



Diseño y modelado de un tablero de indicadores de gestión para las centrales hidroeléctricas Miel I y Amoyá, pertenecientes a la empresa Isagen por medio de la herramienta Power Bi: Aplicación de la inteligencia de negocios para la optimización de la toma de decisiones estratégicas y operativas.

Diego Andrés Garzón Garzón

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniero Industrial

Asesores

Yance Sorany Vergara Rincón

Laura Marcela Londoño Vásquez

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita

(Garzón Garzón, 2024)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Garzón Garzón, D. A. (2024). *Diseño y modelado de un tablero de indicadores de gestión para las centrales hidroeléctricas Miel I y Amoyá, pertenecientes a la empresa Isagen por medio de la herramienta Power Bi*. [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



ISAGEN S.A.E.S.P.

Área de coordinación administrativa

Centrales hidroeléctricas Miel I y Amoyá



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

Dedicado a mis padres, a quienes la dedicación, el amor incondicional y el constante apoyo han sido el faro que ha iluminado mi camino académico. Su guía y apoyo han sido la piedra angular de mi educación y crecimiento personal, su fe inquebrantable en mis capacidades ha sido mi inspiración constante y a través de su ejemplo de sacrificio y compromiso, he aprendido el valor del esfuerzo y la perseverancia. Cada logro alcanzado en este trabajo de grado es el resultado de su inmenso respaldo y aliento.

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a aquellos que han sido fundamentales en el desarrollo y culminación de este trabajo de grado:

Agradezco a Dios y a mis queridos padres, cuyo amor, apoyo incondicional y sacrificio han sido la base de mi educación y crecimiento. Gracias por creer en mí y por ser mi fuente inagotable de inspiración, por impulsarme a ser mejor cada día y por enseñarme que no hay límites cuando se cuenta con el amor y el respaldo de unos padres excepcionales.

A mis tutoras universitaria y de empresa, Laura Marcela Londoño Vásquez y Yance Sorany Vergara Rincón, por su orientación experta, paciencia y dedicación. Su sabiduría, consejos y retroalimentación han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Agradezco sinceramente el tiempo, el conocimiento y el apoyo brindado en cada paso de este proceso.

A ISAGEN S.A.E.S.P por brindarme la oportunidad invaluable de formar parte de su equipo y permitirme aplicar los conocimientos adquiridos en el entorno académico en el mundo laboral.

Agradezco la confianza depositada en mí y el ambiente de aprendizaje que me han proporcionado.

Mi más profundo agradecimiento a cada uno de ustedes por su contribución invaluable en este camino académico y profesional.

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| 1. Resumen..... | 8 |
| 2. Abstract | 9 |
| 3. Introducción | 10 |
| 4. Objetivos | 15 |
| 4.2 Objetivo general. | 15 |
| 4.3 Objetivos específicos..... | 15 |
| 5. Marco teórico | 15 |
| 6. Metodología | 20 |
| 6.2 Actividades | 23 |
| 6.3 Presupuesto..... | 27 |
| 7. Resultados | 29 |
| 7.1 Diagnóstico y procesamiento de información con priorización..... | 29 |
| 7.1.1 Coordinación administrativa. | 29 |
| 7.1.2 Operaciones..... | 30 |
| 7.1.3 Mantenimiento. | 30 |
| 7.2 Estandarización y transformación digital de procesos administrativos..... | 31 |
| 7.2.1 Gestión de comisiones | 31 |
| 7.2.2 Gestión de operaciones. | 40 |
| 7.2.2.1 Informe diario de operación | 40 |
| 7.2.2.2 Informe de operación mensual | 43 |
| 7.2.3 Informe de mantenimiento mensual..... | 46 |
| 7.3 Diseño y modelado de tablero de indicadores..... | 49 |
| 7.3.1 Estandarización. | 49 |

| | |
|---|----|
| 7.3.2 Digitalización..... | 50 |
| 7.3.3 Automatización de flujo de actividades..... | 51 |
| 7.3.3.1 Montaje de aplicativo para solicitud de comisiones en centrales..... | 51 |
| 7.3.3.2 Montaje de aplicativo para el informe diario de operación..... | 55 |
| 7.3.3.3 Desarrollo de tablero de indicadores para informe mensual de operación. | 57 |
| 7.3.3.4 Desarrollo de tablero de indicadores para informe mensual de mantenimiento. ... | 61 |
| 8. Discusión..... | 65 |
| 9. Conclusiones..... | 66 |
| 10. Recomendaciones | 67 |
| 11. Referencias | 69 |

Lista de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 PDCA. Fuente: Elaboración propia..... | 20 |
| Tabla 2 Secciones y variables del proceso de comisiones. Fuente: Elaboración propia..... | 31 |
| Tabla 3 Conformación de equipos de trabajo. Fuente: Elaboración propia. | 36 |
| Tabla 4 Conformación de equipo logístico centrales. Fuente: Elaboración propia..... | 37 |
| Tabla 5 Áreas y elementos esenciales para informe diario de operación de la central Miel I. Fuente: Elaboración propia. | 41 |
| Tabla 6 Áreas y elementos esenciales para informe diario de operación de la central Amoyá. Fuente: Elaboración propia. | 42 |
| Tabla 7 Indicadores para informe mensual de operación. Fuente: Elaboración propia. | 44 |
| Tabla 8 Indicadores asociados al informe de mantenimiento mensual. Fuente: Elaboración propia. | 47 |
| Tabla 9 Almacenamiento de información por proceso. Fuente: Elaboración propia..... | 49 |
| Tabla 10 Herramientas de Microsoft 365. Fuente: Microsoft Learn..... | 50 |
| Tabla 11 Descripción de interfaces para aplicativo de comisiones. Fuente: Elaboración propia .. | 51 |
| Tabla 12 Descripción de aplicativo para informe diario de operación. Fuente: Elaboración propia | 56 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Ciclo PDCA. Fuente: Elaboración propia..... | 14 |
| Figura 2 Iniciativas de automatización empresarial. Fuente: Herzberg et al, 2020 | 16 |
| Figura 3 Cronograma de actividades. Fuente: Elaboración propia. | 22 |
| Figura 4 Presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración propia..... | 27 |
| Figura 5 Visualización de costos del proyecto. Fuente: Elaboración propia. | 28 |
| Figura 6 Formato propuesto para solicitud de comisiones. Fuente: Elaboración propia | 33 |
| Figura 7 Flujo de información para solicitar comisiones. Fuente Elaboración propia. | 35 |
| Figura 8 Diagrama de flujo para solicitud de comisiones. Fuente: Elaboración propia. | 39 |
| Figura 9 herramientas asociadas al desarrollo de la gestión de comisiones. Fuente: Elaboración propia..... | 55 |
| Figura 10 Pantalla principal informe de operación. Fuente: Elaboración propia..... | 58 |
| Figura 11 Evolución histórica - Embalse Amaní. Fuente: Elaboración propia..... | 59 |
| Figura 12 Datos de generación por central. Fuente: Elaboración propia. | 59 |
| Figura 13 Detalle de generación - centrales. Fuente: Elaboración propia. | 59 |
| Figura 14 Desviaciones de generación y costos asociados. Fuente: Elaboración propia..... | 60 |
| Figura 15 Registro de fallas - centrales. Fuente: Elaboración propia. | 61 |
| Figura 16 Informe mensual de mantenimiento - pantalla principal. Fuente: Elaboración propia.. | 62 |
| Figura 17 Disponibilidad central Amoyá. Fuente: Elaboración propia. | 63 |
| Figura 18 Disponibilidad central Miel I. Fuente: Elaboración propia. | 63 |
| Figura 19 Confiabilidad centrales Miel I - Amoyá. Fuente: Elaboración propia..... | 63 |
| Figura 20 Análisis de confiabilidad centrales Miel I - Amoyá. Fuente: Elaboración propia..... | 64 |
| Figura 21 KPI's de gestión. Fuente: Elaboración propia. | 64 |
| Figura 22 KPI's por área. Fuente: Elaboración propia..... | 64 |

1. Resumen

El objetivo de este trabajo consistió en desarrollar un tablero de indicadores de gestión para las centrales Miel I - Amoyá de la empresa Isagen, utilizando las herramientas de Power Platform, por lo tanto, la metodología aplicada se basó en el ciclo PDCA, de allí, en la fase “Plan”, se realizó un diagnóstico y procesamiento de información con priorización, identificando y segmentando procesos administrativos en las centrales hidroeléctricas; para la fase “Do”, se llevó a cabo con la estandarización y transformación digital de los procesos, incluyendo la digitalización y automatización mediante herramientas de Microsoft 365. La fase “Check” se centra en el desarrollo del tablero de gestión estratégica, consolidando información, validando indicadores y procesando datos, para finalmente, en la fase “Act”, diseñar y modelar los dashboard, utilizando un enfoque mixto que combina elementos cuantitativos y cualitativos.

Los resultados obtenidos muestran avances secuenciales alineados con los objetivos específicos, detallando el progreso en cada etapa del proceso. El diagnóstico y procesamiento de información revelaron áreas clave para intervención, como la gestión de comisiones, operaciones y mantenimiento, por tanto, la implementación de la estandarización y digitalización optimizó procesos operativos, destacando la importancia estratégica de estas prácticas.

Las conclusiones destacan el éxito de la estandarización en las centrales hidroeléctricas, logrado mediante un enfoque colaborativo y flexible, donde la implementación de herramientas analíticas como Power BI mejoró la toma de decisiones estratégicas, el análisis temporal de fallas en equipos demostró ser crucial para comprender el rendimiento y optimizar la confiabilidad operativa y la centralización de la gestión de comisiones fue un primer paso para la estandarización de procesos administrativos a nivel organizacional.

Palabras clave: Automatización, digitalización, decisiones estratégicas, indicadores, procesos administrativos, productividad

2. Abstract

The objective of this work was to develop a management dashboard for the Miel I - Amoyá power plants of Isagen, utilizing Power Platform tools. The applied methodology was based on the PDCA cycle where in the "Plan" phase, a diagnostic and information processing with prioritization occurred, identifying and segmenting administrative processes in the hydroelectric plants. In the "Do" phase, standardization and digital transformation of processes were carried out, including digitalization and automation using Microsoft 365 tools, the "Check" phase focuses on developing the strategic management dashboard, consolidating information, validating indicators, and processing data. Finally, in the "Act" phase, the design and modeling of dashboards take place, utilizing a mixed approach that combines quantitative and qualitative elements.

The obtained results demonstrate sequential advancements aligned with specific objectives, detailing progress at each stage. The diagnostic and information processing revealed key areas for intervention, such as commission management, operations, and maintenance. Consequently, the implementation of standardization and digitalization optimized operational processes, emphasizing the strategic importance of these practices.

The conclusions highlight the success of standardization in the hydroelectric plants achieved through a collaborative and flexible approach. The implementation of analytical tools like Power BI improved strategic decision-making, while the temporal analysis of equipment failures proved crucial for understanding performance and optimizing operational reliability. The centralization of commission management was an initial step toward standardizing administrative processes organization-wide.

Keywords: Automation, digitalization, strategic decisions, indicators, administrative processes, productivity.

3. Introducción

Isagen es una empresa dedicada a la generación y comercialización de energía, desempeñando un rol esencial en el suministro de electricidad a nivel nacional, con un portafolio mixto compuesto por 19 centrales de generación que suman alrededor de 3.000 megavatios (MW) de capacidad efectiva neta (CEN). Por consiguiente, la organización parte de un principio fundamental que radica en el fortalecimiento de un sistema energético confiable y sostenible a través de tres fuentes de energía renovables: hidroeléctrica, eólica y solar, lo que ubica la compañía a la vanguardia de la transición hacia una matriz de energía limpia (ISAGEN, 2023).

Sabido esto, la central hidroeléctrica Miel I localizada en el municipio de Norcasia, se caracteriza por tener una capacidad efectiva neta de 396 megavatios (MW), la cual es posible gracias a que la presa Patángoras de 188 metros de altura puede almacenar 571 millones de metros cúbicos de agua a lo largo de 1.220 hectáreas formando el embalse Amaní (ISAGEN, 2023).

Por otro lado, la central hidroeléctrica Río Amoyá – la esperanza localizada en la jurisdicción del municipio de Chaparral, Tolima, tiene una capacidad efectiva neta de 80 MW distribuidos en dos unidades de generación y su modus operandi consiste en el aprovechamiento de las aguas de los ríos Amoyá y Davis con un sistema de captación a filo de agua, es decir, no cuenta con reserva de agua o embalse, sino que funciona gracias al caudal de un río. Consecuentemente, la central cumple con los requisitos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), lo que confirma ante autoridades nacionales e internacionales su contribución a la mitigación del cambio climático (ISAGEN, 2023).

Ahora bien, el panorama empresarial ha sido testigo de la rápida evolución de las organizaciones que han alcanzado un nivel destacado en términos de infraestructura y operaciones. A medida que estas empresas experimentan un crecimiento notorio, se presenta una realidad y es que este desarrollo expansivo trae consigo una serie de desafíos que demandan atención constante e Isagen no es ajena a esta situación.

En el actual escenario económico, marcado por su complejidad, globalidad, volatilidad e incertidumbre, el éxito a largo plazo de las organizaciones depende de dos aspectos cruciales: su

habilidad para adaptarse a las cambiantes condiciones competitivas del entorno y su capacidad de reacción y gestión frente a desafíos como las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Dueñas et al., 2015), la gestión medioambiental y la responsabilidad social corporativa. En este contexto, resulta innegable el crecimiento en la complejidad de las operaciones en un entorno empresarial en constante evolución.

Con la expansión y diversificación de las empresas, se teje una red de interconexiones entre los distintos departamentos, lo que se traduce en una notoria carga de trabajo y responsabilidades adicionales para el personal administrativo. Esta transformación en la dinámica empresarial ha dado lugar a modificaciones graduales en busca de nuevos enfoques que optimicen la eficiencia operativa y fortalezcan la posición de la empresa en el mercado. En esta situación, la eficiencia y la adaptabilidad emergen como elementos fundamentales para mantener el éxito empresarial en medio de estos desafíos (Dueñas et al., 2015). Por esto, la gestión y el control de las actividades, en algún momento manejables con sistemas tradicionales, se convierten en un reto logístico y operativo que exige una pronta solución.

Es allí donde entra en juego el concepto de digitalización y automatización de procesos, ya que estas estrategias son la base fundamental para abordar los desafíos asociados con el crecimiento sostenido de las organizaciones. La digitalización se refiere a la transformación de procesos en formatos digitales, dando agilidad, precisión y eficiencia a la información, aun así, tal como lo indica Muñoz, A. (2017) “la digitalización no solo está ligada a la tecnología sino a la inversión en talento y a un cambio cultural empresarial y social de gran entidad”. Por otro lado, de acuerdo con Montesino et al. (2013) “la automatización involucra herramientas, máquinas, dispositivos, instalaciones y sistemas para realizar determinadas actividades sin que se produzca intervención humana en el transcurso de las mismas”, lo que en otras palabras haría referencia a la ejecución de tareas y actividades de manera autónoma en procesos repetitivos.

La sinergia entre la digitalización y la automatización garantiza mayor agilidad en el flujo de la información a través de sistemas digitales centralizados, proporcionando a los directivos de la compañía, responsables de la toma de decisiones, una visión holística y actualizada del estado de la organización. Del mismo modo, "al referirse a la automatización se habla de aquellos sistemas

que permiten transferir labores y tareas de producción, generalmente realizadas por operadores humanos, al conjunto de elementos tecnológicos disponibles, lo cual origina ventajas importantes, tal como mejorar las condiciones de trabajo del personal, optimización del tiempo en el desarrollo e incremento de la seguridad de los procesos y la simplificación de la ejecución al integrar la producción con la gestión" (Domínguez, Lavayen y Romero, 2022).

Consecuentemente, la implementación de estas alternativas no solo resuelve problemas complejos, sino que también ha propiciado la transformación del concepto tradicional de automatización y digitalización en soluciones fundamentales para abordar los desafíos en un entorno operativo cada vez más complejo. Esta prioridad estratégica se ha extendido a todas las áreas de la organización, enfocándose en la optimización de la tecnología para el beneficio de las personas y en la mejora de la toma de decisiones basada en datos. Esto subraya el papel esencial desempeñado por la administración al coordinar las actividades de los diferentes departamentos en busca de objetivos comunes.

En este contexto, la propuesta actual de diseñar y modelar un tablero de indicadores de gestión para las centrales hidroeléctricas Miel I – Amoyá mediante la implementación de Power BI adquiere una importancia aún mayor, al poner en marcha una herramienta eficaz que incrementa sustancialmente la confiabilidad en la toma de decisiones estratégicas. Esto se logra al proporcionar información actualizada y visualmente clara, lo que facilita la identificación de áreas de mejora y permite un monitoreo eficaz del desempeño en la gestión. En este sentido, la estandarización y mejora de los procedimientos administrativos se tornan particularmente cruciales para Isagen y, especialmente, para las centrales previamente mencionadas. La falta de uniformidad en la información procesada puede dar lugar a sesgos y procesos redundantes, lo que subraya la importancia de implementar herramientas como el mencionado tablero de indicadores.

El proyecto se estructura en tres fases principales que son:

1. Diagnóstico: En el contexto empresarial, es considerado como la evaluación minuciosa de la situación actual de una organización con el propósito de identificar sus fortalezas, debilidades,

oportunidades y amenazas. Esta práctica, fundamental para la toma de decisiones informadas, se basa en la metodología de análisis de situaciones empresariales (Drucker, 1954).

2. Estandarización: Entendida como el proceso de establecer normas, procedimientos y protocolos uniformes en una organización para garantizar la consistencia y calidad en las operaciones. Esta práctica, que busca eliminar la variabilidad y mejorar la eficiencia, se apoya en la teoría de gestión de calidad total (Juran & Gryna, 1988).

3. Transformación digital de procesos y creación del tablero de gestión estratégica: La transformación digital de procesos implica la reconfiguración de las actividades empresariales mediante la incorporación de tecnología digital para mejorar la eficiencia y la eficacia. Paralelamente, la creación de un tablero de gestión estratégica se refiere al desarrollo de una herramienta que proporciona información crítica para la toma de decisiones estratégicas. Estos conceptos modernos se han desarrollado en respuesta a la creciente influencia de la tecnología en los negocios y se encuentran respaldados por la literatura sobre gestión de la innovación y la gestión estratégica (Porter & Heppelmann, 2014).

Dichas fases se recopilan en la metodología Kaizen y el enfoque PDCA también conocido como el Ciclo de Deming o de mejora continua, cuyo acrónimo hace referencia a lo observado en la Figura 1.

El presupuesto requerido para el cumplimiento de los objetivos incluye costos asociados a la mano de obra, recursos físicos y licenciamiento del software Microsoft 365, así como el acceso a herramientas como Power BI y Power Automate.

Finalmente, los resultados esperados incluyen la mejora significativa en la eficiencia operativa a nivel administrativo, la optimización de procesos, la implementación de indicadores clave de rendimiento, la digitalización y automatización de procesos, la centralización de datos y la generación de informes en tiempo real.



Figura 1 Ciclo PDCA. Fuente: Elaboración propia

4. Objetivos

4.2 Objetivo general.

Diseñar y modelar un tablero de indicadores de gestión para las centrales Miel I - Amoyá, de la empresa Isagen, por medio de la herramienta Power Bi.

4.3 Objetivos específicos.

- Analizar y seleccionar los procesos administrativos de mayor relevancia dentro de las centrales Miel I – Amoyá, de acuerdo con las necesidades del área administrativa.
- Digitalizar y automatizar los procesos administrativos identificados para crear una base de datos consolidada y centralizada a través de aplicativos de Microsoft 365 - Power Automate.
- Diseñar y modelar un tablero de indicadores (dashboard) a través de la herramienta Power Bi enfocado en la toma de decisiones estratégicas.

5. Marco teórico

La automatización y digitalización de los procesos administrativos se han convertido en prioridades clave al interior de las organizaciones. Según el informe de Manyika et al. (2017) titulado “Un futuro que funciona: automatización, empleo y productividad” publicado por el McKinsey Global Institute, ambos conceptos posibilitan que "las empresas mejoren su desempeño al reducir los errores y mejorar la calidad y la velocidad; en algunos casos puede llevar a lograr resultados que vayan más allá de la capacidad humana. Como ya lo ha hecho a lo largo de la historia, la automatización también contribuye a mejorar la productividad", así como reducir los tiempos de procesamiento por parte de los servidores que desempeñan labores en cargos administrativos. Conforme a este enfoque, tal como lo indica Estrada (2021), la digitalización es una automatización de las tareas productivas que tiene una característica diferencial sobre otros procesos similares ocurridos en el pasado.

Por su parte, Jiménez (2020) en uno de sus artículos enfocados en la implementación de un sistema automatizado, indica que “las organizaciones deben optar por automatizar sus procesos a fin de ser más eficientes y obtener mayor rentabilidad, ya que el mercado actual cada vez es más competitivo. También es necesaria la automatización en la gestión administrativa, ya que con ello se logra hacer más efectivo y eficiente el funcionamiento de cualquier organización”.

Consecuentemente, "la automatización de varias actividades puede mejorar el desempeño de casi cualquier proceso de negocios. Más allá de habilitar la reducción de costos de mano de obra, puede aumentar la producción, incrementar la confiabilidad y mejorar la calidad, entre otras mejoras al desempeño." Estas ventajas no solo se reflejan en la eficiencia operativa, sino que también contribuyen a fortalecer la competitividad de la organización en el mercado. Por lo tanto, la automatización se consolida como una estrategia clave para optimizar el desempeño y la eficacia de las empresas en un entorno empresarial cada vez más dinámico y competitivo (Manyika et al, 2017).

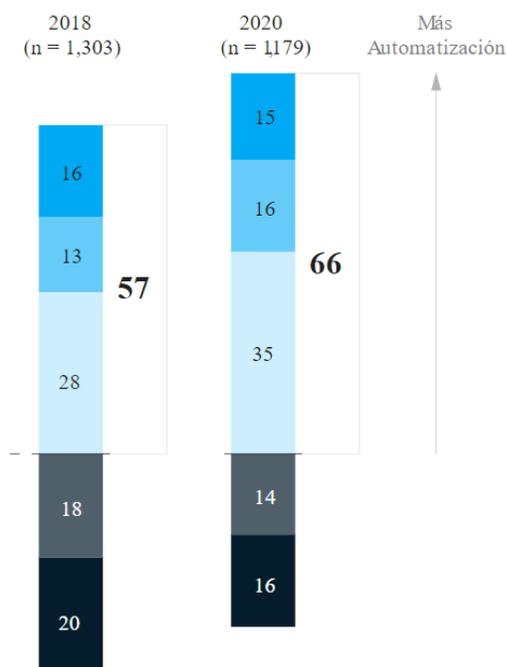


Figura 2 Iniciativas de automatización empresarial. Fuente: Herzberg et al, 2020

Para el año 2018 y 2020 la empresa consultora McKinsey & Company desarrolló dos encuestas con el fin de identificar cuáles eran las mejores prácticas que podían contribuir al éxito de las iniciativas de automatización, identificando que con el tiempo cada vez más organizaciones están introduciendo la automatización en sus procesos.

Tal como se observa en la Figura 2, para el año 2018 se tuvo una muestra de 1.303 organizaciones, mientras que para el año 2020 la muestra fue de 1.179, lo cual implica una reducción de empresas participantes de la encuesta, sin embargo, los resultados del estudio indican que un número significativamente mayor de empresas están implementando proyectos de automatización en comparación con la situación de dos

años atrás. Según los datos, para el año 2020 aproximadamente dos tercios de los encuestados informaron que sus empresas están actualmente implementando al menos proyectos piloto de automatización de procesos en una o más unidades de negocios o funciones. Esto representa un incremento en comparación con el 57% por ciento registrado en la edición anterior del estudio (Herzberg et al, 2020).

Siguiendo la perspectiva planteada por Luna González (2015), podemos afirmar que la administración se define como la implementación efectiva y eficiente del proceso administrativo, el cual abarca aspectos fundamentales como la planeación, organización, integración de recursos, dirección y control. Por esto, la administración como práctica integradora en las organizaciones juega un papel crucial en el acople de las actividades desarrolladas por los distintos departamentos, con el fin de alcanzar metas comunes.

En otras palabras, se puede considerar que una correcta administración es necesaria para iniciar una pequeña empresa, sin embargo, el hecho de lograr que una organización se desarrolle y sea reconocida por haber alcanzado metas significativas de manera continua, es un ejemplo claro de lo que es administración, mantener siempre el ritmo (Chuck,2013), ahora bien, administrar implica evolucionar y como indica Pérez & González (2020) “Toda evolución hace indispensables cambios que deben permear en toda la empresa para un correcto funcionamiento, labor que es posible mediante el establecimiento de políticas, reglamentos y principalmente estándares de proceso que permitan medir, a través de indicadores, el desempeño de estos para mejorar de manera continua.

Los indicadores de gestión pueden definirse como la “relación entre las variables cualitativas o cuantitativas, que permiten observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto de objetivos y metas previstos”(Beltrán, 2013) y se caracterizan por ser herramientas fundamentales para evaluar el desempeño de la organización y facilitar la toma de decisiones estratégicas, apoyando “el ejercicio de la planeación estratégica institucional, ya que visualiza los logros de la organización y al mismo tiempo, detecta los procesos de la entidad en los cuales existan procedimientos con necesidad de fortalecimiento para su efectiva gestión” (Zendesk, 2021).

Para el contexto de las centrales hidroeléctricas, los indicadores de gestión pueden abarcar aspectos como la eficiencia en la generación de energía, seguridad operativa, mantenimiento de maquinaria y equipos y la gestión de los recursos hídricos, es así como los factores de automatización y digitalización de los procesos administrativos tienen un rol crítico ya que la información procesada en estos sistemas tiende a presentar sesgos debido a la falta de estandarización, lo que potencialmente podría dar lugar a reprocesos. Sabido esto, de acuerdo con Matute et al. (2021) “muchas compañías pierden mucho tiempo buscando información de varias fuentes de datos ... sin embargo, con BI, toda la información está centralizada, siendo accesible visualmente desde un tablero o un informe, lo que permite ahorrar gran cantidad de tiempo”.

Ahora bien, en relación con los objetivos de este trabajo, es fundamental tener claro que la herramienta Power BI es una potente aplicación de análisis de datos y visualización de informes desarrollada por Microsoft. Su principal función es permitir la consolidación y análisis de datos de diversas fuentes en un formato accesible y comprensible, lo cual se logra a través de la creación de informes interactivos y paneles de control que proporcionan una visualización clara y en tiempo real de los indicadores de gestión.

Es así como Power BI se destaca por su capacidad para integrar datos de múltiples fuentes, realizar análisis avanzados y presentar resultados de manera efectiva. Su versatilidad lo convierte en una opción sobresaliente para el diseño y modelado de un tablero de indicadores para las centrales Miel I y Amoyá, teniendo presente que su integración con la suite Microsoft 365 facilita la colaboración y el acceso a datos desde diferentes dispositivos. Ahora bien, la elección de Power BI para este proyecto se basa en su capacidad probada para mejorar la toma de decisiones ágiles, además, su capacidad para identificar áreas de mejora se alinea perfectamente con los objetivos del proyecto.

Como destacó Ingrande (2017), la estandarización de tareas y procesos, como se promueve a través de herramientas como Power BI, representa uno de los fundamentos esenciales de la mejora continua en el contexto de la gestión de las centrales hidroeléctricas, por lo tanto, Power BI es considerada como una herramienta idónea para llevar a cabo el diseño y modelado del tablero de indicadores de gestión en este proyecto. Además, la centralización y consolidación de la

información a través de los aplicativos de Microsoft 365, como Power Automate y Power BI, facilitarán la obtención de datos significativos para los análisis estratégicos, reduciendo la carga laboral de carácter repetitiva y redirigiendo este tiempo hacia el desarrollo de proyectos y la resolución de problemas complejos.

6. Metodología

El presente trabajo se desarrollará en tres fases fundamentales basadas en la metodología PDCA, las cuales se subdividen en variados pasos que permitirán la consecución de los objetivos propuestos previamente. Dichas fases se visualizan en la Tabla 1:

Tabla 1 PDCA. Fuente: Elaboración propia.

| | | |
|------------------------------|--|--|
| <p>PLAN (Planear)</p> | <p>Diagnóstico y procesamiento de información con priorización.</p> | <p>Reconocimiento de los procesos administrativos que se tienen en las centrales hidroeléctricas Miel I – Amoyá. Segmentación de los procesos de acuerdo con su finalidad. Selección de procesos con mayor relevancia y grado de priorización.</p> |
| <p>DO (Hacer)</p> | <p>Estandarización y transformación digital de procesos administrativos.</p> | <p>Estandarización de los procesos administrativos seleccionados en la etapa previa y selección de indicadores clave. Digitalización de procesos. Automatización del flujo de actividades de acuerdo con cada proceso seleccionado por medio de herramientas de Microsoft 365.</p> |
| <p>CHECK (Verificar)</p> | <p>Desarrollo de tablero de gestión estratégica.</p> | <p>Consolidación de información. Validación de indicadores y procesamiento de datos.</p> |
| <p>ACT (Actuar)</p> | | <p>Diseño y modelado de dashboard.</p> |

Por lo anterior, se establece un enfoque de carácter mixto, el cual combina elementos cuantitativos y cualitativos que darán paso a la obtención de una visión integral de los procesos involucrados y su desempeño.

En un primer momento, dentro de la sección denominada “Plan” se asigna la fase de diagnóstico y procesamiento de información con priorización, se implementarán por un lado técnicas cualitativas que faciliten la comprensión y caracterización de los procesos existentes con fuentes de información primaria identificando los actores involucrados en los procesos administrativos y sus respectivos flujos, por otro lado, se llevará a cabo una investigación interna exhaustiva, recopilando datos cuantitativos relacionados con el rendimiento actual de los procesos administrativos tales como eficiencia, costos operacionales, tiempos de respuesta, etc. Todo lo anterior dará soporte a la segmentación de los procesos y su posterior selección de acuerdo con el grado de priorización, identificando oportunidades y barreras potenciales para el momento de la implementación final.

En segundo lugar, para la sección “Do”, bajo la fase denominada estandarización y transformación digital de procesos administrativos, se ejecutará la transformación digital que implica la integración de los resultados de la fase previa, con la finalidad de establecer la estandarización de los procesos seleccionados con sus respectivos indicadores clave de gestión que se medirán y visualizarán en el tablero. Los datos cuantitativos proporcionarán la base para establecer metas y umbrales de desempeño, mientras que los hallazgos cualitativos brindarán el contexto y perspectivas adicionales para garantizar que los indicadores sean relevantes y efectivos para alcanzar la mejora de los procesos administrativos.

La digitalización de los procesos administrativos requiere de la implementación de herramientas de Microsoft 365, lo que dará paso a la automatización final, mejorando el desempeño de la gestión administrativa, optimizando recursos y facilitando el acceso a la información, además de la trazabilidad operativa y documental tanto del personal perteneciente a la empresa como para los contratistas.

Una vez se han alcanzados los logros previos, se procede con la ejecución de la sección tres correspondiente a la verificación (Check), la cual está compuesta por el desarrollo del tablero de gestión, cuyo punto de partida es la consolidación de la información obtenida, seguida de la validación de los indicadores de gestión esenciales y su posterior cálculo por medio del procesamiento de los datos, obteniendo una base de datos centralizada y consolidada.

Finalmente, para la sección Actuar (Act), con el fin de generar las retroalimentaciones necesarias y proceder con la ejecución de la herramienta, se realizará el diseño y modelado del dashboard utilizando técnicas mixtas para monitorear y evaluar su desempeño, realizando feedbacks con usuarios y el grupo primario de la central con el fin de desarrollar el análisis de percepción y usabilidad de la herramienta. En resumen, el hecho de utilizar un enfoque de carácter mixto en el proyecto asegurará la obtención de una visión holística, equilibrada y actualizada de la gestión de las centrales hidroeléctricas en el marco de la toma de decisiones estratégicas informadas.

6.1 Cronograma de actividades

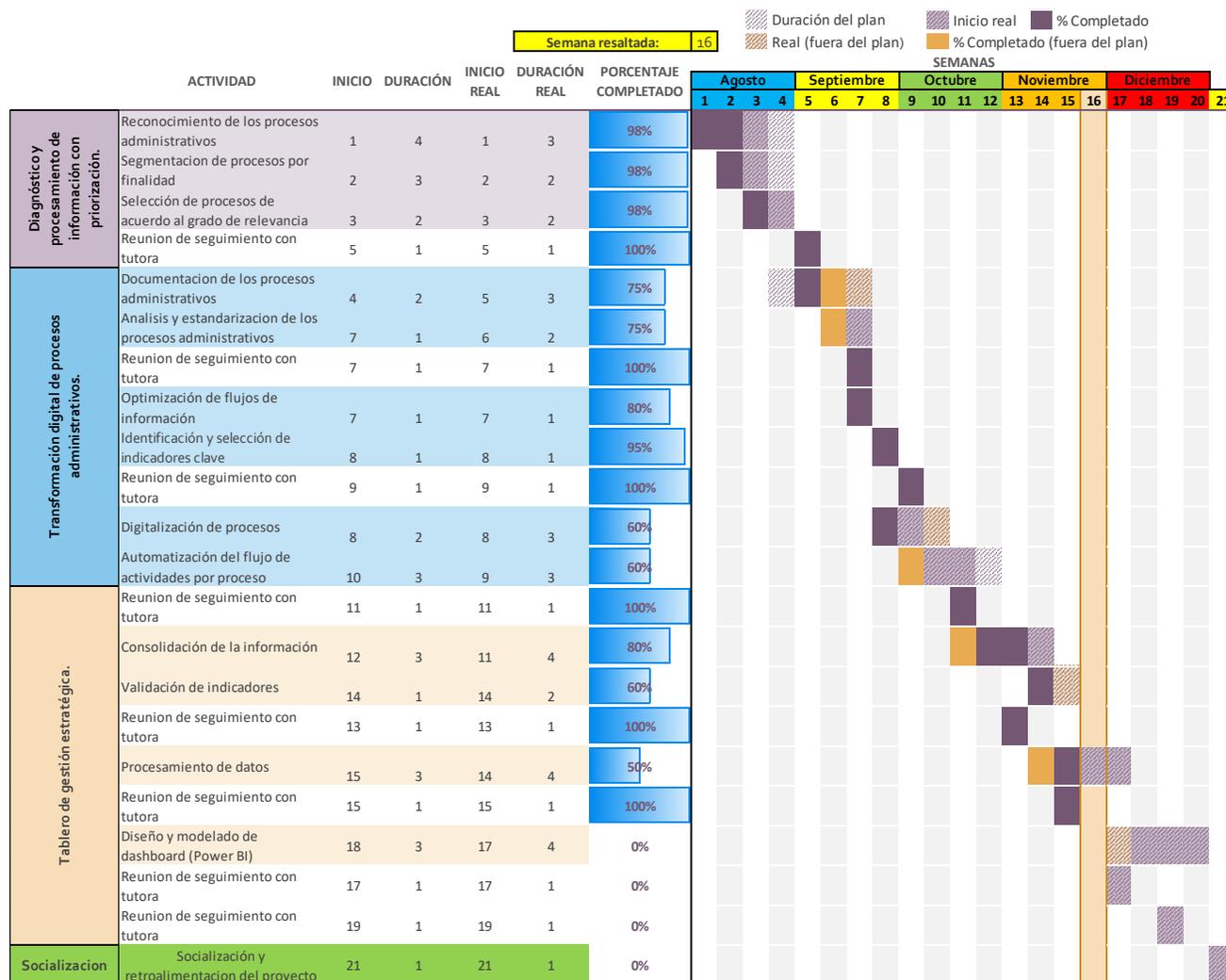


Figura 3 Cronograma de actividades. Fuente: Elaboración propia.

El tiempo estimado para el desarrollo del proyecto es de 21 semanas a partir del 07 de agosto del año 2023, finalizando el 01 de enero de 2024; sabido esto, se establece el cronograma de actividades de acuerdo con la metodología planteada en la Tabla 1. Este cronograma abarca las tres fases fundamentales del proyecto y subdivide cada una en actividades que tendrán un periodo de cumplimiento de carácter semanal tal como se observa en la Figura 3.

6.2 Actividades

De acuerdo con el cronograma, se han desarrollado a cabalidad las actividades correspondientes a la sección uno, cuyo foco es el diagnóstico y procesamiento de información con priorización.

1. Reconocimiento de los procesos administrativos que se tienen en las centrales hidroeléctricas Miel I – Amoyá.

En el marco del proyecto de "Diseño y Modelado de un Tablero de Indicadores de Gestión para las Centrales Hidroeléctricas Miel I – Amoyá," se realizó un detallado reconocimiento de los procesos administrativos existentes en estas instalaciones con el objetivo de obtener una visión completa de las operaciones administrativas que tienen lugar en las centrales hidroeléctricas, buscando identificar áreas de mejora y definir los procesos que serían objeto de análisis y optimización. Durante esta fase, se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Realización de reuniones con el personal administrativo y operativo de las centrales para comprender en detalle las actividades que se desarrollan en cada proceso.
 - Documentación de los flujos de trabajo, procedimientos y sistemas utilizados en los procesos administrativos.
 - Identificación de los puntos de entrada y salida de información, así como de los responsables de cada etapa del proceso.
2. Segmentación de los procesos de acuerdo con su finalidad.

Una vez concluida la etapa de reconocimiento de los procesos administrativos en las centrales hidroeléctricas Miel I – Amoyá, se procedió a la segmentación de estos procesos en función de su finalidad y su relevancia para la gestión de las instalaciones. El propósito principal de esta fase consistía en categorizar los procesos con el fin de facilitar su posterior análisis y optimización. Sin embargo, debido a una solicitud de la administración, se decidió priorizar la optimización del proceso de solicitud de comisiones. Este proceso se destacó por la complejidad de sus pasos y la falta de estandarización, además, también se vio la necesidad de generar informes periódicos para los departamentos de operación y mantenimiento, así como para seguridad y salud en el trabajo.

3. Selección de procesos con mayor relevancia y grado de priorización.

La selección de los tres procesos se basó en criterios como la contribución a la mejora de la eficiencia, la capacidad de proporcionar información estratégica y la alineación con los objetivos corporativos, los cuales están enfocados en la digitalización. Las actividades desarrolladas en esta fase comprendieron:

- Evaluación detallada de cada proceso a través de análisis descriptivos.
- Identificación de la capacidad de cada proceso para generar datos clave que respalden la toma de decisiones informada.
- Consultas con los responsables de cada proceso para comprender sus necesidades y desafíos específicos.

La segunda sección del proyecto se centró en la estandarización y transformación digital de los procesos previamente seleccionados, donde el objetivo principal de esta fase fue digitalizar y automatizar los procesos identificados para crear bases de datos consolidadas y centralizadas a través de aplicativos de Microsoft 365 - Power Automate.

1. Estandarización de los procesos administrativos seleccionados en la etapa previa y selección de indicadores clave. Las actividades realizadas en esta etapa incluyeron:

- **Análisis de Procesos:** Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los procesos seleccionados, identificando los pasos críticos y las áreas de mejora potencial.
 - **Estandarización:** Se desarrollaron procedimientos estandarizados para cada proceso, con el objetivo de garantizar la uniformidad en la ejecución de tareas y la captura de datos.
 - **Definición de Indicadores:** Se seleccionaron indicadores clave de rendimiento (KPI) para cada proceso, que servirán como métricas para evaluar la eficiencia y la calidad.
2. Digitalización de procesos. Para esta etapa, se llevarán a cabo las siguientes actividades:
- **Identificación de Herramientas Digitales:** Se evaluarán las herramientas digitales disponibles conforme a las políticas de la compañía, con un enfoque especial en las soluciones de Microsoft 365.
 - **Adopción de Herramientas Digitales:** Se implementarán soluciones de Microsoft 365 para respaldar la digitalización de procesos, incluyendo la integración de herramientas como Power BI y SharePoint.
3. Automatización del flujo de actividades de acuerdo con cada proceso seleccionado por medio de herramientas de Microsoft 365. Las actividades específicas incluyeron:
- **Diseño de Flujos de Trabajo:** Se diseñarán flujos de trabajo automatizados que reflejan los procesos administrativos estandarizados.
 - **Configuración de Automatizaciones:** Se configurarán las automatizaciones utilizando las herramientas disponibles en Microsoft 365, como Power Automate y Power Apps.
 - **Pruebas y Validación:** Se llevarán a cabo pruebas exhaustivas para garantizar que las automatizaciones funcionen de manera eficiente y sin errores.

La última sección correspondiente al desarrollo de tablero de gestión estratégica se encuentra pendiente por ejecutar y se compone de las siguientes actividades:

1. Consolidación de información.

Esta fase del proyecto se enfoca en la consolidación de la información relevante para la creación del tablero de gestión estratégica. Las actividades incluyen:

- **Recopilación de Datos:** Se extraen datos de las fuentes identificadas previamente, como sistemas internos, bases de datos, y archivos de registros de procesos administrativos en las centrales hidroeléctricas Miel I – Amoyá.
- **Normalización de Datos:** Los datos recopilados se normalizan para asegurar que sean coherentes y tengan el formato adecuado para su posterior procesamiento y análisis.
- **Almacenamiento de Datos:** Se establece un sistema de almacenamiento de datos centralizado que permitiera el acceso rápido y seguro a la información consolidada.

2. Validación de indicadores y procesamiento de datos.

En esta etapa, se lleva a cabo la validación de los indicadores clave de rendimiento (KPI) y el procesamiento de datos para garantizar la calidad de la información utilizada en el tablero de gestión.

- **Revisión de Indicadores:** Se verifican los KPI seleccionados previamente para asegurar su relevancia y coherencia con los objetivos estratégicos de las centrales hidroeléctricas y los requerimientos de las personas interesadas.
- **Depuración de datos:** Se realiza una limpieza exhaustiva de los datos, identificando y corrigiendo errores o inconsistencias que podrían afectar la precisión de los indicadores.
- **Transformación de datos:** Los datos serán transformados y procesados de acuerdo con los requisitos específicos del tablero de gestión, lo que incluyó la agregación, la elaboración de cálculos y la preparación para la visualización.

3. Diseño y modelado de dashboard.

En la fase final del proyecto, se desarrolla el diseño y modelado del tablero de gestión estratégica. Las actividades por realizar son:

- **Definición de requisitos de usuario:** En colaboración directa con los usuarios finales, incluyendo directivos y responsables de operación, se busca comprender sus necesidades y requisitos específicos en términos de visualización de datos.
- **Diseño de interfaz gráfica:** Se diseñará una interfaz gráfica atractiva y funcional que permita una visualización clara y efectiva de los indicadores de gestión, utilizando las mejores prácticas de visualización de datos.
- **Configuración de Dashboard:** Se configurará el tablero de gestión para mostrar los KPI de manera dinámica y actualizada de manera periódica, utilizando herramientas de Microsoft 365, en particular, Power BI.

6.3 Presupuesto

El proyecto en cuestión se identifica por ser de carácter interno a nivel administrativo, consecuentemente, la base fundamental es la información de índole primaria; Sin embargo, requiere de herramientas como Microsoft 365 y sus aplicativos principales para la automatización, por lo que implica el licenciamiento pro del mismo.

| Presupuesto del proyecto: Diseño y modelado de un tablero de indicadores de gestión para las centrales hidroeléctricas Miel 1 y Amoyá | | | | | |
|---|----------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------|
| Descripción | Categoría | Costo previsto | Costo real | Diferencia | Panorámica del costo real |
| Computador | Recurso Físico | \$ 1.800.000,00 | \$ 2.000.000,00 | -\$ 200.000,00 | |
| Mano de obra | Recurso humano | \$ 10.440.000,00 | \$ 10.440.000,00 | \$ - | |
| Licencia Microsoft 365 | Software | \$ 305.736,00 | \$ 448.415,00 | -\$ 142.679,00 | |
| TOTAL | | \$ 12.545.736,00 | \$ 12.888.415,00 | (\$342.679) | |

Figura 4 Presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración propia

Tal y como se observa en la Figura 5, el mayor costo está asociado a la mano de obra, seguido del costo del recurso físico y finalmente el licenciamiento del software.

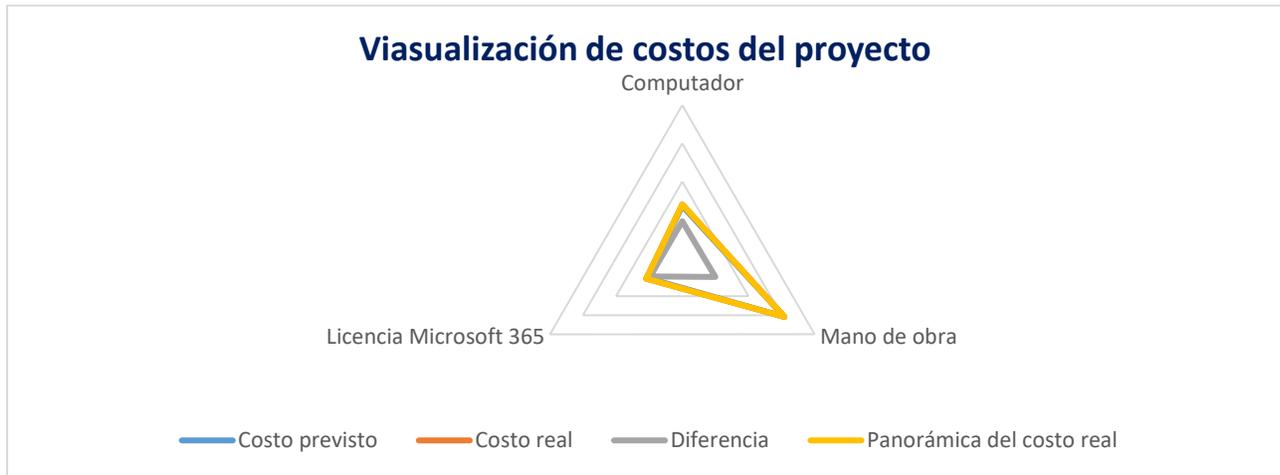


Figura 5 Visualización de costos del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

7. Resultados

Este trabajo presenta los resultados de manera secuencial, alineados con los objetivos específicos establecidos, detallando el avance de las herramientas utilizadas y las áreas intervenidas en cada etapa del proceso, lo que permite una clara correlación entre los resultados obtenidos y los objetivos planteados, ofreciendo una visión precisa del progreso logrado en cada fase.

7.1 Diagnóstico y procesamiento de información con priorización.

En el marco de la planificación de trabajo, se han identificado factores alineados con los objetivos establecidos para esta sección. Estos factores se reflejan en lo siguiente:

En un enfoque de diagnóstico, se ha buscado comprender a fondo los procesos significativos. Esto se logró a través de reuniones con el personal de áreas administrativas clave, incluyendo coordinación, operaciones, mantenimiento y seguridad y salud en el trabajo. Estas interacciones permitieron identificar oportunidades de mejora, abriendo el camino hacia la optimización y estandarización de procedimientos específicos.

7.1.1 Coordinación administrativa.

Durante la indagación de esta área se evidenció la necesidad de estandarizar y documentar el proceso de gestión de comisiones que no se había destacado anteriormente, el cual implica un cuello de botella debido a la saturación de información innecesaria en determinados procedimientos a la hora de autorizar actividades de esta índole.

El proceso de gestión de comisiones se adapta según los equipos o grupos que lo soliciten, como el equipo de operación, el grupo ambiental y el equipo de gestión técnica e infraestructura (GTI); estos equipos, dada la complejidad de sus responsabilidades dentro de la organización, llevan a cabo numerosos desplazamientos de personal en todas las centrales de generación. Dicho esfuerzo está destinado a asegurar el funcionamiento óptimo de las instalaciones y el cumplimiento de las regulaciones del mercado energético.

Los recursos vinculados a estas comisiones se derivan principalmente de las necesidades de transporte masivo e interno, alojamiento, alimentación y otros gastos asociados. Cada uno de estos equipos o grupos realiza la planificación de sus desplazamientos de manera independiente, lo

que conlleva la creación de documentos distintos en cada solicitud, por lo que esta diversidad documental complica la gestión de la información centralizada.

Así pues, se toma la gestión de las comisiones como un proceso relevante, de impacto en la organización y de alta prioridad en términos de intervención.

7.1.2 Operaciones.

Las operaciones en las centrales Miel I y Amoyá desempeñan un papel fundamental en la producción de energía. Esta área se encarga de asegurar la generación energética necesaria para satisfacer las demandas del mercado, operando las unidades de generación las 24 horas del día. Como parte de esta responsabilidad, se elaboran informes periódicos sobre el rendimiento y estado de áreas y elementos asociados a cada central, tanto en un análisis diario como mensual con el propósito de observar el comportamiento de la maquinaria, identificar patrones y tendencias, y mantener al personal directivo informado sobre la situación operativa.

7.1.3 Mantenimiento.

El área de Mantenimiento representa un alto grado de importancia en la organización. Se ha establecido como objetivo la transición de un enfoque de mantenimiento preventivo y correctivo hacia un modelo basado en condiciones; este enfoque tiene como finalidad reducir los costos asociados y proporcionar una visión clara del estado de las partes que componen las unidades de generación y demás servicios.

Consecuentemente, se enfrenta el desafío de carecer de una metodología o propuesta específica que permita visualizar estos comportamientos, identificando patrones a partir de datos periódicos recopilados por el equipo de mantenimiento de las centrales. Este proceso de transición representa un paso clave hacia una gestión más eficiente de los recursos y un mejor entendimiento del estado de las unidades de generación y sus servicios asociados.

Por tanto, considerando lo expuesto previamente sobre las áreas de operación y mantenimiento, se enfocan los esfuerzos en mejorar el informe de operación diario y mensual utilizando Power Apps y Power Bi. Además, se tiene planificado desarrollar un dashboard específico para el área de mantenimiento.

Estas herramientas tecnológicas se utilizarán con el propósito de optimizar el proceso de informes, permitiendo una visualización más dinámica y detallada de los datos operativos y de mantenimiento donde el uso de Power Apps y Power Bi proporcionará una plataforma más eficiente para el análisis de la información recopilada, facilitando la toma de decisiones informadas y mejorando la gestión general de ambas áreas.

7.2 Estandarización y transformación digital de procesos administrativos.

7.2.1 Gestión de comisiones

La gestión de comisiones comenzó con una investigación sobre los diferentes tipos de comisiones presentadas en las centrales, con el objetivo de identificar patrones o variables comunes que pudieran contribuir a establecer una lista de factores necesarios para solicitar una comisión con éxito. Durante este proceso, se observaron tanto comisiones simples como complejas, con un enfoque particular en los grupos GTI y Ambiental. Esta exploración reveló lo que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 Secciones y variables del proceso de comisiones. Fuente: Elaboración propia.

| Sección | Variables |
|--|--|
| Información general. | Objeto de la comisión ¿con quién se coordina la comisión? fecha de inicio fecha de finalización |
| Información de personal o usuarios de Isagen y Contratistas. | Nombre Número de identificación Empresa Cargo Correo empresarial Número de contacto Fecha de pago de la seguridad social (Contratistas). |
| | Transporte Masivo / Transporte por demanda Fecha |

| | |
|---|---|
| Información logística de transporte y otros recursos. | Usuarios o personal Números de identificación Lugar de recogida por usuario Lugar de desino por usuario Hora de inicio Hora de finalización Lugar de pernoctada Requerimientos adicionales (alimentación, entre otros) |
|---|---|

El análisis tabular muestra tres secciones cruciales para la determinación de variables esenciales en las solicitudes de comisiones. Este proceso se llevó a cabo mediante un método comparativo que involucró el estudio detallado de múltiples registros de comisiones procedentes de diversos grupos de trabajo.

Una vez identificadas estas variables, se ideó un formato predeterminado asistido por las funciones de macros en Excel tal como se observa en la Figura 6. Este formato estaba diseñado para recopilar la información necesaria, facilitando su posterior envío a los responsables de la autorización, no obstante, la experiencia de los usuarios reveló que este formato resultaba redundante y, en algunos casos, confuso.

Como resultado de estas observaciones, se reconoce la necesidad de reformular el formato para optimizar su eficiencia y claridad, a fin de simplificar el proceso de solicitud y aprobación de comisiones, teniendo en cuenta que, por políticas de la empresa, los ejecutables se encontraban restringidos.

The image shows a Power BI dashboard interface for managing commission requests. It features a blue header with the 'ISAGEN ENERGIA PRODUCTIVA' logo. The main content area is divided into three sections: 'INFORMACIÓN DEL PERSONAL' (Personal Information), 'INFORMACIÓN LOGÍSTICA' (Logistical Information), and a bottom navigation bar. The 'INFORMACIÓN DEL PERSONAL' section contains two forms: 'USUARIO' (User) and 'CONTRATISTA' (Contractor). Each form has fields for 'NOMBRE' (Name), 'NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN' (ID Number), 'CARGO' (Position), and 'CORREO EMPRESARIAL' (Business Email). Below each form are 'LIMPIAR' (Clear) and 'GUARDAR' (Save) buttons. The 'INFORMACIÓN LOGÍSTICA' section is split into two columns: 'TRANSPORTE MASIVO' (Mass Transport) and 'TRANSPORTE POR DEMANDA' (On-Demand Transport). Each column has fields for 'FECHA' (Date), 'NOMBRE DE TRABAJADOR' (Worker Name), 'NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN' (ID Number), 'LUGAR DE RECOGIDA' (Pickup Location), and 'LUGAR DE DESTINO' (Destination Location). The 'TRANSPORTE MASIVO' section also includes a 'REQUERIMIENTOS' (Requirements) field. Below each column are 'LIMPIAR' and 'GUARDAR' buttons. The bottom navigation bar has tabs for 'Datos', 'Resumen Comisión', 'Usuarios', 'Contratistas', 'Transporte masivo', and 'Transporte por demanda'. The 'Resumen Comisión' tab is currently selected.

Figura 6 Formato propuesto para solicitud de comisiones. Fuente: Elaboración propia

Consecuentemente, se descarta la propuesta de utilizar Excel con macros y se comienza a desarrollar un esbozo que permitirá cartografiar el proceso de manera más holística, partiendo de ese punto.

El esbozo inicial contempla los siguientes pasos:

1. Identificación de la necesidad de comisión: Reconocimiento de la necesidad de asignar una comisión, teniendo en cuenta que de acuerdo con el grupo o equipo de trabajo es la variabilidad de las actividades.
2. Solicitud inicial: El usuario o equipo interesado inicia el proceso presentando una solicitud detallada, incluyendo lugar, propósito, duración y con quien se coordina la comisión.
3. Revisión y evaluación: El departamento o equipo a cargo de la gestión de comisiones por equipo revisa exhaustivamente la solicitud para verificar el cumplimiento de criterios y la alineación con los objetivos organizacionales, teniendo presentes cada una de las actividades a realizar.
4. Aprobación: La solicitud es enviada a los coordinadores de los equipos o grupos pertinentes para su evaluación y aprobación, esta instancia puede involucrar a gerentes, directores o comités designados del equipo o grupo solicitante.

5. Autorización de la comisión en la central de destino: Una vez aprobada, se autoriza la comisión al solicitante con términos y condiciones específicos del lugar de destino, los cuales están asociados a factores logísticos.
6. Seguimiento y evaluación continua: Durante la ejecución de la comisión, se realiza un seguimiento constante para evaluar el progreso hacia los objetivos establecidos. Se efectúan revisiones periódicas para ajustar términos si es necesario.
7. Pago o reconocimiento: Una vez cumplidos los requisitos, se procede con el reconocimiento de los viáticos correspondientes a las labores realizadas
8. Informe y análisis: Al concluir la comisión, se desarrolla un informe detallado sobre los resultados obtenidos y otros datos relevantes para futuras intervenciones; este informe sirve como referencia para mejoras continuas en el área que se llevó a cabo la comisión.

Este proceso puede variar en su complejidad dependiendo del tipo de comisión y las políticas internas establecidas por cada uno de los grupos de trabajo, sin embargo, el alcance de la propuesta de mejora va únicamente hasta el paso número cinco, en el cual se da el aval completo para el desarrollo de la comisión. La Figura 7 muestra el flujo de información de manera más consolidada.

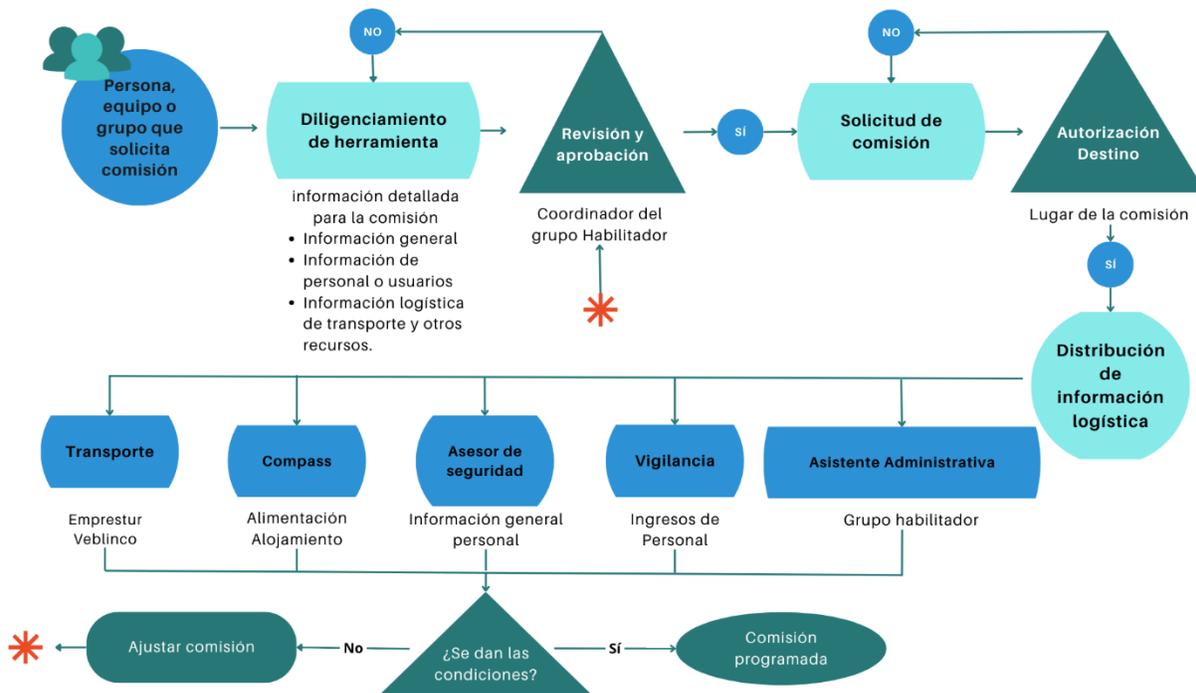


Figura 7 Flujo de información para solicitar comisiones. Fuente Elaboración propia.

El flujo de información tiene implicados tres actores fundamentales que son:

- Usuarios que solicitan la comisión: Isagen es una empresa con una sólida estructura organizativa que cuenta con un número considerable de empleados altamente capacitados y especializados en diversas áreas. En particular, el área de Gerencia de Producción de Energía se compone de ocho equipos interdisciplinarios dedicados a asegurar el funcionamiento ininterrumpido de las centrales de generación. No obstante, en el caso específico que se está tratando, el enfoque recae principalmente en tres equipos específicos dentro de esta gerencia, estos tres equipos están compuestos por varios grupos de trabajo con funciones y objetivos claramente definidos, lo cual se detalla en mayor profundidad en la Tabla 3. Estos equipos se dedican a áreas específicas que son críticas para la operación eficiente y efectiva de las instalaciones de generación de energía de la empresa.

Tabla 3 Conformación de equipos de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

| Equipo | Grupo de trabajo |
|--|---|
| Equipo de Operación | Grupo de Aseguramiento de la Operación |
| | Grupo Centro de Operación Integrada |
| Equipo Ambiental | Grupo Ambiental Antioquia y PCH's |
| | Grupo Ambiental Centro y Eólico |
| | Grupo Ambiental Santander y Solares |
| Equipo Gestión Técnica e Infraestructura | Grupo Analítica y planeación de Activos de Generación |
| | Grupo Gestión de Activos de Generación |
| | Grupo Gestión de Infraestructura |

- **Equipo administrativo de las centrales:** El equipo administrativo de las centrales despliega una función crucial al ser responsable de la autorización de comisiones y supervisión de las actividades internas. Este equipo está compuesto por tres roles fundamentales: el coordinador administrativo, el delegado de seguridad y salud en el trabajo, y el profesional disponible.

Estos tres individuos desempeñan un papel clave al validar que el personal relacionado con las comisiones cumpla con los requisitos necesarios para ingresar a las centrales; especialmente cuando se trata de personal externo, como contratistas, se aseguran de que cumplan con los estándares de seguridad social, hayan completado cursos específicos, como los de alturas, y posean las licencias necesarias para llevar a cabo las actividades de manera segura y adecuada dentro de las instalaciones. Este equipo administrativo es vital para garantizar el cumplimiento de los protocolos de seguridad y el correcto desarrollo de las labores en las centrales de Isagen.

- **Equipo logístico de las centrales:** El equipo logístico dentro de las centrales abarca a todos los actores que proveen servicios fundamentales para asegurar la ejecución eficiente de las actividades. Este equipo comprende diversos roles clave que

contribuyen al óptimo funcionamiento de las operaciones en las centrales de Isagen. Los involucrados incluyen los mencionados en la Tabla 4.

Tabla 4 Conformación de equipo logístico centrales. Fuente: Elaboración propia.

| Actor | Actividades o responsabilidades |
|---------------------|--|
| Compass | Alimentación, alojamiento y otros recursos. |
| Asesor de seguridad | Aseguramiento de corredores viales y zonas de actividad. |
| Vigilancia | Ingresos y salidas de las centrales de generación. |
| Transporte | Disponibilidad de traslados a los puntos de actividad, ya sea de carácter interno o externo. |

El siguiente diagrama de flujo (Figura 8) detalla el proceso integral de gestión de comisiones, representando cada etapa crítica y las interacciones entre equipos y roles involucrados. Esta visualización secuencial ofrece una perspectiva detallada de cómo se solicitan, revisan y aprueban las comisiones en busca de asegurar tanto la eficacia operativa como el cumplimiento de los estándares organizacionales y de seguridad; el diagrama busca proporcionar una comprensión clara y precisa del flujo de trabajo para la gestión de comisiones destacando la importancia de cada paso.

El diagrama presentado se estructura en dos secciones informativas claramente definidas: La primera sección se centra en los grupos habilitadores de Isagen, lo cual incluye a los contratistas asociados a los contratos en vigor, por otro lado, la segunda sección se concentra en los actores vinculados desde las centrales hidroeléctricas, los cuales tienen la responsabilidad de coordinar los recursos para asegurar el cumplimiento efectivo de las actividades en las instalaciones.

El ciclo comienza con la solicitud formal de la comisión, momento en el que los grupos habilitadores asumen la tarea de diseñar un plan detallado para las actividades a ser ejecutadas durante el período de comisión, esta fase estratégica implica una meticulosa identificación de los destinos y sitios a visitar, así como la evaluación y asignación precisa de los recursos necesarios.

Dentro de estos recursos se contemplan aspectos logísticos como el transporte, el alojamiento, la alimentación y cualquier otro elemento esencial para llevar a cabo las tareas programadas.

Una vez elaborada, esta solicitud es remitida al coordinador designado del grupo, quien se encarga de realizar una revisión exhaustiva, evaluando la coherencia, viabilidad y alineación con los objetivos previamente establecidos; en esta etapa, cualquier ajuste o mejora necesario es incorporado para garantizar la eficiencia y efectividad del plan. Cuando la revisión es aprobada por el coordinador del grupo, la solicitud completa se despliega y distribuye a las centrales de generación, marcando así el inicio del siguiente nivel de ejecución del plan de comisión.

Para asegurar la fluidez y continuidad del procedimiento, la información inicialmente llega al coordinador administrativo de la central específica donde se llevará a cabo la comisión, esta persona, en su rol clave, procede a revisar minuciosamente la información proporcionada y realiza una validación en colaboración con los equipos logísticos pertinentes con el objetivo primordial de verificar la viabilidad operativa de las actividades solicitadas, evaluando la factibilidad de ejecución dentro de los plazos establecidos y con los recursos disponibles.

Este proceso de validación implica la corroboración de diversos aspectos, tales como la disponibilidad de infraestructura, la capacidad logística, la sincronización de horarios y la verificación de los recursos necesarios. La prioridad es asegurar que todas las condiciones requeridas para la realización de las actividades estén adecuadamente alineadas y sean factibles de ser cumplidas ya que, una vez se constata que todas estas condiciones son satisfactorias y que se cuenta con los elementos necesarios, se procede a la aprobación de la visita planificada, llevando a cabo la agenda correspondiente para asegurar la disponibilidad y asignación de los recursos requeridos.

Gestión de comisiones Centrales hidroeléctricas Isagen

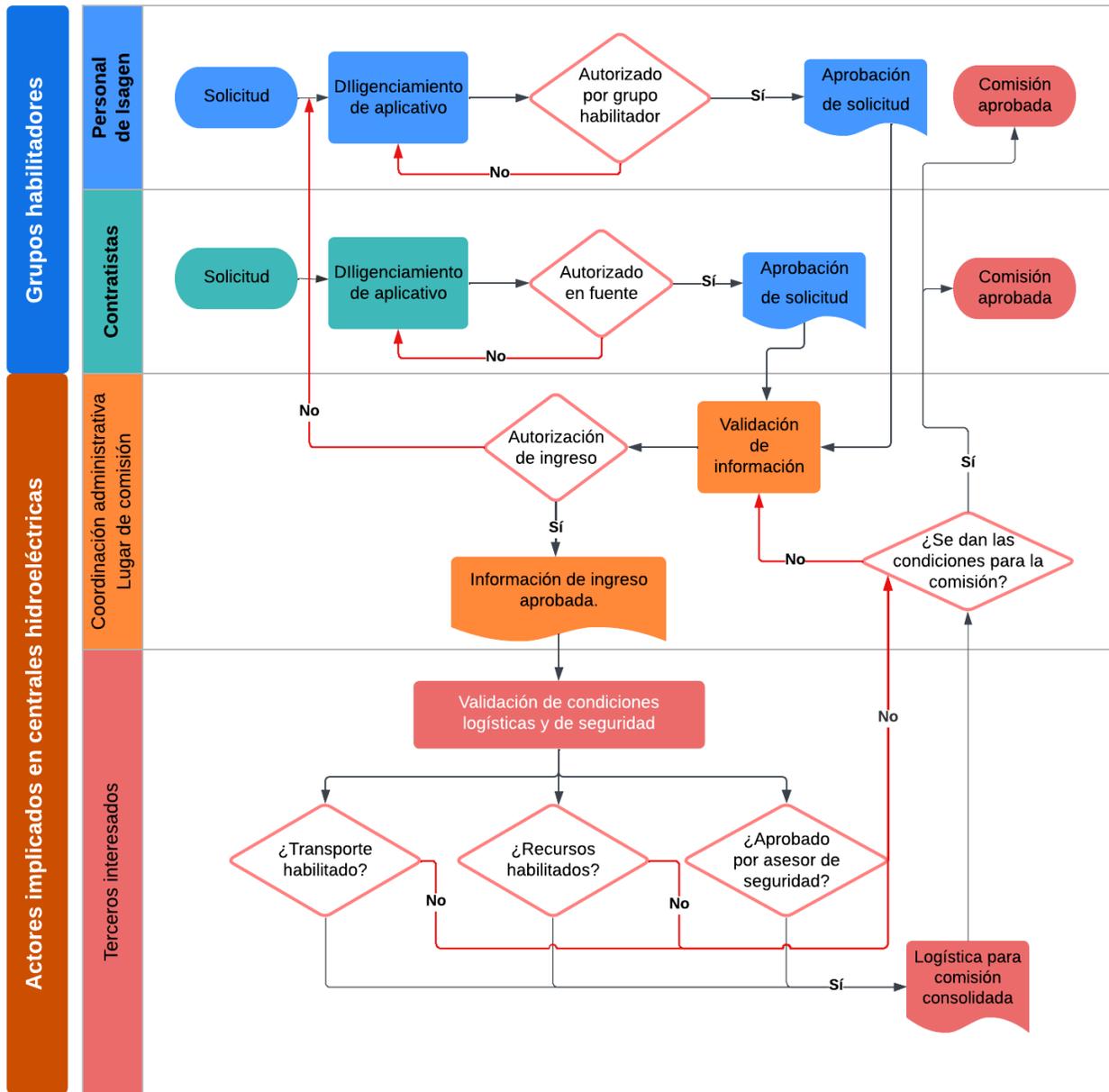


Figura 8 Diagrama de flujo para solicitud de comisiones. Fuente: Elaboración propia.

Al haber identificado los pasos cruciales en el proceso de solicitud de comisiones y comprendiendo la complejidad de las variables asociadas, se inicia con el desarrollo de una herramienta digital específica, la cual tiene como objetivo principal agilizar el procedimiento completo de solicitud. Utilizando tecnologías como Power Apps y Power Automate, se crea una

plataforma digital interactiva que no solo simplifica la solicitud, sino que también direcciona de manera automatizada la información a las partes involucradas según la ubicación o el destino de la comisión.

Esto implica una optimización significativa en la gestión de datos y la asignación de responsabilidades, ya que el sistema identifica y envía la información necesaria a los destinatarios correspondientes de manera eficiente y oportuna. Esta herramienta digital se erige como una solución integral para mejorar la precisión, eficacia y velocidad en el proceso de solicitudes de comisiones dentro de Isagen.

7.2.2 Gestión de operaciones.

El mercado de la producción de energía a nivel mundial y en Colombia se caracteriza por ser complejo y dinámico; la gestión de operaciones en las centrales generadoras es considerada como un punto crítico de enfoque estratégico, partiendo de uno de los principios fundamentales que rige este entorno: el almacenamiento de energía. Esta premisa, arraigada en la naturaleza misma de la producción energética, plantea un desafío intrínseco debido a la dificultad inherente en retener y almacenar grandes cantidades de energía de manera eficiente y a gran escala. Por esto, las centrales generadoras de energía representan pilares fundamentales en esta compleja ecuación, siendo nodos neurálgicos donde convergen la producción, distribución y gestión de la energía.

La gestión operativa efectiva en estas instalaciones se vuelve determinante para optimizar la producción, reducir las pérdidas y garantizar un suministro constante de energía, adaptándose a las cambiantes demandas del mercado, motivo por el cual, en este escenario el desafío estratégico del almacenamiento de energía impulsa la implementación de estrategias operativas enfocadas en maximizar la eficiencia y la confiabilidad de los sistemas energéticos en las centrales de producción. Así pues, se opta por trabajar en dos elementos esenciales para la toma de decisiones informada y eficiente:

7.2.2.1 Informe diario de operación

La operación en las centrales hidroeléctricas Miel I y Amoyá se rige por una dinámica de producción que implica la generación de energía durante 24 periodos, determinados por la subasta

de energía del día anterior, esta operación requiere un funcionamiento continuo a lo largo de la semana, lo que conlleva la participación de operadores que se organizan en turnos rotativos de 12 horas. Los operadores, clave en el proceso, trabajan en dos horarios: uno que inicia a las siete de la mañana y otro a las siete de la noche, asegurando así una cobertura operativa constante para mantener la producción de energía en estos horarios determinados.

Con el fin de garantizar el funcionamiento continuo de las centrales hidroeléctricas, cada cambio de turno representa un momento crítico para la transmisión de información entre operarios, esta transición no solo implica el traspaso de responsabilidades, sino también la comunicación detallada de las novedades y acontecimientos relevantes ocurridos durante el periodo de trabajo previo.

Al cierre de la jornada, el operario nocturno despliega un procedimiento secuencial de suma importancia: reporta de manera minuciosa el estado actual de la producción a tres figuras clave en la estructura operativa; este reporte se dirige, de manera ordenada, al coordinador de operaciones, al coordinador administrativo y al director de la central. Este proceso estratégico está diseñado para mantener a estos roles informados sobre cualquier incidencia, cambio significativo o desafío encontrado durante la jornada laboral, además, este flujo de comunicación asegura la trazabilidad detallada de los factores que influyen en la producción, permitiendo la evaluación y la toma de decisiones informada y oportuna ante cualquier eventualidad que pueda surgir en el proceso de generación de energía, sin embargo, dicho proceso carece de estandarización, por lo que se procede a identificar variables e indicadores clave para el conocimiento oportuno y conciso de los interesados (Tabla 5 y Tabla 6).

Central Miel I

Tabla 5 Áreas y elementos esenciales para informe diario de operación de la central Miel I.

Fuente: Elaboración propia.

| Área | Elementos |
|------------|---|
| Generación | <ul style="list-style-type: none">• Generación programada.• Generación real. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Despacho (día n). • Disponibilidad (día n+1). |
| Casa de máquinas | <ul style="list-style-type: none"> • Unidades de generación (uno, dos y tres). • Transformadores (uno, dos y tres). • Sistema de enfriamiento. • Subestación GAS 3 (servicios generados). • Sistemas de ventilación (Chiller y Umas). |
| Captación | <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de Embalse. |
| Descarga de fondo | <ul style="list-style-type: none"> • Estado general de servicio. |
| Servicios auxiliares externos | <ul style="list-style-type: none"> • Servicios auxiliares externos (EAS) • Servicios auxiliares externos y planta Diesel (DEAS) |
| Trasvase Manso | <ul style="list-style-type: none"> • Estado general de servicio. |
| Trasvase Guarinó | <ul style="list-style-type: none"> • Estado general de servicio. |

Central Amoyá

Tabla 6 Áreas y elementos esenciales para informe diario de operación de la central Amoyá.

Fuente: Elaboración propia.

| Área | Elementos |
|-------------------------|---|
| Generación | <ul style="list-style-type: none"> • Generación programada. • Generación real. • Despacho (día n). • Disponibilidad (día n+1). |
| Casa de máquinas | <ul style="list-style-type: none"> • Unidades de generación (uno y dos). • Transformadores (uno y dos). • Sistema de enfriamiento. • GIS (Gas Insulated Switchgear). • Sistemas de ventilación (Chiller y Umas). |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Reja Coladera. |

| | |
|----------------------|--|
| Captación | <ul style="list-style-type: none">• Compuerta principal.• Compuerta desgravadora.• Módulos.• Tanque de carga.• Servicios auxiliares. |
| Planta Diesel | <ul style="list-style-type: none">• Oficinas.• Campamento.• Casa de máquinas. |

Durante el proceso de análisis en la Tabla 5 y Tabla 6, se llevó a cabo un enfoque colaborativo mediante reuniones con el personal operativo y los coordinadores, esta interacción permitió identificar áreas críticas para el funcionamiento eficiente de la operación. A través de este diálogo, se delinearón áreas estratégicas que requerían una atención particular y al profundizar en estas, se procedió a realizar una subdivisión detallada, desglosando cada una en elementos específicos y relevantes, con el objetivo principal de crear una estructura más clara y precisa, facilitando así la elaboración del informe diario de operación.

Establecer estas áreas y sus respectivos componentes no solo permitió generar un enfoque más detallado en el informe, sino que también proporcionó una visión más completa y específica de los aspectos críticos que impactan directamente en la operación diaria; esta metodología no solo facilita la presentación de datos, sino que también ayuda en la toma de decisiones estratégicas y en la optimización de procesos en el día a día.

7.2.2.2 Informe de operación mensual

Partiendo de la premisa del informe diario de operaciones, que tiene como objetivo brindar información oportuna a los interesados sobre el estado de las áreas y elementos involucrados en la generación de energía de las dos centrales hidroeléctricas, el informe mensual de operaciones se considera un elemento crucial para rastrear el comportamiento de los generadores, producción general y otros aspectos significativos del rumbo estratégico de las plantas. El informe diario de operaciones es un pilar fundamental en la comunicación de la situación actual de las dos centrales

hidroeléctricas a todas las partes involucradas; su objetivo principal es proporcionar actualizaciones detalladas sobre el estado operativo de áreas clave y elementos fundamentales que afectan la generación de energía. En este contexto, el informe mensual de operaciones juega un papel crucial como herramienta esencial para rastrear el comportamiento de los generadores a lo largo del tiempo, evaluar la producción global y analizar otros aspectos de relevancia estratégica desde la perspectiva de la gestión de la planta.

La información recopilada en el informe mensual no solo refleja el rendimiento diario, sino que también permite identificar tendencias, patrones y variaciones a lo largo de un periodo más amplio, brindando una visión holística que podría ser considerada como invaluable para la toma de decisiones estratégicas. Adicionalmente, los datos facilitan la identificación de áreas de mejora, el diseño de estrategias para optimizar la producción y la implementación de acciones correctivas o preventivas para garantizar un funcionamiento eficiente y sostenible de las centrales hidroeléctricas.

La Tabla 7 presenta los indicadores identificados tanto a nivel global para el informe mensual de operación como aquellos específicos para las centrales Miel I y Amoyá.

Tabla 7 Indicadores para informe mensual de operación. Fuente: Elaboración propia.

| Indicadores Globales | Indicadores específicos | |
|--|--|--|
| | Central Miel | Central Amoyá |
| Generación programada vs generación real. | Generación programada vs generación real. | Generación programada vs generación real. |
| Porcentaje de generación mensual respecto al promedio de generación histórica del mes. | Porcentaje de generación mensual respecto al promedio de generación histórica del mes. | Porcentaje de generación mensual respecto al promedio de generación histórica del mes. |
| Porcentaje de participación mensual en la generación de Isagen. | Porcentaje de participación mensual en la generación de Isagen. | Porcentaje de participación mensual en la generación de Isagen. |
| Porcentaje de participación en la generación acumulada de Isagen. | Porcentaje de participación en la generación acumulada de Isagen. | Porcentaje de participación en la generación acumulada de Isagen. |

| | | |
|---|---|--|
| Disponibilidad por central. | Porcentaje de disponibilidad mensual (periodo programado vs real). | Porcentaje de disponibilidad mensual (periodo programado vs real). |
| Disponibilidad acumulada por central. | Porcentaje de disponibilidad acumulada mensual (periodo programado vs real). | Porcentaje de disponibilidad acumulada mensual (periodo programado vs real). |
| Confiabilidad (TBI). | <ul style="list-style-type: none"> • MTTF Mes (h) • Factor de ponderación • Meta 80 • Meta 100 • Meta 120 | <ul style="list-style-type: none"> • MTTF Mes (h) • Factor de ponderación • Meta 80 • Meta 100 • Meta 120 |
| Número de fallas mensuales (TBI). | <ul style="list-style-type: none"> • Número de fallas mensuales. • Número de fallas acumuladas. • Tiempo de servicio promedio. | <ul style="list-style-type: none"> • Número de fallas mensuales. • Número de fallas acumuladas. |
| Desviaciones acumuladas del año. | Porcentaje de energía desviada vs porcentaje de periodos desviados. | Porcentaje de energía desviada vs porcentaje de periodos desviados. |
| Comparación de generación de Isagen respecto al año previo | Comportamiento del embalse Amaní (promedio histórico vs año actual) | |
| Respuesta a eventos RPF (regulación primaria de frecuencia) | Porcentaje de aporte mensual del trasvase Manso y Guarinó al embalse Amaní. | |
| | Porcentaje de aporte acumulado del trasvase Manso y Guarinó al embalse Amaní. | |

La comparación entre la generación programada y la generación real proporciona una visión fundamental de la eficiencia de las centrales hidroeléctricas, esta métrica permite evaluar si la producción de energía planificada se está cumpliendo o si existen desviaciones significativas, lo que puede implicar ajustes operativos necesarios para optimizar el rendimiento. Ahora bien, otro indicador crucial es la diferencia entre la generación promedio histórica del mes y la generación real del mes, expresada como porcentaje del promedio, dato que ofrece una perspectiva inmediata

sobre el desempeño actual en comparación con el comportamiento típico en ese período del año, facilitando la identificación de variaciones significativas que podrían requerir análisis adicional.

En términos del comportamiento del embalse, realizando el contraste del promedio histórico con el nivel actual del año, es importante para comprender la disponibilidad de agua para suplir la demanda de energía y ofertar de manera precisa en la bolsa, esta información permite evaluar la suficiencia de recursos y prever posibles desafíos en la gestión de los embalses para garantizar un suministro estable de energía hidroeléctrica. Consecuentemente, los aportes mensuales de los trasvases Manso y Guarinó y su impacto en el embalse, ofrecen un panorama detallado de la contribución de estas fuentes externas en el abastecimiento de agua para la generación; del mismo modo, los aportes acumulados brindan una visión a largo plazo de la influencia de estos trasvases en la capacidad hídrica disponible. Además, evaluar la participación mensual y acumulada en la generación de Isagen proporciona una comprensión de la contribución de las centrales Miel I y Amoyá en la producción total de energía.

En conjunto, estos indicadores proporcionan una panorámica detallada y completa del rendimiento operativo de las centrales hidroeléctricas, abarcando desde la eficiencia en la generación hasta la gestión de recursos hídricos y la participación de los actores clave en la producción energética, esta información es esencial para la toma de decisiones estratégicas y operativas en el sector energético.

Sabido esto, la conjunción entre el informe diario y mensual de operación no solo informa sobre el estado presente de las centrales, sino que también proporciona una perspectiva histórica esencial para la toma de decisiones informadas y estratégicas en la dirección de estas instalaciones clave en la generación de energía.

7.2.3 Informe de mantenimiento mensual.

La gestión efectiva de activos se fundamenta en comprender su disponibilidad, un indicador clave que vincula la eficiencia operativa con las estrategias de mantenimiento, esta medida, junto con otros KPI's centrados en el área de mantenimiento, proporciona una visión integral del rendimiento de las unidades productivas en las centrales hidroeléctricas. Por consiguiente, se

establecen los siguientes indicadores como estratégicos para el desarrollo de los informes mensuales de mantenimiento (Tabla 8).

Tabla 8 Indicadores asociados al informe de mantenimiento mensual. Fuente: Elaboración propia.

| Indicadores de mantenimiento | |
|------------------------------|---|
| Indicador global | Indicadores específicos |
| Disponibilidad | Capacidad efectiva |
| | Disponibilidad mensual |
| | Disponibilidad acumulada |
| | Meta de disponibilidad anual (TBI y proyectada) |
| Fallas | Fallas mensuales |
| | Fallas acumuladas |
| | Tiempo de servicio promedio (h) |
| | Número de fallas por unidad productiva |
| | TPR (Tiempo para reparar) |
| Confiabilidad | MTTF (tiempo medio hasta el fallo) |
| Mantenibilidad | MTTR (tiempo medio de reparación) |

La disponibilidad es un indicador esencial que vincula la gestión de mantenimiento con la eficiencia operativa de un activo, se calcula como el tiempo en el que un activo está disponible para su funcionamiento efectivo, expresado como un porcentaje. Para asegurar un rendimiento óptimo, se busca que un activo mantenga un nivel de disponibilidad del 90%, dicha medida se determina mediante una fórmula que considera las horas de periodo, las horas de mantenimiento, las horas de falla y las horas de derrateo de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 & \textit{Disponibilidad} \\
 & = \frac{(\textit{Horas periodo} - \textit{Horas Mantenimiento} - \textit{Horas falla} - \textit{Horas derrateo})}{\textit{Horas periodo}}
 \end{aligned}$$

En este contexto, se identifican dos activos entendidos como las centrales Miel I y Amoyá, con capacidades efectivas de 396 MW y 80 MW, respectivamente. Evaluar la disponibilidad mensual y acumulada es fundamental, ya que brinda una visión del rendimiento tanto en tiempo

real como en el planificado, permitiendo comparar y analizar el comportamiento de los activos en el transcurso del tiempo.

Para establecer metas y expectativas realistas, se fijan objetivos anuales de disponibilidad, los cuales incluyen previsiones teóricas (TBI) y proyecciones futuras, lo que proporciona una guía para mantener el activo operativo en su nivel óptimo a lo largo del tiempo. En paralelo, se registran y analizan las fallas mensuales y acumuladas, clasificándolas en diferentes escenarios (pesimista, medio y optimista), dando paso a la evaluación del impacto en el tiempo de servicio promedio por unidad productiva y establecer medidas correctivas o preventivas necesarias. Ahora bien, la utilización de una línea de tendencia para trazar la relación entre el número de fallas y los meses proporciona una representación visual que facilita la comprensión de la frecuencia de las fallas a lo largo del tiempo.

Por otro lado, se evalúa la confiabilidad mediante el MTTF (Tiempo Medio hasta el Fallo), el cual examina la fiabilidad de los equipos y el tiempo entre un fallo y el siguiente; este cálculo se realiza dividiendo el número total de horas de funcionamiento entre el número total de máquinas en uso durante un período específico.

$$MTTF (h) = \frac{\text{Número de horas}}{\text{Número total de máquinas en uso}}$$

Asimismo, se analiza la mantenibilidad a través del MTTR (Tiempo Medio de Reparación), que mide la capacidad de mantenimiento de las máquinas y componentes reparables; se calcula dividiendo el tiempo total de reparación entre el número de reparaciones realizadas en un determinado periodo, considerando el tiempo necesario para realizar pruebas y diagnósticos.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{Número de reparaciones}}$$

Este análisis detallado de disponibilidad, fallas, confiabilidad y mantenibilidad proporciona una visión holística de la eficiencia operativa de los activos, permitiendo tomar decisiones informadas para optimizar su rendimiento y reducir tiempos de inactividad.

7.3 Diseño y modelado de tablero de indicadores.

7.3.1 Estandarización.

Una vez se han identificado y comprendido los factores más relevantes junto con las variables inherentes a cada área, el siguiente paso es estandarizar y digitalizar los procesos seleccionados; esta fase se lleva a cabo a través de la implementación de procedimientos específicos diseñados para facilitar la obtención de información precisa y oportuna, ya que la estandarización implica establecer un conjunto uniforme de prácticas y protocolos, asegurando que los procesos se desarrollen de manera consistente y eficiente en toda la organización. Considerando lo anterior, se detallan los procedimientos para que cada una de las herramientas desarrolladas se alimente con información proveniente de bases de datos específicas para su respectivo proceso, tal como se observa en la Tabla 9.

Tabla 9 Almacenamiento de información por proceso. Fuente: Elaboración propia

| Proceso | Almacenamiento de información |
|------------------------------|---|
| Gestión de comisiones | Bases de datos correlacionadas desarrolladas con el fin de alojar información clave en las solicitudes de comisión: <ul style="list-style-type: none"> • Base de datos de información general • Actividades asociadas a cada comisión Base de datos denominada “lista de cargos y delegación” desarrollada con el fin de redireccionar la información de manera ágil y precisa. |
| Informe diario de operación | Base de datos interna alojada en sharepoint y administrada por el coordinador de operación de las centrales. Su alimentación es por parte de los operadores de las unidades productivas. |
| Informe mensual de operación | Base de datos alojada en servidor Genmdk10, administrada y alimentada por el coordinador de operación de las centrales únicamente. |
| Informe de mantenimiento | Base de datos local en equipo de coordinadores de mantenimiento de cada central. |

7.3.2 Digitalización.

La digitalización implica la transición de métodos manuales o analógicos a formatos electrónicos o automatizados, lo que permite una gestión más ágil, accesible y precisa de los datos y la información asociada a las operaciones; este enfoque holístico busca mejorar no solo la recopilación de datos, sino también basar la toma de decisiones en información confiable y actualizada. Por esta razón, se llevó a cabo la identificación y evaluación de las herramientas digitales disponibles en línea con las políticas de la compañía, otorgando un énfasis particular a las soluciones de Microsoft 365 (Tabla 10). Posteriormente, se implementarán soluciones destinadas a respaldar la digitalización de procesos, lo que incluirá la integración de las herramientas seleccionadas como Power BI y SharePoint.

Tabla 10 Herramientas de Microsoft 365. Fuente: Microsoft Learn.

| Herramientas de Microsoft 365 | Descripción |
|--|--|
|  SharePoint | SharePoint en Microsoft 365 ayuda a las organizaciones a compartir y administrar contenido, conocimientos y aplicaciones para capacitar el trabajo en equipo, encontrar rápidamente información y colaborar sin problemas en toda la organización. |
|  Power Apps | Power Apps es un conjunto de aplicaciones, servicios y conectores, así como una plataforma de datos que proporciona un entorno de desarrollo de aplicaciones ágil para crear aplicaciones personalizadas para las necesidades de su empresa |
|  Power BI | Power BI es una plataforma unificada y escalable para la inteligencia empresarial (BI) y de autoservicio. |
|  Power Automate | Power Automate es una herramienta capaz de conectar dos o más aplicaciones (tanto de Office 365 como de terceros) y realizar acciones con la finalidad de automatizar procesos empresariales rutinarios |

| | |
|---|---|
|  Microsoft Teams | Microsoft Teams es una aplicación de colaboración creada para el trabajo híbrido para que usted y su equipo estén informados, organizados y conectados, todo en un mismo lugar. |
|---|---|

7.3.3 Automatización de flujo de actividades.

Esta etapa se dedica a la automatización de los flujos de trabajo, donde se tiene como objetivo reflejar de manera precisa los procesos administrativos estandarizados previamente identificados, todo esto, utilizando las herramientas seleccionadas en la Tabla 10, configurando y ajustando las automatizaciones necesarias para agilizar y optimizar estas operaciones, además, esta fase implica realizar pruebas y validaciones meticulosas para asegurar que todas las automatizaciones funcionen eficientemente y sin errores. Este enfoque permite mejorar continuamente la calidad y eficiencia de los procesos administrativos en ejecución, garantizando una transición fluida y exitosa hacia un entorno más automatizado y eficiente.

7.3.3.1 Montaje de aplicativo para solicitud de comisiones en centrales.

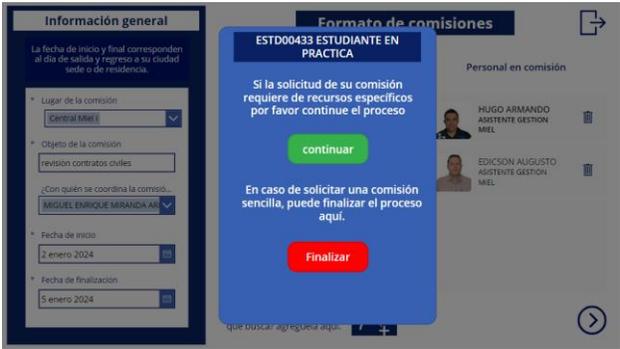
El aplicativo diseñado para gestionar las solicitudes de comisiones se ha concebido con un enfoque centrado en la facilidad de uso y la experiencia del usuario, su diseño intuitivo garantiza una navegación fluida y sin complicaciones, al priorizar la comprensión natural de cada paso en las interfaces. La estructura secuencial de los pasos asegura una guía clara para los usuarios a lo largo del proceso, facilitando la presentación ordenada y lógica de la información requerida.

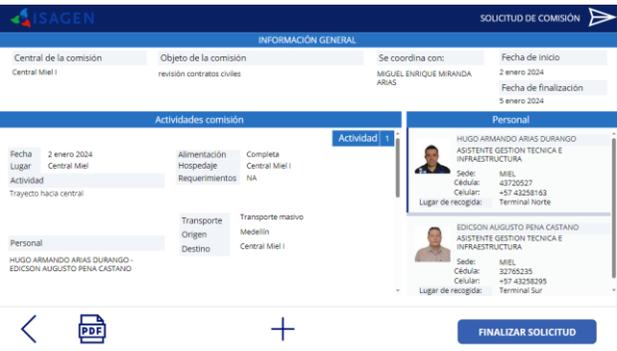
Además, la conectividad integral del aplicativo permite una experiencia personalizada y dinámica, adaptándose a las selecciones e ingresos de datos de cada usuario para ofrecer un servicio más completo y ajustado a las necesidades individuales. La Tabla 11 presenta las diferentes interfaces que componen el aplicativo en conjunto con su respectiva descripción.

Tabla 11 Descripción de interfaces para aplicativo de comisiones. Fuente: Elaboración propia

| Interfaz | Descripción |
|----------|-------------|
|----------|-------------|

| | |
|---|--|
|  | <p>La primera interfaz se caracteriza por dar un mensaje de bienvenida personalizado al usuario, indicándole para qué fue desarrollada la aplicación.</p> |
|  | <p>La siguiente interfaz de la aplicación ofrece una visión general dinámica, actuando como una guía concisa de sus funciones clave. Al final, permite a los usuarios dar su consentimiento para el uso exclusivo de sus datos por parte de la empresa.</p> |
|  | <p>Durante esta etapa inicial, se solicita al usuario información básica de inicio. Se le pide identificar su equipo de trabajo, el grupo específico al que pertenece y, si su cargo no figura en la base de datos interna, se solicita el correo del coordinador del grupo para su registro.</p> |
|  | <p>En la siguiente etapa, se accede a la interfaz de información general de la comisión. Aquí se solicitan datos esenciales para la gestión de recursos logísticos en las centrales, además, se lleva a cabo la conformación del equipo que viajará en la comisión al destino seleccionado, actualizando los datos</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>personales mínimos de cada miembro del equipo almacenados en la intranet de Isagen.</p> |
|  | <p>Una vez recopilada la información requerida, se debe tomar una decisión basada en dos opciones claras. La primera opción es proceder, lo que implica que la comisión es de naturaleza compleja y demanda un nivel de detalle más exhaustivo. La segunda alternativa indica que la comisión es de naturaleza básica y permite concluir el proceso en ese punto.</p> |
|  | <p>Si el usuario elige la opción "continuar", se desplegará la interfaz de actividades, aquí, se le solicitará que complete, por fecha, todas las actividades a realizar, ya sea de manera individual o en grupo. Se detallarán aspectos como el tipo de actividad, las necesidades de alimentación y alojamiento, así como la necesidad de transporte, si fuera necesario.</p> |
|  | <p>Cuando se requiera transporte, se abrirá la interfaz correspondiente donde se seleccionará el tipo de transporte, origen, destino, horarios específicos y las personas que harán uso de este. Las opciones disponibles incluyen transporte masivo con paradas autorizadas por trayecto, transporte adicional para movimientos personalizados de la comisión, transporte aéreo y, en caso de</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>necesidad, transporte por demanda o, en otras palabras, transporte público.</p> |
|  | <p>Al finalizar, se accede a una vista previa del formato estandarizado que será enviado al personal involucrado. Este formato se estructura en tres secciones: la primera, ubicada en la parte superior, incluye la información básica; la segunda, en la parte inferior izquierda, abarca todos los detalles relacionados con las actividades planificadas; finalmente, en la parte inferior derecha, se encuentra la información sobre el personal que participará en dichas actividades.</p> |

Tras la selección del botón "Finalizar Solicitud" por parte del usuario en el aplicativo, se activa una secuencia de procesos integrados (Figura 9). Esta secuencia comienza con el almacenamiento de la información en bases de datos específicas alojadas en SharePoint; a continuación, se inicia un flujo de aprobaciones, primero por parte del coordinador del grupo habilitador y luego por parte de los responsables internos en la central hidroeléctrica o en el lugar de destino, según se detalla en la Tabla 11.



Figura 9 herramientas asociadas al desarrollo de la gestión de comisiones. Fuente: Elaboración propia.

Esta combinación de elementos hace que el aplicativo no solo sea amigable y fácil de usar, sino también altamente eficiente en la gestión de las solicitudes de comisiones, garantizando una experiencia satisfactoria para los usuarios en cada interacción.

7.3.3.2 Montaje de aplicativo para el informe diario de operación.

El informe diario de operación, pensado como un aplicativo dinámico, ha demostrado ser una herramienta eficaz para potenciar la objetividad de los operadores de las unidades generadoras, su desarrollo se centró en tres objetivos clave:

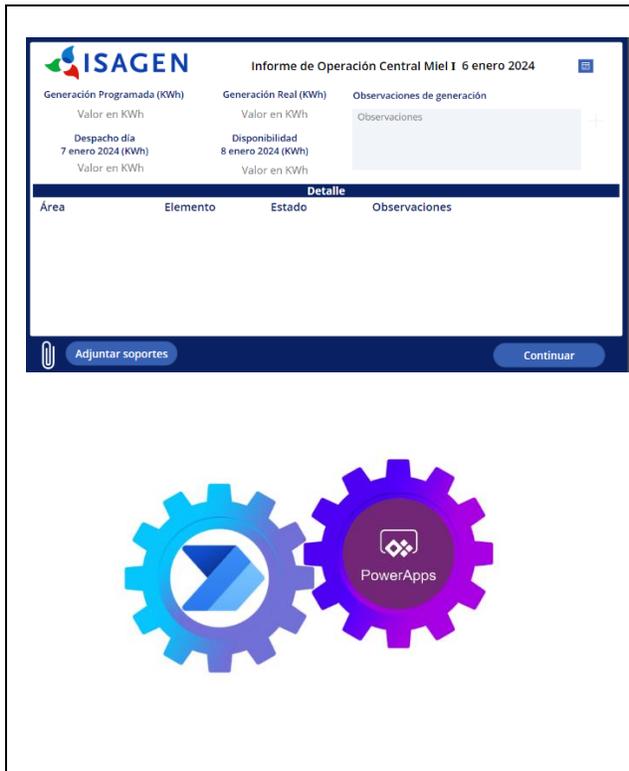
1. Optimización del reporte: El aplicativo se diseñó con el propósito de optimizar el proceso de elaboración de informes, facilitando a los operadores la tarea de registrar la información de manera más eficiente y precisa.

2. Difusión oportuna de información: La herramienta se implementó con un sistema que garantiza la difusión oportuna de la información generada, asegurando que los interesados reciban datos actualizados de manera rápida y eficiente.
3. Eficiencia en el tiempo de diligenciamiento: Uno de los resultados más significativos ha sido la optimización del tiempo de diligenciamiento de la tarea, ya que los operadores experimentan una reducción considerable en el tiempo requerido para completar el informe diario, permitiéndoles concentrarse en otras actividades.

Sabido esto, en la Tabla 12 se muestra de manera general la naturaleza del aplicativo en cuestión y su respectiva descripción.

Tabla 12 Descripción de aplicativo para informe diario de operación. Fuente: Elaboración propia

| Interfaz | Descripción |
|---|--|
|  | <p>La primera interfaz se caracteriza por dar un mensaje de bienvenida personalizado al usuario.</p> |
|  | <p>Esta interfaz proporciona una visión integral de los datos necesarios para generar el reporte, al mismo tiempo que presenta información detallada sobre cada elemento que compone el sistema productivo. Permite identificar el área evaluada, el elemento correspondiente, su estado actual y observaciones relevantes asociadas al turno de operación reciente.</p> |



Informe de Operación Central Miel I 6 enero 2024

Generación Programada (KWh) Valor en KWh
Despacho día 7 enero 2024 (KWh) Valor en KWh

Generación Real (KWh) Valor en KWh
Disponibilidad 8 enero 2024 (KWh) Valor en KWh

Observaciones de generación Observaciones

| Detalle | | | |
|---------|----------|--------|---------------|
| Área | Elemento | Estado | Observaciones |

Adjuntar soportes Continuar

PowerApps

Finalmente, se proporciona una vista del informe final previamente completado y al seleccionar el botón "continuar", se activan dos procesos simultáneos:

1. Se genera la versión del informe en formato PDF.
2. Se lleva a cabo la distribución del informe a los operadores de las unidades de generación y al personal administrativo. Este procedimiento asegura que todos los implicados en el funcionamiento de la central estén informados sobre los acontecimientos diarios.

Este enfoque dinámico del informe diario de operación ha generado un impacto positivo en la operatividad, alineando los objetivos de eficiencia, objetividad y comunicación oportuna, lo que se traduce en una mejora significativa en la gestión diaria de las unidades generadoras.

7.3.3.3 Desarrollo de tablero de indicadores para informe mensual de operación.

El informe mensual de operación implicó la integración de múltiples orígenes de datos, estableciendo variables que facilitarían no solo ver el valor de los indicadores establecidos, sino también la interacción dinámica de estos por períodos específicos tales como meses, trimestres o años, dicho informe está compuesto por siete pantallas, las cuales permiten al usuario la visualización detallada de los factores clave en la generación del mes del reporte, facilitando un comparativo con medidas de años previos, lo que en otras palabras podría entenderse como un contraste de los valores actuales con los valores históricos. Lo anterior permite visualizar patrones de comportamiento, tendencias, variaciones respecto a los pronósticos establecidos de manera anual con base en datos, identificación de valores atípicos entre otras cosas.

Para el análisis de los resultados mensuales de operación, se llevó a cabo la integración de datos provenientes de múltiples fuentes, este proceso no solo se limitó a mostrar el valor aislado de los indicadores predefinidos, sino que se centró en la creación de variables estratégicas que facilitaran la comprensión dinámica de su interrelación en periodos específicos, tales como meses, trimestres o años; el informe resultante (Figura 10) se presenta en una estructura compuesta por siete pantallas, cada una diseñada para proporcionar a los usuarios una visión detallada de los factores críticos en la generación del mes bajo evaluación.

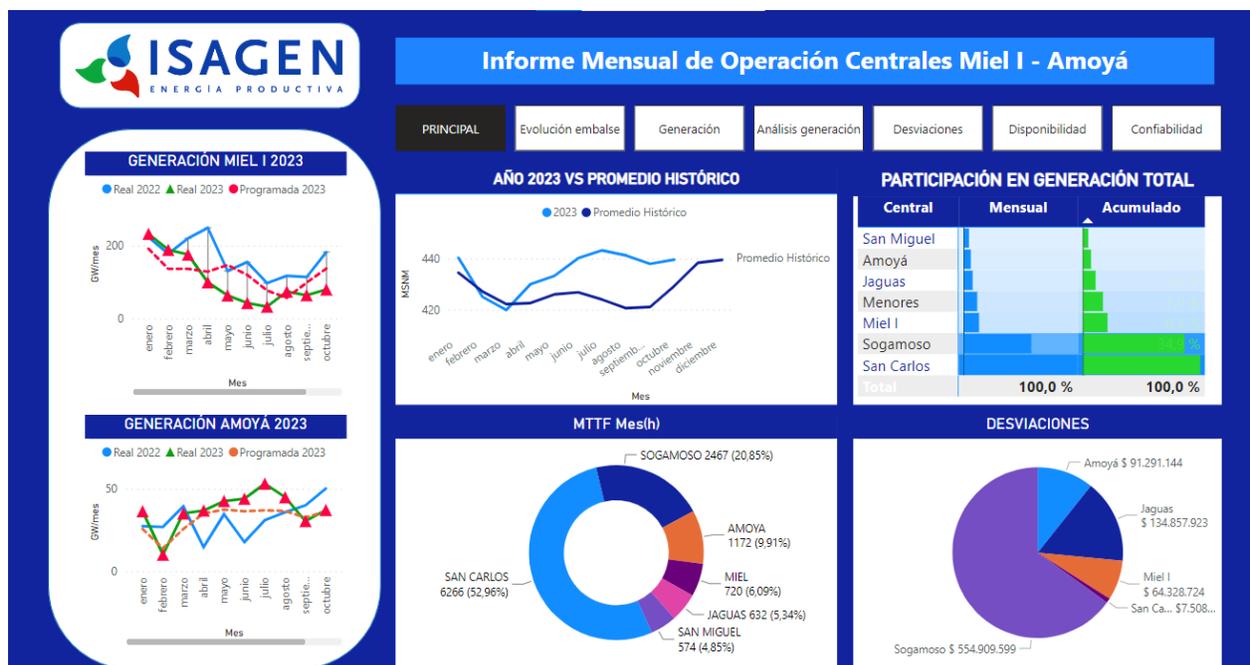


Figura 10 Pantalla principal informe de operación. Fuente: Elaboración propia.

La disposición de estas siete pantallas no solo busca ofrecer una visualización completa, sino también facilitar la comparación minuciosa de los resultados actuales con las mediciones obtenidas en años anteriores, enfoque que posibilita un contraste profundo entre los valores contemporáneos y los históricos, dando paso a una evaluación más precisa de la evolución de los datos, como es el caso de la evolución histórica de los niveles del embalse Amaní y la generación obtenida por las centrales Miel I y Amoyá respecto a los valores pronosticados tal como se observa a continuación: (Figura 11Figura 12Figura 13)



Figura 11 Evolución histórica - Embalse Amani. Fuente: Elaboración propia.



Figura 12 Datos de generación por central. Fuente: Elaboración propia.



Figura 13 Detalle de generación - centrales. Fuente: Elaboración propia.

Así pues, la estructura del informe, al permitir una exploración detallada de los datos no solo destaca la eficiencia operativa en un mes específico, sino que también ofrece una comprensión más profunda de la consistencia en el desempeño a lo largo de periodos más extensos, además, esta metodología de presentación facilita la identificación de posibles anomalías, también conocidas como desviaciones en los periodos de generación y los costos asociados a estas (Figura 14), proporcionando una herramienta valiosa para la toma de decisiones informadas y la mejora continua de los procesos operativos.



Figura 14 Desviaciones de generación y costos asociados. Fuente: Elaboración propia.

La revisión reflejada en la Figura 15 resalta la importancia del registro de fallas como un componente esencial para la evaluación y mejora continua de la operación, este registro no se limita únicamente a proporcionar la cantidad total de fallas en un periodo específico, sino que va más allá al ofrecer un nivel de detalle significativo, logrando a través de esta funcionalidad no solo cuantificar las fallas, sino también trazar su origen y seguimiento de manera precisa.

En este sentido, el registro de fallas permite visualizar de manera detallada la ubicación específica de las fallas en la central, así como el estado de los avisos asociados a cada incidente, además, facilita la identificación de los equipos que registran la mayor cantidad de fallas, estableciendo un vínculo con las unidades de generación correspondientes, por lo que este enfoque detallado proporciona una comprensión más profunda de los patrones y comportamientos de las fallas, permitiendo así un acercamiento más efectivo hacia el mantenimiento por condición de los activos.

Consecuentemente, en una capa adicional de análisis, este tablero de indicadores revela información valiosa sobre el desempeño de los equipos, identificando el tiempo medio entre fallas, el tiempo necesario para llevar a cabo las reparaciones y, crucialmente, el estado de la confiabilidad

en comparación con las metas preestablecidas por el TBI. Es así como estos KPI's no solo ofrecen una visión holística de la eficiencia y la fiabilidad de los activos, sino que también sirven como base para la toma de decisiones en términos de mantenimiento.

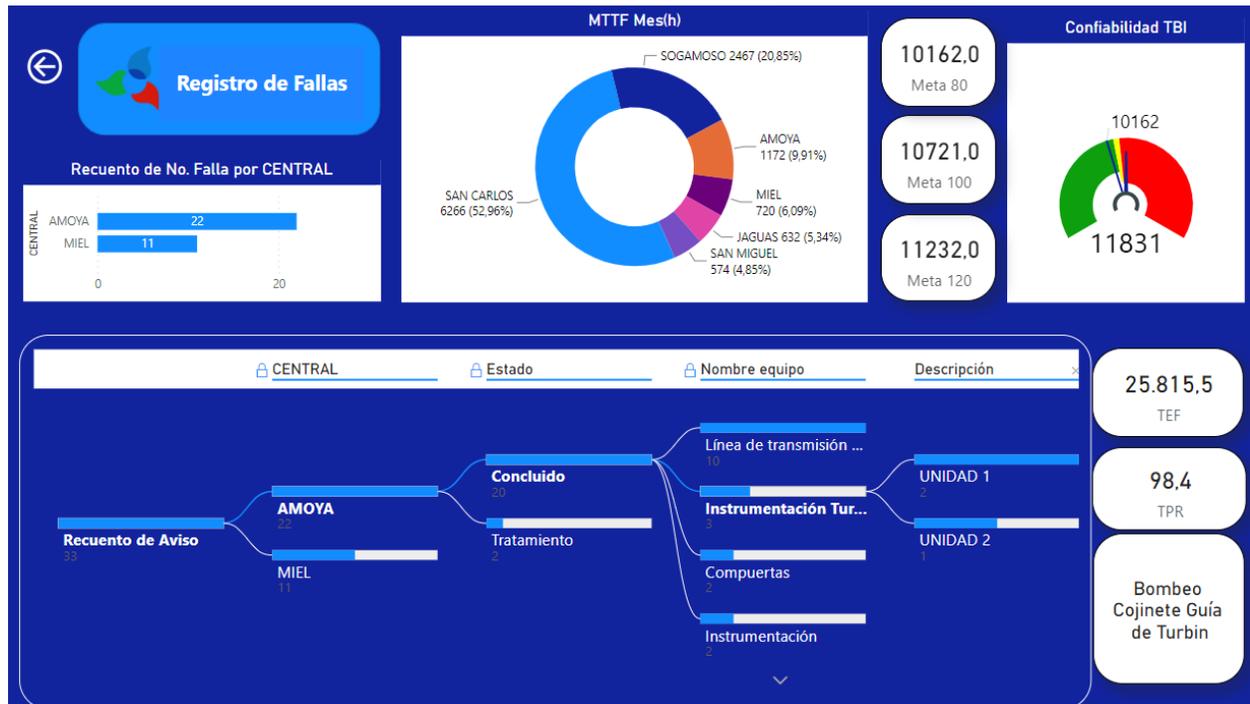


Figura 15 Registro de fallas - centrales. Fuente: Elaboración propia.

En esencia, el enfoque integral del informe de operación ofrece una visión completa y estratégica del desempeño mensual, proporcionando a los usuarios las herramientas necesarias para optimizar la eficiencia operativa y por supuesto, tomar las decisiones pertinentes basadas en datos.

7.3.3.4 Desarrollo de tablero de indicadores para informe mensual de mantenimiento.

En el contexto de una central hidroeléctrica, la importancia de los activos se manifiesta como la base fundamental de su operación, es por esto que el mantenimiento de dichos activos adquiere un papel esencial para garantizar un funcionamiento continuo y eficiente. Teniendo en cuenta esto, cobra fuerza el desarrollo del informe mensual de mantenimiento, que no solo cumple la función de un documento rutinario, sino que se erige como la guía estratégica para orientar las acciones futuras en relación con las unidades de generación.

El informe mensual de mantenimiento deja de ser considerado como una mera recopilación de datos y se configura como una visualización dinámica de los indicadores más relevantes, presentando un nivel de detalle amplio y estructurándose en siete pantallas, estructura que facilita la transición del análisis de un panorama general a una comprensión más específica de los eventos ocurridos en un periodo determinado de generación, ya sea mensual, anual u otros intervalos de tiempo pertinentes.

Las primeras tres pantallas abordan la evaluación del estado de la confiabilidad de las centrales con respecto a tres metas preestablecidas: meta 80, 100 y 120, donde la superación de la meta 100 se considera como el objetivo ideal (Figura 16Figura 17Figura 18). Simultáneamente, se analiza el estado de la cantidad de fallas del último mes en tres escenarios distintos: optimista, medio y pesimista, dando claridad que el propósito aquí es minimizar las fallas en el periodo mencionado, además, se lleva a cabo una comparación de la disponibilidad pronosticada mensual y acumulada, brindando una herramienta esencial para identificar comportamientos atípicos y sus causas subyacentes.



Figura 16 Informe mensual de mantenimiento - pantalla principal. Fuente: Elaboración propia.



Figura 17 Disponibilidad central Amoyá. Fuente: Elaboración propia.

Figura 18 Disponibilidad central Miel I. Fuente: Elaboración propia.

La segunda parte del informe se sumerge en un nivel de detalle más profundo, poniendo en evidencia la confiabilidad del sistema de generación; a través de un gráfico de trazabilidad, se proporciona información detallada sobre los avisos de falla generados, incluyendo la central correspondiente, el estado de dichos avisos (concluidos, en tratamiento o abiertos), la unidad de generación involucrada, el nombre del equipo y el horómetro, además, se muestra un análisis del tiempo entre fallas y el tiempo necesario para repararlas.

Ahora bien, el análisis de confiabilidad se adentra en los elementos específicos que han generado la mayor cantidad de avisos, detallando el estado de las órdenes asociadas a los mismos y proporcionando una perspectiva sobre la posición de la central con respecto a otras pertenecientes a la compañía (Figura 19 y Figura 20).



Figura 19 Confiabilidad centrales Miel I - Amoyá. Fuente: Elaboración propia.



Figura 20 Análisis de confiabilidad centrales Miel I - Amoyá. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se implementan KPI's de gestión y por área (Figura 21 y Figura 22), estableciendo una conexión entre las órdenes de mantenimiento generadas por central y los costos asociados a su respectiva intervención, este análisis no solo compara los costos reales con los planeados, sino que también ofrece valores de diferencia, porcentaje de ejecución de órdenes e identificación de variaciones por grupo de ejecución y áreas de intervención. Este enfoque detallado, coherente y secuencial del informe proporciona una visión integral de la confiabilidad y gestión del sistema de generación hidroeléctrica, contribuyendo de manera sustancial a la mejora continua de los procesos operativos.



Figura 21 KPI's de gestión. Fuente: Elaboración propia.



Figura 22 KPI's por área. Fuente: Elaboración propia.

8. Discusión

La implementación exitosa de las herramientas presentadas en los resultados se sustenta en un principio fundamental de gestión empresarial: la estandarización; este enfoque, clave para garantizar la coherencia en la presentación de la información, requiere la participación activa de todas las partes interesadas, desde los administrativos de las centrales hidroeléctricas hasta los usuarios finales de las herramientas. Ahora bien, la colaboración en la identificación de variaciones específicas en los procesos y la adaptación consensuada de variables relevantes han sido aspectos cruciales para el éxito de la estandarización.

Asimismo, la flexibilidad del modelo de datos implementado se destaca como un factor esencial, dada su capacidad para adaptarse a diversas necesidades y contextos, lo que ha facilitado la adopción exitosa de estas herramientas en distintos ámbitos; dicha flexibilidad se respalda en la documentación detallada que describe la interpretación y uso de cada variable, contribuyendo así a una comprensión uniforme de los datos, por lo que este enfoque promueve una visión integral de toda la central de generación, abarcando tanto Miel I como Amoyá.

Sabido esto, cabe resaltar que la retroalimentación constante a lo largo del desarrollo, basada en pruebas piloto y revisiones periódicas, ha sido fundamental para ajustar y mejorar la estandarización, donde el diseño modular ha permitido expansiones y adaptaciones futuras sin comprometer la integridad del sistema, asegurando una evolución continua.

La metodología ágil, reconocida por su enfoque en la adaptabilidad, ha demostrado resultados notables al aplicarse con éxito en el desarrollo y diligenciamiento del informe diario de operación; la estandarización del proceso asegura coherencia en la presentación de la información al seleccionar cuidadosamente variables pertinentes que abordan las necesidades específicas de las partes interesadas, además, la automatización en la difusión diaria de información ha mejorado de manera significativa la toma de decisiones y la eficiencia operativa mediante la entrega oportuna de datos relevantes.

Consecuentemente, la intuitividad del aplicativo ha sido un factor clave para su éxito, contribuyendo a una mayor adopción por parte de los usuarios y mejorando la eficacia en el

diligenciamiento del informe diario, visualizando que la positiva acogida por parte de los usuarios no solo resalta la utilidad de la herramienta, sino que también indica su eficiencia en la gestión diaria de operaciones.

En el ámbito de la optimización de los informes mensuales de operación y mantenimiento, la consolidación de una base de datos específica ha sido esencial, dado que este enfoque ha simplificado la recopilación de información, eliminando la complejidad asociada a la compilación desde múltiples orígenes y haciendo que el proceso sea más eficiente y práctico. Los informes generados a partir de la herramienta Power BI han elevado la calidad de los análisis mensuales, proporcionando una perspectiva más detallada y permitiendo un seguimiento preciso, además de la trazabilidad del comportamiento de los activos a lo largo del tiempo.

En comparación con los reportes generales de rendimiento, la herramienta Power BI ha destacado al ofrecer una visión más completa y detallada del rendimiento de los activos, contribuyendo así a una mejora sustancial en la eficiencia del proceso de generación de informes mensuales de operación y de mantenimiento; estos resultados respaldan la importancia de la tecnología analítica en la gestión eficiente de operaciones a largo plazo.

9. Conclusiones

La exitosa implementación de la estandarización en las centrales hidroeléctricas y grupos habilitadores se ha logrado mediante un enfoque colaborativo esencial que involucra a diversos actores dentro de la organización, este enfoque, que asegura una perspectiva integral y promueve la adaptabilidad a las cambiantes necesidades del sector, se basa en la flexibilidad del diseño y una atención continua a la retroalimentación. Por esto, el aplicativo de comisiones ha evolucionado dinámicamente para satisfacer eficazmente los requisitos emergentes.

Los resultados obtenidos durante la investigación destacan la importancia estratégica de la estandarización en la gestión de operaciones, ya que la cuidadosa selección de variables relevantes y la automatización en la difusión de información optimizan los procesos operativos. Es así como la combinación de un aplicativo intuitivo y la aceptación positiva por parte de los usuarios refuerza

la eficacia de la solución, evidenciando su contribución a la mejora continua de las operaciones diarias.

Por otro lado, la consolidación de datos y la implementación de herramientas analíticas, como Power BI, han transformado positivamente los informes mensuales, donde estas herramientas no solo proporcionan una perspectiva más detallada, sino que también facilitan el seguimiento y la trazabilidad de los activos en comparación con los reportes previos; esta capacidad analítica contribuye significativamente a una toma de decisiones más informada y eficiente en todos los niveles de la organización, fortaleciendo la gestión estratégica.

El análisis temporal y detallado del registro de fallas emerge como un aspecto crucial para comprender el rendimiento de los equipos y optimizar la confiabilidad operativa, debido a que, al examinar las comparaciones entre variables a lo largo del tiempo, se identifican patrones de comportamiento, se analizan tendencias y se detectan variaciones con respecto a los pronósticos anuales. Este enfoque proporciona no solo datos cuantitativos sobre la frecuencia de averías, sino también una comprensión profunda de la gestión de equipos, estableciendo un sólido marco para la mejora continua y la toma de decisiones estratégicas en el ámbito del mantenimiento.

Finalmente, la combinación de un enfoque colaborativo, estandarización efectiva, selección de variables relevantes, automatización y análisis detallado de datos ha generado mejoras significativas en la eficiencia operativa, la confiabilidad de los activos y la toma de decisiones para el área administrativa de las centrales hidroeléctricas Miel I y Amoyá, donde estas conclusiones refuerzan la importancia continua de la innovación y la adaptabilidad en la gestión de operaciones, en consonancia con los desafíos dinámicos del entorno actual.

10. Recomendaciones

Las recomendaciones que surgen de este trabajo se resumen en tres puntos fundamentales:

1. Mejora Continua:

Dada la naturaleza centrada en la mejora continua de los aplicativos desarrollados, se sugiere establecer un sistema estructurado de retroalimentación por parte de los usuarios, esto

permitirá identificar áreas de oportunidad y posibles ajustes para optimizar aún más la funcionalidad del piloto de solicitud de comisiones, teniendo presente que la apertura a mejoras continuas debería considerar tanto las necesidades emergentes de los usuarios como las posibles actualizaciones a nivel de codificación.

2. Automatización de compilación de información:

Para avanzar en la digitalización y automatización de procesos, se recomienda implementar una automatización completa en la compilación de informes mensuales de operación y mantenimiento, aprovechando la base de datos centralizada y estandarizada ya existente, sin embargo, para lograrlo es importante agilizar la respuesta a las solicitudes de acceso a la información para evitar retrasos en los desarrollos planeados y garantizar la eficiencia en la generación de los informes.

3. Compromiso activo de usuarios y administradores:

Debido a que las herramientas desarrolladas dependen del compromiso de los usuarios y administradores, se insta a fomentar una cultura de agilidad y relevancia de la información, esto implica la constante alimentación de las bases de datos, la retroalimentación activa sobre los aplicativos y el fomentar una participación continua, donde las capacitaciones y programas de concientización pueden ser útiles para promover la comprensión de la importancia de estos procesos en la eficacia global de las herramientas implementadas.

En conclusión, estas recomendaciones buscan consolidar y expandir los logros obtenidos hasta ahora, asegurando que las mejoras continuas sean una parte integral de la implementación de las herramientas desarrolladas, posicionando el compromiso activo de los usuarios y administradores como un elemento clave para garantizar la longevidad y la efectividad de las soluciones implementadas en el entorno de las centrales hidroeléctricas Miel I y Amoyá.

11. Referencias

- ISAGEN. Generamos energía. ISAGEN. <https://www.isagen.com.co/es/nuestro-negocio/generamos-energia>
- Muñoz, A. P. (2017). La digitalización y la economía global. Visión general. Información Comercial Española, ICE: Revista de economía, (897), 9-22.
- Montesino Perurena, Raydel, Baluja García, Walter, & Porvén Rubier, Joelsy. (2013). Gestión automatizada e integrada de controles de seguridad informática. Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones, 34(1), 40-58. Recuperado en 08 de agosto de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282013000100004&lng=es&tlng=pt.
- ¿Qué es la automatización de procesos? (n.d.). SAP. Recuperado en 04 de agosto de 2023, de <https://www.sap.com/latinamerica/products/technology-platform/process-automation/what-is-process-automation.html>
- Farfán Jiménez, J. A., (2020). La implementación de un sistema automatizado reduce los tiempos de atención en los procesos aplicables a la ventanilla única de turismo en la Municipalidad Provincial del Callao. Industrial Data, 23(2),31-37. [fecha de Consulta 21 de enero de 2024]. ISSN: 1560-9146. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81665362003>
- Chuck, W. (2013). Administración. México: Edición del estudiante.
- Pérez, M. Á. E., & GONZALEZ, J. C. H. (2020). Revisión de la literatura sobre la estandarización de procesos productivos a nivel científico. Memorias.
- Luna González, A. (2015). Proceso Administrativo. México: Grupo Editorial Patria.
- Junta central de contadores. (2019). manual de indicadores de gestión unidad administrativa especial. Tomado de www.jcc.gov.co
- Estrada, B. (2021). La digitalización en el mundo del trabajo. Tarbiya, Revista De Investigación E Innovación Educativa, (49). <https://doi.org/10.15366/tarbiya2021.49.003>
- Ingrande, T. (2017). Estandarizar: trabajar de forma organizada y controlada. [<http://kailean.es/estandarizar-trabajar-de-forma-organizada-y-controlada/>. 2017.]
- Mankins, M. (2017, marzo 1). Great companies obsess over productivity, not efficiency. Harvard business review. <https://hbr.org/2017/03/great-companies-obsess-over-productivity-not-efficiency>

Schwarz, L. (2020, diciembre 3). 32 business automation statistics for 2021. Oracle NetSuite. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/business-strategy/business-automation-statistics.shtml>

Zendesk. (2021, julio 12). 6 indicadores de gestión administrativa útiles para líderes. Zendesk MX. <https://www.zendesk.com.mx/blog/indicadores-gestion/>

Zendesk. (2023, julio 11). Automatización de procesos y sus beneficios. [GUÍA PRÁCTICA]. Zendesk MX. <https://www.zendesk.com.mx/blog/automatizacion-de-procesos/>

Matute, V. H. M., Pañora, L. S. O., Casa, M. A. B., & Guadalupe, M. N. A. (2021). Aplicación del software Microsoft Power BI como un sistema de inteligencia artificial & machine learning en la toma de decisiones y herramienta de tabulación de datos aplicado a la Facultad de CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2015. *ConcienciaDigital*, 4(3.1), 313-332.