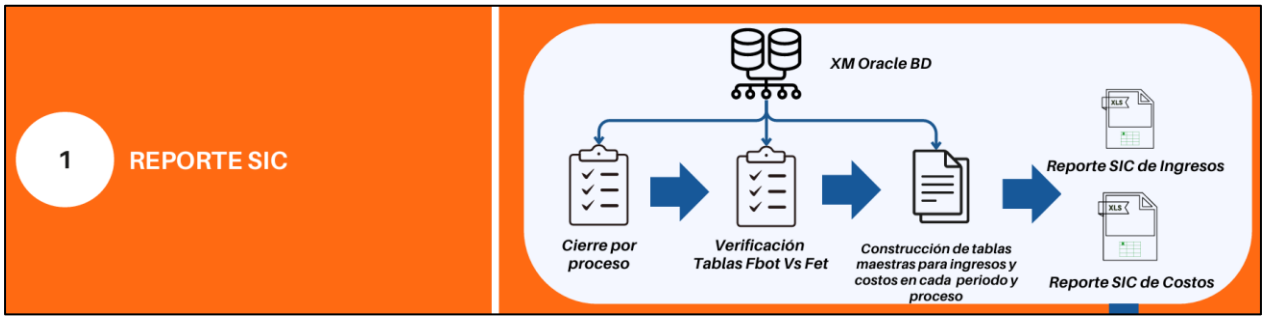
Una vez completada esta fase, los datos se trasladan al proceso de facturación electrónica, que genera los registros en las tablas FBOT, asignándole los prefijos; ya sean, ajustes de venta a cargo **AAVC**, ajustes de venta a favor **AAVF**, notas de crédito **ASNC**, notas de débito **NDAS**, facturas de venta **ASIC** o informes de venta **ASIV**, junto con los conceptos y valores asociados.

Es importante destacar que ciertos registros en las FBOT, correspondientes a agentes o conceptos del mercado que no se emiten (por ejemplo, transacciones con Ecuador en **dólares** o **agentes institucionales** ficticios), que permanecen en estas tablas sin migrar a las FET y posteriormente, en el proceso de facturación para generar los valorables, se realiza la transición de las FBOT a las FET, donde estas últimas representan los documentos efectivamente emitidos, constituyendo una obligación de pago formal para los agentes del MEM. Significa que, la DIAN como entidad supervisora, considera únicamente los registros en las FET como facturas emitidas válidas.

Finalmente, la fase culmina con la generación del reporte SIC, que constituye la base para las siguientes etapas del proceso **(Figura 4)**.

Figura 4

Proceso generación del Reporte SIC

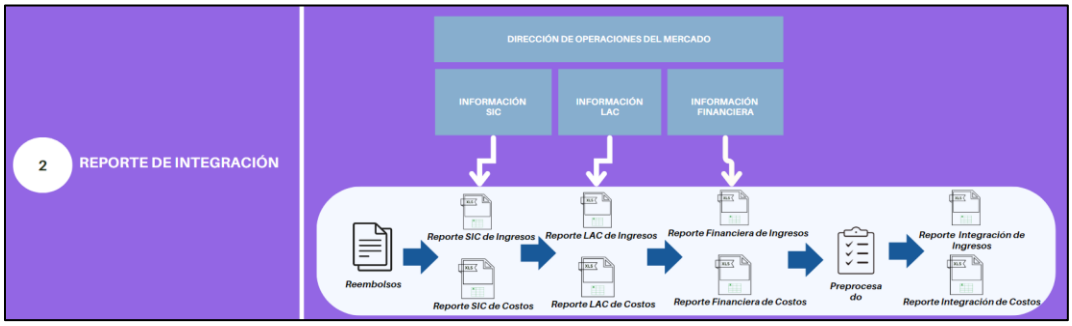


5.1.3.2. Reporte de Integración SIC-LAC-Financiera. En la segunda fase, el aplicativo integra la información de los equipos **SIC**, **LAC** y **Financiera** en un único reporte consolidado.

Este proceso implica la homologación de estructuras de datos y la validación cruzada de los registros de ingresos y costos para todos los agentes presentes en los 3 reportes anteriores y el resultado es un reporte integrado que sintetiza la información de las tres áreas, sirviendo como insumo directo para la transformación al formato requerido por la **DIAN (Figura 5)**.

Figura 5

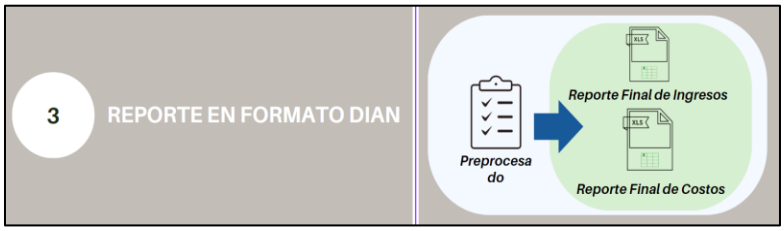
Proceso generación Reporte de Integración



5.1.3.3. Reporte en formato DIAN. La tercera fase consiste en la transformación del reporte integrado en un formato compatible con los requerimientos técnicos y normativos de la **DIAN**. Esta etapa se enfoca en la estandarización de los datos, asegurando que cada campo cumpla con las especificaciones exigidas por la entidad tributaria, como el nombrado específico de columnas, o quitar los registros con valores negativos dentro del reporte de costos, esto porque son triviales dentro de los costos de un agente y finalmente, el aplicativo automatiza este proceso, generando archivos en formatos como .xlsx o .csv, quedando como terminados y listos para ser presentados oficialmente **(Figura 6)**.

Figura 6

Proceso generación Reporte en el formato de la DIAN



5.1.3.4. Reporte Contribuciones. La última fase del proceso se dedica a la generación del **reporte de contribuciones**. De hecho, este se construye de manera independiente a las fases anteriores; pero en esta etapa, el aplicativo consolida la información financiera de los procesos de **SIC** y **LAC** relacionada con las contribuciones de los agentes; además de hacer la transformación adecuada exigida por la normativa de la **DIAN**. **(Figura 7)**.

Figura 7
Proceso generación Reporte de contribuciones en el formato de la DIAN



5.2. Diseño y Planeación del Desarrollo de la Herramienta

Esta etapa se centró en la definición estructurada de la solución, estableciendo los requerimientos técnicos funcionales y no funcionales necesarios para guiar el desarrollo eficiente y alineado con los objetivos del proyecto.

5.2.1. Requerimientos Funcionales

Los requerimientos funcionales describen las funcionalidades específicas que la herramienta debe cumplir para satisfacer las necesidades del negocio; de este modo, para el aplicativo de medios magnéticos, se han listado en **(Tabla 7).**

Tabla 7
Requisitos Funcionales del aplicativo

Requisito Funcional	Número RF	Detalles
Gestión de Datos	**RF01**	La herramienta debe permitir la carga de datos desde múltiples fuentes, incluyendo:

		● Archivos Excel y CSV. ● Consultas SQL.
	RF02	La herramienta debe consolidar datos de las direcciones SIC, LAC, Financiera y otros entes en un formato unificado para su posterior procesamiento.
	RF03	La herramienta debe realizar validaciones de integridad de datos, como detección de valores nulos, verificación del cierre por proceso y validación entre las tablas FBOT vs FET.
	RF04	La herramienta debe generar los siguientes reportes: ● Reporte SIC para costos e ingresos. ● Reporte de Integración SIC-LAC-FINANCIERA para costos e ingresos. ● Reporte en formato DIAN para costos e ingresos. ● Reporte de Contribuciones.
	RF05	La herramienta debe permitir la generación de reportes para años fiscales específicos, ajustando las consultas y formatos según el año seleccionado.
	RF06	La herramienta debe exportar los reportes en formatos .xlsx y .csv
Visualización y Análisis	**RF07**	La herramienta debe generar visualizaciones gráficas para facilitar el análisis de los datos.
Interfaz de Usuario	**RF08**	La herramienta debe contar con una interfaz gráfica amigable desarrollada en PyQt5 que permita: ● Seleccionar y cargar archivos. ● Configurar parámetros como el usuario, contraseña, el año. ● Visualizar logs y resultados en tablas.

	RF09	La herramienta debe incluir un explorador de archivos integrado para facilitar la navegación entre carpetas de trabajo.
	RF10	La herramienta debe mostrar mensajes de diálogo para confirmar acciones, advertir sobre errores y notificar resultados.
Auditoría y Control	**RF11**	La herramienta debe generar logs automáticos de cada ejecución, almacenados por usuario y por reporte.
Comunicación	**RF12**	La herramienta debe permitir el envío de correos electrónicos desde plantillas predefinidas, integrándose con Outlook para su revisión y envío.

5.2.2. Requerimientos No Funcionales

Los requerimientos no funcionales describen las características de calidad y restricciones del sistema; así es como, para el aplicativo de medios magnéticos se han listado en **(Tabla 8)**.

Tabla 8
Requisitos No Funcionales del aplicativo

Requisito No Funcional	Número RNF	Detalles
Rendimiento	**RF01**	La herramienta debe procesar y consolidar altos volúmenes de datos.
	RF02	La generación de reportes debe completarse en tiempos cortos que no excedan cantidades largas en tiempo de ejecución.
Usabilidad	**RF03**	La interfaz debe ser intuitiva y permitir que un usuario sin conocimientos técnicos pueda operar la herramienta tras una capacitación breve.

	RF04	La herramienta debe ofrecer mensajes claros y contextualizados para guiar al usuario durante el proceso.
Seguridad	**RF05**	La manipulación de la herramienta debe estar restringido mediante autenticación con credenciales de Oracle.
	RF06	La información sensible como contraseñas debe encriptarse, evitando accesos no autorizados.
Mantenibilidad	**RF07**	La herramienta debe estar modularizada para facilitar su mantenimiento, permitiendo la actualización de scripts y componentes de forma independiente.
	RF08	Debe incluir documentación técnica y de usuario accesible desde la misma interfaz.
Compatibilidad	**RF09**	La herramienta debe ser compatible con sistemas operativos Windows.
	RF10	Debe integrarse con bases de datos Oracle para la ejecución de consultas SQL.

5.3. Desarrollo e Implementación la Herramienta

Esta fase abarcó la construcción práctica de la solución, integrando los requerimientos definidos en el diseño y utilizando las tecnologías adecuadas para consolidar una solución robusta **(Figura 8)**.

5.3.1. Tecnologías

- **Qt:** Framework de desarrollo de interfaces gráficas (GUI) multiplataforma. Se utiliza para crear la interfaz de usuario, ofreciendo una amigable, ideal para aplicaciones de escritorio.
- **Plotly:** Biblioteca de visualización de datos interactiva basada en Python. Se emplea para generar gráficos dinámicos, permitiendo explorar datos de manera visual.

- **Pandas:** Biblioteca de Python para manipulación y análisis de datos. Fundamental para procesar grandes volúmenes de información en el backend, como los datos los distintos reportes, facilitando tareas como transformación y análisis.
- **NumPy:** Biblioteca de Python para cálculos numéricos y manejo de matrices. Complementa a Pandas al proporcionar soporte para operaciones matemáticas eficientes.
- **Oracle:** Sistema de gestión de bases de datos relacional. Se utiliza como fuente principal de consultar de información para los reportes.
- **Excel:** Software de Microsoft para hojas de cálculo, integrado para compatibilidad con formatos de datos comunes. Permite la exportación o importación de datos en formato .xlsx.
- **JSON:** Formato ligero de intercambio de datos. Se emplea para estructurar y transferir datos entre el frontend y el backend, o para almacenar configuraciones y recursos.

Estas tecnologías se combinan para crear una solución integral que automatiza y optimiza la gestión de medios magnéticos en XM, integrando procesamiento de datos, visualización avanzada, almacenamiento y una interfaz de usuario completa.

5.3.2. Modelado y Arquitectura del Sistema

5.3.2.1. Capa de Negocio (Backend)

- Ejecuta la lógica de negocio para la generación de reportes, incluyendo la secuencia de pasos definidos para cada uno (***reporte_01_SIC.py, reporte_02_Integracion.py, reporte_03_DIAN.py, reporte_04_Contribuciones.py).***
- Procesa y consolida datos provenientes de múltiples fuentes, aplicando reglas de validación y transformación ***(preprocesado_df.py).***
- Ejecutar consultas SQL sobre bases de datos Oracle para obtener información de agentes, facturas, garantías, entre otros.
- Generar archivos de salida en formatos .xlsx y .csv, estructurados según los requerimientos de la DIAN.

5.3.2.2. Capa de Datos

- Gestionar la carga de archivos de entrada ***(Excel y CSV)*** y su almacenamiento en carpetas organizadas por usuario y tipo de reporte ***(data/usuario/reporte_XX_adjuntos/, data/usuario/reporte_XX_generados/)***.
- Almacenar los reportes generados y los archivos intermedios utilizados durante el procesamiento.
- Registrar logs de ejecución y eventos del sistema en archivos de texto ubicados en la carpeta ***logs/***, permitiendo trazabilidad y auditoría de cada proceso.

5.3.3. Diagrama de Arquitectura de la Herramienta

La arquitectura de la herramienta representa un enfoque modular, permitiendo una clara separación entre la lógica de negocio, la interfaz de usuario y los recursos de soporte. A continuación, se presenta una representación general de los principales componentes y su organización dentro del proyecto **(Figura 8)**.

Los **.py** principales del aplicativo son aquellos que se utilizan para la ejecución de los distintos reportes, lanzar el aplicativo y mostrar la vista principal:

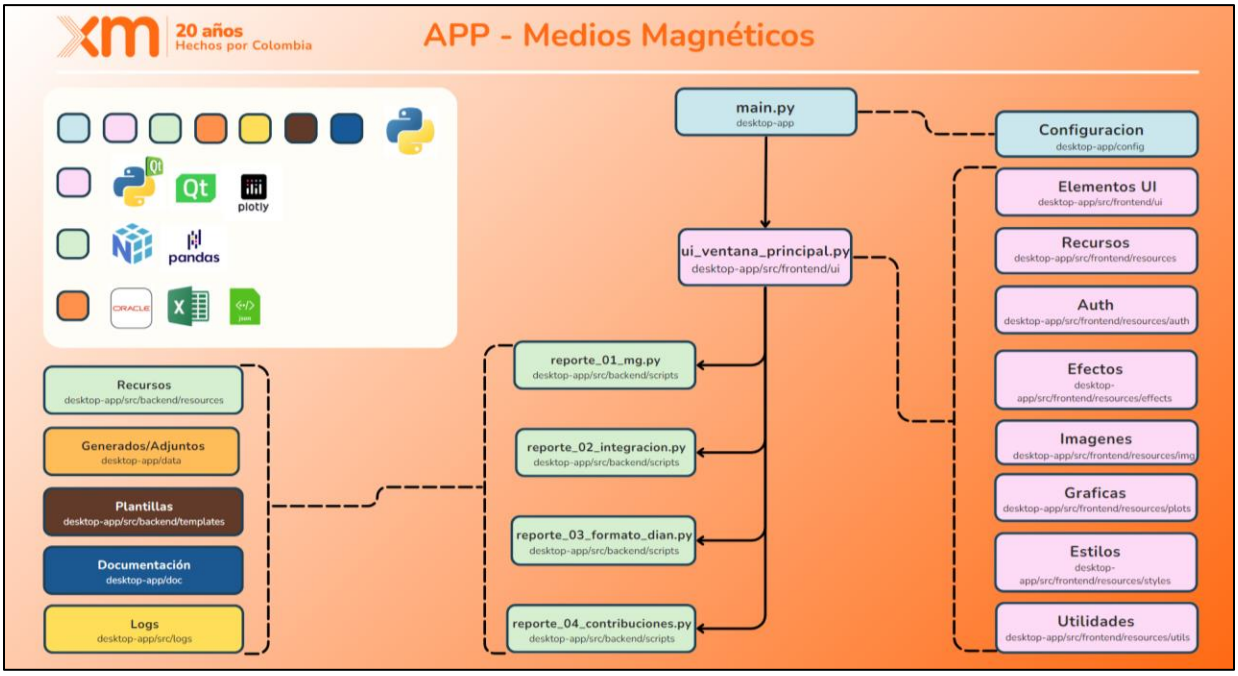
- **main.py (desktop-app):** Punto de entrada principal de la aplicación, encargado de orquestar la ejecución y la integración de los diferentes módulos.
- **ui_ventana_principal.py (desktop-app/src/frontend/ui):** Define la ventana principal de la interfaz de usuario, que sirve como el punto principal de interacción para los usuarios.
- **reporte_01_mg.py** ***(desktop-app/src/backend/scripts):*** Gestiona la generación del primer reporte, el reporte de ingresos y costos del SIC.
- **reporte_02_integracion.py** ***(desktop-app/src/backend/scripts):*** Maneja los procesos de integración de los procesos de SIC, LAC y Financiera.
- **reporte_03_formato_dian.py** ***(desktop-app/src/backend/scripts):*** Se enfoca en dar formato a los reportes según los estándares de la DIAN .
- **reporte_04_contribuciones.py** ***(desktop-app/src/backend/scripts):*** Trata la generación de reportes relacionados con contribuciones también el el formato de la DIAN.

Los demás componentes son carpetas que pueden contener varios .py u otros archivos en distintos formatos:

- **Recursos** ***(desktop-app/src/backend/resources):*** Contiene recursos del backend como archivos de configuración, plantillas u otros .py utilizados por la aplicación.
- **Generados/Ajustes** ***(desktop-app/data):*** Almacena archivos generados por el aplicativo para cada usuario.
- **Plantillas** ***(desktop-app/src/backend/templates):*** Contiene plantillas utilizadas para guardar rutas de archivos generados.
- **Documentación** ***(desktop-app/doc):*** Incluye los archivos de documentación, el DOT de Medios Magnéticos y el manual de usuario del aplicativo.
- **Logs** ***(desktop-app/src/logs):*** Almacena los archivos de registro de ejecución de los reportes.
- **Configuración** ***(desktop-app/config):*** Almacena configuraciones de la aplicación, como el acceso a las distintas rutas y el manejador de excepciones.
- **Elementos UI** ***(desktop-app/src/frontend/ui):*** Incluye componentes de la interfaz de usuario más allá de la ventana principal.
- **Recursos** ***(desktop-app/src/frontend/resources):*** Recursos del frontend como imágenes, estilos u otros activos utilizados en la interfaz.
- **Auth** ***(desktop-app/src/frontend/resources/auth):*** Gestiona recursos relacionados con el guardado de credenciales.
- **Efectos** ***(desktop-app/src/frontend/resources/effects):*** Contiene archivos de efectos, para mejoras visuales o interactivas en la UI.
- **Imágenes** ***(desktop-app/src/frontend/resources/img):*** Almacena archivos de imágenes utilizados en el frontend de la aplicación.
- **Gráficas** ***(desktop-app/src/frontend/resources/plots):*** Contiene los .py de las gráficas generadas por el aplicativo.
- **Estilos** ***(desktop-app/src/frontend/resources/styles):*** Contiene archivos de estilos .qss para personalizar la apariencia de la UI.
- **Utilidades** ***(desktop-app/src/frontend/resources/utils):*** Incluye scripts .py o funciones de utilidad que apoyan las operaciones del frontend.

Figura 8

Arquitectura App Medios Magnéticos



5.4. Documentación del Uso de la Herramienta y Pruebas de Verificación de Resultados del Reporte para el Año 2024

Esta sección presenta la documentación funcional de la herramienta desarrollada, demostrando su uso, navegación y principales funcionalidades. Además, se incluyen los resultados de las pruebas realizadas con datos correspondientes al año **2024**.

5.4.1. Nombramiento de los Documentos y Estructura

La información recibida de los demás equipos involucrados en la recepción de información para la construcción del porte de Medios Magnéticos debe estructurarse de forma estandarizada. En primera instancia, se requiere agrupar el informe respectivo de **Costos** e **Ingresos** y en libros de Excel separados y se requiere nombrar las hojas para **COSTOS** e **INGRESOS** de forma respectiva y en mayúscula sostenida para cada libro de Excel.

Para el nombrado del Excel, debe tener el siguiente formato: ***MMG__TIPOINFORME_NOMBREPROCESO_AÑO.xlsx***

Donde:

- Prefijo ***MGG*** agregado para indicar que es para el reporte de Medios Magnéticos.
- El ***TIPOINFORME***, ya sea si es el de **Costos** u **Ingresos**.
- El ***NOMBREPROCESO***, ya sea para **SIC**, **LAC**, o **Financiera**.
- El ***AÑO***, que corresponde al año actual de generación del reporte.

En cualquiera de los casos, entre los documentos requeridos dentro del aplicativo, se solicita que al menos tengan una estructura legible **(Tabla 9)**.

Tabla 9
Información requerida de otros equipos

Información Requerida de otros Equipos				
Tipo de Información	**Tipo de Reporte**	**Nombramiento del Reporte**	**Extensión**	**Columnas solicitadas**
Información LAC	Costos	***MMG_Costos_LAC_{año}***	***.xlsx*** ***.csv***	• PERIODO_DE_SERVICIO • FECHA_EXPEDICION • NUMERO_PROCESO • MANDANTE • INFORMADO • VALOR • TIPO • CONCEPTO
	Ingresos	***MMG_Ingresos_LAC_{año}***		
Información Financiera	Costos	***MMG_Costos_Financiera_{año}***		• PERIODO_DE_SERVICIO • FECHA_EXPEDICION • NUMERO_PROCESO • MANDANTE • INFORMADO • VALOR • TIPO • CONCEPTO
	Ingresos	***MMG_Ingresos_Financiera _{año}***		
Información de Contribuciones	Contribuciones LAC	***MMG_Contribuciones_LAC_{año}***		• PERIODO_DE_SERVICIO • NUMERO_PROCESO • MANDANTE • INFORMADO • VALOR • TIPO

Información de Garantías	Garantías VGAI	***VGAI_{año}***	• AGENTE • NUMEPROC • PREFIJ • NUMERO_DOCUMENTO • DESCRIPCION_DOCUMENTO • FECHA_INICIAL • FECHA_EXPEDICION • VALOR • CONCEPTO • VERSION_LIQ • NOMBREAGNT
Información de Reembolsos	Reembolsos	***Reembolsos_{año}***	• MANDANTE • INFORMADO • VALOR • VALOR_IVA

De la misma manera, el aplicativo está pensado en generar los reportes de forma similar, con un nombramiento específico de archivos de salida con un respectivo formato de columnas para cada tipo de reporte **(Tabla 10)**.

Tabla 10
Archivos principales generados por el aplicativo

Archivos generados por el Aplicativo (Sólo los documentos de importancia)				
Tipo de Información	**Tipo de Reporte**	**Nombramiento del Reporte**	**Extensión**	**Columnas Generadas**
Información SIC	Costos	***Reporte_Costos_SIC_{año}***	***.xlsx*** ***.csv***	• MANDANTE • INFORMADO • VALOR
	Ingresos	***Reporte_Ingresos_SIC_{año}***		• MANDANTE • INFORMADO • VALOR • DEVOLUCIONES
Información de Integración	Costos	***Reporte_Integrado_Costos_{año}***		• MANDANTE • INFORMADO • VALOR • VALOR_IVA

SIC-LAC-Financiara	Ingresos	***Reporte_Integrado_Ingresos_{año}***	• MANDANTE • INFORMADO • VALOR • DEVOLUCIONES
Información reporte Final de la DIAN	Costos	***Reporte_Costos_Final_{año}***	• CONCEPTO • TIPO_DE_DOCUMENTO_INFORMADO • NIT_SIN_DV_y • DV_y • PRIMER_APELLIDO_DEL_INFORMADO • SEGUNDO_APELLIDO_DEL_INFORMADO • PRIMER_NOMBRE_DEL_INFORMADO • SEGUNDO_NOMBRE_DEL_INFORMADO • INFORMADO • DIRECAGENT_y • IDPTO_y • IDECIUDAD_y • CODIGOPAIS_y • VALOR • IVA • RETENCION_EN_LA_FUENTE_PRACTICADA_RENTA • RETENCION_EN_LA_FUENTE_ASUMIDA_RENTA • RETENCION_EN_LA_FUENTE_IVA_REGIMEN_COMUN • RETENCION_EN_LA_FUENTE_IVA_REGIMEN_SIMPLIFICADO • RETENCION_EN_LA_FUENTE_IVA_NO_DOMICILIADOS • TIPO_DOCUMENTO_MANDANTE • NIT_SIN_DV_x • DV_x • PRIMER_APELLIDO_DEL_MANDANTE • SEGUNDO_APELLIDO_DEL_MANDANTE • PRIMER_NOMBRE_DEL_MANDANTE • SEGUNDO_NOMBRE_DEL_MANDANTE • MANDANTE
	Ingresos	***Reporte_Ingresos_Final_{año}***	• CONCEPTO • TIPO_DE_DOCUMENTO_INFORMADO • NIT_SIN_DV_y • DV_y • PRIMER_APELLIDO_DEL_INFORMADO • SEGUNDO_APELLIDO_DEL_INFORMADO • PRIMER_NOMBRE_DEL_INFORMADO • SEGUNDO_NOMBRE_DEL_INFORMADO • INFORMADO • CODIGOPAIS_y • VALOR • DEVOLUCION • TIPO_DOCUMENTO_MANDANTE • NIT_SIN_DV_x • DV_x • PRIMER_APELLIDO_DEL_MANDANTE • SEGUNDO_APELLIDO_DEL_MANDANTE

			• PRIMER_NOMBRE_DEL_MANDANTE • SEGUNDO_NOMBRE_DEL_MANDANTE • MANDANTE
Información de contribuciones en el formato de la DIAN	Contribuciones	***Reporte_Contribuciones_Final_{año}***	• CONCEPTO • TIPO_DE_DOCUMENTO • NIT_SIN_DV_y • DV_y • PRIMER_APELLIDO_DEL_INFORMADO • SEGUNDO_APELLIDO_DEL_INFORMADO • PRIMER_NOMBRE_DEL_INFORMADO • SEGUNDO_NOMBRE_DEL_INFORMADO • RAZON_SOCIAL_DEL_INFORMADO • DIRECAGENT_y • IDPTO_y • IDECIUDAD_y • CODIGOPAIS_y • PAGO_O_ABONO_EN_CUENTA • IVA_MAYOR_VALOR_DEL_COSTO_O_GASTO • RETENCION_EN_LA_FUENTE_PRACTICADA_RENTA • RETENCION_EN_LA_FUENTE_ASUMIDA_RENTA • RETENCION_EN_LA_FUENTE_IVA_REGIMEN_COMUN • RETENCION_EN_LA_FUENTE_IVA_REGIMEN_SIMPLIFICADO • RETENCION_EN_LA_FUENTE_IVA_NO_DOMICILIADOS • TIPO_DOCUMENTO_MANDANTE • NIT_SIN_DV_x • DV_x • PRIMER_APELLIDO_DEL_MANDANTE • SEGUNDO_APELLIDO_DEL_MANDANTE • PRIMER_NOMBRE_DEL_MANDANTE • SEGUNDO_NOMBRE_DEL_MANDANTE • RAZON_SOCIAL_DEL_MANDANTE

5.4.2. Vista Principal del Aplicativo

El aplicativo **(Figura 9)** se compone de las siguientes partes:

- **(1)** Vista principal de la app.
- **(2)** Barra de opciones.
- **(3)** Explorador de archivos.
- **(4)** Inicio de sesión de la app.
- **(5)** Botón de Ejecución del Script.
- **(6)** Botón de Cancelación del Script.

- **(7)** Cambio de vista de ejecución, de Log a Tabla, viceversa.
- **(8)** Navegación entre los directorios, creación de archivos y carpetas.
- **(9)** Abrir DOT Medios Magnéticos, Manual de usuario, Carpeta de generados final.

Figura 9
Vista principal App Medios Magnéticos



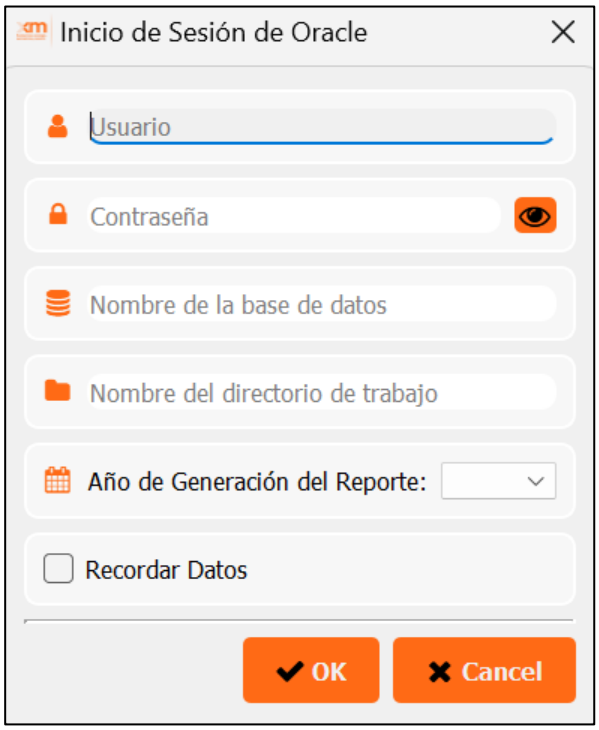
5.4.2.1. Credenciales de Usuario. El aplicativo permite el inicio de sesión mediante el uso de credenciales de usuario de **Oracle**, estas credenciales son indispensables para varias funcionalidades del aplicativo; que van desde, las consultas de las bases de datos de XM para procesar reportes; así como, la forma en que son guardados los archivos generados. Estas credenciales permiten ser ingresadas mediante el botón de ingreso de credenciales **(Figura 10)**.

Figura 10
Vista de selección para el inicio de sesión



Y el cuadro de dialogo de ingreso de datos será desplegado respectivamente **(Figura 11)**.

Figura 11
Cuadro de diálogo para el inicio de sesión

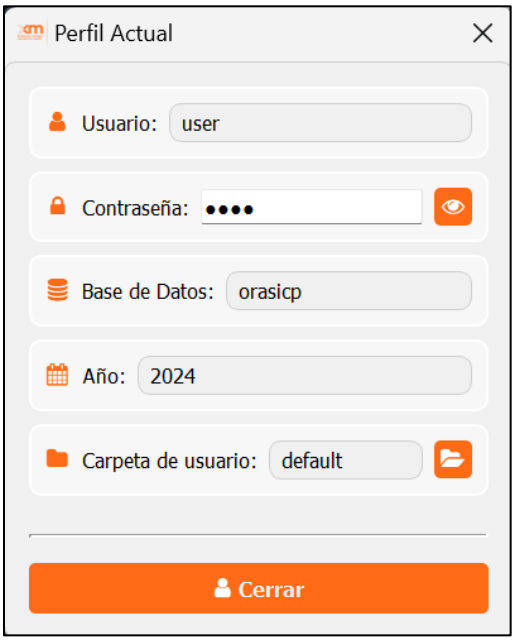


Solicita información como:

- **Nombre:** Nombre del usuario en Oracle.
- **Contraseña:** Contraseña del usuario en Oracle.
- **Nombre de la base de datos:** Nombre de la base de datos a la cual se conecta.
- **Carpeta de usuario:** Cada usuario tendrá la posibilidad de tener 1 o varios directorios de trabajo que permita; por una parte, el versionamiento de archivos generados; así como, de tener para distintos usuarios directorios de trabajo independientes dentro del directorio de la carpeta **data**. Estas carpetas son recordadas para cada usuario siempre y cuando existan en memoria.
- **Año de generación del Reporte:** Es el año de generación del reporte y el cual sería utilizado para ajustar todas las consultas y formatos de generación de todos los años.
- **Recordar datos de inicio:** El aplicativo cuenta con la posibilidad de recordar los datos ingresados, esto si se desea recordarlas para después.

En consecuencia, es posible consultar los datos de usuario actual, además de incluir un cierre de inicio de sesión **(Figura 12)**.

Figura 12
Vista del usuario actual en el aplicativo

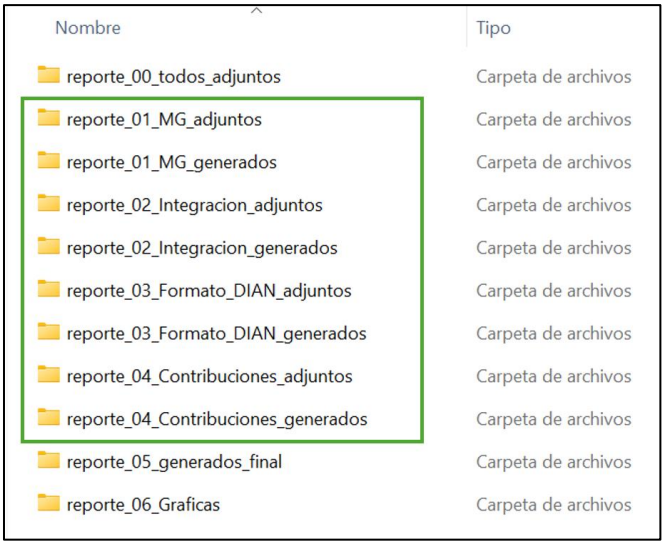


5.4.2.2. Carpetas de Trabajo. El aplicativo está pensado para procesar la información de forma aislada, siguiendo un proceso estructurado y secuencial (Respentando las 4 fases principales del proceso de generación de Medios Magnéticos), para obtener un procesado de 4 reportes distintos:

- **Reporte SIC.**
- **Reporte de integración SIC-LAC-Financiero.**
- **Reporte Final DIAN.**
- **Reporte Contribuciones.**

Así es como, todos los archivos utilizados para el procesamiento de información, generación de los informes y demás documentos de información, estarían alojados en la carpeta ***data/carpeta_de_usuario*** **(Figura 13)** y el objetivo es tener para cada reporte una carpeta de **adjuntos** y otra de **generados**, para un total de 8 carpetas por usuario.

Figura 13
Carpeta de data

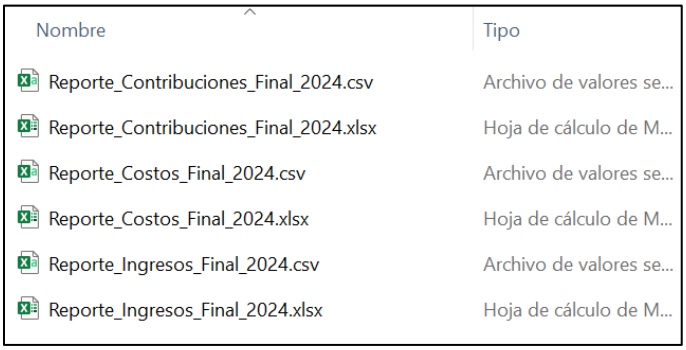


Se agregan otras carpetas, como **reporte_00_todos_adjuntos** que incluiría los adjuntos que todo el aplicativo necesita para ejecutar los distintos reportes.

Estos se adjuntan una vez se va a ejecutar un script, el cual, mediante un cuadro de diálogo de selección de archivos, se deben elegir los archivos que son específicos de cada reporte, garantizando que se pase una copia del archivo desde carpeta de **reporte_00_todos_adjuntos,** esto con el fin de poder recordar cuales fueron los archivos adjuntados para cada reporte.

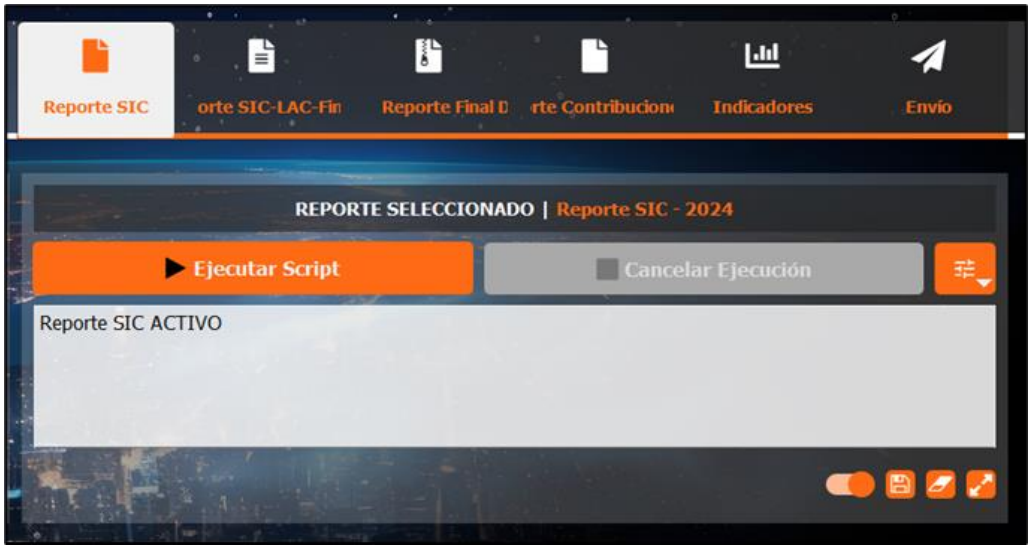
Además, de unca carpeta **reporte_05_generados_final (Figura 14)**. de generados finales. (Esta es la carpeta de consolidación Final de todo el proceso de Medios Magnéticos) y una carpeta de **reporte_06_Graficas**, para el guardado de las gráficas generadas.

Figura 14
Carpeta final de generación de los reportes



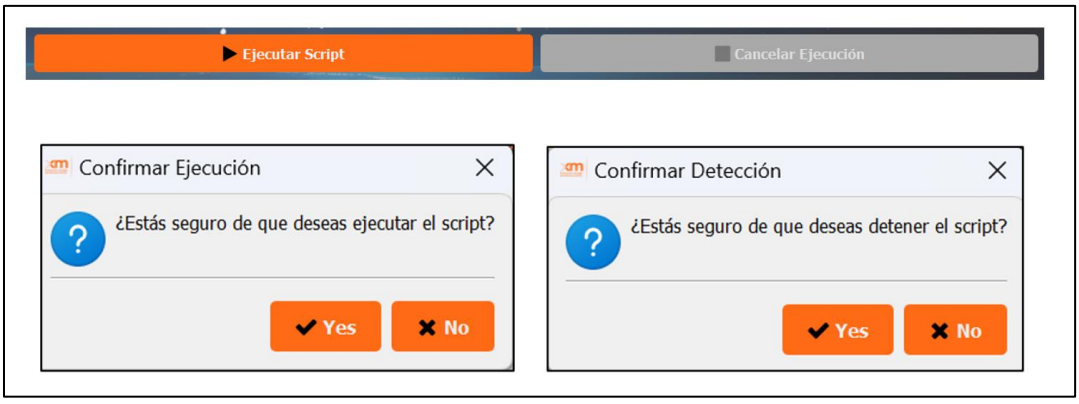
5.4.2.3. Ejecución de un Reporte y Tipos de Vista. Inmediatamente se activa un reporte desde la barra de opciones, se habilita el área de ejecución **(Figura 15)**.

Figura 15
Vista de ejecución de un reporte



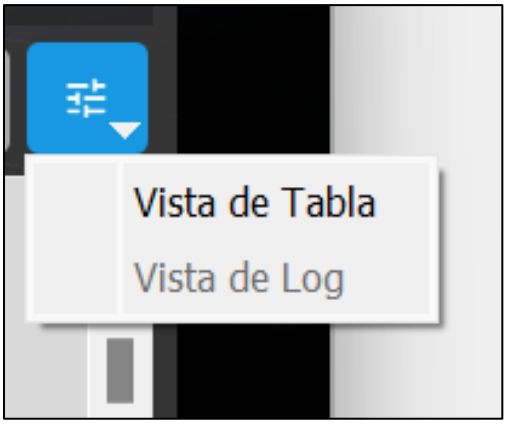
La cual consta de un botón de **ejecución de script** y otro para **cancelar** dicha ejecución. Para ambos casos existe un mensaje de confinación de ejecución y cancelación **(Figura 16)**.

Figura 16
Botones de ejecución y cancelación de un reporte



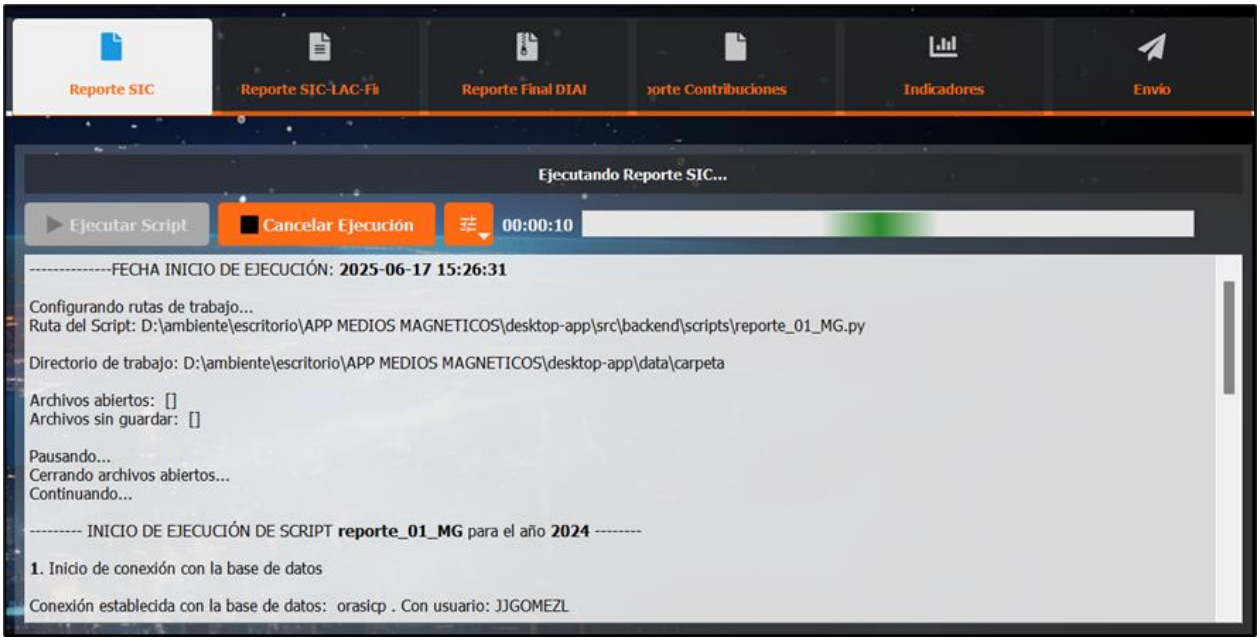
Mientras se ejecuta un script, el área de ejecución tiene **2 modos** de vista; accediendo desde la parte derecha de los botones de ejecución **(Figura 17)**, una vista de **Log** y otra de **Tabla**.

Figura 17
Selector - Tipos de vista de ejecución de un reporte



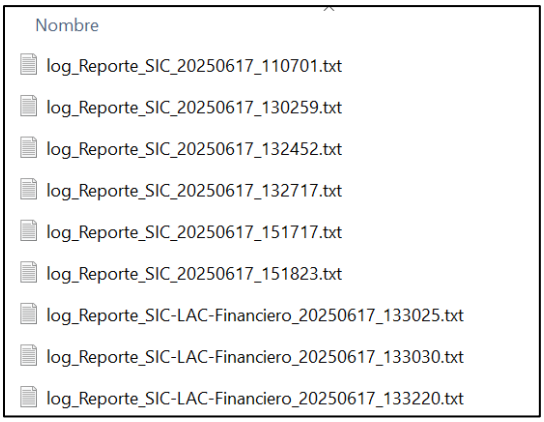
La **vista de log (Figura 18)** se muestra por defecto en el área de ejecución, y en él se visualizan mensajes de impresión detallados con información relevante de la ejecución desde que un script comienza o termina; además de que, es posible guardar todos los **logs** de forma automática o manual.

Figura 18
Ejecución de un reporte en vista de log



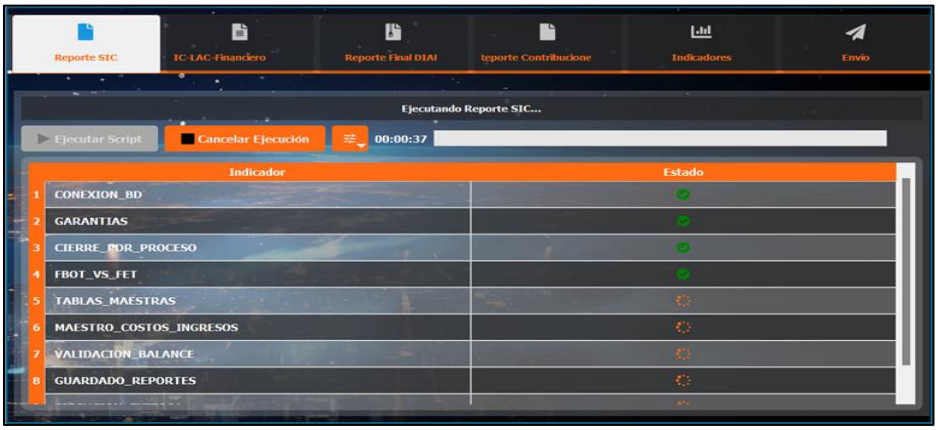
Los **logs** son guardados en la carpeta de logs **(Figura 19)**.

Figura 19
Carpeta de guardado de logs



Por el otro lado, está la **vista de tabla**. Muestra una ejecución resumida basada en pasos; indicando los pasos que se van ejecutando dentro de un reporte **(Figura 20)**. Los marcados en **verde** determinan que fueron ejecutados correctamente, los marcados en **naranja** con indicador de carga muestran los que faltan por ser ejecutados.

Figura 20
Ejecución de un reporte en vista de tabla simple



Mientras no exista una ejecución en proceso, todos los pasos individuales estarán marcados en **rojo (Figura 21)**.

Figura 21
Vista de tabla por defecto

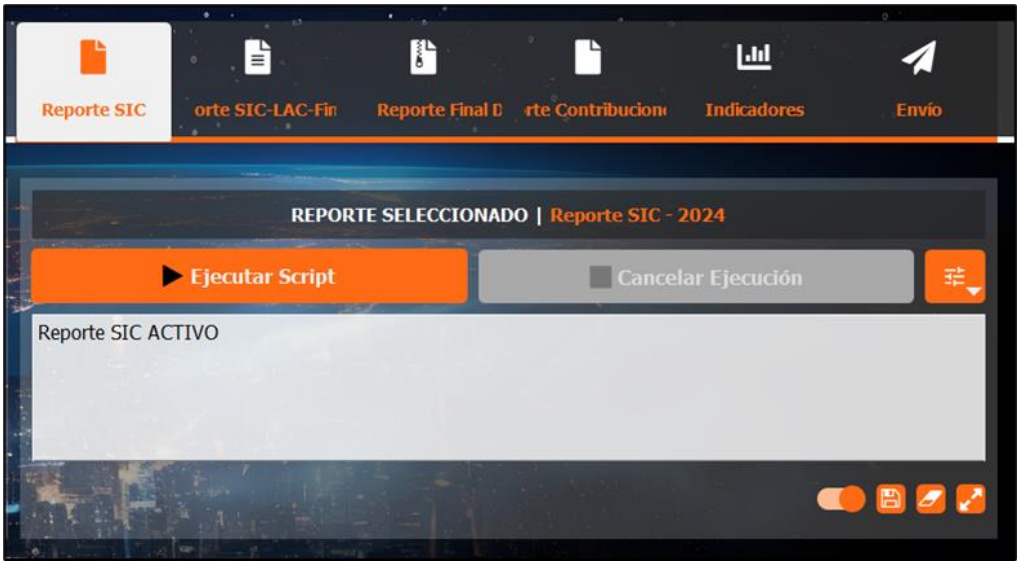


5.4.3. Generación de Reportes

Como ya se ha mencionado, el aplicativo está pensado para procesar la información de forma aislada, siguiendo un proceso estructurado y secuencial, con la finalidad de obtener un procesado de los 4 reportes distintos.

5.4.3.1. Reporte SIC. La generación del reporte SIC comienza seleccionando la opción correspondiente desde la barra principal de navegación, e inmediatamente se activan los botones de ejecución y la vista de log **(Figura 22)**.

Figura 22
Ejecución del reporte SIC



Al iniciar la ejecución del SIC, lo primero que se valida es si hay un usuario ingresado; si no, se solicita el ingreso de archivos adjuntos **(Figura 23)**.

Figura 23
Archivos adjuntos requeridos para el reporte SIC



Estos archivos son los requeridos para ejecutar el reporte, los cuales son adjuntos a la carpeta, de **reporte_00_todos_adjuntos.**

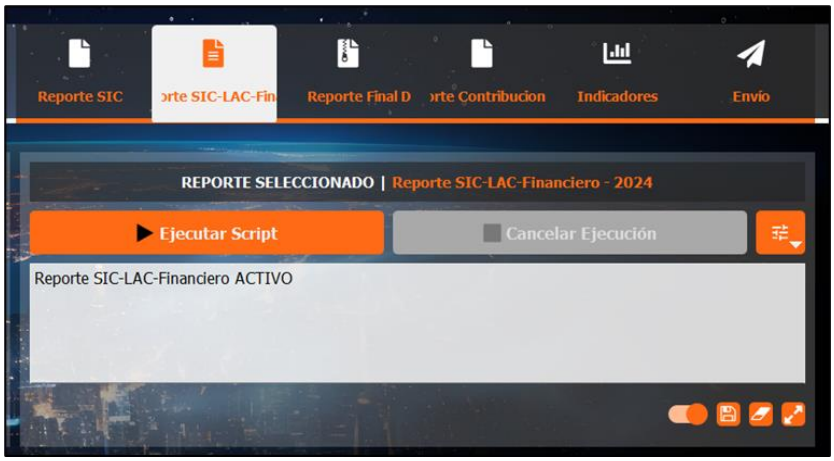
Donde:

- **Cierre Por Proceso:** Este archivo SQL se adjunta para ejecutar el cierre del mercado por proceso, usado para la primera validación que se hace para obtener una vista general del cierre del balance en todos los procesos y para los periodos específicos del año respectivo.
- **FBOT VS FET:** Script que compara las tablas FBOT y FET, para validar su similitud.
- **FBOT:** El sql específico para hacer consulta a las tablas FBOT de forma independiente.
- **FET:** Similar al anterior, pero enfocado en la tabla FET.
- **Facturas Emitidas:** Este es el query similar al query FBOT, es el que se usa para construir el reporte, pero este SQL está enfocado en obtener la data de construcción de las tablas maestras.
- **Garantías VGAI 2024:** Es el archivo Excel que contiene información sobre las garantías de cumplimientos VGAI correspondientes al año de generación del reporte.

Por defecto, todos los queries son adjuntados de forma automática, así como los archivos generados en reportes anteriores.

5.4.3.2. Reporte de Integración SIC-LAC-Financiera. El reporte de integración comienza seleccionando la opción correspondiente desde la barra principal de navegación, para después habilitar los botones de ejecución y la vista de log **(Figura 24)**.

Figura 24
Ejecución del reporte de Integración



Inmediatamente se pedirán los archivos que necesitan ser adjuntos **(Figura 25)**.

Figura 25
Archivos adjuntos requeridos para el Reporte de Integración



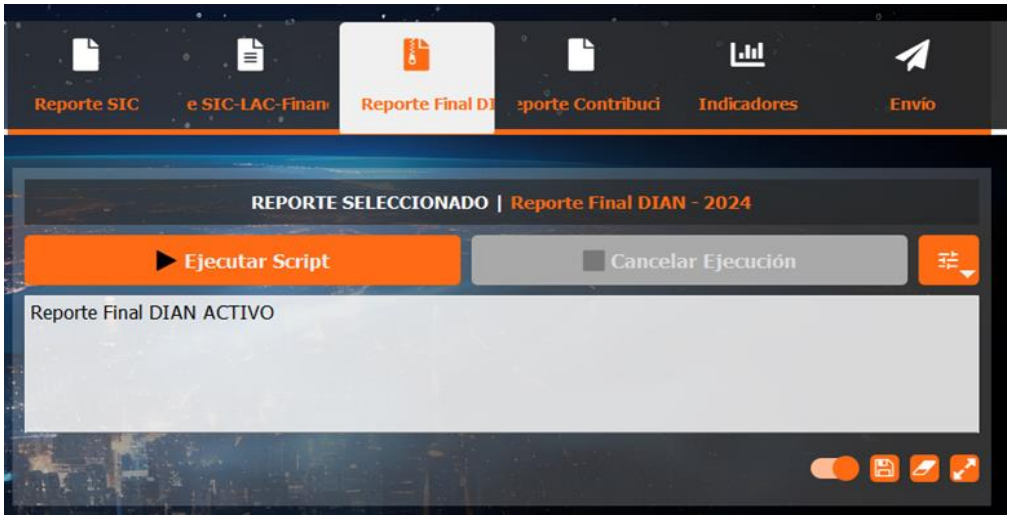
Donde:

- **SQl Info Agentes:** Sql utilizado para obtener información de todos los agentes del mercado y mapearlos en aquellos archivos que lo necesiten.
- **Reembolsos:** Es el documento de Reembolsos para el año respectivo.
- **Costos SIC:** Es el reporte de Costos SIC generado en el primer reporte, este archivo se adjunta automáticamente (siempre y cuando sea generado satisfactoriamente desde el primer reporte), pero se puede seleccionar de forma manual.
- **Ingresos SIC:** Es el reporte de Ingresos SIC generado en el primer reporte, este archivo se adjunta automáticamente (siempre y cuando sea generado satisfactoriamente desde el primer reporte), pero se puede seleccionar de forma manual.
- **Costos LAC:** Es el documento de Costos LAC del equipo de liquidación LAC.
- **Ingresos LAC:** Es el documento de Ingresos LAC del equipo de liquidación LAC.
- **Costos Financiera:** Es el documento de costos Financieros del equipo de Financiera.
- **Ingresos Financiera:** Es el documento de ingresos Financieros del equipo de Financiera.

5.4.3.3. Reporte en Formato DIAN. El reporte final de la DIAN comienza seleccionando la opción correspondiente desde la barra principal de navegación, para después habilitar los botones de ejecución y la vista de log **(Figura 26)**.

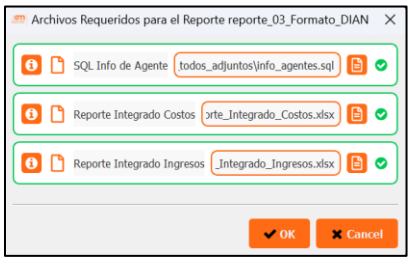
Figura 26

Ejecución del reporte final en el formato de la DIAN



Los archivos adjuntos requeridos **(Figura 27)**.

Figura 27
Archivos adjuntos requeridos para el reporte final en el formato de la DIAN

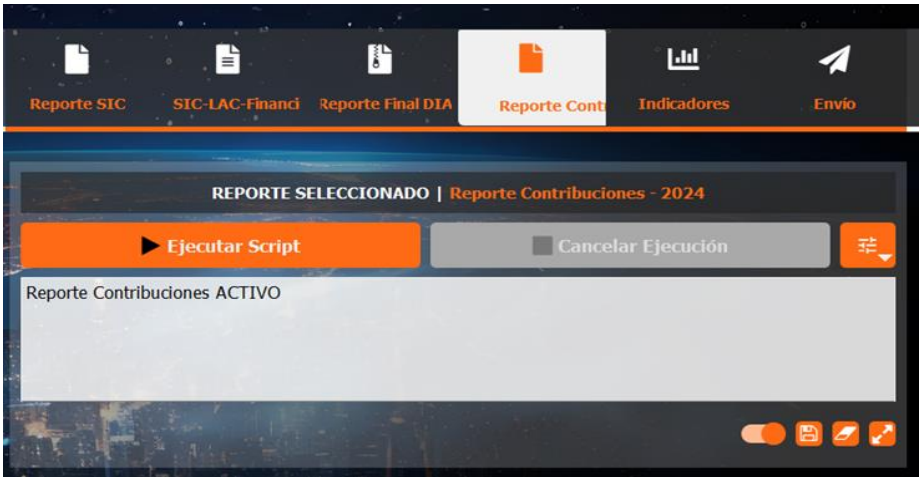


Donde:

- **SQl Info Agentes**: Sql utilizado para obtener información de todos los agentes del mercado y mapearlos en aquellos registros cuyo valor (Es el mismo que en el del reporte de integración)
- **Reporte Integrado de Costos:** Este es el reporte de costos generado en el apartado anterior, el cual integraba la información de SIC-LA-Financiera. Este archivo se adjunta automáticamente.
- **Reporte Integrado de Ingresos:** Este es el reporte de Ingresos generado en el apartado anterior, el cual integraba la información de SIC-LA-Financiera. Este archivo se adjunta automáticamente.

5.4.3.4. Reporte Contribuciones. El reporte de contribuciones se selecciona en la opción correspondiente desde la barra principal de navegación **(Figura 28)**.

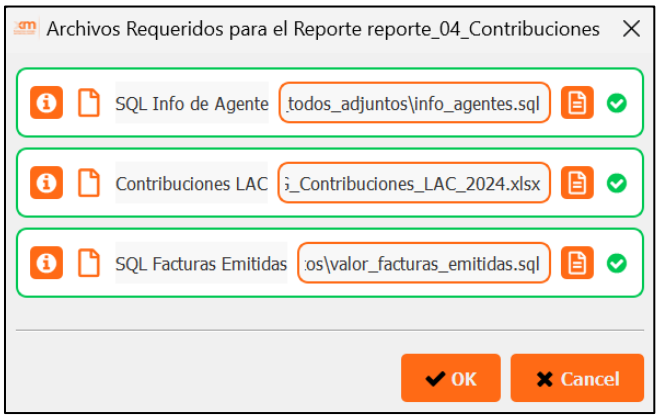
Figura 28
Ejecución del reporte final de Contribuciones



Para su ejecución, se requiere adjuntar **(Figura 29)**.

Figura 29

Archivos adjuntos requeridos para el reporte de Contribuciones



Donde:

- **SQl Info Agentes:** Sql utilizado para obtener información de todos los agentes del mercado y mapearlos en aquellos registros cuyo valor (Es el mismo que en el del reporte de integración)
- **Contribuciones LAC:** Son las contribuciones que necesitan ser adjuntadas desde la información que se recibe del equipo LAC.
- **Facturas Emitidas:** Este es el query similar al query FBOT, es el que se usa para construir el reporte, pero este SQL está enfocado en obtener la información de construcción de las tablas maestras.

5.4.4. Gráficas y Archivos Procesados

Cada reporte está respaldado con la interpretación de la información de manera **graficada**. En función del tipo de gráfica, son reutilizadas para presentar información diferente.

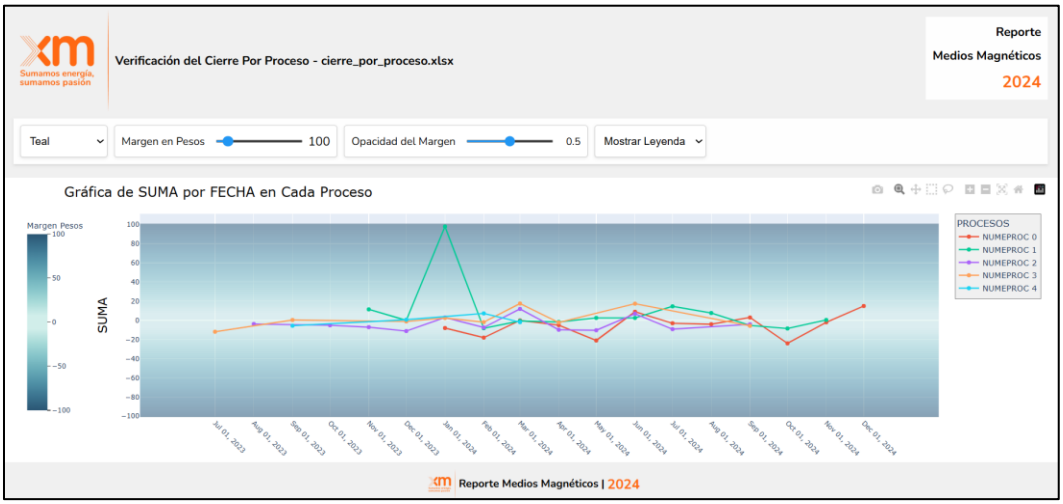
5.4.4.1. Gráfica del Cierre por Proceso. Esta gráfica describe la información obtenida desde el **cierre por proceso**, cada traza representa el número de proceso específico, que dependerá del número de procesos comprendidos en cada año.

El eje X representa las fechas comprendidas para todos los procesos y el eje Y es el resultado de la suma del balance en todos estos procesos, dando un resultado tanto negativo como positivo, según sea el caso.

Para la generación del reporte para el año 2024, se obtuvieron procesos con un cierre casi perfecto **(Figura 30)**, solamente para el **proceso 1** del primero de enero de 2024 se obtuvo un resultado suma de balance de casi **100 pesos,** esto en términos prácticoses una cantidad despreciable para el mercado; por lo tanto, la validación del cierre por proceso es correcta.

Figura 30

Gráfica del cierre del mercado por proceso



La gráfica está construida a partir del documento de ***cierre_por_proceso.xlsx*** **(Figura 31)**.

Figura 31

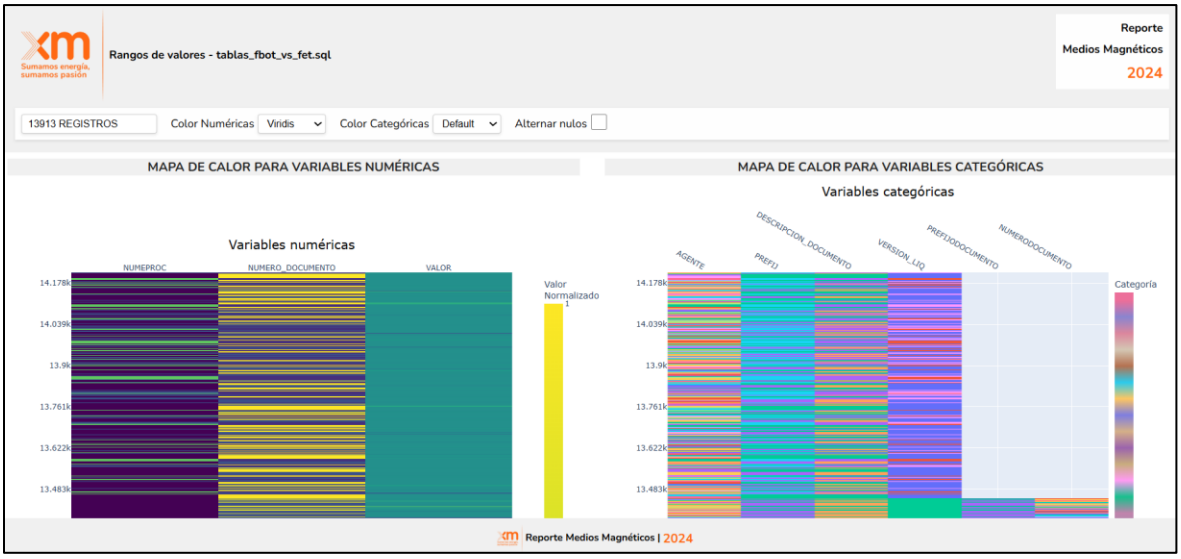
Datos del cierre del mercado por proceso para el año 2024

	A	B	C	D
1	FECHA_INICIAL	NUMEPROC	SUMA	VALIDACION
2	2023-07-01 0:00:00	3	-11,87137395	OK
3	2023-08-01 0:00:00	2	-3,794766903	OK
4	2023-09-01 0:00:00	3	0,406544209	OK
5	2023-09-01 0:00:00	4	-5,585622668	OK
6	2023-10-01 0:00:00	2	-5,136352539	OK
7	2023-11-01 0:00:00	1	11,49535561	OK
8	2023-11-01 0:00:00	2	-7,07721138	OK
9	2023-12-01 0:00:00	1	0	OK
10	2023-12-01 0:00:00	2	-11,14041519	OK
11	2023-12-01 0:00:00	3	-1,130000114	OK
12	2023-12-01 0:00:00	4	0,72712779	OK
13	2024-01-01 0:00:00	0	-8	OK
14	2024-01-01 0:00:00	1	98	OK
15	2024-01-01 0:00:00	2	3	OK
16	2024-01-01 0:00:00	3	2,454163909	OK
17	2024-02-01 0:00:00	0	-18	OK
18	2024-02-01 0:00:00	1	-8,240584373	OK
19	2024-02-01 0:00:00	2	-7,419283867	OK

5.4.4.2. Gráfica Mapa de Calor y Valores Nulos. Esta gráfica representa la **distribución de los datos** dentro del dataset. (Los datos de todas las columnas han sido normalizados de 0 a 1 para representar correctamente la escala del color de tema) y las columnas fueron separadas de acuerdo con su naturaleza, **columnas numéricas** por un lado y **columnas string,** transformada a valores categóricos por el otro **(Figura 32)**.

El eje X representa el nombre de columnas y el eje Y el índice del registro dentro del dataset de forma descendente. Los **valores nulos** serán identificados como los registros que no tiene color dentro de la gráfica; sin embargo, es posible alternarlos respecto a los no nulos desde las opciones de ajuste:

Figura 32
Gráfica mapa de calor y valores nulos



Esta gráfica está pensada en mostrar información generalmente de los reportes recibidos por otros equipos, con el fin de validar posibles registros con campos nulos o valores atípicos fácilmente detectables desde la vista del mapa de calor. También se usa como un recurso adicional en la validación FBOT vs FET; dado que, para el **2024** se encontraron registros nulos en **PREFIJODOCUMENTO** y **NUMERODOCUMENTO**, indicando algunos registros que estaban en FBOT pero no en FET, que corresponden a registros de agentes institucionales.

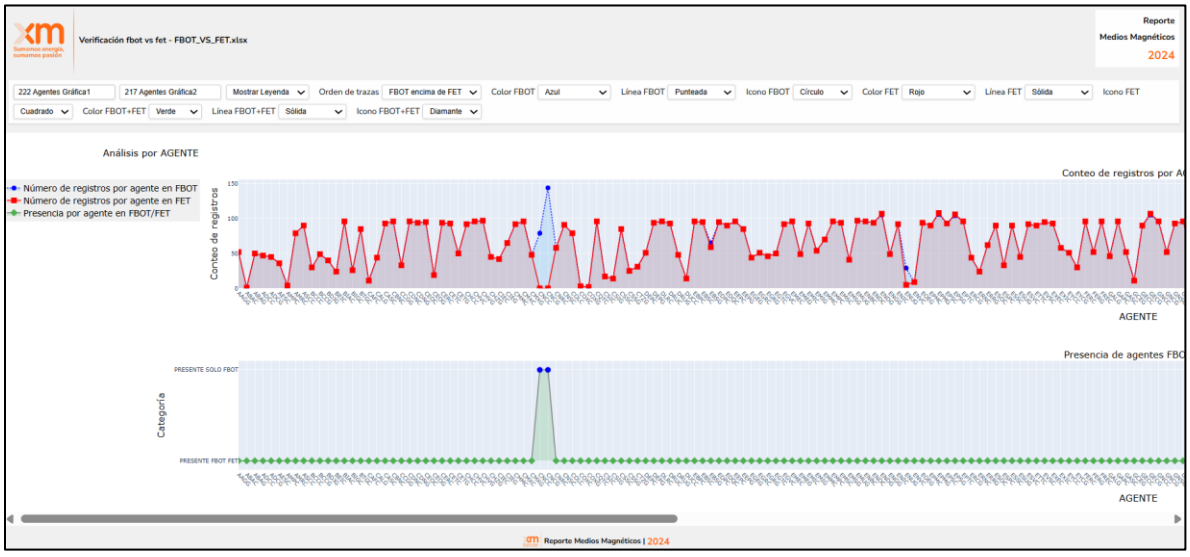
5.4.4.3. Grafica de FBOT VS FET. Esta gráfica pretende hacer un contraste contundente entre las tablas **FET** y **FBOT**. Se hace de 2 formas, teniendo 2 subgráficas **(Figura 33)**.

La primera subgráfica indica el **número de registros** (documentos existentes) por agente en sus respectivas tabas, ya sea FET y FBOT; donde el eje X representa el código ID del agente y el eje Y todo el conteo.

La segunda subgrafica en cambio, presenta una **categorización de agentes**, si cada uno está presente en las 2 tablas o excluyente en alguna de las 2. Nuevamente el eje X representa a todos los agentes, pero el eje X representa la presencia actual del agente.

Para este año, se presenta el mismo caso particular de todos los años: **agentes institucionales** como CENACE Generador y Comercializador (**CNCG**, **CNCC**) que debido a su naturaleza existen en FBOT para asegurar los cierres del mercado, pero no en FET.

Figura 33
Gráfica tablas FBOT vs FET

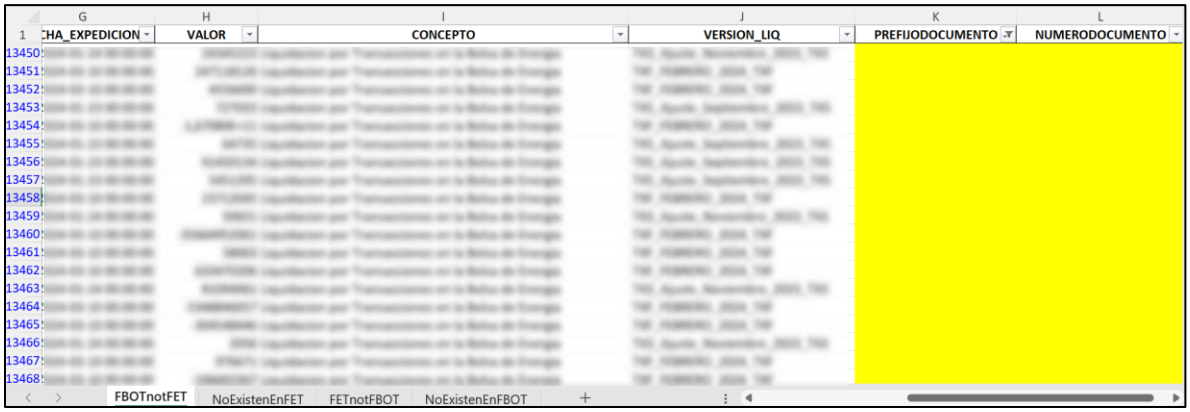


Ambas subgráficas están construidas a partir de los documentos ***FBOT_VS_FET.xlsx*** **(Figura 34)**. (Que muestra Información de los documentos que están en FBOT, pero no en FET y viceversa).

Para los documentos que están en FBOT pero no en FET, son las celdas vacías marcadas en amarillo, para las columnas **PREFIJODOCUMENTO** y **NUMERODOCUMENTO**:

Figura 34

Tabla de documentos valorables que están el Fbot, pero no en Fet



Y a su vez, pero en forma inversa, los registros que están en FET pero no en FBOT **(** Figura 35**)**, también se marcan las celdas en amarillo para las columnas correspondientes que son diferentes a **PREFIJODOCUMENTO** y **NUMERODOCUMENTO**.

Figura 35

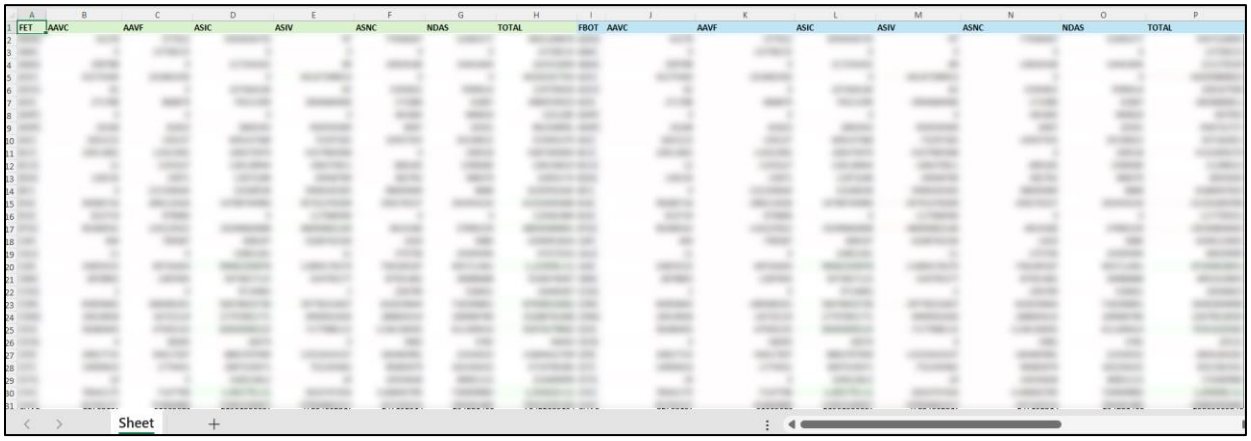
Tabla de documentos valorables que están en Fet, pero no en Fbot



Otro archivo es el ***FBOT_VS_FET_Por_Agente.xlsx*** **(Figura 36),** que muestra la información del cálculo para cada tipo de documento: **AAVC, AAVF, ASIC, ASIV, ASNC, NDAS** y el **TOTAL,** para cada agente tanto en las tablas FBOT, como en FET.

Figura 36

Tabla comparación de tablas Fbot vs Fet por agente



Y basado en estos documentos, se valida si para cada agente tiene registros tanto el FET como en FBOT, (Columna de **VALIDAR_AGENTE**) y que sus valores respectivos de tipo de documento (columnas **AAVC, AAVF, ASIC, ASIV, ASNC, NDAS**) cierran correctamente en sus respectivas contrapartes en las 2 tablas.

Para hacer la Validación Final, se suman los tipos de documento (en la columna de **VALIDACION_FINAL**) y se fija en OK si todo está bien para ese agente, un REVISAR, si es necesario hacer una revisión manual (en la columna de **OBSERVACIONES**) y una columna final de **NOTAS**, en caso de ser necesario fijar una nota importante en consideración **(Figura 37)**.

Figura 37

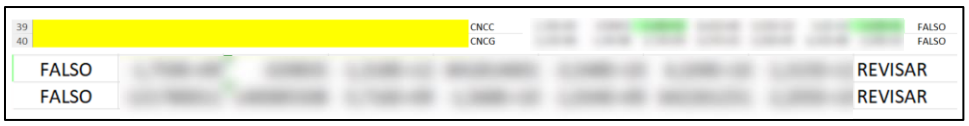
Validación tablas Fbot vs Fet por agente

VALIDAR AGENTE	AAVC	AAVF	ASIC	ASIV	ASNC	NDAS	VALIDACION FINAL	OBSERVACIONES	NOTAS
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	
VERDADERO	0	0	0	0	0	0	0	OK	

En caso de no existir un agente en alguna de las tablas, la verificación mostrará su respectiva contraparte faltante; por lo tanto, su validación fallará. Nuevamente referenciando el caso de CENACE **(Figura 38)**.

Figura 38

Validación tablas Fbot vs Fet, cuando un agente falla

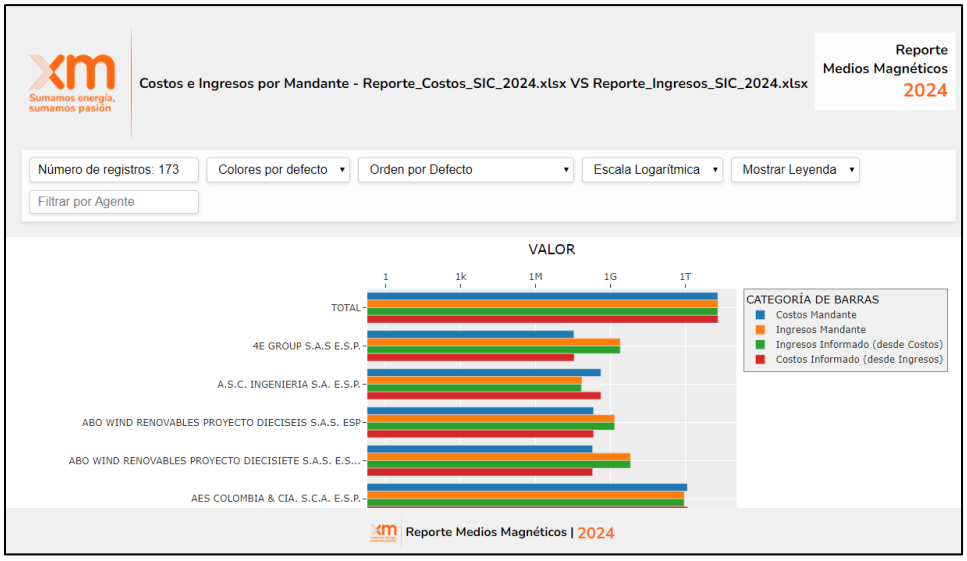


5.4.4.4. Gráfica de Ingresos y Costos. Esta gráfica tiene como objetivo verificar la validez de un reporte con su **contraparte**; si es de costos, su contraparte de ingresos y viceversa. Además de hacerlo en vía inversa. (Desde costos calcular todos los ingresos, debería de ser igual al reporte de ingresos, y así en su contraparte) **(Figura 39)**.

De esta manera, el eje Y representa a todos los agentes dentro del dataset, y el eje X por defecto en escala logarítmica, representa la cantidad respectiva de ingresos o costos que figura un agente, distribuidos en 4 trazas.

Figura 39

Gráfica comparación de Costos e Ingresos por agente

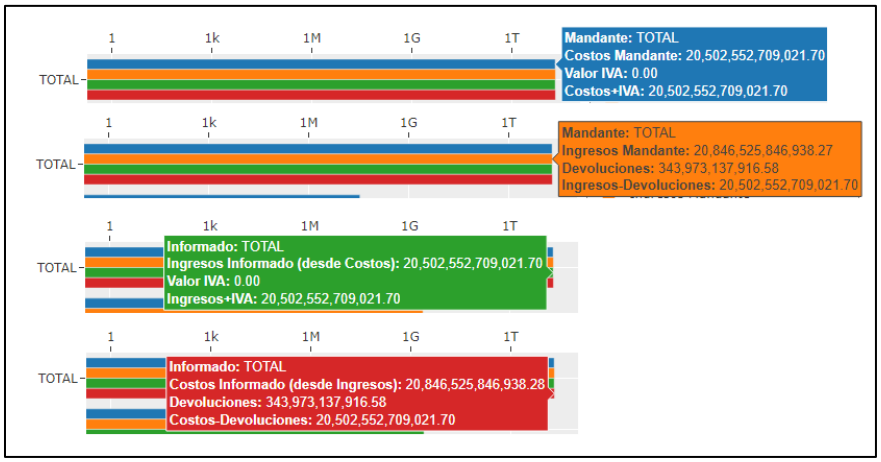


Para cada agente, se obtiene la información de **Costos Mandante** e **Ingresos Mandante** (cuando un agente es Mandante en alguno de los reportes). Y para **Costos Informado desde Ingresos** e **Ingresos informado desde costos**, (cuando un agente es informado en alguno de los reportes).

Comparando los costos e ingresos del reporte SIC generado por el aplicativo para el año **2024,** la gráfica muestra que sólo en el reporte SIC **(Figura 40)**, en total se facturaron más de **20.5** billones de pesos colombianos **(COP)**, (**20.5** trillones en escala corta 10^{12}) en ingresos y costos, y que a su vez todo el balance cierra correctamente como debería de esperarse.

Figura 40

Interpretación de las 4 trazas en un agente



En todo caso, en cualquier análisis se esperaría que en el **TOTAL**:

- ***Costos Mandante = Costos Informado desde Ingresos***

  Y que además sea igual a:

- ***Ingresos Mandante = Ingresos informado desde costos***

Esta gráfica también se usa para los reportes:

- ***Reporte_Ingresos_SIC_{año}.xlsx,*** *y* su contraparte ***Reporte_Costos_SIC_{año}.xlsx***
- ***MMG_Ingresos_LAC_{año}.xlsx,*** *y* su contraparte ***MMG_Costos_LAC_{anio}.xlsx***
- ***MMG_Ingresos_Financiera_{año}.xlsx,*** y su contraparte ***MMG_Costos_Financiera_{año}.xlsx***

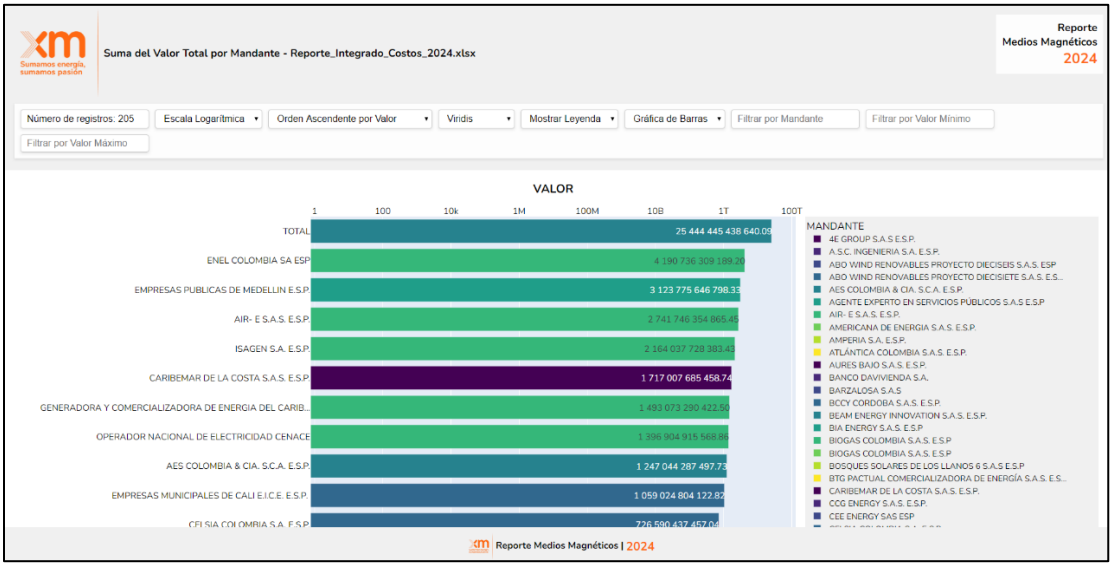
- ***Reporte_Integrado_Ingresos_{anio}.xlsx*** y su contraparte ***Reporte_Integrado_Costos_{anio}.xlsx***
- ***Reporte_Ingresos_Final_{año}.xlsx*** y su contraparte ***Reporte_Costos_Final_{año}.xlsx***

5.4.4.5. Grafica Suma Total por Mandante. La grafica final funciona como la anterior, pero sólo para un reporte, enfocada en saber exclusivamente cuales fueron los ingresos o costos de un agente **(Figura 41)**.

El eje X en escala lineal por defecto, y ordenada en orden ascendente por valor, muestra el total de sumar todas las cantidades de informados para el determinado agente mandante, dado que el eje Y representa a todos los agentes.

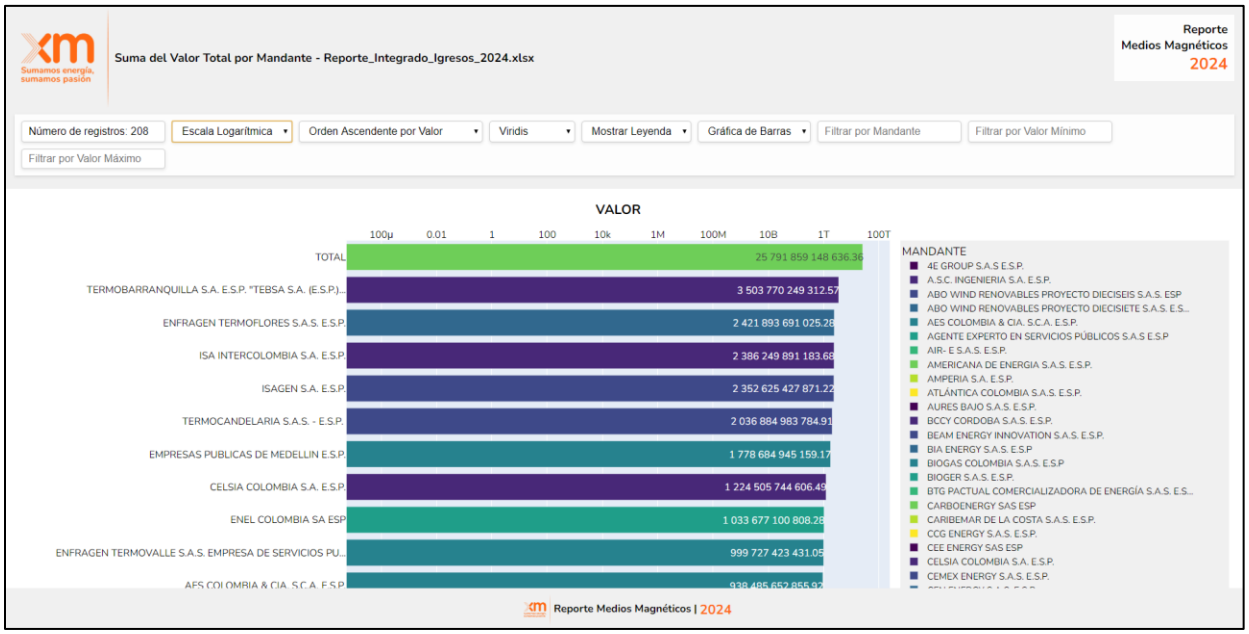
Para el año **2024** se presenta que toda la cantidad de movimientos asociados a costos en el **MEM**, fueron de aproximadamente **25.4** billones de pesos colombianos **(COP)**, (**25.4** trillones en escala corta 10^{12}). Para un total de **204** agentes participantes (205 menos el TOTAL); siendo los agentes con mayores conceptos facturados en el mercado por Costos: *ENEL COLOMBIA SA ESP (ENDC),* con un aproximado de **4.2** billones de pesos colombianos **(COP)**; *EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN E.S.P. (EPMC),* con un aproximado de **3.1** billones de pesos colombianos **(COP)**; *AIR-E S.A.S. E.S.P. (CSIC),* con un aproximado de **2.7** billones de pesos colombianos **(COP)**.

Figura 41
Gráfica de Costos totales por agente



Por el contrario, para el año **2024** se presenta que toda la cantidad de movimientos asociados con ingresos en el **MEM (Figura 42),** fueron de aproximadamente **25.8** billones de pesos colombianos **(COP)**, (**25.8** trillones en escala corta 10^{12}). Para un total de **207** agentes participantes (208 menos el TOTAL); siendo los agentes con mayores conceptos facturados en el mercado por ingresos: *TERMOBARRANQUILLA S.A. E.S.P. "TEBSA S.A. (E.S.P.)" (TBSG),* con un aproximado de **3.5** billones de pesos colombianos **(COP)**; *ENFRAGEN TERMOFLORES S.A.S. E.S.P. (TMFG),* con un aproximado de **2.4** billones de pesos colombianos **(COP)**; *ISA INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P. (ITCT),* con un aproximado de **2.4** billones de pesos colombianos **(COP)**.

Figura 42
Gráfica de Ingresos totales por agente



Nótese en **(Figura 42)** y **(Figura 42)** que los balances de Costos e Ingresos totales no coinciden exactamente. En una parte costos **25,4** billones y la otra, ingresos **25,8** billones. Esto sucede por la naturaleza de los costos negativos; dado que, son triviales dentro de los costos de un agente; entonces, son retirados los registros negativos del reporte de integración antes de estandarizarlo al formato de la DIAN.

5.4.5. Indicadores

En el apartado de indicadores se muestran diferentes indicadores que presentan la ejecución de todos los reportes de la aplicación. Los indicadores están disponibles desde la pestaña del menú de opciones de indicadores, y están calculados para los 4 reportes **(Figura 43)**.

Figura 43
Sección de Indicadores – App Medios Magnéticos



Por ejemplo, para el reporte SIC **(Figura 44)**, se muestra el conjunto de indicadores relacionados con la ejecución del script, como nombre del script, el usuario que lo ejecutó junto con la fecha, tiempo de ejecución y demás indicadores mostrados en la ejecución de vista de tabla

Figura 44
Indicadores pasos de ejecución de un reporte



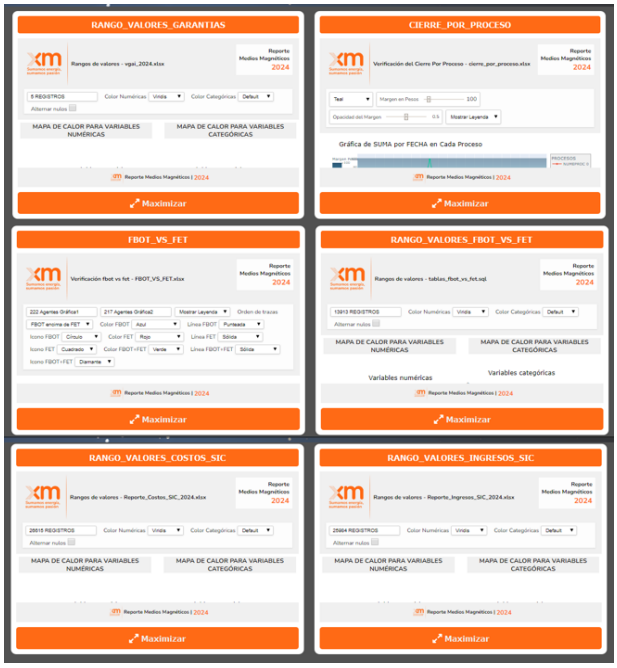
Adicionalmente, se presenta una tabla con todos los archivos generados para cada reporte, validando cuales existen y cuales no **(Figura 45)**.

Figura 45
Archivos generados por un reporte



Y el área de gráficas generadas para cada reporte que, en función del tipo de reporte, se han preparado una generación de graficas predeterminadas **(Figura 46)**. Estas graficas a su vez pueden ser maximizadas.

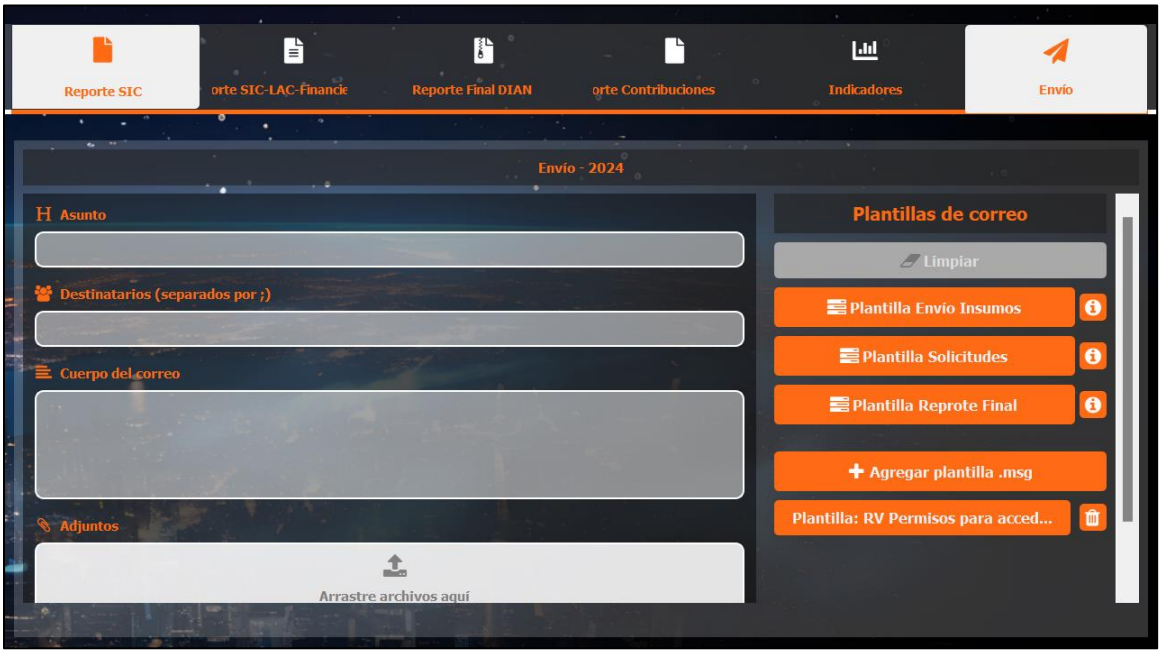
Figura 46
Sección de gráficas generadas para un reporte



5.4.6. Envío de Correos Electrónicos

Finalmente, se ha preparado un apartado dentro de la barra de opciones para el envío de correos electrónicos que permita en caso de ser necesario solicitar información de otros equipos, requerimientos y envío de reportes finales **(Figura 47)**. Además de poder agregar plantillas de forma dinámica que puedan ser cargadas rápidamente en los campos del correo:

Figura 47
Vista para el envío de correos electrónicos



La vista prepara el envío del correo electrónico y abre la plantilla directamente en el aplicativo de **Outlook** para su posterior revisión, ajustes y envío final.

6. Conclusiones y Recomendaciones

El desarrollo del aplicativo de **Medios Magnéticos** representa una solución tecnológica integral para la automatización del proceso de consolidación, validación y generación de reportes exigidos por la **DIAN**. A través de una arquitectura modular y una interfaz gráfica intuitiva, la herramienta permite a los analistas de **XM** ejecutar procesos complejos de forma estructurada, reduciendo significativamente los tiempos de procesamiento y minimizando errores humanos.

Desde el principio, se buscó que, el aplicativo no solo cumpliera con los requerimientos técnicos y funcionales establecidos, sino que también aportara **valor agregado** al proceso de medios magnéticos, fortaleciendo la transparencia, eficiencia y confiabilidad de la información financiera de la organización.

Una de las principales fortalezas del sistema es su capacidad para integrar información proveniente de múltiples fuentes **(SIC, LAC, Financiera),** procesarla y transformarla en reportes oficiales en formatos compatibles. Además, la incorporación de visualizaciones gráficas y validaciones automáticas facilita la detección de inconsistencias y mejora la calidad de los datos reportados.

El enfoque por **fases**, junto con la trazabilidad de cada ejecución mediante logs y carpetas organizadas por usuario, garantiza un alto nivel de control y auditoría sobre el proceso. Asimismo, la posibilidad de enviar reportes y solicitudes por correo electrónico directamente desde la aplicación.

En consecuentica, el reporte de medios magnéticos, respaldado por un proceso estructurado de validación y facturación, representa una nueva herramienta dentro del ecosistema de procesos **anuales** que se llevan a cabo dentro de **XM**, asegurando la sostenibilidad, modernización y eficiencia del sistema eléctrico colombiano.

Referencias

XM. (2022). Instructivos medios magnéticos: Ejecución liquidación SIC y consolidación [Manual interno]. XM S.A.

XM. (2022). Guía operativa del sistema de facturación [Manual interno]. XM S.A.

XM. (s.f.). Página principal de XM. https://www.xm.com.co/

XM. (s.f.). Estructura del mercado eléctrico colombiano. https://www.xm.com.co/transacciones/registros/registro-agentes-y-contactos/estructura-del-mercado

XM. (s.f.). Operación del Sistema Interconectado Nacional (SIN) y administración del Mercado de Energía Mayorista (MEM). https://www.xm.com.co/nuestra-empresa/nosotros/que-hacemos

Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). (2023). Resolución 00162 del 31 de octubre de 2023. https://www.dian.gov.co

Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). (2023). Resolución CREG 080 de 2023. https://www.creg.gov.co

International Council on Systems Engineering (INCOSE). (2023). Systems engineering vision 2035. INCOSE.

McKinney, W. (2022). Python for data analysis: Data wrangling with Pandas, NumPy, and Jupyter. O'Reilly Media.

Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science for business. O'Reilly Media.

Sommerville, I. (2020). Software engineering (10th ed.). Pearson.

Summerfield, M. (2022). Rapid GUI programming with Python and Qt. Prentice Hall.

DataCamp. (2024). Las 26 mejores bibliotecas Python para la ciencia de datos en 2024. https://www.datacamp.com/es/blog/top-python-libraries-for-data-science