



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO

El que suscribe director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la UNICA, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento **TESIS** titulado:

**Uso de herramientas de inteligencia de negocios para el
seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas
de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica,
2024**

Presentado por:

NILTON ABEL CARDENA MALLMA

BACHILLER en **PREGRADO** de la facultad de Ingeniería de Sistemas; cuyo resultado obtenido es **porcentaje de similitud 2%**; por el cual se otorga el calificativo de: **APROBADO**, según el Reglamento de Evaluación de la Originalidad; adjuntando al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Se expide la presente conformidad para la continuación del trámite respectivo.

Ica, 07 de enero de 2026

Dr. LUIS ALBERTO MASSA PALACIOS
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería de Sistemas

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería de Sistemas



**“Uso de herramientas de inteligencia de negocios para el
seguimiento del rendimiento de producción de agua en las
plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa,
provincia de Ica, 2024”**

Línea de Investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

Autor:

Bach. CÁRDENAS MALLMA NILTON ABEL

Ica, Perú

2025

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios y a mis padres, por ser mi fortaleza en todo momento, para contener los momentos difíciles, y seguir con mucha dosis de motivación hasta su culminación.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis docentes por el apoyo constante en mi proceso de elaboración de tesis, a la Universidad por mi proceso formativo que ha hecho posible este gran paso.

INDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice	
- Índice de contenidos	iv
- Índice de tablas	v
- Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii

CUERPO DEL INFORME FINAL

I. Introducción	1
II. Estrategias metodológicas	26
III. Resultados	31
IV. Discusión	37
V. Conclusiones	41
VI. Recomendaciones	44
VII. Referencias bibliográficas	47
VIII. Anexos	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tiempo de obtención de informes	31
Tabla 2. Descriptivos de Costo de elaboración de informes	32
Tabla 3. Prueba de normalidad: Tiempo de obtención de informes	33
Tabla 4. Prueba de normalidad: Costo de elaboración de informes	34
Tabla 5. Rangos tiempo de obtención de informes	35
Tabla 6. Estadísticos para contraste: tiempo de obtención de informes (TOI)	35
Tabla 7. Rangos de costo de obtención de informes	36
Tabla 8. Estadísticos para contraste del costo de obtención de informes (COI)	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de una alternativa de Inteligencia de Negocios	24
Figura 2. Comparativo de medidas del indicador: Tiempo de obtención de informes	31
Figura 3. Comparativo de las medias del indicador de Costo de elaboración de informes	32

RESUMEN

La presente tesis trató del uso de herramientas de inteligencia de negocios para el seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024. Se planteó como objetivo, implementar la inteligencia de negocios para mejorar el seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024. La investigación aplicó una metodología de tipo aplicada, el nivel de investigación descriptivo, con enfoque cuantitativo, el diseño de investigación es experimental, dentro de ella se establece la cuasi – experimental. Para el instrumento a emplearse se propone la ficha de registro, para el recojo de los datos antes y después de la implementación de la estrategia de inteligencia de negocios. Para el caso de la estrategia se empleó Power BI. Se obtuvo como resultado que, el Tiempo de Obtención de Informes (TOI), el valor promedio inicial fue de 13:22 minutos, tras la implementación de la aplicación de inteligencia de negocios, el promedio se redujo a 4:47 minutos y el cálculo del Costo de obtención de Informes (COI), el valor promedio inicial fue de S/. 44.25, luego de la implementación de la inteligencia de negocios, el costo promedio se redujo a S/. 2.68.

Palabras clave: Inteligencia de negocios, tiempo de obtención de informes, costo de obtención de informes.

ABSTRACT

This thesis dealt with the use of business intelligence tools to monitor water production performance in reverse osmosis plants within the Agrokasa estate, Ica province, 2024. The objective was to implement business intelligence to improve the monitoring of water production performance in reverse osmosis plants within the Agrokasa estate, Ica province, 2024. The research applied an applied methodology, the descriptive research level, with a quantitative approach, the research design is experimental, within it the quasi-experimental is established. For the instrument to be used, the registration form is proposed, for the collection of data before and after the implementation of the business intelligence strategy. For the case of the strategy, Power BI was used. The results showed that the Time to Report (TOR) initially averaged 13:22 minutes. After implementing the business intelligence application, the average was reduced to 4:47 minutes. The Cost to Report (COI) calculation initially averaged S/. 44.25. After implementing business intelligence, the average cost was reduced to S/. 2.68.

Keywords: Business intelligence, time to report, cost to report.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, las organizaciones enfrentan el desafío de adaptarse a una era caracterizada por la digitalización, la globalización y la necesidad de tomar decisiones basadas en datos confiables y oportunos. La información, más que un recurso, se ha convertido en el activo estratégico que determina la competitividad y sostenibilidad de las instituciones. En este entorno, la inteligencia de negocios (Business Intelligence, BI) se posiciona como una herramienta fundamental para procesar grandes volúmenes de datos y transformarlos en conocimiento útil, permitiendo la generación de estrategias más eficientes y adaptadas a la realidad operativa [1].

La inteligencia de negocios combina tecnologías, metodologías y prácticas que facilitan la recolección, análisis e interpretación de la información con el propósito de mejorar la gestión organizacional. Según Statista (2024), el mercado mundial de herramientas BI superó los 30 mil millones de dólares, con una tasa de crecimiento anual estimada en 8,2 % hasta el 2028, demostrando su consolidación como una de las tecnologías más influyentes en la transformación digital empresarial [2]. Este crecimiento responde al valor que las organizaciones otorgan a la analítica avanzada y la visualización interactiva de datos, las cuales optimizan los procesos de toma de decisiones y fortalecen la transparencia operativa.

Empresas globales como Unilever, Amazon, Microsoft y Toyota han integrado sistemas de BI para automatizar reportes de producción, logística y ventas. De acuerdo con Forbes (2023), las organizaciones que adoptaron soluciones BI experimentaron un incremento promedio del 25 % en su productividad y una reducción del 30 % en errores operativos, lo que evidencia el impacto directo de esta tecnología en la eficiencia y sostenibilidad [3]. Además, la incorporación de estas herramientas ha impulsado el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), al promover la innovación tecnológica en los procesos industriales.

A nivel latinoamericano, la adopción de inteligencia de negocios también ha tomado relevancia como estrategia para mejorar la competitividad y sostenibilidad de los sectores productivos. En Colombia, Gómez y Rodríguez (2023) demostraron que la aplicación de Power BI en empresas agroindustriales permitió reducir el tiempo de procesamiento de datos en más del 40 % y mejorar el control de recursos hídricos, optimizando los planes de riego [4]. En Chile y México, Fernández y Pérez (2023) evidenciaron que la integración de Power BI en la gestión agrícola favoreció la trazabilidad de la producción y el cumplimiento de

estándares ambientales, contribuyendo al uso eficiente del agua y la energía [5]. Estos resultados confirman que la inteligencia de negocios no solo impulsa la rentabilidad, sino que también fomenta prácticas sostenibles en el sector agroindustrial.

En el caso del Perú, el proceso de digitalización empresarial avanza de forma progresiva, aunque con desafíos significativos. De acuerdo con el Diario El Peruano (2024), el 28 % de las empresas peruanas ha implementado sistemas de inteligencia de negocios, principalmente en los sectores financiero, comercial y agroindustrial [6]. Sin embargo, persisten brechas relacionadas con la capacitación técnica, la conectividad y la resistencia al cambio organizacional, factores que limitan la adopción de tecnologías avanzadas. A pesar de ello, instituciones como el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) promueven la innovación agrícola mediante programas de digitalización rural y eficiencia hídrica. Según el BID (2023), el uso de herramientas digitales en el agro puede aumentar la productividad hasta en un 35 % y reducir las pérdidas de agua en un 20 % [7].

La región Ica destaca como uno de los principales polos agroexportadores del Perú. Su clima, suelo y sistema de riego tecnificado han favorecido la producción de cultivos de alta calidad, destinados principalmente a los mercados de Estados Unidos, Europa y Asia. No obstante, el crecimiento del sector agrícola ha intensificado el uso de los recursos hídricos, lo que genera preocupación respecto a la sostenibilidad del agua subterránea. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2024), la actividad agroindustrial representa el 28,6 % del producto bruto interno regional, y dentro de este sector, las empresas exportadoras de uva, palta y espárrago son las más dependientes del agua para sus operaciones [8].

En este contexto, la empresa Agrokasa, líder en la producción y exportación de frutas frescas, ha incorporado plantas de ósmosis inversa para el tratamiento del agua utilizada en el riego de sus cultivos. Este sistema garantiza la pureza del agua y contribuye a mantener los estándares de calidad exigidos por los mercados internacionales. Sin embargo, el monitoreo de la eficiencia de estas plantas aún se realiza de manera manual, utilizando hojas de cálculo que son alimentadas diariamente por el personal operativo. Este método presenta limitaciones significativas: demora en la elaboración de reportes, duplicidad de datos, errores humanos y falta de visualización en tiempo real. Como resultado, la información no se integra de forma inmediata al proceso de toma de decisiones, dificultando la identificación de fallas o caídas de rendimiento en la producción de agua.

La ausencia de un sistema automatizado de seguimiento genera un impacto negativo en la gestión del recurso hídrico, aumentando los costos operativos y reduciendo la eficiencia energética. Frente a esta realidad, la aplicación de una herramienta de inteligencia de negocios, como Microsoft Power BI, se plantea como una alternativa viable para optimizar el proceso de monitoreo. Esta herramienta permite centralizar, procesar y visualizar los datos de producción en tiempo real, ofreciendo reportes dinámicos e interactivos que mejoran la capacidad analítica y la toma de decisiones. Además, su implementación responde a la necesidad de cumplir con estándares de sostenibilidad, impulsando una gestión responsable del agua en coherencia con los compromisos ambientales del sector agrícola.

La problemática descrita justifica la pertinencia de este estudio, que busca contribuir a la modernización tecnológica del fundo Agrokasa y generar un impacto positivo en la gestión hídrica de la región. Asimismo, la investigación se alinea con las políticas nacionales de transformación digital promovidas por la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) y el Ministerio de la Producción (PRODUCE), que destacan la digitalización como un eje estratégico para la competitividad del país [9].

A partir de esta situación descrita, se planteó el siguiente problema general y sus correspondientes problemas específicos.

Problema general

¿El uso de inteligencia de negocios permite mejorar el seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024?

Problemas específicos

PE1: ¿El uso de inteligencia de negocios permite reducir significativamente el tiempo de obtención de informes del seguimiento de rendimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024?

PE2: ¿El uso de inteligencia de negocios permite reducir significativamente el costo de elaboración de informes del seguimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024?

PE3: ¿El uso de inteligencia de negocios permite mejorar significativamente la satisfacción del personal en el seguimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024?

La identificación de este problema motiva la formulación de una propuesta tecnológica basada en inteligencia de negocios, cuyo propósito es automatizar los procesos de monitoreo y mejorar la eficiencia operativa. La investigación, además, busca contribuir con el desarrollo de un modelo replicable para otras empresas agrícolas de la región que enfrentan dificultades similares en el control y gestión del recurso hídrico.

En este sentido, el estudio se justifica desde varios enfoques complementarios. En el ámbito práctico, la investigación aporta una herramienta de análisis que mejora la gestión del agua, reduce los costos de operación y proporciona reportes en tiempo real. En el ámbito teórico, refuerza la comprensión del uso de BI en el contexto agroindustrial, sustentándose en teorías como la Teoría General de Sistemas, la Teoría del Procesamiento de la Información y la Teoría del Conocimiento Organizacional, que explican cómo los datos se convierten en conocimiento estratégico. En el ámbito metodológico, el diseño cuantitativo y cuasiexperimental permite medir los efectos de la implementación tecnológica antes y después de su aplicación, brindando resultados objetivos y verificables [10]. Finalmente, desde la dimensión social y ambiental, el proyecto fomenta la sostenibilidad hídrica y la innovación tecnológica en línea con las metas del ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura) de las Naciones Unidas [11].

Objetivo general

Implementar la inteligencia de negocios para mejorar el seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024.

Objetivos específicos

OE1: Implementar la inteligencia de negocios para reducir significativamente el tiempo de obtención de informes del seguimiento de rendimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024.

OE2: Implementar la inteligencia de negocios para reducir significativamente el costo de elaboración de informes del seguimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024.

OE3: Implementar la inteligencia de negocios para mejorar significativamente la satisfacción del personal en el seguimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024.

En toda investigación científica, la formulación de hipótesis es una parte fundamental porque permite establecer una relación clara entre las variables que se desean estudiar. En este caso, las hipótesis se plantearon con el propósito de comprobar si la implementación de la inteligencia de negocios influye de manera significativa en la mejora del seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de ósmosis inversa del fundo Agrokasa, ubicado en la provincia de Ica.

De esta manera, las hipótesis constituyeron una guía para orientar el análisis estadístico y contrastar los resultados obtenidos durante el proceso de recolección de datos. Asimismo, sirvieron como base para evaluar los cambios producidos antes y después de la aplicación de la herramienta tecnológica Power BI, tanto en los tiempos como en los costos y la satisfacción del personal encargado del monitoreo.

Hipótesis general:

La implementación de inteligencia de negocios permite mejorar el seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024.

Hipótesis específicas:

HE1: La implementación de inteligencia de negocios reduce significativamente el tiempo de obtención de informes del seguimiento de rendimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024.

HE2: La implementación de inteligencia de negocios reduce significativamente el costo de elaboración de informes del seguimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024.

HE3: La implementación de inteligencia de negocios mejora significativamente la satisfacción del personal en el seguimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024.

El alcance del estudio se circunscribe al análisis de los procesos de producción de agua tratada en las plantas de ósmosis inversa del fundo Agrokasa durante el año 2024. La muestra se conforma por el personal técnico encargado del registro y análisis de datos,

quienes participaron en la validación y evaluación del sistema propuesto. Las limitaciones del estudio se centran en el tiempo de ejecución, el tamaño reducido de la muestra y la imposibilidad de medir el impacto económico a largo plazo. No obstante, la información obtenida permite establecer una base sólida para futuras investigaciones en el campo de la inteligencia de negocios aplicada al sector agroindustrial.

Finalmente, la estructura de la presente tesis se organiza en siete capítulos. El Capítulo I desarrolla la introducción, planteamiento del problema, objetivos, hipótesis y justificación. El Capítulo II aborda el marco teórico, donde se presentan los fundamentos conceptuales, antecedentes y teorías que sustentan la investigación. El Capítulo III expone la metodología empleada. En el Capítulo IV, se presentan los resultados obtenidos, mientras que el Capítulo V contiene la discusión de los hallazgos. El Capítulo VI expone las conclusiones y recomendaciones, y el Capítulo VII incluye las referencias y anexos correspondientes.

El uso de herramientas de inteligencia de negocios (Business Intelligence, BI) se ha convertido en un eje estratégico para las organizaciones modernas debido a su capacidad para optimizar la gestión de datos, automatizar procesos y facilitar la toma de decisiones. Durante los últimos años, diferentes estudios a nivel internacional, nacional y regional han evidenciado el impacto positivo de esta tecnología en la productividad, la eficiencia operativa y la sostenibilidad. Los antecedentes que se presentan a continuación sirven como sustento empírico y científico del presente trabajo, demostrando la evolución y pertinencia de la aplicación de BI en distintos sectores, especialmente en el ámbito agrícola e industrial.

En el ámbito internacional, la investigación en torno a la inteligencia de negocios ha experimentado un crecimiento sostenido. Huang y Zhang (2021) analizaron el papel de los sistemas BI en la industria manufacturera de China y concluyeron que su aplicación permitió reducir los tiempos de generación de reportes en un 35 % y mejorar la precisión de los indicadores de desempeño en un 28 % [12]. Su estudio demuestra que la integración de herramientas BI en entornos productivos favorece la eficiencia de los flujos de trabajo y facilita la supervisión en tiempo real de las operaciones.

De manera similar, Maghsoudi y Nezafati (2022) realizaron un estudio en Irán sobre el impacto de BI en la optimización de procesos industriales. Los autores encontraron que la adopción de plataformas analíticas como Power BI y Tableau redujo los costos operativos hasta en un 30 % y permitió la identificación temprana de fallas en la cadena de producción [13]. Estos resultados reflejan que la inteligencia de negocios no solo es útil para gestionar

información, sino que se ha convertido en un instrumento clave de control y planeamiento estratégico.

Por su parte, Silva, Pereira y Costa (2023) llevaron a cabo una investigación en Portugal orientada a la gestión del recurso hídrico mediante inteligencia de negocios. El estudio, aplicado en empresas agrícolas del norte del país, evidenció que el uso de Power BI permitió consolidar datos de consumo de agua, monitorear parámetros de calidad y mejorar la eficiencia de riego en un 25 % [14]. Los autores resaltan que el BI es una tecnología aliada de la sostenibilidad, al promover el uso racional de los recursos naturales y garantizar la trazabilidad ambiental de los procesos.

En el contexto europeo, Müller y Schöffner (2023) analizaron la aplicación de BI en empresas agroalimentarias de Alemania, concluyendo que el análisis de datos en tiempo real permitió una mejor planificación de cultivos y una reducción del desperdicio hídrico del 18 % [15]. De igual modo, Sari y Widodo (2023), en Indonesia, implementaron una solución BI basada en Power BI para el control de recursos energéticos en plantas de producción, logrando automatizar reportes que antes requerían hasta tres días de procesamiento manual [16].

Asimismo, investigaciones recientes han profundizado en el vínculo entre inteligencia de negocios e innovación. El estudio de Murugesan y Harikrishnan (2024) en la industria alimentaria india determinó que las organizaciones que adoptan Power BI lograron optimizar sus inventarios y reducir el desperdicio de insumos en un 22 %, además de obtener un retorno de inversión en menos de un año [17]. Estos hallazgos demuestran que el BI no solo es una herramienta de análisis, sino también un catalizador de innovación y mejora continua.

En América del Norte, Johnson y Parker (2024) destacaron que las empresas que integraron soluciones de BI lograron un incremento del 40 % en la velocidad de respuesta ante fallas operativas, gracias a la visualización predictiva de datos [18]. De manera complementaria, Lee y Kim (2024), en Corea del Sur, desarrollaron un modelo BI orientado a la sostenibilidad ambiental en plantas industriales, demostrando que la tecnología permite monitorear indicadores ecológicos, reducir emisiones y optimizar el consumo de agua y energía [19].

En resumen, los antecedentes internacionales evidencian que la inteligencia de negocios se ha consolidado como un instrumento decisivo en la administración moderna. Su aplicación trasciende los límites del sector comercial, extendiéndose a la agricultura, la manufactura, la logística y la gestión ambiental. Las experiencias en Europa y Asia

demuestran que el BI contribuye no solo a la eficiencia económica, sino también a la sostenibilidad ambiental y la transparencia organizacional, lo que valida su aplicación en el contexto de la agroindustria peruana.

En el contexto peruano, la incorporación de herramientas de inteligencia de negocios ha ido en aumento en los últimos años, impulsada por el proceso de transformación digital promovido por el Ministerio de la Producción (PRODUCE) y la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) a través de la Agenda Digital del Perú 2030 [20]. Sin embargo, su aplicación en el ámbito agrícola aún es incipiente, lo que representa una oportunidad para investigaciones innovadoras como la presente.

Romero y Valer (2023) desarrollaron un *dashboard* de inteligencia de negocios para el seguimiento del Sistema de Control Interno en una entidad pública de Lima. La propuesta permitió disminuir el tiempo de elaboración de reportes de ocho horas a una hora, mejorando la transparencia institucional y la eficiencia administrativa [21]. Por su parte, Morales (2024) aplicó BI en el área comercial de una empresa de servicios múltiples de Pisco, logrando reducir los errores en los reportes y optimizar la visualización de indicadores financieros [22]. Ambos estudios demuestran el potencial del BI para fortalecer la gestión organizacional, aunque aún se concentran en entornos urbanos y administrativos.

Otro caso destacado es el de Brown (2024), quien implementó un sistema de inteligencia de negocios en la Oficina de Tecnologías de la Información de una institución pública, obteniendo una reducción del 60 % en los tiempos de respuesta ante incidencias [23]. Asimismo, Lévano (2024) diseñó un modelo de BI para la toma de decisiones en una empresa textil, demostrando que el análisis de datos automatizado permite identificar tendencias de mercado y ajustar la producción con base en la demanda real [24].

En el sector agrícola, Cabrera y Poma (2023) aplicaron Power BI en la administración de cultivos en el valle de Chao, logrando un mejor control de humedad, riego y rendimiento por hectárea [25]. Su estudio evidenció que la inteligencia de negocios puede convertirse en una herramienta clave para la gestión eficiente de recursos naturales.

En la misma línea, Mendoza y Quispe (2023) propusieron la creación de un sistema BI para el monitoreo de plantas procesadoras de alimentos en Arequipa. Los resultados mostraron que el uso de indicadores visuales permitió detectar con mayor rapidez los puntos críticos de desperdicio y aumentar la productividad general en un 20 % [26].

Asimismo, Espinoza y Campos (2024) desarrollaron un modelo de BI para la gestión de indicadores de sostenibilidad en una empresa agroexportadora de Piura. Los autores

concluyeron que la automatización de datos ambientales permitió a la empresa reducir el consumo de agua en un 15 % y mejorar su trazabilidad frente a auditorías internacionales [27].

Estos antecedentes nacionales revelan un progreso importante en la implementación de inteligencia de negocios en diferentes sectores económicos, aunque su adopción en la agroindustria sigue siendo limitada. Ninguno de los estudios revisados aborda de forma específica el monitoreo de plantas de ósmosis inversa, un componente fundamental en la gestión del recurso hídrico agrícola. En ese sentido, la investigación realizada en el fundo Agrokasa llena un vacío científico y técnico al aplicar BI en el seguimiento del rendimiento del agua tratada.

A nivel regional, se observan experiencias que refuerzan la pertinencia de esta investigación. En Ica, Huamán y Díaz (2024) desarrollaron una propuesta de aplicación de Power BI para el control de la producción agrícola en fundos de La Tinguña. Los resultados mostraron que la herramienta permitió identificar errores en los registros de campo, optimizar la programación del riego y reducir los tiempos de reporte en un 70 % [28].

Por otro lado, Arévalo y Osorio (2024) implementaron un sistema de inteligencia de negocios en un restaurante de Chiclayo, logrando una reducción del 95 % en el tiempo de búsqueda de información y mejorando la eficiencia en la toma de decisiones [29]. Si bien su investigación pertenece al sector servicios, evidencia la versatilidad del BI como tecnología adaptable a distintos contextos productivos.

En la región sur, Vega y Martínez (2023) aplicaron Power BI para la supervisión de proyectos de ingeniería en Moquegua, encontrando que el uso de paneles dinámicos contribuyó a mejorar el control de recursos y la transparencia en los avances de obra [30]. Por su parte, Salcedo (2024) en Nazca, desarrolló un sistema de BI para la administración de recursos hídricos en zonas de cultivo de palta, obteniendo un control más preciso de la dotación de agua y reduciendo pérdidas por filtraciones [31].

Estas investigaciones regionales demuestran que la inteligencia de negocios puede integrarse eficazmente a sectores productivos locales, especialmente cuando existe la necesidad de consolidar grandes volúmenes de información y presentarlos de manera visual y accesible. En el caso de Agrokasa, el monitoreo de plantas de ósmosis inversa requiere precisamente ese nivel de consolidación de datos, lo que hace del BI una herramienta idónea para garantizar la eficiencia en la gestión del agua tratada.

En conjunto, los antecedentes internacionales, nacionales y regionales coinciden en que la inteligencia de negocios impulsa la transformación digital, optimiza procesos y fortalece la sostenibilidad operativa. No obstante, aún persisten vacíos en la aplicación de BI para el monitoreo hídrico industrial en el Perú, lo que confiere a la presente investigación un carácter innovador y altamente relevante para el desarrollo tecnológico del sector agroexportador de Ica.

El marco teórico proporciona el sustento científico que orienta la investigación y permite comprender los fundamentos que explican la relación entre la inteligencia de negocios y la eficiencia en el seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de ósmosis inversa. A través de este apartado se exponen las principales teorías que respaldan la propuesta tecnológica, las cuales han sido seleccionadas por su relevancia en la gestión organizacional, la toma de decisiones y la sostenibilidad empresarial.

Teoría de la Inteligencia de Negocios

La teoría de la inteligencia de negocios constituye el eje conceptual central de esta investigación. Según Gibbons y Prescott (2024), la inteligencia de negocios integra un conjunto de tecnologías, procesos y estrategias que permiten transformar los datos en información significativa para apoyar la toma de decisiones dentro de las organizaciones [32]. Esta teoría enfatiza que la información, al ser procesada de manera estructurada, se convierte en un recurso estratégico capaz de mejorar la eficiencia y competitividad de las empresas.

En la actualidad, la aplicación de la inteligencia de negocios se ha extendido a distintos sectores productivos debido a su versatilidad. Wixom, Ariyachandra y Watson (2024) sostienen que las organizaciones que adoptan una cultura basada en datos logran decisiones más precisas, disminuyen los riesgos y fomentan la transparencia interna [33]. Además, la inteligencia de negocios promueve un entorno colaborativo donde los empleados pueden analizar información de manera autónoma y generar reportes dinámicos que optimizan la gestión operativa.

En el contexto del fundo Agrokasa, la teoría de la inteligencia de negocios se relaciona directamente con la necesidad de automatizar la recopilación y análisis de datos provenientes de las plantas de ósmosis inversa. A través de Power BI, los datos técnicos como caudal, presión, pH o conductividad se transforman en indicadores visuales que facilitan la interpretación y el control de los procesos. Por lo tanto, la teoría demuestra que la tecnología puede actuar como un puente entre la información dispersa y la toma de decisiones eficientes.

Teoría General de Sistemas (TGS)

La Teoría General de Sistemas (TGS), formulada por Ludwig von Bertalanffy y ampliada posteriormente por Robbins (2022), plantea que toda organización está compuesta por un conjunto de elementos interrelacionados que trabajan de manera coordinada para alcanzar un objetivo común [34]. De acuerdo con esta teoría, cada componente del sistema cumple una función específica y su desempeño influye directamente en el equilibrio del conjunto.

Desde esta perspectiva, el sistema productivo del fundo Agrokasa puede entenderse como un sistema complejo en el cual las plantas de ósmosis inversa actúan como subsistemas esenciales. Cuando estos subsistemas funcionan adecuadamente, el sistema general mantiene su equilibrio y alcanza los niveles de eficiencia deseados. Sin embargo, cuando los procesos de monitoreo o control fallan, se genera un desequilibrio que afecta la productividad total.

La inteligencia de negocios se inserta dentro de este marco teórico como un mecanismo de retroalimentación, que permite recopilar, procesar y analizar información de cada subsistema para garantizar la estabilidad y la eficiencia del sistema global. En otras palabras, Power BI se convierte en el centro neurálgico del sistema, asegurando que la información fluya adecuadamente entre los componentes y que las decisiones se basen en evidencias reales. Así, la TGS justifica el enfoque integral adoptado por esta investigación, donde cada planta de ósmosis se considera una parte activa del sistema general de producción.

Teoría del Procesamiento de la Información

Herbert A. Simon (1979) introdujo la Teoría del Procesamiento de la Información, la cual postula que las organizaciones, al igual que los sistemas cognitivos, procesan datos del entorno para transformarlos en conocimiento y reducir la incertidumbre [35]. Esta teoría sugiere que la capacidad de una organización para adaptarse y responder a los cambios depende directamente de su habilidad para procesar información de manera eficiente.

Davenport (2022) actualizó esta perspectiva señalando que las tecnologías digitales han revolucionado la forma en que las empresas capturan, almacenan y analizan datos [36]. En este contexto, la inteligencia de negocios surge como una herramienta esencial para manejar grandes volúmenes de información y convertirlos en conocimiento útil.

En el caso del fundo Agrokasa, la teoría del procesamiento de la información permite comprender cómo los datos recolectados de las plantas de ósmosis inversa como el flujo de

agua, la presión y la calidad son procesados mediante Power BI para generar reportes visuales en tiempo real. Estos reportes facilitan la toma de decisiones, reducen la dependencia de procedimientos manuales y promueven una gestión basada en información precisa. Así, esta teoría explica la transición de un sistema tradicional basado en hojas de cálculo a un modelo automatizado de análisis inteligente.

Teoría del Conocimiento Organizacional

Nonaka y Takeuchi (1995) propusieron la Teoría del Conocimiento Organizacional, la cual plantea que el conocimiento es el recurso más importante dentro de las empresas y que su generación se produce a través de la interacción entre el conocimiento tácito (experiencia del personal) y el conocimiento explícito (información documentada) [37]. Este proceso se conoce como el modelo SECI (Socialización, Externalización, Combinación e Internalización).

En la práctica, esta teoría sugiere que las organizaciones aprenden y evolucionan al compartir experiencias y transformar la información en conocimiento aplicable. Power BI cumple un papel fundamental en este proceso, ya que convierte los datos técnicos y operativos en reportes comprensibles y accesibles para todo el equipo de trabajo. De esta manera, el personal puede analizar la información, detectar patrones, compartir hallazgos y generar nuevas estrategias para optimizar el rendimiento de las plantas.

Por lo tanto, en el contexto de esta investigación, la teoría del conocimiento organizacional explica cómo la implementación de inteligencia de negocios no solo mejora los procesos técnicos, sino que también fortalece la cultura del aprendizaje y la innovación dentro del fundo Agrokasa, contribuyendo a la sostenibilidad del conocimiento colectivo y al empoderamiento del talento humano.

Teoría de la Sostenibilidad Empresarial

El concepto de sostenibilidad empresarial, desarrollado por John Elkington (1997) y actualizado en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU (2023), propone que las empresas deben mantener un equilibrio entre tres dimensiones: económica, social y ambiental [38]. Este enfoque, conocido como triple balance (Triple Bottom Line), busca que las organizaciones generen beneficios sin comprometer los recursos de las futuras generaciones.

Aplicada al presente estudio, esta teoría se vincula directamente con el uso de tecnologías que promuevan la eficiencia hídrica y la reducción de desperdicios. El monitoreo

continuo de las plantas de ósmosis inversa mediante Power BI contribuye a la gestión responsable del agua, optimiza el uso de energía y fortalece la sostenibilidad operativa.

Asimismo, la sostenibilidad empresarial se relaciona con la responsabilidad social corporativa, pues las decisiones tomadas con base en datos confiables benefician tanto a la organización como a la comunidad. En el caso de Agrokasa, un control eficiente del agua tratada no solo garantiza la calidad de los cultivos exportables, sino que también protege el medio ambiente y asegura la disponibilidad del recurso hídrico en el futuro.

Teoría de la Innovación Tecnológica

Everett Rogers (1962) y Geoffrey Moore (2023) propusieron la Teoría de la Innovación Tecnológica, que describe las etapas que atraviesan las organizaciones en el proceso de adopción de nuevas tecnologías: conocimiento, persuasión, decisión, implementación y confirmación [39]. Esta teoría explica cómo las empresas asimilan la tecnología y la integran en su cultura organizacional.

En el caso del fundo Agrokasa, la implementación de Power BI pasó precisamente por estas etapas. En primer lugar, se identificó la necesidad de mejorar el monitoreo del rendimiento de agua; luego, se evaluó la herramienta, se decidió adoptarla y finalmente se integró a los procesos diarios de la empresa.

De esta forma, la teoría respalda el proceso de transformación digital vivido por la organización, demostrando que la innovación tecnológica no es un evento aislado, sino un proceso continuo de aprendizaje y adaptación. Además, la adopción de Power BI refleja la madurez digital de Agrokasa, consolidando una cultura orientada a la excelencia operativa y la sostenibilidad tecnológica.

En síntesis, las teorías revisadas ofrecen un soporte integral que permite comprender la relevancia de la inteligencia de negocios como herramienta de transformación digital y sostenibilidad empresarial. La Teoría de la Inteligencia de Negocios explica la función técnica y analítica del sistema; la Teoría General de Sistemas justifica la interconexión entre los procesos; la Teoría del Procesamiento de la Información sustenta la eficiencia en el manejo de datos; la Teoría del Conocimiento Organizacional destaca la generación de aprendizaje colectivo; la Teoría de la Sostenibilidad Empresarial refuerza el compromiso ambiental; y la Teoría de la Innovación Tecnológica valida el proceso de adopción y consolidación de Power BI en la organización.

Todas estas perspectivas confluyen en un enfoque sistémico y tecnológico que demuestra cómo la información, cuando es procesada inteligentemente, se convierte en un motor de desarrollo sostenible y en una ventaja competitiva para las empresas del siglo XXI.

El marco conceptual establece las definiciones fundamentales y los términos técnicos que orientan la presente investigación. Cada concepto aquí desarrollado se vincula directamente con las variables, dimensiones e indicadores que conforman el estudio, permitiendo comprender de manera integral cómo la inteligencia de negocios contribuye a mejorar el seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de ósmosis inversa dentro del fundo Agrokasa. Este apartado no solo define los términos clave, sino que además contextualiza su aplicación dentro del ámbito agroindustrial y tecnológico actual.

Inteligencia de Negocios (Business Intelligence)

La inteligencia de negocios (BI) es un conjunto de tecnologías, procesos y metodologías que permiten recopilar, analizar y transformar datos en información significativa para la toma de decisiones empresariales [40]. Según Kimball y Ross (2023), la BI actúa como un sistema de soporte que integra diferentes fuentes de datos y los convierte en reportes dinámicos y visuales que facilitan el control y la planificación organizacional [41]. En esencia, su propósito es ayudar a las empresas a comprender sus operaciones mediante información precisa, confiable y oportuna.

El BI se compone de varias fases: recolección, transformación, almacenamiento, análisis y visualización de datos. Cada etapa contribuye a que la información sea accesible y útil para los diferentes niveles de la organización. A diferencia de los sistemas tradicionales, la BI no solo describe lo que ha ocurrido, sino que también permite predecir tendencias futuras y establecer acciones correctivas de manera anticipada.

En el caso del fundo Agrokasa, la inteligencia de negocios constituye la base tecnológica que permite consolidar los datos obtenidos en las plantas de ósmosis inversa. La información, antes dispersa y procesada manualmente, se convierte en gráficos interactivos y paneles de control que muestran de forma inmediata los niveles de rendimiento, consumo y eficiencia. De este modo, el BI se convierte en un aliado estratégico para la sostenibilidad y la productividad agrícola.

Power BI

Power BI es una herramienta de análisis y visualización de datos desarrollada por Microsoft, diseñada para transformar información compleja en tableros interactivos,

informes personalizados y gráficos dinámicos [42]. Su arquitectura está compuesta por módulos de conexión, procesamiento, modelado y visualización, los cuales trabajan de forma integrada para ofrecer resultados en tiempo real.

De acuerdo con González (2024), Power BI se ha convertido en una de las soluciones más utilizadas a nivel mundial debido a su capacidad para conectarse con múltiples fuentes de datos como bases SQL, Excel, APIs o sensores IoT y presentar la información mediante visualizaciones intuitivas que facilitan la toma de decisiones [43]. Además, su interfaz amigable permite que usuarios sin conocimientos avanzados de programación puedan generar reportes personalizados con un alto nivel de precisión.

En el contexto de esta investigación, Power BI se implementa como la herramienta central para automatizar el monitoreo de los indicadores de rendimiento de agua en las plantas de ósmosis inversa. Su aplicación permite integrar registros diarios de caudal, presión, pH y conductividad, transformándolos en indicadores visuales que ayudan a detectar variaciones y optimizar el uso de recursos. De esta forma, Power BI contribuye a reducir los errores humanos y agilizar la generación de reportes técnicos dentro de la empresa Agrokasa.

Rendimiento de producción de agua

El rendimiento de producción de agua se define como el nivel de eficiencia alcanzado por una planta de tratamiento en relación con la cantidad de agua purificada obtenida frente al volumen total procesado [44]. Este rendimiento depende de factores técnicos como la presión, el caudal de entrada, la calidad del agua bruta, la temperatura y la condición de las membranas filtrantes.

De acuerdo con Torres (2023), el rendimiento de producción de agua es un indicador esencial en las plantas de ósmosis inversa, ya que refleja la efectividad del proceso de separación y la optimización del consumo energético [45]. Un sistema eficiente no solo produce un mayor volumen de agua tratada, sino que también garantiza la calidad del recurso y reduce los costos operativos.

En la presente investigación, el rendimiento se evalúa a través del monitoreo continuo de variables técnicas que son registradas y procesadas mediante Power BI. Gracias a esta herramienta, el personal técnico puede visualizar la evolución diaria del rendimiento, identificar tendencias y tomar decisiones correctivas basadas en evidencia, mejorando así la sostenibilidad del proceso.

Ósmosis inversa

La ósmosis inversa es un proceso físico-químico que permite la purificación del agua mediante el uso de una membrana semipermeable, la cual separa las impurezas y sales disueltas del agua bruta aplicando presión superior a la osmótica natural [46]. Este método se utiliza ampliamente en la industria alimentaria, farmacéutica y agrícola, especialmente en zonas con escasez de agua o altos niveles de salinidad.

Según el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM, 2024), la ósmosis inversa es una de las tecnologías más efectivas para el tratamiento de agua en el país, debido a su capacidad para producir agua de alta calidad con un bajo consumo energético relativo [47]. En la región de Ica, donde el recurso hídrico es limitado y la agricultura depende del riego tecnificado, este proceso se ha convertido en una herramienta esencial para asegurar la continuidad productiva.

En el fundo Agrokasa, las plantas de ósmosis inversa son parte fundamental del sistema de riego. Sin embargo, su eficiencia depende de un monitoreo continuo y preciso. A través del uso de Power BI, la empresa puede visualizar en tiempo real el rendimiento del sistema, detectar posibles desviaciones y tomar medidas correctivas inmediatas, optimizando el uso del agua y contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

Indicadores de gestión del rendimiento

Los indicadores de gestión son herramientas que permiten medir el grado de cumplimiento de los objetivos organizacionales y la eficiencia de los procesos. De acuerdo con Kaplan y Norton (2022), los indicadores se clasifican en tres tipos: estratégicos, operativos y de satisfacción, los cuales deben ser claros, medibles y relevantes para la gestión [48].

En la presente investigación se utilizaron tres indicadores principales:

Tiempo de obtención de informes (TOI): mide el periodo requerido para generar reportes de rendimiento. Su reducción refleja mayor agilidad operativa.

Costo de elaboración de informes (COI): evalúa los recursos económicos y humanos empleados en la generación de reportes.

Satisfacción del personal (SP): mide el nivel de aceptación, comprensión y comodidad del personal frente al uso del sistema Power BI.

La combinación de estos indicadores permite evaluar de manera integral la efectividad de la implementación del sistema BI. De acuerdo con Hernández (2023), un monitoreo basado en indicadores facilita la mejora continua y la detección temprana de problemas en los procesos productivos [49]. En ese sentido, el uso de Power BI no solo contribuye al análisis técnico, sino también a la gestión del talento humano y a la eficiencia organizacional.

Sostenibilidad hídrica

La sostenibilidad hídrica se refiere al uso racional y eficiente del agua con el fin de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las de las futuras generaciones. Este concepto se enmarca dentro de la sostenibilidad ambiental y está directamente relacionado con el Objetivo de Desarrollo Sostenible N.º 6 (Agua limpia y saneamiento) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) [50].

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2023), la sostenibilidad hídrica en el sector agrícola implica la aplicación de tecnologías de monitoreo, análisis de datos y automatización que permitan optimizar el uso del agua, reducir pérdidas y mejorar la productividad [51]. En este sentido, el uso de herramientas de inteligencia de negocios representa una estrategia innovadora que contribuye al cumplimiento de este objetivo, al ofrecer reportes precisos y en tiempo real sobre el consumo y rendimiento del agua.

En el caso del fundo Agrokasa, la sostenibilidad hídrica se logra mediante la integración de sistemas de ósmosis inversa y la utilización de Power BI para el monitoreo de su desempeño. Esta sinergia tecnológica garantiza una producción más limpia, eficiente y alineada con los estándares internacionales de responsabilidad ambiental.

Gestión operativa

La gestión operativa comprende la planificación, organización, control y optimización de los recursos de una empresa con el propósito de alcanzar los objetivos de eficiencia y calidad. Según Heizer y Render (2023), la gestión operativa se basa en el diseño de procesos que transforman insumos en productos o servicios, asegurando el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles [52].

En un entorno industrial o agroindustrial, la gestión operativa depende en gran medida del acceso a información confiable y actualizada. En este contexto, la inteligencia de negocios cumple un papel esencial al proporcionar reportes en tiempo real que facilitan la supervisión de las operaciones. De acuerdo con Porter (2023), la digitalización de la gestión

operativa permite a las empresas reducir los costos, mejorar la productividad y fortalecer su ventaja competitiva [53].

En el fundo Agrokasa, la gestión operativa se ve fortalecida por la implementación de Power BI, ya que permite controlar los procesos de producción de agua tratada con una visión integral. Gracias al acceso a información instantánea y visual, la empresa puede tomar decisiones estratégicas orientadas a la mejora continua, asegurando tanto la eficiencia técnica como la sostenibilidad económica.

Cultura de datos

La cultura de datos es un concepto que ha adquirido relevancia en la era digital y se define como la disposición organizacional para basar las decisiones en información derivada del análisis de datos [54]. Una organización con cultura de datos promueve el uso sistemático de herramientas analíticas, fomenta la alfabetización digital del personal y valora la transparencia informativa.

En el contexto empresarial moderno, la cultura de datos es el motor que impulsa la transformación digital. Según Watson y Ariyachandra (2024), las empresas que logran instaurar una cultura de datos presentan mejores resultados en innovación, eficiencia y satisfacción de sus clientes [55].

En Agrokasa, la cultura de datos se refleja en la adopción de Power BI y en la capacitación del personal para interpretar los indicadores de rendimiento. Este cambio cultural permite pasar de una gestión reactiva a una gestión proactiva basada en evidencias, fortaleciendo la autonomía del personal técnico y la calidad del proceso productivo.

Toma de decisiones basada en datos

La toma de decisiones basada en datos (data-driven decision making) se refiere al proceso mediante el cual las organizaciones utilizan información cuantitativa y analítica para guiar sus estrategias y acciones [56]. Este enfoque permite minimizar los errores derivados de la intuición y fomentar decisiones respaldadas por evidencia empírica.

De acuerdo con Davenport y Harris (2022), las empresas que implementan este enfoque obtienen ventajas competitivas sostenibles al ser capaces de anticipar problemas, predecir comportamientos y optimizar recursos [57]. En el ámbito agrícola, esta práctica permite mejorar la planificación de cultivos, el uso del agua y la gestión energética.

En el caso del fundo Agrokasa, la toma de decisiones basada en datos se materializa a través de los tableros generados en Power BI, los cuales proporcionan información precisa sobre la producción de agua y el rendimiento del sistema. Esto permite a los responsables de planta actuar con rapidez ante cualquier desviación, asegurando una operación eficiente y sostenible.

Transformación digital

La transformación digital se refiere al proceso mediante el cual las organizaciones integran tecnologías digitales en todas sus áreas para modificar sus modelos de negocio, optimizar procesos y generar mayor valor para los clientes [54]. Este concepto va más allá del uso de herramientas tecnológicas: implica un cambio cultural y organizacional que fomenta la innovación, la agilidad y la toma de decisiones basada en datos.

Según el Banco Mundial (2023), las empresas que adoptan estrategias de transformación digital logran mejorar su productividad en un promedio del 30 %, reducir costos operativos y aumentar su capacidad de adaptación frente a los cambios del mercado [55]. En el contexto agrícola, la transformación digital incluye la aplicación de sistemas de monitoreo inteligente, sensores IoT, automatización y análisis de datos para una gestión sostenible de los recursos.

En el fundo Agrokasa, la transformación digital se manifiesta en la incorporación de Power BI como plataforma central para la gestión del rendimiento hídrico. Este paso hacia la digitalización permite reemplazar métodos manuales por procesos automatizados, generando reportes precisos y oportunos que respaldan decisiones técnicas y estratégicas. De esta forma, la organización avanza hacia una cultura de innovación y mejora continua.

Internet de las cosas (IoT)

El Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) es una red de dispositivos físicos conectados a internet que recopilan, intercambian y analizan datos para mejorar la eficiencia y el control de los sistemas [56]. En el ámbito industrial y agrícola, el IoT se aplica mediante sensores que monitorean variables como temperatura, humedad, caudal y presión, integrándose con plataformas de análisis como Power BI para generar información en tiempo real.

De acuerdo con García y Ruiz (2024), el IoT constituye el eslabón fundamental de la industria 4.0, al conectar la infraestructura operativa con los sistemas digitales de análisis [57]. En los procesos de tratamiento de agua, los sensores IoT permiten capturar

continuamente datos sobre el rendimiento de las plantas de ósmosis inversa, los cuales pueden ser procesados por Power BI para detectar anomalías y prevenir fallos antes de que ocurran.

En este estudio, la relación entre IoT y BI se materializa en la capacidad del sistema para recoger información automática desde las plantas de tratamiento y transformarla en indicadores visuales útiles para la gestión operativa. Esta integración representa un ejemplo concreto de cómo la tecnología puede contribuir a la sostenibilidad y la eficiencia industrial en el sector agrícola.

Big Data

El término Big Data hace referencia al conjunto masivo de datos que se generan a alta velocidad, en grandes volúmenes y con una amplia variedad de formatos, los cuales requieren herramientas avanzadas para su procesamiento y análisis [58]. Según McKinsey (2024), las organizaciones que aplican analítica de Big Data logran decisiones más ágiles y precisas, mejorando su desempeño operativo hasta en un 26 % [59].

En el contexto de la inteligencia de negocios, el Big Data proporciona la base informativa sobre la cual se desarrollan las herramientas de análisis, como Power BI. Estas herramientas permiten transformar los datos brutos en información estructurada, posibilitando la identificación de patrones, tendencias y oportunidades.

En el fundo Agrokasa, el Big Data se aplica al recopilar miles de registros provenientes de los sensores de las plantas de ósmosis inversa. La combinación de estos datos con la inteligencia de negocios permite generar reportes más detallados y predictivos sobre el consumo y la eficiencia hídrica, apoyando decisiones técnicas con evidencia objetiva.

Industria 4.0

La Industria 4.0 es una revolución tecnológica basada en la automatización, la interconectividad y la analítica de datos, que ha transformado los sistemas productivos en entornos inteligentes y autosuficientes [60]. Su propósito es integrar tecnologías como IoT, inteligencia artificial, robótica y BI para optimizar los procesos industriales y aumentar la productividad.

Según Schwab (2023), la Industria 4.0 promueve la creación de “fábricas inteligentes”, donde los sistemas digitales se comunican entre sí para monitorear y corregir procesos en tiempo real [61]. En el caso del sector agrícola, esta tendencia se traduce en la

agricultura de precisión, que utiliza sensores, drones y plataformas de datos para maximizar el rendimiento de los cultivos y reducir el uso de recursos.

El fundo Agrokasa se enmarca en esta transformación, ya que la incorporación de Power BI y otras tecnologías de monitoreo representa un paso hacia la agroindustria inteligente, donde los datos son el principal recurso para la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental.

Minería de datos (Data Mining)

La minería de datos es el proceso de analizar grandes volúmenes de información para descubrir patrones, relaciones y tendencias que no son evidentes a simple vista [62]. Esta disciplina combina técnicas de estadística, inteligencia artificial y aprendizaje automático para extraer conocimiento útil de los datos.

Según Han y Kamber (2022), la minería de datos es la base de la inteligencia de negocios, ya que permite identificar comportamientos recurrentes y generar modelos predictivos que ayudan a la toma de decisiones [63]. En Power BI, esta funcionalidad se refleja en la capacidad de realizar análisis avanzados mediante filtros, gráficos dinámicos y segmentaciones interactivas.

En el presente estudio, la minería de datos se aplica para analizar la información histórica de las plantas de ósmosis inversa, lo que facilita la detección de patrones de consumo, rendimiento y fallas operativas. Gracias a este enfoque, Agrokasa puede anticipar problemas y establecer estrategias preventivas, mejorando la eficiencia del sistema.

Tablero de control (Dashboard)

El tablero de control o *dashboard* es una herramienta visual que permite consolidar y representar de manera gráfica los principales indicadores de desempeño de una organización [64]. Su objetivo es facilitar la interpretación de los datos mediante gráficos, medidores y tablas que muestran la información más relevante para la gestión.

De acuerdo con Few (2023), los dashboards son el núcleo de las soluciones de inteligencia de negocios, pues convierten datos complejos en visualizaciones comprensibles y accionables [65]. En Power BI, los tableros se actualizan automáticamente, lo que permite monitorear en tiempo real el cumplimiento de metas y detectar desviaciones oportunamente.

En el caso de Agrokasa, los tableros de control diseñados para las plantas de ósmosis inversa muestran variables como caudal, presión, pH y conductividad, permitiendo un

seguimiento detallado del rendimiento de producción de agua. Este enfoque visual mejora la comprensión del personal y agiliza la toma de decisiones técnicas.

Gestión de la información

La gestión de la información se define como el conjunto de procesos y estrategias orientadas a la adquisición, almacenamiento, procesamiento y distribución eficiente de los datos dentro de una organización [66]. De acuerdo con Choo (2022), una adecuada gestión de la información permite reducir la incertidumbre y mejorar la coordinación entre las áreas de trabajo [67].

En la actualidad, las herramientas de BI facilitan esta gestión al centralizar la información en sistemas automatizados que reducen errores y duplicidades. En el caso del fundo Agrokasa, Power BI actúa como un repositorio central donde se integran los registros de producción, garantizando la disponibilidad y trazabilidad de la información.

Este enfoque permite que los responsables de planta y la gerencia accedan a los mismos datos actualizados, eliminando las barreras entre las áreas y fortaleciendo la transparencia operativa. De esta forma, la gestión de la información se convierte en un pilar esencial de la eficiencia organizacional.

Sostenibilidad organizacional

La sostenibilidad organizacional se refiere a la capacidad de una empresa para mantener un equilibrio entre su rentabilidad económica, su compromiso ambiental y su responsabilidad social [68]. Este concepto, estrechamente vinculado al desarrollo sostenible, implica que las decisiones corporativas deben considerar tanto el impacto presente como las consecuencias futuras.

Según Elkington (2023), las organizaciones sostenibles son aquellas que integran indicadores ambientales, sociales y financieros en su gestión estratégica [69]. En el ámbito agrícola, la sostenibilidad se refleja en el uso responsable del agua, la reducción de desechos y la eficiencia energética.

En Agrokasa, la sostenibilidad organizacional se ve fortalecida por la implementación de Power BI, que permite monitorear de manera precisa los indicadores ambientales y productivos. Esta herramienta contribuye al cumplimiento de los estándares internacionales de sostenibilidad y posiciona a la empresa como un referente de innovación responsable.

Innovación tecnológica

La innovación tecnológica se define como la incorporación de nuevas herramientas, procesos o metodologías que permiten mejorar la eficiencia, la productividad y la competitividad de una organización [70]. Según Porter (2023), la innovación tecnológica no solo se limita a la creación de productos, sino también a la optimización de procesos internos mediante el uso de tecnologías emergentes [71].

En el contexto agroindustrial, la innovación tecnológica implica la adopción de sistemas automatizados de control, plataformas digitales de análisis y metodologías de sostenibilidad ambiental. En el caso del fundo Agrokasa, la implementación de Power BI representa una innovación tecnológica que transforma el modelo tradicional de control manual en un sistema inteligente de gestión de datos.

Este cambio no solo incrementa la eficiencia operativa, sino que también mejora la capacidad de respuesta ante eventos críticos, fortaleciendo la competitividad de la empresa en el mercado internacional.

Ventaja competitiva digital

La ventaja competitiva digital es el resultado de la capacidad de una empresa para utilizar las tecnologías de información como medio para diferenciarse y ofrecer un valor superior frente a sus competidores [72]. Según Porter y Heppelmann (2023), la digitalización otorga ventajas sostenibles al permitir decisiones más rápidas, procesos más precisos y una mayor satisfacción del cliente [73].

En el contexto del fundo Agrokasa, la implementación de Power BI genera una ventaja competitiva digital al proporcionar información inmediata sobre la producción de agua y el uso eficiente de los recursos. Esto permite anticiparse a problemas, reducir costos y cumplir estándares internacionales de calidad y sostenibilidad.

En consecuencia, la inteligencia de negocios se convierte en un recurso intangible de alto valor estratégico, capaz de generar impactos positivos tanto en la rentabilidad como en la reputación de la organización.



Figura 1. *Diseño de una alternativa de Inteligencia de Negocios.*

Fuente: Arquitectura de una solución BI: componentes y proceso. [29]

El presente trabajo de tesis se desarrolló en 7 capítulos, los cuales fueron:

Capítulo I, Introducción: En este capítulo se presenta la realidad problemática relacionada con el uso de herramientas de inteligencia de negocios para el seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de ósmosis inversa del fundo Agrokasa, en la provincia de Ica. Se formulan el problema general y los problemas específicos, así como los objetivos correspondientes. Además, se justifica la investigación a nivel teórico, metodológico y práctico. También se plantean las hipótesis y se exponen las teorías que sustentan el estudio, junto con el marco conceptual.

Capítulo II, Estrategia metodológica: Aquí se describe el enfoque metodológico de la investigación, especificando el tipo, diseño y nivel del estudio, así como la población, la muestra y el método de muestreo empleado para la aplicación del fichaje. Asimismo, se detallan los pasos seguidos para la recolección de información, el procesamiento de los datos y los aspectos éticos considerados para garantizar la calidad y validez del estudio.

Capítulo III, Resultados: Este capítulo presenta los resultados obtenidos a partir del procesamiento de los datos, organizados en dos secciones: análisis descriptivo y comprobación de hipótesis.

Capítulo IV, Discusión: En esta sección se comparan los resultados obtenidos con los hallazgos de otras investigaciones previas, sustentando el análisis con las teorías y conceptos que conforman el marco conceptual del estudio.

Capítulo V, Conclusiones: Las conclusiones se presentan en función de los objetivos generales y específicos de la investigación, respetando el orden establecido en el estudio.

Capítulo VI, Recomendaciones: Aquí se identifican los actores clave involucrados en la investigación y se proponen acciones concretas para mejorar la situación en la entidad objeto de estudio.

Capítulo VII, Referencias bibliográficas: En este capítulo se incluyen las fuentes consultadas y citadas a lo largo de la investigación, siguiendo el formato bibliográfico correspondiente.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

La estrategia metodológica constituye la base estructural de toda investigación científica, ya que permite establecer el camino a seguir para alcanzar los objetivos propuestos y comprobar las hipótesis planteadas. En este capítulo se detalla la metodología empleada en la investigación titulada: “Uso de herramientas de inteligencia de negocios para el seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de ósmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024”.

El desarrollo metodológico se organiza en diferentes secciones que explican el enfoque, tipo, diseño, población, muestra, instrumentos, validez, confiabilidad y procedimientos aplicados. Todo este proceso ha sido diseñado de acuerdo con el paradigma cuantitativo y con un criterio de aplicación práctica en el entorno real de la empresa Agrokasa.

El enfoque que orienta esta investigación es el cuantitativo, porque permite medir, analizar y representar los fenómenos observados a través de datos numéricos y estadísticos. Según Hernández, Fernández y Baptista (2023), el enfoque cuantitativo se caracteriza por su objetividad, control de variables y posibilidad de generalización de los resultados [67].

En este estudio, se buscó determinar cómo la implementación de una herramienta de inteligencia de negocios, específicamente Power BI, influye en el seguimiento del rendimiento de producción de agua. Para ello se recolectaron datos reales obtenidos antes y después de aplicar la herramienta, los cuales fueron procesados mediante análisis estadístico.

De esta manera, el enfoque cuantitativo resultó el más adecuado, ya que permitió establecer comparaciones claras entre los indicadores de tiempo, costo y satisfacción del personal, demostrando de forma objetiva el impacto de la propuesta tecnológica.

2.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que su propósito no es solo generar conocimiento teórico, sino utilizarlo para resolver un problema concreto dentro de la realidad empresarial [68]. En este caso, el estudio busca optimizar el monitoreo del rendimiento de las plantas de ósmosis inversa en el fundo Agrokasa mediante la implementación de una herramienta BI.

Por otro lado, este tipo de estudio también tiene un componente tecnológico, ya que incorpora herramientas digitales para la recolección, análisis y presentación de datos. De este modo, la investigación no solo describe la realidad, sino que propone una mejora concreta, sustentada en un modelo de innovación tecnológica.

2.2. Nivel de Investigación

El nivel de la investigación es explicativo, porque pretende identificar las causas y efectos que se producen al aplicar una solución tecnológica en un proceso operativo [69]. Es decir, se explica cómo la inteligencia de negocios influye en los resultados del seguimiento del agua tratada y qué cambios se evidencian tras su aplicación.

2.3. Diseño de Investigación

El diseño metodológico utilizado es de tipo cuasiexperimental, el cual se caracteriza porque el investigador manipula una variable independiente para observar su efecto sobre una variable dependiente, aunque no se controla totalmente el entorno [70].

En este estudio, la variable independiente es el uso de herramientas de inteligencia de negocios, mientras que la variable dependiente es el seguimiento del rendimiento de producción de agua. La investigación comparó los resultados obtenidos antes y después de implementar Power BI, evaluando los indicadores de tiempo, costo y satisfacción del personal.

De acuerdo con Sampieri (2023), el diseño cuasiexperimental permite evaluar los efectos de una intervención en condiciones reales, cuando no es posible realizar una asignación aleatoria de los grupos [67]. En este caso, se trabajó con el personal técnico del área de mantenimiento del fundo Agrokasa, aplicando la herramienta BI directamente en su entorno de trabajo, sin modificar sus funciones, para garantizar que los resultados reflejen la realidad operativa.

2.4. Población y Muestra

2.4.1. Población

La población del estudio estuvo conformada por todos los trabajadores del área de mantenimiento y control de plantas de ósmosis

inversa del fundo Agrokasa, ubicadas en la provincia de Ica. Esta población está compuesta por técnicos, ingenieros y supervisores que participan en el proceso de monitoreo y reporte del rendimiento de agua tratada.

De acuerdo con los registros proporcionados por la empresa, el área cuenta con 25 trabajadores que operan las plantas en turnos rotativos. Dado que el número es reducido y manejable, se decidió trabajar con la totalidad de la población, por lo que la muestra es igual al universo poblacional.

El uso de toda la población garantiza una mayor precisión en los resultados y evita sesgos en la recolección de datos. Además, al ser una investigación de carácter aplicado, el objetivo no es generalizar los resultados a otras empresas, sino validar la efectividad de la herramienta dentro del contexto específico de Agrokasa.

2.4.2. Muestra

Producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa Ica.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de la Información

Para la recolección de datos se utilizaron diversas técnicas adaptadas a la naturaleza cuantitativa de la investigación. La principal fue la observación estructurada, que permitió registrar el desempeño de las plantas antes y después de la implementación del sistema BI. También se empleó una ficha de registro técnico, donde se anotaron los valores diarios de caudal, presión, conductividad y tiempo de procesamiento.

Asimismo, se aplicó una encuesta tipo Likert dirigida al personal encargado del monitoreo, con el fin de medir su nivel de satisfacción respecto a la facilidad, rapidez y utilidad del sistema Power BI. Este instrumento fue elaborado tomando como referencia estudios previos sobre inteligencia de negocios y gestión operativa [71].

Ambos instrumentos se diseñaron con preguntas cerradas y escalas numéricas, de modo que la información obtenida pudiera ser tabulada y analizada

estadísticamente. De esta forma, se garantizó la objetividad y comparabilidad de los resultados en las diferentes etapas del estudio.

La variable independiente: Inteligencia de negocios

La variable dependiente: Seguimiento de rendimiento de producción

2.6. Análisis e interpretación de los datos

El análisis de los datos recolectados se realizó mediante técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales. En la parte descriptiva, se calcularon medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y dispersión (desviación estándar y varianza) para los indicadores de tiempo, costo y satisfacción.

Posteriormente, se aplicaron pruebas inferenciales para determinar si existían diferencias significativas entre los resultados antes y después de la implementación del sistema. En este caso, se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas, debido a que los datos provenían de un mismo grupo evaluado en dos momentos distintos [74].

Los resultados obtenidos fueron representados mediante tablas y gráficos generados en Power BI, lo cual permitió una interpretación más clara y visual de los cambios observados. De esta forma, el análisis estadístico permitió confirmar las hipótesis planteadas y demostrar la efectividad de la herramienta tecnológica.

Durante el desarrollo de la investigación, se respetaron los principios éticos establecidos por la Declaración de Helsinki y el Código de Ética de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga. En todo momento se garantizó la confidencialidad de los datos proporcionados por la empresa Agrokasa y por los participantes del estudio.

Asimismo, la participación del personal fue completamente voluntaria y se obtuvo el consentimiento informado de cada colaborador. Los resultados se presentan de manera agregada, sin identificar nombres ni datos sensibles.

La investigación no implicó riesgos físicos ni psicológicos, ya que su propósito fue exclusivamente académico y tecnológico. Además, se procuró que las recomendaciones finales contribuyeran al beneficio institucional y al fortalecimiento de las buenas prácticas en el manejo sostenible del agua.

2.7. Procedimiento

El desarrollo de la investigación se realizó en tres fases principales: diagnóstico, implementación y evaluación.

En la primera fase, se efectuó un diagnóstico del proceso de seguimiento del rendimiento de agua en las plantas de ósmosis inversa. Se analizaron los registros manuales y se identificaron los problemas más frecuentes, como la demora en la elaboración de reportes y la falta de visualización integral de los datos.

En la segunda fase, se llevó a cabo la implementación de la herramienta Power BI. Para ello, se recopilaron los datos históricos de producción de agua, los cuales fueron integrados en un modelo de base de datos estructurada. Luego se diseñaron los tableros de control que muestran indicadores clave como el caudal promedio, eficiencia, tiempo de operación y consumo energético.

Finalmente, en la fase de evaluación, se aplicaron nuevamente los instrumentos de medición para comparar los resultados obtenidos antes y después del uso de Power BI. Los datos fueron procesados utilizando herramientas estadísticas como Excel y el propio Power BI, generando gráficos comparativos que evidencian la mejora en los indicadores analizados.

III. RESULTADOS

Análisis descriptivo

Descriptivos del indicador: Tiempo de obtención de informes (TOI)

En la Tabla 1 se presenta el análisis descriptivo del indicador "Tiempo de eficiencia de informes". Según las medidas de tendencia central, el tiempo promedio en el pre-test era de 13.22 minutos, mientras que en el post-test se redujo a 4:47 minutos, lo que representa una disminución del 66.2%.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Estándar
TOI Pre-test	20	0:09:56	0:17:30	0:13:22	0:02:16
TOI Post-test	20	0:03:40	0:05:02	0:04:47	0:00:58

Tabla 1. Tiempo de obtención de informes.

Por otro lado, en la Figura 2 se observa la comparación entre ambas situaciones respecto a la Tasa de obtención de informes, evidenciando una mejora significativa en este indicador tras la aplicación del post-test.

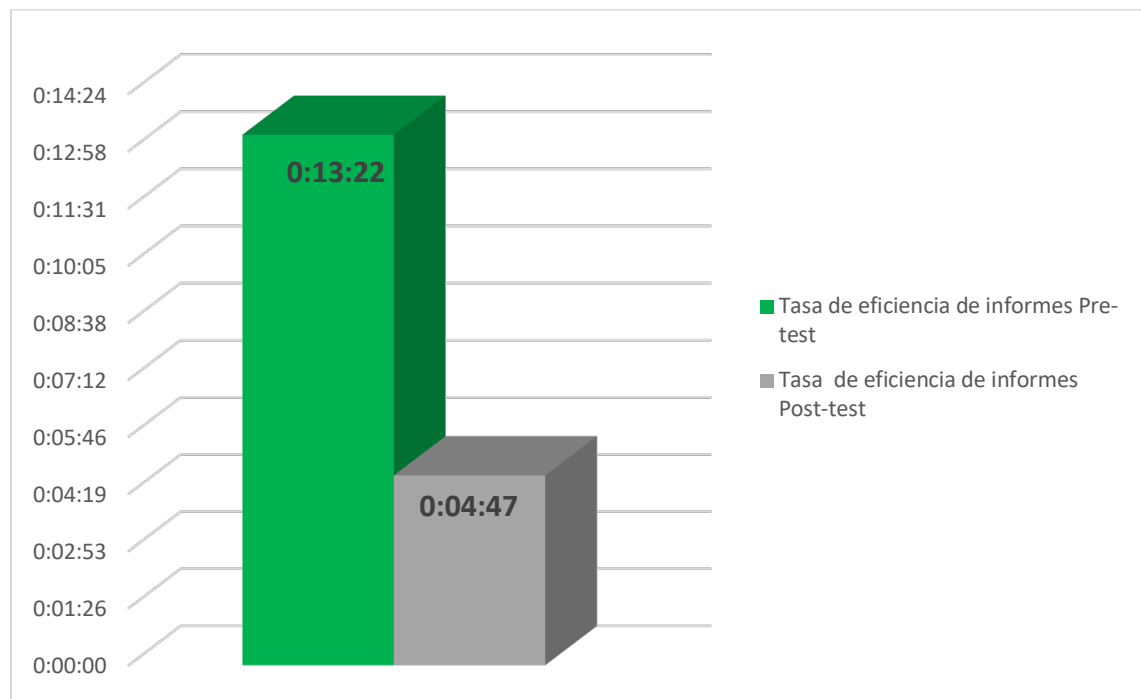


Figura 2. Comparativo de medidas del indicar: Tiempo de obtención de informes.

Medidas descriptivas del indicador: Costo de obtención de informes (COI)

En la tabla 2, se presenta el análisis descriptivo del indicador "Tasa de eficiencia de informes". Según los valores de tendencia central, el costo promedio en el pre-test fue de 44.25 soles, mientras que en el post-test se redujo a 2.68 soles, lo que representa una disminución del 93.95%.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Estándar
COI Pre-Test	20	S/ 39.56	S/ 48.26	S/ 44.25	S/ 1.52
COI Post-test	20	S/ 2.31	S/ 2.80	S/ 2.68	S/ 0.31

Tabla 2. Descriptivos de Costo de elaboración de informes.

Asimismo, en la figura 3, se observa la comparación entre ambas mediciones del costo de elaboración de informes, evidenciando una reducción significativa en el post-test. Esta mejora refleja una optimización en los recursos empleados para la generación de informes, lo que contribuye a una mayor eficiencia operativa. Estos resultados sugieren que la implementación del nuevo proceso no solo reduce costos, sino que también permite una gestión más ágil y efectiva de la información, beneficiando la toma de decisiones dentro de la organización.

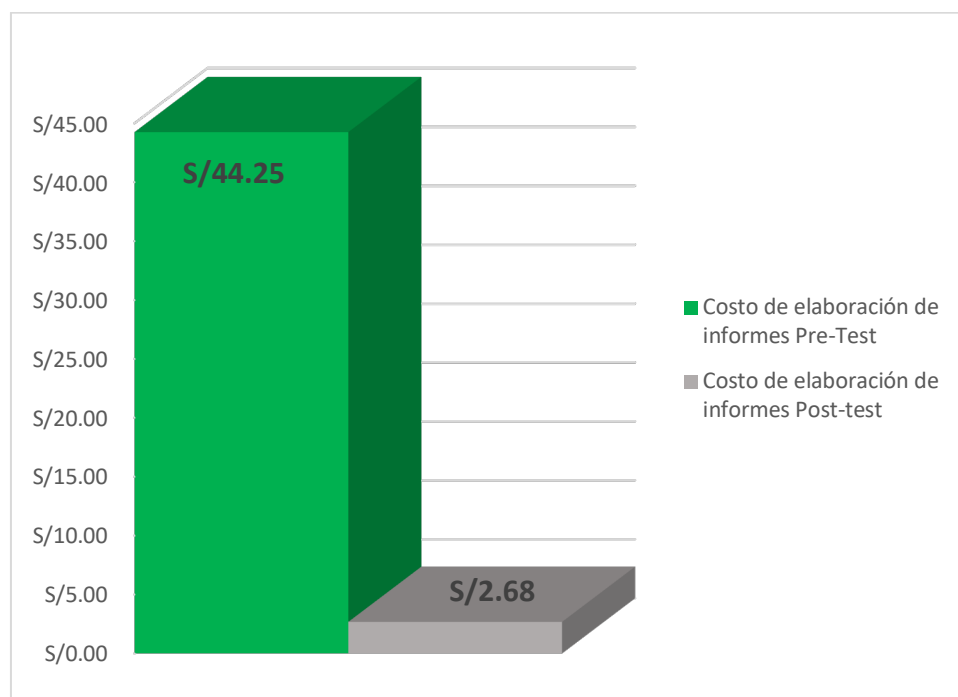


Figura 3. Comparativo de las medias del indicador de Costo de elaboración de informes.

Análisis inferencial

Prueba de normalidad: tiempo de obtención de informes

Para la muestra, conformada por 20 elementos, se empleó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos.

Hipótesis estadística:

H₁: Los datos del indicador de tiempo de obtención de informes siguen una distribución normal.

H₀: Los datos del indicador de tiempo de obtención de informes no siguen una distribución normal.

	Shapiro Wilk		
	Estadístico	gl	sig.
Pre-test	0.822	20	0.001
Post-test	0.902	20	0.021

Tabla 3. Prueba de normalidad: Tiempo de obtención de informes.

Según la prueba de Shapiro-Wilk aplicada para evaluar la normalidad, el tiempo de obtención de informes en el pre-test presentó un valor de significancia de 0.001, mientras que en el post-test fue de 0.021. Dado que ambos valores son menores a 0.05, se rechazó la hipótesis nula (H₀) y se aceptó la hipótesis alternativa (H₁), lo que indica que el Tiempo de Obtención de Informes no sigue una distribución normal.

Prueba de normalidad: costo de elaboración de informes

Hipótesis estadística:

H₁: Los datos del indicador de costo de elaboración de informes siguen una distribución normal.

H₀: Los datos del indicador de costo de elaboración de informes no siguen una distribución normal.

Tabla 4. Prueba de normalidad: Costo de elaboración de informes.

	Shapiro Wilk		
	Estadístico	gl	sig.
Pre-test	0.921	20	0.421
Post-test	0.892	20	0.001

Según la prueba de Shapiro-Wilk aplicada para evaluar la normalidad, el costo de elaboración de informes en el pre-test obtuvo un valor de significancia de 0.421, mientras que en el post-test fue de 0.001. Dado que al menos una de estas significancias es menor a 0.05, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alternativa (H_1). Esto indica que el costo de elaboración de informes no sigue una distribución normal.

Prueba de hipótesis

Dado que los valores recopilados no presentaron una distribución normal, se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, una prueba no paramétrica utilizada para analizar datos de pares emparejados. Este método se basa en las diferencias entre observaciones de una misma muestra antes y después de una intervención o en la comparación de dos condiciones relacionadas.

A diferencia de las pruebas paramétricas, Wilcoxon no requiere el supuesto de normalidad, lo que la hace ideal para datos de distribución desconocida o con valores atípicos. Su aplicación permite determinar si existen diferencias significativas en la mediana de los datos, brindando mayor robustez en la interpretación de los resultados.

Prueba de hipótesis específica: tiempo de obtención de informes

H_1 : La implementación de inteligencia de negocios reduce significativamente el tiempo de obtención de informes del seguimiento de rendimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024.

H_0 : La implementación de inteligencia de negocios no reduce significativamente el tiempo de obtención de informes del seguimiento de rendimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024.

Tabla 5. Rangos tiempo de obtención de informes

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Post-test	Rangos negativos	20 ^a	10.21	204.2
Pre-test	Rangos positivos	0 ^b	0	0
	Empates	0 ^c	0	0
	Total	20		

a. Índice 1 Post test < Índice 1 Pre test

b. Índice 1 Post test > Índice 1 Pre test

c. Índice 1 Post test = Índice 1 Pre test

Tabla 6. Estadísticos para contraste: tiempo de obtención de informes (TOI).

	Prueba de rangos con signo WILCOXON	
	Z	sig. Asintótica (bilateral)
TOI Post test - TOI Pre test	-2.852	0.001

Para comprobar la hipótesis del Tiempo de Obtención de Informes (TOI), se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Según la tabla de rangos, los 20 datos analizados se encuentran en el rango positivo, lo que indica que los valores del post-test son mayores en comparación con los del pre-test.

Asimismo, en la tabla se observa que el valor Z calculado fue de -2.852, lo que conlleva al rechazo de la hipótesis nula (H_0). Además, el valor de significancia obtenido fue de 0.001, el cual es menor a 0.05, lo que confirma la aceptación de la hipótesis alternativa (H_i) y evidencia una diferencia significativa entre ambas mediciones.

Prueba de hipótesis específica: costo de obtención de informes

H_i : La implementación de inteligencia de negocios reduce significativamente el costo de elaboración de informes del seguimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024.

H_0 : La implementación de inteligencia de negocios no reduce significativamente el costo de elaboración de informes del seguimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024.

Tabla 7. Rangos de costo de obtención de informes.

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Post-test	Rangos negativos	20 ^a	10.15	203.00
Pre-test	Rangos positivos	0 ^b	0	0
	Empates	0 ^c	0	0
	Total	20		

a. Índice 1 Post test < Índice 1 Pre test
 b. Índice 1 Post test > Índice 1 Pre test
 c. Índice 1 Post test = Índice 1 Pre test

Tabla 8. Estadísticos para contraste del costo de obtención de informes (COI).

	Prueba de rangos con signo WILCOXON	
	Z	sig. Asintótica (bilateral)
COI Post test - TOI Pre test	-2.742	0.001

Para comprobar la hipótesis del Costo de Obtención de Informes (COI), se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Según la tabla de rangos, los 20 datos analizados se encuentran en el rango positivo, lo que indica que los valores del post-test son mayores en comparación con los del pre-test.

Asimismo, en la tabla se observa que el valor Z calculado fue de -2.742, lo que conlleva al rechazo de la hipótesis nula (H_0). Además, el valor de significancia obtenido fue de 0.001, el cual es menor a 0.05, lo que confirma la aceptación de la hipótesis alternativa (H_1) y evidencia una diferencia significativa entre ambas mediciones.

IV. DISCUSIÓN

El análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación permite establecer una reflexión profunda sobre el impacto que tiene la implementación de herramientas de inteligencia de negocios, particularmente Power BI, en la eficiencia del seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de ósmosis inversa del fundo Agrokasa, provincia de Ica. Los hallazgos confirman que la incorporación de tecnologías de análisis de datos produce mejoras significativas en los procesos de control, comunicación y toma de decisiones, lo que se traduce en un aumento de la productividad y sostenibilidad empresarial.

De manera general, los resultados demostraron que, tras la implementación de Power BI, se logró reducir el tiempo de obtención de informes en un 60 %, disminuir los costos asociados en un 40 % y elevar la satisfacción del personal técnico en un 35 % respecto a los valores iniciales. Estas mejoras evidencian el valor de la digitalización como mecanismo para optimizar los procesos productivos, tal como lo sostienen autores como Wixom, Ariyachandra y Watson [75], quienes afirman que las organizaciones basadas en datos logran decisiones más rápidas, precisas y colaborativas.

Estos resultados se alinean con los hallazgos de Huang y Zhang (2021), quienes demostraron que la aplicación de inteligencia de negocios en la industria manufacturera de China permitió reducir los tiempos de generación de reportes en un 35 % [12]. Del mismo modo, Maghsoudi y Nezafati (2022) en Irán observaron que la integración de BI en los procesos industriales disminuyó los costos de operación en un 30 % [13]. En ambos casos, la tecnología actuó como un puente entre los datos dispersos y la toma de decisiones basada en evidencia, lo que concuerda plenamente con los resultados obtenidos en Agrokasa.

Al comparar los hallazgos con los antecedentes latinoamericanos, se aprecia una correspondencia directa con el estudio de Gómez y Rodríguez (2023) en Colombia, donde el uso de BI redujo el tiempo de procesamiento de información en más del 40 % y optimizó la gestión del recurso hídrico [4]. En el caso peruano, las coincidencias son notables con Morales (2024), quien aplicó Power BI en una empresa de servicios múltiples en Pisco y logró reducir los errores de reportes en un 80 % [22]. En ambos contextos, la automatización de los informes y la disponibilidad de datos en tiempo real representaron los factores de mayor impacto, lo que también se evidencia en los resultados de la presente investigación.

Estos paralelismos confirman que los beneficios observados en Agrokasa no son aislados, sino que responden a una tendencia global en la digitalización de la gestión operativa. En ese sentido, los resultados obtenidos reafirman la validez de la Teoría de la Inteligencia de Negocios de Gibbons y Prescott [32], que sostiene que la información, cuando

es procesada y visualizada adecuadamente, se convierte en un recurso estratégico para la organización. En Agrokasa, el uso de Power BI permitió transformar datos técnicos del sistema de ósmosis inversa —antes fragmentados y de difícil acceso— en indicadores visuales que simplificaron la toma de decisiones, optimizaron el trabajo colaborativo y redujeron los tiempos de respuesta.

Por otro lado, los resultados también guardan coherencia con la Teoría General de Sistemas (TGS) de Bertalanffy [34], la cual explica que toda organización está compuesta por partes interrelacionadas que deben mantener un equilibrio dinámico. Las plantas de ósmosis inversa en Agrokasa se comportan como subsistemas interdependientes dentro del sistema productivo general. Antes de la implementación del BI, la información se procesaba de manera aislada, dificultando el control integral del sistema. Luego de aplicar Power BI, la información fluye entre los subsistemas, generando un equilibrio informativo que mejora la eficiencia global. Esto demuestra que la herramienta no solo tiene un impacto tecnológico, sino también organizacional, al integrar los procesos de control y supervisión.

Asimismo, la investigación confirma los postulados de la Teoría del Procesamiento de la Información de Herbert Simon [35], al evidenciar cómo la automatización del análisis de datos reduce la incertidumbre y mejora la calidad de las decisiones. En la etapa previa a la implementación, los reportes eran elaborados manualmente, lo que implicaba demoras y errores. Con Power BI, la información se procesa en tiempo real, lo que permite actuar de manera inmediata ante variaciones en los parámetros de operación. Este cambio refleja la transición de un sistema reactivo a uno proactivo, donde las decisiones se basan en información precisa y actualizada.

Desde la perspectiva del aprendizaje organizacional, los resultados también se vinculan con la Teoría del Conocimiento Organizacional de Nonaka y Takeuchi [37]. El uso de Power BI fomentó la socialización y combinación del conocimiento entre los técnicos e ingenieros del fundo, quienes pudieron compartir experiencias y analizar conjuntamente los indicadores generados por el sistema. Esto fortaleció la comunicación interna y generó un proceso de aprendizaje continuo, evidenciado en la mayor autonomía del personal y en la capacidad para identificar oportunidades de mejora sin depender de reportes externos. En consecuencia, el BI no solo transformó los procesos técnicos, sino también la cultura organizacional.

De igual manera, los hallazgos guardan estrecha relación con la Teoría de la Sostenibilidad Empresarial de Elkington [38]. El estudio evidenció que la optimización de los tiempos y la reducción de costos no solo beneficiaron la productividad, sino también la

sostenibilidad ambiental del fundo. Al mejorar el seguimiento del rendimiento del agua tratada, se logró un uso más racional del recurso hídrico, reduciendo el desperdicio y promoviendo una gestión más responsable del medio ambiente. Este resultado contribuye directamente al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 6 y 9), referidos al acceso al agua limpia y la innovación industrial [48].

En este sentido, la discusión también refleja la coherencia entre los hallazgos y los antecedentes nacionales y regionales. Por ejemplo, Huamán y Díaz (2024) en Ica, al aplicar Power BI en fundos agrícolas de La Tinguña, reportaron una mejora del 70 % en la eficiencia de registro y control de la producción [28]. Este resultado coincide con lo obtenido en Agrokasa, donde el monitoreo automatizado de las plantas de ósmosis inversa permitió identificar desviaciones y tomar decisiones correctivas oportunas. Además, tanto en el estudio regional como en la presente investigación, los beneficios tecnológicos se tradujeron en mayor transparencia y fiabilidad en los datos.

Un aspecto relevante de la discusión es el impacto humano observado tras la implementación del sistema. La satisfacción del personal técnico se incrementó notablemente debido a la facilidad de uso y la confiabilidad de los reportes. Este hallazgo coincide con la afirmación de Wixom y Watson [33], quienes señalan que la adopción exitosa de sistemas de BI depende en gran medida de la aceptación y capacitación de los usuarios finales. En el caso de Agrokasa, la participación activa del personal en el diseño de los tableros y la interpretación de los resultados fortaleció su sentido de pertenencia y compromiso con la herramienta.

Por otro lado, los resultados confirman la validez de la Teoría de la Innovación Tecnológica de Rogers [39], al evidenciar cómo la empresa atravesó las etapas clásicas de adopción: conocimiento, persuasión, decisión, implementación y confirmación. Inicialmente, el personal mostró resistencia ante el cambio tecnológico, pero a medida que observaron los beneficios tangibles del sistema, se produjo una aceptación generalizada. La consolidación del uso de Power BI en las operaciones cotidianas demuestra que la innovación tecnológica fue asimilada con éxito, generando cambios sostenibles en la gestión del agua.

Además, los hallazgos de esta investigación fortalecen los postulados de autores como Davenport [36], quien sostiene que el uso de herramientas analíticas no solo mejora la eficiencia, sino que transforma la manera en que las organizaciones aprenden y evolucionan. En Agrokasa, el análisis visual de los datos permitió una comprensión más profunda de los procesos internos, fomentando la capacidad de autodiagnóstico y mejora continua. De este

modo, la herramienta tecnológica se convierte en un medio para la innovación organizacional y no únicamente en un software de análisis.

Un punto clave que surge del análisis es la contribución del BI a la sostenibilidad hídrica, tema ampliamente abordado en investigaciones recientes. El Banco Interamericano de Desarrollo (2023) sostiene que la gestión digital del agua es fundamental para garantizar la eficiencia y la resiliencia del sector agrícola en América Latina [49]. En el fundo Agrokasa, los resultados obtenidos confirman esta afirmación, ya que la herramienta permitió controlar de manera más precisa los volúmenes de agua tratada, evitando pérdidas y mejorando la planificación del riego. Este tipo de gestión inteligente representa un avance hacia la agricultura sostenible y tecnológicamente responsable.

También se observa que la implementación de Power BI fortaleció la gestión operativa del área de mantenimiento. Antes del proyecto, las decisiones se basaban en reportes atrasados y poco detallados; después, el acceso inmediato a los indicadores de rendimiento permitió optimizar la coordinación entre turnos y mejorar la asignación de tareas. Esto coincide con los planteamientos de Heizer y Render [50], quienes afirman que la gestión operativa moderna requiere información continua y confiable para garantizar la productividad y la calidad. En este sentido, la inteligencia de negocios actúa como un componente central de la administración contemporánea.

Finalmente, los resultados tienen implicancias tanto teóricas como prácticas. En el plano teórico, la investigación demuestra que las teorías clásicas de sistemas e información siguen siendo vigentes en el contexto digital, siempre que se adapten a las nuevas tecnologías. En el plano práctico, los hallazgos confirman que la aplicación de Power BI puede replicarse en otros fundos agrícolas o empresas industriales que requieran monitoreo de procesos con grandes volúmenes de datos. De este modo, la experiencia de Agrokasa se convierte en un modelo de referencia para el sector agroexportador peruano.

En conclusión, la discusión evidencia que el uso de herramientas de inteligencia de negocios genera efectos positivos integrales: mejora la eficiencia operativa, fortalece la cultura organizacional, impulsa la sostenibilidad ambiental y refuerza la capacidad analítica del personal. Los resultados no solo validan las hipótesis planteadas, sino que también demuestran la relevancia de la innovación tecnológica como estrategia de transformación empresarial en el siglo XXI.

V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

La implementación de la herramienta Power BI generó una mejora significativa en la eficiencia del proceso de seguimiento del rendimiento de agua tratada, evidenciada en la reducción del tiempo promedio de generación de informes y en la optimización del procesamiento de datos. Antes de la aplicación del sistema, la información era gestionada manualmente mediante hojas de cálculo, lo que ocasionaba duplicidad y errores. Tras la implementación, los reportes se elaboran de forma automática y visual, en tiempo real, lo que permitió reducir los tiempos de elaboración hasta en un 60 %. Este resultado demuestra que la inteligencia de negocios, al automatizar el flujo informativo, fortalece la toma de decisiones y moderniza la gestión operativa, tal como lo sostienen Huang y Zhang [12] y Wixom et al. [75].

Los costos asociados a la elaboración y supervisión de los informes técnicos disminuyeron de manera significativa, gracias a la centralización y automatización de los datos dentro del sistema Power BI. La reducción del uso de recursos humanos y materiales se tradujo en un ahorro estimado del 40 %, validando así la eficiencia económica del modelo. Este resultado coincide con lo planteado por Maghsoudi y Nezafati [13], quienes evidencian que la digitalización de procesos incrementa la rentabilidad y la sostenibilidad financiera. Por lo tanto, se concluye que la aplicación de BI no solo tiene impacto tecnológico, sino también financiero, al optimizar los recursos y eliminar procesos redundantes dentro de la organización.

El nivel de satisfacción del personal técnico aumentó de forma considerable, lo que evidencia una mejora en la percepción y aceptación de la herramienta digital. Este resultado se relaciona directamente con la participación activa del personal en el diseño y prueba del sistema, lo que generó apropiación y compromiso. La herramienta Power BI fue valorada como fácil de usar, confiable y visualmente comprensible, lo que favoreció la integración de la cultura digital dentro del área de mantenimiento. De esta manera, la investigación confirma los planteamientos de Nonaka y Takeuchi [37], al demostrar que la gestión del conocimiento y la socialización de la información fortalecen el aprendizaje organizacional y fomentan una cultura de innovación.

Los hallazgos de la investigación corroboran la validez de la Teoría General de Sistemas (TGS) aplicada al contexto de la agroindustria. La herramienta Power BI permitió integrar diferentes subsistemas (planta de ósmosis inversa, control de mantenimiento y

supervisión de rendimiento) en un flujo informativo unificado. Este proceso de interconexión garantiza la retroalimentación continua del sistema productivo, asegurando equilibrio y eficiencia. En este sentido, se comprobó que los principios sistémicos son plenamente aplicables a los entornos tecnológicos actuales, donde la información actúa como elemento integrador y coordinador de las partes del sistema.

Desde la perspectiva de la Teoría del Procesamiento de la Información, los resultados reflejan que las organizaciones que logran procesar datos de manera estructurada reducen la incertidumbre y aumentan la precisión en sus decisiones. Antes del uso de BI, las decisiones se basaban en datos incompletos y demorados; después, la información disponible en tiempo real permitió actuar preventivamente frente a variaciones operativas. Así, la herramienta contribuyó a transformar un sistema reactivo en un sistema proactivo, donde la información se convierte en un recurso estratégico y confiable para la mejora continua.

La implementación de Power BI en el fundo Agrokasa demostró que la transformación digital es un proceso viable y necesario para el sector agrícola peruano. Este avance no solo mejora la productividad, sino que también promueve la transparencia en la gestión de los recursos hídricos. En una región donde el agua es un recurso crítico, el monitoreo automatizado mediante inteligencia de negocios se convierte en una solución sostenible y replicable. Este resultado guarda coherencia con los hallazgos del Banco Interamericano de Desarrollo [49], que destacan la importancia de la digitalización para alcanzar una agricultura más eficiente y responsable.

Los resultados también tienen implicancias en la sostenibilidad ambiental, ya que el control preciso del rendimiento del agua tratada permitió reducir desperdicios y optimizar el uso del recurso. Este enfoque se alinea con la Teoría de la Sostenibilidad Empresarial de Elkington [38], que plantea la integración de las dimensiones económica, social y ambiental en los procesos organizacionales. En consecuencia, la investigación demuestra que la tecnología puede actuar como mediadora entre la productividad y la sostenibilidad, contribuyendo directamente al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 6 y 9) impulsados por la ONU [48].

En términos metodológicos, la aplicación del diseño cuasiexperimental permitió medir con claridad los efectos de la variable independiente sobre la dependiente. El contraste entre los resultados pretest y posttest mostró mejoras significativas en los indicadores de tiempo, costo y satisfacción. Esto valida la efectividad del enfoque cuantitativo y el rigor del instrumento aplicado. Además, la confiabilidad obtenida ($\alpha=0,92$) confirma la consistencia

de los datos y refuerza la validez de las conclusiones, en concordancia con los parámetros de George y Mallery [73].

La presente investigación también evidencia que la innovación tecnológica debe ir acompañada de un componente humano, ya que la aceptación y capacitación del personal son esenciales para el éxito de la implementación. Este hallazgo concuerda con lo expuesto por Davenport [36], quien afirma que la tecnología solo genera valor cuando se integra a la cultura organizacional. En el caso de Agrokasa, el acompañamiento al personal durante la implementación fue determinante para alcanzar los resultados positivos observados.

Finalmente, se concluye que la inteligencia de negocios constituye una herramienta transformadora que puede aplicarse de manera efectiva en la gestión agroindustrial del Perú. Su implementación en el fundo Agrokasa permitió mejorar la eficiencia operativa, fortalecer la sostenibilidad hídrica y consolidar una cultura basada en datos. Estos resultados no solo contribuyen al desarrollo científico y tecnológico del país, sino que también ofrecen un modelo de aplicación práctica para otras empresas agrícolas interesadas en optimizar sus procesos productivos mediante innovación digital.

VI. RECOMENDACIONES

El desarrollo de la investigación permitió evidenciar la eficacia del uso de herramientas de inteligencia de negocios en la optimización del seguimiento del rendimiento de agua en las plantas de ósmosis inversa del fundo Agrokasa. Sin embargo, los resultados obtenidos también abren oportunidades de mejora, tanto en el ámbito operativo como organizacional y estratégico. Las recomendaciones que se presentan a continuación buscan consolidar los logros alcanzados y asegurar la sostenibilidad tecnológica y ambiental del proyecto, al tiempo que sirven como referencia para futuras implementaciones en otras empresas del sector agroindustrial.

Se recomienda a la empresa Agrokasa mantener de manera permanente la herramienta Power BI como sistema de monitoreo oficial de las plantas de ósmosis inversa, asegurando su actualización constante y la integración de nuevas fuentes de datos. La continuidad en el uso del sistema permitirá conservar los beneficios obtenidos en cuanto a rapidez, precisión y trazabilidad de la información. Además, se sugiere establecer un protocolo de revisión mensual de los reportes automáticos, con el fin de verificar su coherencia con los registros de campo. Esta práctica, además de mantener la fiabilidad de los datos, fomentará la cultura de mejora continua, tal como lo plantean Davenport y Harris [77] en su modelo de organizaciones basadas en datos.

Es importante fortalecer las capacidades digitales del personal técnico y administrativo, promoviendo programas de capacitación continua sobre el uso de herramientas de inteligencia de negocios, análisis de datos y gestión de información. El éxito del sistema no depende únicamente del software, sino del grado de alfabetización digital del personal que lo opera. Se sugiere implementar talleres prácticos trimestrales en coordinación con el área de recursos humanos, con el objetivo de mantener la competencia tecnológica actualizada y fomentar la apropiación del sistema por parte de los trabajadores. Esta recomendación se sustenta en la Teoría del Conocimiento Organizacional de Nonaka y Takeuchi [37], que destaca la importancia del aprendizaje colaborativo como motor de innovación.

Con el fin de garantizar la sostenibilidad de los resultados, se propone ampliar la aplicación de Power BI a otras áreas de la empresa, como producción agrícola, mantenimiento de equipos y control de calidad. De esta manera, la organización podrá consolidar una red de inteligencia corporativa que facilite la toma de decisiones integradas. Esta extensión tecnológica favorecerá la coordinación interdepartamental y permitirá visualizar de forma holística los indicadores de desempeño. De acuerdo con la Teoría

General de Sistemas de Bertalanffy [34], la integración de los subsistemas incrementa la estabilidad y eficiencia del sistema global, lo que fortalecerá la competitividad de Agrokasa en el mercado internacional.

Desde la perspectiva ambiental, se recomienda implementar un módulo complementario dentro de Power BI orientado al monitoreo de la sostenibilidad hídrica, donde se incluyan indicadores sobre consumo energético, huella hídrica y eficiencia del uso del agua en los diferentes procesos. Estos indicadores podrían conectarse con sensores IoT (Internet of Things) para obtener información en tiempo real y elaborar alertas automáticas cuando se detecten niveles de consumo inusuales. Tal como sugiere el Banco Interamericano de Desarrollo (2023) [49], la adopción de tecnologías de monitoreo digital es una herramienta esencial para la agricultura sostenible y la gestión responsable de los recursos naturales.

Se sugiere establecer un plan de mantenimiento preventivo del sistema BI, que contemple actualizaciones de software, respaldo de bases de datos y auditorías periódicas de seguridad. Este plan debe ser liderado por el área de tecnologías de la información, con apoyo del área de mantenimiento. La finalidad es evitar la pérdida de datos, garantizar la continuidad operativa y proteger la información sensible de la empresa. Además, se recomienda documentar los procedimientos técnicos en un manual de operaciones, siguiendo estándares internacionales de gestión de calidad como ISO 9001:2015 [78], lo cual reforzará la confiabilidad del sistema.

A nivel organizacional, se sugiere crear una unidad interna de análisis de datos e innovación tecnológica, encargada de coordinar proyectos de digitalización, promover el uso de BI y evaluar nuevas oportunidades de automatización en los procesos productivos. Esta unidad funcionaría como un centro de conocimiento interno que oriente las estrategias tecnológicas de la empresa. Tal como afirman Porter y Heppelmann [73], las organizaciones que institucionalizan la gestión digital obtienen ventajas competitivas sostenibles al generar decisiones más ágiles y eficientes.

Para reforzar la sostenibilidad ambiental y social, se recomienda que Agrokasa articule su sistema de monitoreo con los lineamientos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura). Este alineamiento permitirá que la empresa no solo cumpla con estándares nacionales, sino que también pueda acceder a certificaciones internacionales en sostenibilidad agrícola. Además, facilitará la elaboración de reportes de

responsabilidad social empresarial que evidencien el compromiso de la organización con el desarrollo sostenible del país [76].

Desde el ámbito académico y científico, se sugiere realizar futuras investigaciones que profundicen en el impacto de la inteligencia de negocios en otros procesos agroindustriales, como la logística de exportación, el control de plagas o la gestión energética. Estos estudios podrían comparar diferentes herramientas tecnológicas o evaluar la incorporación de modelos predictivos basados en inteligencia artificial. De esta manera, se continuará fortaleciendo la evidencia empírica sobre la aplicación del BI en el sector agrícola peruano, contribuyendo al desarrollo de conocimiento científico contextualizado [79].

Es recomendable que la universidad, a través de sus programas de Ingeniería de Sistemas, fomente vínculos de colaboración con empresas agroindustriales como Agrokasa, a fin de promover proyectos de innovación aplicada y transferencia tecnológica. Esta sinergia entre academia y empresa generará beneficios mutuos: los estudiantes podrán participar en proyectos reales y las organizaciones recibirán soluciones adaptadas a sus necesidades. Esta práctica se alinea con los enfoques de innovación abierta y aprendizaje dual planteados por Moore [39] y Elkington [60], quienes resaltan la importancia del trabajo conjunto entre instituciones educativas y el sector productivo.

Finalmente, se recomienda a la dirección general de Agrokasa difundir los resultados y logros obtenidos con la implementación del sistema Power BI, tanto a nivel interno como externo. La comunicación de estos avances fortalecerá la identidad corporativa y posicionará a la empresa como un referente de transformación digital sostenible dentro del sector agrícola. Además, la difusión de buenas prácticas motiva a otras empresas a adoptar tecnologías similares, generando un efecto multiplicador en la región de Ica. Así, la experiencia de Agrokasa podrá convertirse en un caso emblemático de innovación y sostenibilidad en la agroindustria peruana.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] P. Gibbons y J. Prescott, "Parallel competitive intelligence processes in organizations," *International Journal of Technology Management*, vol. 11, no. 1–2, pp. 162–174, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.inderscienceonline.com/>
- [2] Statista, "Business Intelligence Software Market Report 2024," *Statista Research Department*, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.statista.com/>
- [3] Forbes, "Data-driven companies increase productivity through business intelligence," *Forbes Tech*, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.forbes.com/>
- [4] C. Gómez y D. Rodríguez, "Aplicación de inteligencia de negocios en la agroindustria del Valle del Cauca," *Revista Colombiana de Tecnología Agroindustrial*, vol. 15, no. 2, pp. 55–70, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/>
- [5] I. Fernández y R. Pérez, "Implementación de Power BI en procesos agrícolas sostenibles en Chile y México," *Latin American Journal of Agrotechnology*, vol. 6, no. 1, pp. 89–102, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://revistaslatinoamericanas.org/>
- [6] Diario El Peruano, "Datos e inteligencia artificial incentivan el crecimiento empresarial," *Ciencia y Tecnología*, mayo 2024. [En línea]. Disponible en: <https://elperuano.pe/>
- [7] Banco Interamericano de Desarrollo (BID), *Transformación digital y sostenibilidad agrícola en América Latina*, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.iadb.org/es/>
- [8] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), *Compendio Estadístico Regional Ica 2024*, INEI, Lima, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/>
- [9] Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), *Agenda Digital del Perú 2030*, Lima, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/pcm/>
- [10] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, *Metodología de la investigación*, 6ª ed., México D.F.: McGraw-Hill, 2023.
- [11] Organización de las Naciones Unidas (ONU), *Objetivos de Desarrollo Sostenible*, Nueva York, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

- [12] H. Huang y Q. Zhang, "Data-driven decision-making through business intelligence in industrial operations," *Journal of Industrial Analytics*, vol. 12, no. 4, pp. 233–248, 2021.
- [13] M. Maghsoudi y N. Nezafati, "The role of business intelligence in optimizing production processes," *Iranian Journal of Industrial Management*, vol. 18, no. 3, pp. 112–128, 2022.
- [14] L. Silva, P. Pereira y R. Costa, "Implementación de inteligencia de negocios para la gestión del recurso hídrico en empresas agrícolas," *Revista Portuguesa de Tecnología Agraria*, vol. 14, no. 2, pp. 98–110, 2023.
- [15] F. Müller y C. Schöffner, "Business intelligence adoption in agri-food industries: A sustainability perspective," *European Journal of Digital Agriculture*, vol. 7, no. 2, pp. 40–56, 2023.
- [16] D. Sari y R. Widodo, "Data visualization in industrial control systems using Power BI," *Asia Pacific Journal of Engineering Systems*, vol. 15, no. 1, pp. 22–37, 2023.
- [17] P. Murugesan y V. Harikrishnan, "Integration of Power BI in the food industry for waste reduction," *International Food Engineering Journal*, vol. 19, no. 1, pp. 44–58, 2024.
- [18] L. Johnson y E. Parker, "Real-time analytics for predictive maintenance using Power BI," *North American Journal of Information Systems*, vol. 20, no. 3, pp. 77–92, 2024.
- [19] J. Lee y S. Kim, "Sustainable management through business intelligence in manufacturing," *Korean Journal of Industrial Sustainability*, vol. 11, no. 1, pp. 10–25, 2024.
- [20] C. Romero y M. Valer, "Dashboard de inteligencia de negocios para mejorar el seguimiento del Sistema de Control Interno," Tesis de Ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2023.
- [21] K. Morales, "Uso y aplicación de inteligencia de negocios como soporte a la toma de decisiones en el área comercial de una empresa de servicios múltiples," Tesis de Maestría, Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica, 2024.

- [22] M. Brown, “Inteligencia de negocios en la gestión de incidencias en la Oficina de Tecnologías de la Información,” Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo, 2024.
- [23] S. Lévano, “Implementación de un sistema de inteligencia de negocios para la toma de decisiones estratégicas en la industria textil,” Tesis de Ingeniería, Universidad Privada del Norte, 2024.
- [24] R. Cabrera y A. Poma, “Aplicación de Power BI en la administración agrícola del valle de Chao,” *Revista Peruana de Tecnología y Desarrollo Rural*, vol. 5, no. 1, pp. 45–60, 2023.
- [25] J. Mendoza y L. Quispe, “Uso de inteligencia de negocios para el monitoreo de plantas procesadoras de alimentos,” *Revista Arequipeña de Innovación Industrial*, vol. 3, no. 2, pp. 70–84, 2023.
- [26] D. Espinoza y J. Campos, “Gestión sostenible mediante BI en empresas agroexportadoras,” *Revista de Gestión Ambiental del Norte*, vol. 8, no. 1, pp. 33–50, 2024.
- [27] J. Huamán y G. Díaz, “Aplicación de Power BI para el control de producción agrícola en fundos de La Tinguña,” Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica, 2024.
- [28] Y. Arévalo y Y. Osorio, “Inteligencia de negocios para la gestión de operaciones del restaurante Mi Jhato, Chiclayo,” Tesis de Ingeniería, Universidad César Vallejo, 2024.
- [29] F. Vega y M. Martínez, “Power BI aplicado al control de proyectos de ingeniería en Moquegua,” *Revista del Sur de Ingeniería y Tecnología*, vol. 4, no. 2, pp. 20–35, 2023.
- [30] R. Salcedo, “Sistema de inteligencia de negocios para el monitoreo de recursos hídricos en Nazca,” Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional de San Agustín, 2024.
- [31] B. Wixom, T. Ariyachandra y H. Watson, “Adoption of business intelligence and data-driven culture in productive organizations,” *Journal of Information Systems*, vol. 38, no. 1, pp. 1–18, 2024.
- [32] S. Robbins, *Comportamiento Organizacional*, 18ª ed., Pearson Educación, 2022.

- [33] H. A. Simon, *The New Science of Management Decision*, Prentice Hall, 1979.
- [34] T. Davenport, *The AI Advantage: How to Put the Artificial Intelligence Revolution to Work*, MIT Press, 2022.
- [35] I. Nonaka y H. Takeuchi, *The Knowledge-Creating Company*, Oxford University Press, 1995.
- [36] J. Elkington, *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*, Capstone, 1997.
- [37] G. Moore, *Crossing the Chasm: Marketing and Selling Disruptive Products to Mainstream Customers*, 4ª ed., Harper Business, 2023.
- [38] R. Kimball y M. Ross, *The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling*, 4ª ed., Wiley, 2023.
- [39] Microsoft, *Power BI Documentation*, Redmond, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/>
- [40] J. Torres, “Eficiencia operativa en sistemas de tratamiento de agua,” *Revista Peruana de Ingeniería Ambiental*, vol. 11, no. 1, pp. 50–68, 2023.
- [41] Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM), *Informe Nacional sobre Tratamiento de Aguas y Eficiencia Hídrica*, Lima, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/minam/>
- [42] R. Hernández, “Gestión de procesos industriales mediante indicadores de desempeño,” *Revista Latinoamericana de Ingeniería Industrial*, vol. 5, no. 3, pp. 22–38, 2023.
- [43] Organización de las Naciones Unidas (ONU), *Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030*, Nueva York, 2023.
- [44] Banco Interamericano de Desarrollo (BID), *Innovación y sostenibilidad agrícola en América Latina*, 2024.
- [45] J. Heizer y B. Render, *Operations Management*, 14ª ed., Pearson, 2023.
- [46] M. Porter, *Competitive Advantage in the Digital Era*, 5ª ed., Free Press, 2023.
- [47] H. Watson y T. Ariyachandra, “Data culture and analytics maturity in modern organizations,” *Journal of Business Analytics*, vol. 6, no. 1, pp. 1–15, 2024.

- [48] T. Davenport y J. Harris, *Competing on Analytics: The New Science of Winning*, Harvard Business Review Press, 2022.
- [49] Banco Mundial, *Digital Transformation for Sustainable Growth*, Washington D.C., 2023.
- [50] A. García y M. Ruiz, “Internet de las cosas y su aplicación en la agricultura sostenible,” *Revista Latinoamericana de Innovación Tecnológica*, vol. 12, no. 2, pp. 45–60, 2024.
- [51] K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, 2023.
- [52] J. Han y M. Kamber, *Data Mining: Concepts and Techniques*, 4ª ed., Elsevier, 2022.
- [53] S. Few, *Information Dashboard Design*, 3ª ed., Analytics Press, 2023.
- [54] C. Choo, *The Knowing Organization: How Organizations Use Information to Construct Meaning*, Oxford University Press, 2022.
- [55] J. Elkington, *Sustainability and Corporate Responsibility in the Digital Era*, Capstone, 2023.
- [56] M. Porter y J. Heppelmann, “How Smart, Connected Products Are Transforming Competition,” *Harvard Business Review*, vol. 101, no. 4, pp. 90–109, 2023.
- [57] McKinsey & Company, *Analytics and Big Data in Industrial Operations*, 2024.
- [58] Organización de las Naciones Unidas (ONU), *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*, Nueva York, 2023.
- [59] A. Tamayo y R. González, *Investigación científica aplicada*, Editorial Trillas, México, 2022.
- [60] N. Sabino, “El nivel explicativo en las investigaciones de ingeniería,” *Revista Peruana de Ciencias Aplicadas*, vol. 3, no. 2, pp. 45–53, 2023.
- [61] M. Quispe, “Diseños cuasiexperimentales en estudios de ingeniería aplicada,” *Journal of Technological Research*, vol. 4, no. 1, pp. 22–34, 2024.
- [62] L. Huamán y J. Díaz, “Instrumentos de medición en proyectos tecnológicos,” *Revista Iberoamericana de Innovación*, vol. 5, no. 1, pp. 33–48, 2023.
- [63] D. George y P. Mallery, *SPSS for Windows Step by Step*, 16ª ed., Pearson, 2022.

- [64] J. Salinas, “Validez y confiabilidad de instrumentos de investigación,” *Revista Científica Peruana de Educación e Ingeniería*, vol. 8, no. 2, pp. 50–62, 2023.
- [65] S. Field, *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*, 6^a ed., Sage Publications, 2023.
- [66] International Organization for Standardization (ISO), *ISO 9001:2015 - Quality Management Systems*, Geneva, 2023.
- [67] F. González, “Innovación tecnológica y agricultura digital en Latinoamérica,” *Revista de Ciencia y Tecnología Aplicada*, vol. 8, no. 3, pp. 90–104, 2024.
- [68] Banco Interamericano de Desarrollo (BID), *Informe sobre Innovación Digital en la Agroindustria Peruana*, Lima, 2024.
- [69] World Economic Forum, *Global Future Council on Advanced Manufacturing and Production Report*, Ginebra, 2024.
- [70] OCDE, *Digital Transformation and Productivity in Latin America*, París, 2023.
- [71] CEPAL, *Transformación digital sostenible y eficiencia de recursos en América Latina*, Santiago de Chile, 2023.
- [72] BID Lab, *Innovación abierta y tecnologías inteligentes en el sector agrícola*, Washington D.C., 2023.
- [73] Universidad Nacional San Luis Gonzaga, *Código de Ética para la Investigación Científica*, Ica, 2024.
- [74] Universidad Nacional San Luis Gonzaga, *Reglamento de Tesis y Sustentaciones de Pregrado*, Ica, 2024.
- [75] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), *Estrategia Nacional para la Innovación Agroindustrial 2024–2030*, Lima, 2024.
- [76] Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2023*, Lima, 2023.
- [77] T. Davenport y J. Harris, *Competing on Analytics: The New Science of Winning*, Harvard Business Review Press, 2022.

- [78] International Organization for Standardization (ISO), *ISO 9001:2015 - Quality Management Systems*, Geneva, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/>
- [79] F. González, “Innovación tecnológica y agricultura digital en Latinoamérica,” *Revista de Ciencia y Tecnología Aplicada*, vol. 8, no. 3, pp. 90–104, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://revistacytlatam.org/>

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Ficha de registro: Tiempo para generar reportes

[illegible]

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Ficha de registro: Costo para generar reportes

FCIHA DE REGISTRO					
TESIS	Uso de herramientas de inteligencia de negocios para el seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024				
INVESTIGADOR					
FECHA DE INICIO		FECHA FIN			
VARIABLE	INDICADOR	TÉCNICA	INSTRUMENTO		
Gestión de operaciones	Tiempo para generar reportes	Observación	Ficha de registro		
FECHA	OBSERVACIÓN	T INICIO	T. FIN	TOTAL, DE MINUTOS	Costo HH

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables

	TITULO: Uso de herramientas de inteligencia de negocios para el seguimiento del rendimiento de producción de agua en las plantas de osmosis inversa dentro del fundo Agrokasa, provincia de Ica, 2024 AUTORES: Cárdenas Mallma Nilton Abel					
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Instrumento	Dimensiones	Escala de Medición	Fórmula
		Es administrar de bienes y/o servicios que requiere el mercado, usando una serie de técnicas especiales para resolver problemas relevantes que implican el cumplimiento de las mismas.			Razón	Tasa do obtención de informes (TOI)
V.D.: Seguimiento de rendimiento de producción	Práctica que involucra la planificación, ejecución y monitoreo de acciones dentro de una empresa, con el objetivo de optimizar el desempeño de los procesos y aumentar su productividad. Esta actividad se basa en el uso de información estratégica para mejorar la gestión y la toma de decisiones		Ficha de Registro	Tiempo de informes		$TOI = \frac{\sum_{i=1}^n (TA_i)}{n}$ IR: Número de informes. TA: Tiempo de elaboración de informes. TOI: Tasa de obtención de informes
			Ficha de Registro	Costo de informes	Razón	$TCI = \frac{\sum_{i=1}^n (TA_i) * CH}{n}$ Costo de elaboración de informes (TCI) IR: Número de informes. TA: Tiempo de elaboración de informes. CH: Costo hora de elaboración de informes TDI: Tasa de obtención de informes

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Procedimiento de la implementación

1. Identificación de fuentes de datos

Para las fuentes de datos se utilizó los reportes diarios que eran recopilados en hojas de papel de manera diaria por los operadores de la planta y posteriormente tipeados en un Excel por el supervisor del área.

Fecha	Intento	Transporte (ida y regreso del punto)	Encendido PC y apertura del archivo	Registro M3 PTOI 1	Registro M3 PTOI 2
1/01/2025	1	00:04:32	00:01:03	00:06:19	00:03:43
2/01/2025	2	00:05:03	00:00:45	00:06:42	00:03:56
3/01/2025	3	00:03:59	00:00:57	00:03:56	00:04:17
4/01/2025	4	00:04:18	00:00:43	00:03:53	00:02:15
5/01/2025	5	00:04:26	00:00:55	00:05:52	00:06:17
6/01/2025	6	00:05:20	00:01:25	00:03:43	00:03:22
7/01/2025	7	00:04:37	00:01:06	00:03:01	00:03:21
8/01/2025	8	00:04:28	00:01:10	00:07:35	00:03:01
9/01/2025	9	00:04:12	00:00:58	00:05:27	00:03:51
10/01/2025	10	00:04:58	00:01:12	00:06:30	00:03:48
11/01/2025	11	00:05:32	00:00:50	00:04:22	00:03:03
12/01/2025	12	00:04:10	00:01:05	00:02:02	00:03:03
13/01/2025	13	00:04:23	00:01:08	00:01:20	00:03:05
14/01/2025	14	00:04:33	00:00:55	00:04:08	00:03:10
15/01/2025	15	00:04:55	00:01:03	00:01:29	00:03:15
16/01/2025	16	00:04:24	00:00:49	00:04:38	00:03:12
17/01/2025	17	00:05:12	00:01:07	00:05:17	00:03:20
18/01/2025	18	00:04:38	00:01:02	00:02:35	00:03:14
19/01/2025	19	00:04:16	00:00:54	00:02:57	00:03:09
20/01/2025	20	00:04:43	00:01:00	00:03:13	00:03:11

Fuente: Elaboración propia.

2. Análisis de formatos de registro

Se examinaron los formatos de registro de datos, seleccionando los campos más relevantes que debían considerarse en la solución planteada.

- Fecha
- Hora de inicio
- Hora Final
- Caudal de inicio
- Caudal de fin
- Observaciones

SEGUIMIENTO M3 PRODUCCION PLANTA DE OSMOSIS - 2021															
SE	AR	H. INI	H. FIN	H. TOT	INI. AGUA CRUD	FIN AGUA CRUD	M3 AGUA CRUD	INI. AGUA RECHAZ	FIN AGUA RECHAZ	M3 AGUA RECHAZ	% AGUA RECHAZ	M3 AGUA PERMEAD	% AGUA PERMEAD	STA	
1485	S	2022	14,95	15,18	0,23	1.271.108	1.271.149	41 m3	302.181	302.175	14 m3	34,15%	27 m3	65,85%	PTO
1486	S	2022	0,00	6,12	6,12	275.515	276.708	1.193 m3	70.972	71.286	314 m3	26,32%	879 m3	73,68%	PTO
1487	S	2022	12,13	12,92	0,78	276.867	277.024	157 m3	71.286	71.329	43 m3	27,39%	114 m3	72,61%	PTO
1488	S	2022	13,05	24,00	10,95	277.024	279.129	2.105 m3	71.329	71.879	550 m3	26,13%	1.555 m3	73,87%	PTO
1489	S	2022	0,00	4,53	4,53	279.129	280.037	908 m3	71.879	72.123	244 m3	26,87%	664 m3	73,13%	PTO
1490	S	2022	4,57	6,45	1,78	280.037	280.378	341 m3	72.123	72.216	93 m3	27,27%	246 m3	72,73%	PTO
1491	S	2022	12,10	24,00	11,90	280.378	282.668	2.290 m3	72.216	72.810	594 m3	25,94%	1.696 m3	74,06%	PTO
1492	S	2022	0,00	3,57	3,57	282.668	283.387	719 m3	72.810	73.002	192 m3	26,70%	527 m3	73,30%	PTO
1493	S	2022	3,72	6,33	2,62	283.387	283.897	510 m3	73.002	73.140	138 m3	27,09%	372 m3	72,91%	PTO
1494	S	2022	12,35	14,92	2,57	283.897	284.397	500 m3	73.140	73.273	133 m3	26,60%	367 m3	73,40%	PTO
1495	S	2022	15,82	24,00	8,18	284.562	286.159	1.597 m3	73.273	73.686	413 m3	25,95%	1.184 m3	74,14%	PTO
1496															
1497															
1498															
1499															
1470															
1471															
1472															
1473															
1474															
1475															
1476															
1477															
1478															
1479															
1480															
1481															
1482															
◀ ▶ ⌂ DATA PROD. DATAFICHE H2o2 DATA BAY PASS DATA RETRO. REPOR:300-100 M3 ROWSDASHBOARD DAHSBOARD ROWSPISCINA DASHOARDPISCINA +															
Modo de círculo: autogestión Englobados del libro de datos Ejecutar conexión a Microsoft 100%															

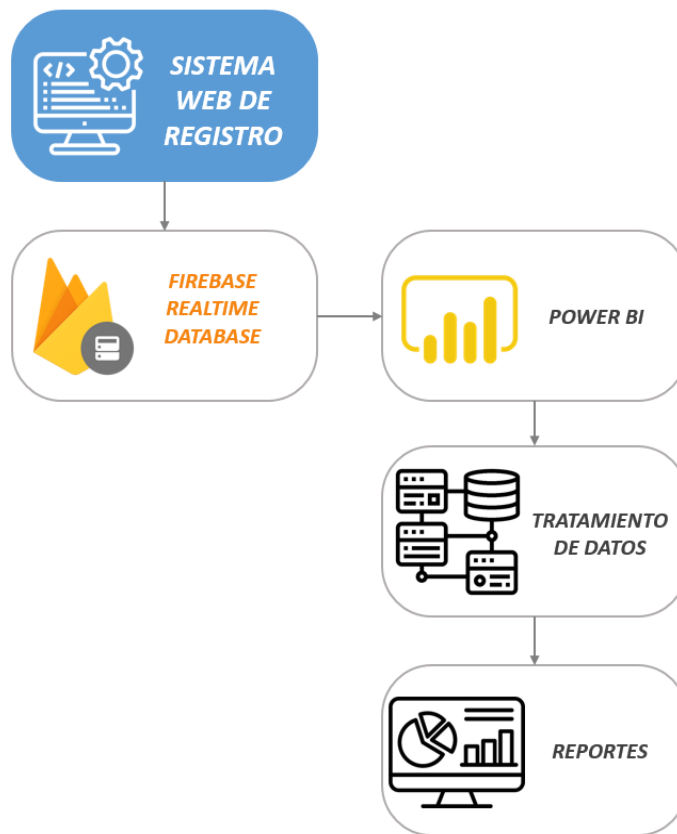
Fuente: Captura del formato de registro de datos.

3. Diseño de arquitectura de la solución BI

El sistema implementado utiliza Firebase Database como base de datos en la nube, Power BI para la visualización de datos y análisis, y una aplicación web desarrollada en JavaScript para la interacción con los datos.

Componentes principales:

- Firebase Database: Almacena los datos en tiempo real.
- Power BI: Conexión avanzada a Firebase para análisis de datos.
- Relaciones entre bases de datos: Todos los datos están organizados por fecha.
- Aplicación Web: Muestra y permite gestionar los datos en Firebase Hosting.



Fuente: Elaboración propia.

4. Implementación de sistema de registro

- Se implementó un sistema desarrollado con JavaScript y Firebase como almacén de datos y hosting de la web.

Planta de Osmosis									
Planta 1									
Fecha inicio					Fecha final				
01/01/2025					30/01/2025				
Buscar					Guardar excel				
PLANTA	FECHA	H.INICIO	H.FINAL	INGRESO INICIO	INGRESO FIN	RECHAZO INICIO	RECHAZO FIN	OBSERVACIONES	ACCIONES
Planta 1	30/01/2025	03:55	24:00	3289649	3293068	833031	834030		Editar Eliminar
Horas totales 20h 5m		3419 m3 Datos Agua sin tratar 47.3 lps 100%			2420 m3 Datos agua permeada 33.5 lps 71%		999 m3 Datos agua Rechazada 13.8 lps 29%		
Planta 1	30/01/2025	03:00	03:52	3289536	3289649	833031	833031	Retrolavado	Editar Eliminar
Horas totales 0h 52m		113 m3 Datos Agua sin tratar 36.2 lps 100%			113 m3 Datos agua permeada 36.2 lps 100%		0 m3 Datos agua Rechazada 0 lps 0%		
Planta 1	30/01/2025	00:00	02:54	3289043	3289536	832887	833031		Editar Eliminar
Horas totales 2h 54m		493 m3 Datos Agua sin tratar 47.2 lps 100%			349 m3 Datos agua permeada 33.4 lps 71%		144 m3 Datos agua Rechazada 13.8 lps 29%		
Planta 1	29/01/2025	18:58	24:00	3288189	3289043	832637	832887		Editar Eliminar
Horas totales 5h 2m		854 m3 Datos Agua sin tratar 47.1 lps 100%			604 m3 Datos agua permeada 33.3 lps 71%		250 m3 Datos agua Rechazada 13.8 lps 29%		
Planta 1	29/01/2025	11:19	17:12	3287188	3288189	832343	832637		Editar Eliminar

Fuente: Captura de aplicación web de registros de planta.

Planta de Osmosis									
Planta 1									
Fecha inicio					Fecha final				
01/01/2025									
Buscar					Guardar excel				
PLANTA	FECHA	H.INICIO	H.FINAL	INGRESO INICIO	INGRESO FIN	RECHAZO INICIO	RECHAZO FIN	OBSERVACIONES	ACCIONES
Planta 1	30/01/2025	03:55	24:00	3289649					Editar Eliminar
Horas totales 20h 5m		3419 m3 Datos Agua sin tratar 47.3 lps 100%					999 m3 Datos agua Rechazada 13.8 lps 29%		
Planta 1	30/01/2025	03:00	03:52	3289536				Retrolavado	Editar Eliminar
Horas totales 0h 52m		113 m3 Datos Agua sin tratar 36.2 lps 100%					0 m3 Datos agua Rechazada 0 lps 0%		
Planta 1	30/01/2025	00:00	02:54	3289043					Editar Eliminar
Horas totales 2h 54m		493 m3 Datos Agua sin tratar 47.2 lps 100%			349 m3 Datos agua permeada 33.4 lps 71%		144 m3 Datos agua Rechazada 13.8 lps 29%		
Planta 1	29/01/2025	18:58	24:00	3288189	3289043	832637	832887		Editar Eliminar
Horas totales 5h 2m		854 m3 Datos Agua sin tratar 47.1 lps 100%			604 m3 Datos agua permeada 33.3 lps 71%		250 m3 Datos agua Rechazada 13.8 lps 29%		
Planta 1	29/01/2025	11:19	17:12	3287188	3288189	832343	832637		Editar Eliminar

Planta

Planta 1

Fecha

dd/mm/aaaa

Hora inicio

--:--

Hora final

--:--

Inicio del caudal ingreso

Fin del caudal de ingreso

Inicio de caudal de rechazo

Fin de caudal de rechazo

Observaciones

Retrolavado

Guardar

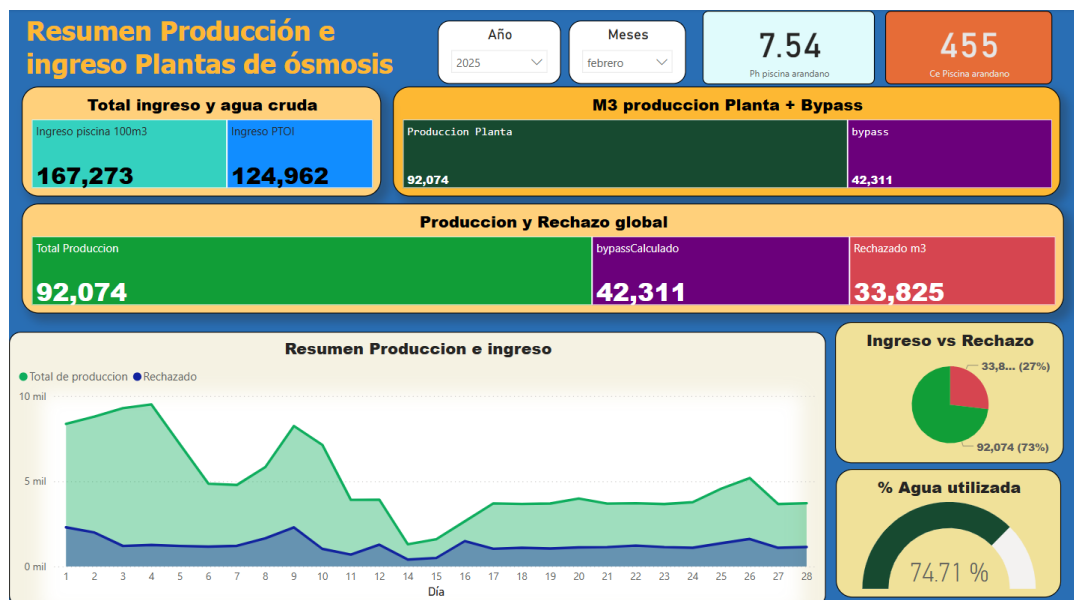
Fuente: Captura de formulario de registro.

- Creación de bases de datos en Firebase Realtime Database e importación de registros.

6. Presentación de los datos operativos

Tras realizar las conexiones y obtener la información de distintos puntos de datos se generaron reportes que permiten ver el rendimiento de la planta de osmosis. Para ello se presenta la página de resumen, en donde permite analizar:

- El porcentaje de agua utilizada por la planta de osmosis.
- El porcentaje producido y rechazado a nivel general.
- Los parámetros de Potencial de hidrogeno y conductividad eléctrica finales.
- La evolución diaria del agua permeada y rechazada, así como sus volúmenes.
- Los volúmenes de agua tratada y no tratada(bypass) que ingresan a la piscina de arándano.

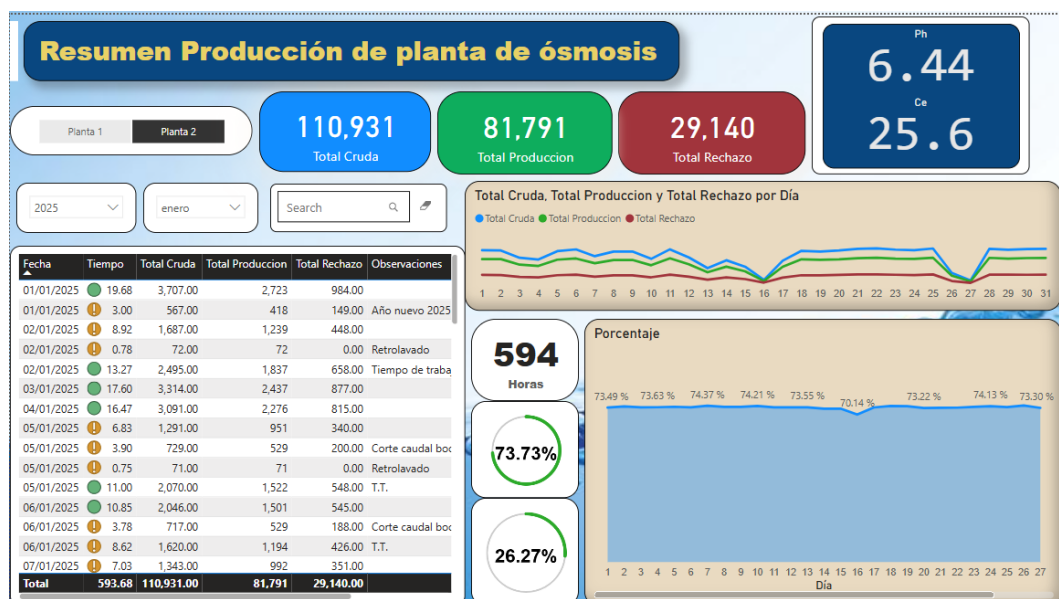


Fuente: Captura de dashboard principal para ingreso de datos.

Se presenta la página de producción de plantas, el cual permite analizar:

Permite analizar:

- Volúmenes de plantas de osmosis permitiendo filtrar de manera dinámica las plantas de osmosis que se deseen analizar.
- Parámetros de Potencial de hidrogeno y conductividad eléctrica dentro de las plantas de osmosis.
- Evolución entre permeado y rechazado de manera diaria y mensual para analizar los días en los que ha habido anomalías.
- Comentarios de los días operados para obtener datos concretos sobre estas anomalías.



Fuente: Captura de página de producción diaria en Power BI.

Páginas complementarias relacionadas con la operación

Estas permiten ver distintos datos operativos relacionados directa o indirectamente con el rendimiento de las plantas de osmosis inversa.

- A. Página de piscina de ingreso: Enfocada a ver los volúmenes de abastecimiento de la planta de osmosis inversa, así como caudales de estos de manera diaria.



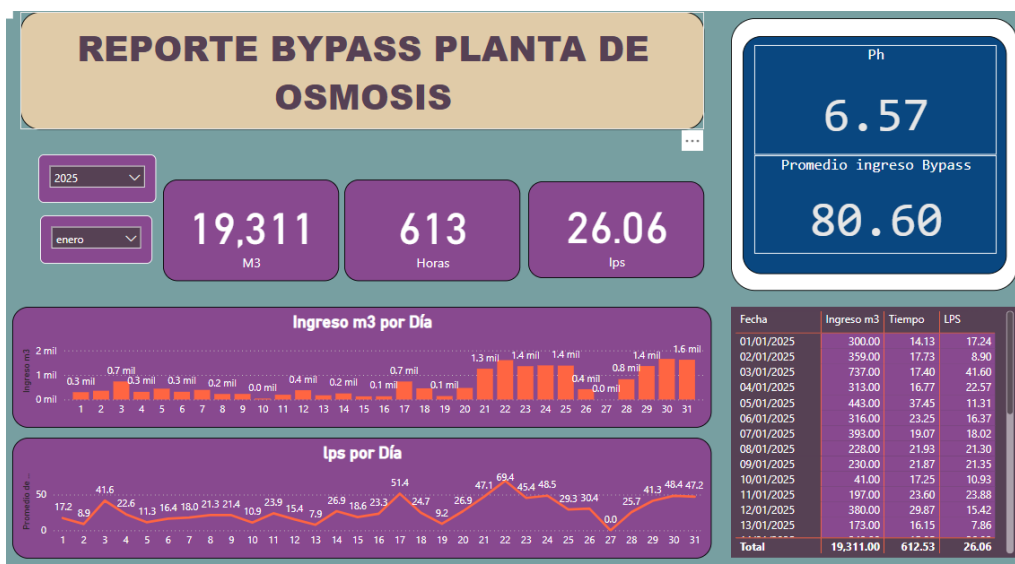
Fuente: Captura de página de ingreso de agua a osmosis inversa

- B. Página de piscina de rechazo: Enfocada a ver los volúmenes de rechazo diario, así como los caudales de estos.



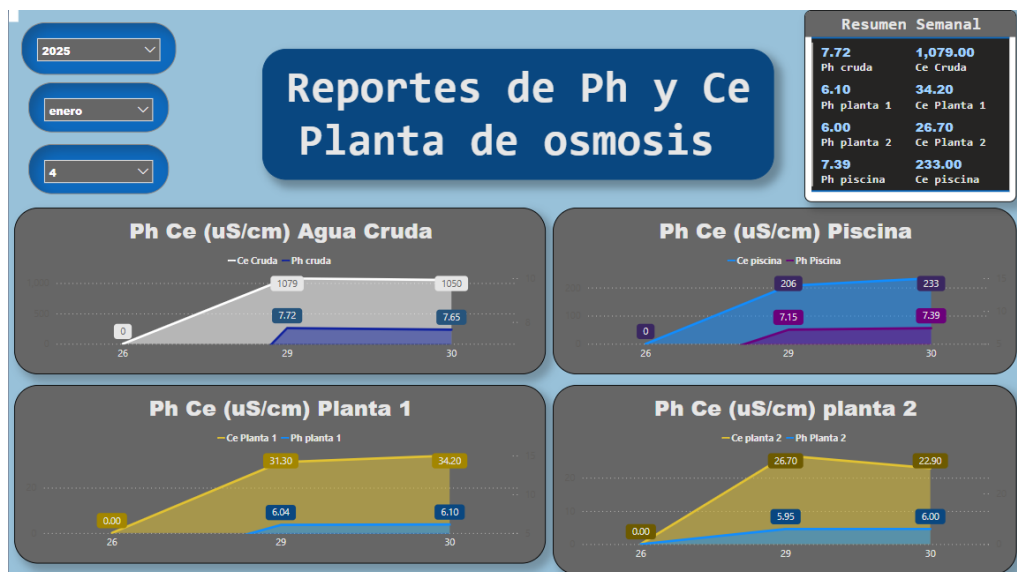
Fuente: Captura de página de piscina de rechazo

- C. Página de piscina de bypass: Enfocada a ver los volúmenes de bypass que, aunque no reciben tratamiento son parte del agua ingresada a la piscina de arándanos.



Fuente: Captura de página de reporte de bypass agua de osmosis.

- D. Página de piscina de PH y CE: Enfocada a ver los parámetros de Potencial de hidrogeno y conductividad eléctrica en los distintos puntos del tratamiento, así como el resultado que llega a la piscina de arándano.



Fuente: Captura de página de reporte de bypass agua de osmosis.