

# Automatización de procesos con inteligencia artificial para empresa logística

**Trabajo de aplicación para la empresa Eco Ruta**



*Autora: Villafañe, Agustina Maria*

*Mail: aguuvilla@gmail.com*

*Tutor: Marcelo Medina*

*Año: 2025*



## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>3</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>Situación Problemática.....</b>	<b>5</b>
<b>Preguntas de Investigación .....</b>	<b>5</b>
<b>Objetivo General .....</b>	<b>6</b>
<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>6</b>
<b>Marco Metodológico .....</b>	<b>6</b>
<b>Marco Teórico.....</b>	<b>7</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>10</b>
<b>Aplicación.....</b>	<b>11</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>52</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>54</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>55</b>
<b>APÉNDICE .....</b>	<b>56</b>



## Resumen

El presente trabajo analiza y propone la automatización de tres procesos críticos de la empresa EcoRuta: la planificación de rutas, la gestión documental mediante remitos y el cálculo de la huella de carbono, mediante la incorporación de un agente de inteligencia artificial integrado a flujos automatizados en n8n. EcoRuta, dedicada al transporte y distribución de mercaderías a nivel nacional, opera actualmente con procedimientos manuales que generan demoras, duplicación de tareas y una limitada capacidad de análisis en tiempo real.

A partir de un enfoque mixto y un diseño de investigación–acción, se realizó un diagnóstico integral que combina observación directa, entrevistas, análisis documental y procesamiento de datos operativos. Los resultados evidencian que la planificación de rutas depende exclusivamente de la experiencia del personal, que los remitos físicos dificultan la trazabilidad administrativa y que el cálculo mensual de la huella de carbono se realiza en planillas manuales, sin indicadores automáticos que permitan gestionar variaciones o anticipar desvíos.

Como respuesta, se diseña un modelo de automatización basado en n8n, una plataforma de código abierto que permite integrar datos internos y externos (APIs de tráfico, clima y consumo energético) sin requerir infraestructura costosa. La propuesta incorpora: (1) un agente de IA para planificación dinámica de rutas; (2) un flujo OCR que digitaliza remitos y elimina la carga manual; y (3) un sistema automatizado para calcular y monitorear la huella de carbono en tiempo real.

Los resultados obtenidos demuestran la viabilidad técnica y operativa de aplicar inteligencia artificial y automatización accesible en Pymes logísticas argentinas, con impactos directos en eficiencia, trazabilidad y sustentabilidad ambiental. El modelo propuesto es escalable, replicable y adaptable a organizaciones con recursos tecnológicos limitados, constituyendo un aporte práctico y académico para la transición hacia una logística más innovadora y sostenible.

**Palabras Clave:** logística, Inteligencia artificial, N8N, planificación de rutas, sustentabilidad, OCR, automatización



## Introducción

La logística constituye hoy un eje estratégico para la competitividad empresarial, especialmente en contextos como el argentino, donde la volatilidad económica, la presión sobre los costos operativos y las crecientes demandas de eficiencia impulsan la necesidad de adoptar tecnologías que optimicen los procesos. En este escenario, la inteligencia artificial (IA) y la automatización de flujos emergen como herramientas accesibles para transformar tareas tradicionalmente manuales, mejorar la trazabilidad y acompañar la transición hacia modelos de gestión más sustentables.

A pesar de este avance, gran parte de las PyMEs logísticas del país continúa trabajando con procedimientos heredados, dependientes del criterio individual y del registro en papel. Este tipo de operatorias limita la capacidad de anticipación, aumenta los errores administrativos y dificulta la construcción de indicadores para la toma de decisiones. EcoRuta, empresa tucumana dedicada al transporte y distribución de mercaderías a nivel nacional, representa un caso emblemático de esta realidad: opera con planificación de rutas basada en experiencia, controla las entregas mediante remitos físicos y calcula su huella de carbono con registros manuales de consumo y kilometraje.

La coexistencia de procesos manuales en áreas tan distintas logística operativa, administración documental y gestión ambiental muestra que los desafíos de EcoRuta no pueden abordarse de manera aislada. La empresa necesita un sistema que integre información, automatice tareas repetitivas y permita utilizar datos en tiempo real para mejorar la eficiencia operativa y fortalecer su compromiso sustentable. En este sentido, la disponibilidad de plataformas accesibles como n8n, una herramienta de código abierto que permite conectar sistemas, procesar datos y ejecutar tareas inteligentes mediante flujos visuales, abre una oportunidad concreta para incorporar IA sin requerir grandes inversiones ni infraestructura avanzada.

El presente trabajo analiza de qué manera la automatización inteligente puede transformarse en una herramienta estratégica para EcoRuta, proponiendo un modelo que integra tres procesos clave: la planificación inteligente de rutas, la digitalización documental mediante OCR y la automatización del cálculo de la huella de carbono. A través de un diagnóstico detallado, flujogramas del proceso actual y el diseño de un prototipo funcional en n8n, se demuestra que la IA puede incorporarse de manera gradual, con impacto directo en la eficiencia, la trazabilidad y la sostenibilidad ambiental.

Finalmente, la investigación se desarrolla en diversas etapas que avanzan desde la contextualización del problema hasta la elaboración del modelo automatizado y la evaluación de su impacto esperado. Con ello, se busca no solo mejorar la gestión de EcoRuta, sino también ofrecer un aporte replicable para otras PyMEs logísticas que buscan transitar hacia una logística más moderna, inteligente y sustentable.

### **Situación Problemática**

EcoRuta es una empresa logística con sede en Tucumán que presta servicios de transporte y distribución de mercaderías a nivel nacional. Si bien cuenta con un fuerte compromiso ambiental y una operatoria consolidada, enfrenta actualmente una serie de limitaciones derivadas de la dependencia de procesos manuales en áreas críticas de su funcionamiento. Estas prácticas dificultan la eficiencia operativa, reducen la capacidad de anticipación ante contingencias y limitan la disponibilidad de información confiable para la toma de decisiones estratégicas.

El primer problema se manifiesta en la planificación de rutas, que se realiza de manera manual por el jefe de logística y un colaborador, basándose principalmente en experiencia previa y criterios empíricos. Este método no permite integrar variables dinámicas como tráfico, condiciones climáticas o disponibilidad de flota ni generar recorridos óptimos a partir de datos históricos. Como consecuencia, la empresa opera con decisiones reactivas ante imprevistos, variabilidad en los tiempos de entrega y dificultades para evaluar la eficiencia real del consumo de combustible.

A esto se suma un segundo problema: la gestión documental mediante remitos físicos. Los choferes entregan comprobantes impresos que luego deben ser revisados en la base de camiones y cargados manualmente en el sistema administrativo. Este circuito genera duplicación de tareas, demoras en la actualización de información, riesgo de extravío o errores en la transcripción y baja trazabilidad digital. La falta de integración entre los documentos de entrega, la planificación de viajes y el sistema interno dificulta la construcción de indicadores confiables y retrasa el control administrativo.

El tercer aspecto crítico se relaciona con la gestión ambiental y el cálculo de la huella de carbono. Aunque EcoRuta lleva adelante un registro mensual del consumo de combustible y los kilómetros recorridos, todo el proceso se realiza mediante planillas manuales. Esto impide contar con mediciones en tiempo real, identificar desvíos rápidamente o vincular las emisiones con características específicas de cada viaje, tales como la ruta elegida o el tipo de carga. La ausencia de automatización reduce la capacidad de evaluar el impacto ambiental con precisión y limita la toma de decisiones orientadas a la eficiencia energética.

En conjunto, estos tres procesos planificación de rutas, gestión documental y monitoreo ambiental operan de manera fragmentada, manual y sin integración tecnológica. Esta situación no solo afecta la eficiencia operativa y administrativa, sino que también restringe el cumplimiento del compromiso sustentable de la empresa y su capacidad de transformación digital. Frente a un sector cada vez más competitivo, la falta de automatización representa un riesgo tanto operativo como estratégico, y evidencia la necesidad de incorporar herramientas que permitan digitalizar y optimizar la gestión logística de forma integral.

### **Preguntas de Investigación**

1. ¿Cómo se llevan a cabo actualmente los procesos de planificación de rutas en EcoRuta?
2. ¿Qué posibilidades ofrece la incorporación de un agente de inteligencia artificial para optimizar dichos procesos y contribuir a la sustentabilidad de la empresa?

3. ¿De qué manera podría implementarse un agente de inteligencia artificial en EcoRuta considerando su cultura y estructura operativa?

### **Objetivo General**

Proponer la incorporación de un agente de inteligencia artificial que permita optimizar los procesos de planificación de rutas en EcoRuta, mejorando la eficiencia operativa y contribuyendo a la reducción de la huella de carbono.

### **Objetivos Específicos**

1. Describir los procesos actuales de planificación de rutas en la empresa, identificando sus principales limitaciones.
2. Explorar las posibilidades de aplicar un agente de inteligencia artificial en la planificación de rutas y su potencial impacto en la eficiencia y la sustentabilidad.
3. Diseñar una propuesta de implementación de dicho agente de IA adaptada a la cultura y estructura organizacional de EcoRuta.

### **Marco Metodológico**

El presente trabajo se desarrolla bajo un enfoque mixto, combinando técnicas cualitativas y cuantitativas con el propósito de obtener una comprensión integral de la realidad organizacional de EcoRuta. Este enfoque resulta adecuado para analizar una problemática que involucra procesos operativos, administrativos y datos objetivos de desempeño ambiental y logístico.

Desde la perspectiva cualitativa, el estudio busca comprender en profundidad cómo se llevan a cabo los procesos actuales de planificación de rutas, gestión documental mediante remitos y cálculo de la huella de carbono. Para ello, se analizan flujos de trabajo, se revisan procedimientos existentes y se realizan entrevistas semiestructuradas a los actores involucrados en la operación diaria. Este abordaje permite identificar limitaciones operativas, tecnológicas y culturales que afectan la eficiencia logística y la capacidad de incorporación de nuevas herramientas.

En paralelo, la perspectiva cuantitativa se orienta al análisis de datos operativos reales. Se procesan registros de consumo de combustible, kilómetros recorridos y documentos administrativos para calcular indicadores ambientales y evaluar la eficiencia de los procesos actuales. Esta dimensión permite construir una línea base que sirve como referencia para valorar el impacto potencial de la automatización propuesta.

El diseño metodológico adoptado corresponde al trabajo-acción, dado que la investigación no se limita a describir la situación actual, sino que busca transformarla mediante la elaboración de una propuesta concreta de mejora. Este diseño implica un ciclo iterativo de diagnóstico, planificación, acción y evaluación, que se desarrolla con la participación activa del personal de EcoRuta. La interacción con los responsables operativos permite validar los hallazgos y asegurar que la propuesta tecnológica sea coherente con las capacidades reales de la empresa.

En cuanto a las fuentes de información, se utilizan:

- Documentación interna (registros de viajes, planillas operativas, remitos y reportes de gestión).

- Datos históricos de consumo de combustible y kilometraje.
- Observación directa del funcionamiento operativo.
- Entrevistas semiestructuradas a personal clave de las áreas de logística, choferes y administración.

Finalmente, se aplica una triangulación metodológica que integra evidencia cualitativa, datos cuantitativos y resultados obtenidos a través de flujos automatizados construidos en n8n. Este proceso refuerza la validez de los hallazgos y permite contrastar la información desde múltiples fuentes, aumentando la confiabilidad del diagnóstico y la solidez del modelo de automatización propuesto.

### **Marco Teórico**

#### **La logística como función estratégica**

La logística se consolida como un componente estratégico dentro de la gestión empresarial, dejando atrás su concepción meramente operativa. Según Christopher (2016), la logística implica planificar, implementar y controlar de manera eficiente el flujo de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente.

Por su parte, Ballou (2004) sostiene que una logística eficiente impacta directamente en la rentabilidad, la calidad del servicio y la sostenibilidad de la empresa, convirtiéndose en una ventaja competitiva clave. En un contexto caracterizado por la globalización y la digitalización, las organizaciones que integran la logística a su estrategia corporativa alcanzan mayores niveles de eficiencia, trazabilidad y resiliencia.

#### **Planificación de rutas y optimización logística**

Dentro de la gestión logística, la planificación de rutas se consolida como una de las actividades más determinantes para la eficiencia operativa. Tradicionalmente, esta tarea se basa en la experiencia del personal, priorizando criterios subjetivos como la distancia o el tiempo estimado de viaje. Sin embargo, los avances tecnológicos permiten desarrollar modelos matemáticos y algoritmos de optimización capaces de considerar múltiples variables como tráfico, condiciones climáticas, horarios de entrega, tipo de carga y consumo de combustible (Ghiani, Laporte & Musmanno, 2013).

El uso de estos modelos, combinado con datos en tiempo real, genera recorridos más flexibles y precisos, reduciendo tiempos de traslado, costos y emisiones. De este modo, la planificación de rutas se convierte en un eje estratégico para mejorar la competitividad, la satisfacción del cliente y el desempeño ambiental de las empresas logísticas.

#### **Automatización logística mediante inteligencia artificial**

La automatización aplicada a la logística surge como respuesta a la necesidad de reducir errores, acelerar procesos y optimizar recursos. La incorporación de inteligencia artificial (IA) impulsa la digitalización integral de los flujos logísticos mediante diversas herramientas:

- Algoritmos de machine learning, que permiten optimizar rutas de manera dinámica y asignar vehículos con mayor eficiencia.





- Sistemas OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres), que digitalizan remitos y documentos de transporte.
- Chatbots operativos, que brindan asistencia en tiempo real a choferes y clientes.
- Modelos predictivos, que anticipan demoras, fallas mecánicas o entregas fallidas.

Estas aplicaciones permiten tomar decisiones basadas en datos y no únicamente en la experiencia, incrementando la eficiencia, reduciendo costos y fortaleciendo la trazabilidad (Baryannis, Dani & Antoniou, 2019). La automatización inteligente no reemplaza al capital humano, sino que lo complementa, liberando tiempo para tareas de mayor valor agregado como el análisis estratégico, la planificación y la mejora continua.

### **Inteligencia artificial y sustentabilidad en logística**

El vínculo entre la inteligencia artificial y la sustentabilidad se consolida como una tendencia global. La optimización de rutas, el mantenimiento predictivo y la gestión digital de flotas contribuyen a reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub>, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas (UN, 2015).

Beske-Janssen, Johnson y Schaltegger (2015) sostienen que las cadenas de suministro sostenibles dependen cada vez más de la información y la tecnología para equilibrar los objetivos económicos, sociales y ambientales. En este sentido, la IA actúa como un facilitador de la logística verde, permitiendo decisiones más informadas, rápidas y responsables con el entorno.

En el caso de EcoRuta, la aplicación de IA orientada a la reducción de la huella de carbono refuerza su compromiso ambiental y ofrece ventajas competitivas, posicionándola como una empresa innovadora dentro del sector logístico argentino.

### **Gestión del cambio y adopción tecnológica en PyMEs**

La incorporación de nuevas tecnologías no depende únicamente de la infraestructura técnica, sino también de la gestión del cambio organizacional. Kotter (2012) sostiene que todo proceso de innovación requiere comunicación efectiva, capacitación y participación activa del personal.

En el contexto de las PYMES, Rogers (2003) explica que la adopción de innovaciones está condicionada por factores como la percepción del beneficio, la compatibilidad con los valores organizacionales y la facilidad de uso de la tecnología. Esto ayuda a entender por qué muchas empresas, aun reconociendo las ventajas de la digitalización, enfrentan resistencias culturales que dificultan su transformación.

En el caso de EcoRuta, estos elementos resultan especialmente relevantes. El éxito en la implementación de un agente de inteligencia artificial depende tanto de los recursos tecnológicos como del grado de aceptación y aprendizaje del equipo humano. Por ello, la gestión del cambio se plantea como un eje transversal para asegurar una integración gradual, participativa y sostenible.





### **Tendencias y contexto argentino**

En Argentina, la adopción de inteligencia artificial en logística se encuentra en una etapa de desarrollo, influenciada por factores como los costos de inversión, la disponibilidad de capacitación técnica y la resistencia cultural al cambio. No obstante, estudios del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020) y de la CEPAL (2022) indican que su implementación progresiva puede generar mejoras significativas en competitividad, eficiencia y sostenibilidad dentro del sector.

Experiencias recientes en empresas nacionales demuestran que la digitalización gradual, acompañada de formación y monitoreo de resultados, permite obtener beneficios tangibles sin alterar profundamente la estructura organizacional. En este sentido, EcoRuta representa un caso paradigmático de PyME que, mediante la automatización inteligente, fortalece su modelo de gestión, reduce su impacto ambiental y consolida una cultura orientada al uso estratégico de la tecnología.

### **Inteligencia artificial y adopción responsable en las organizaciones (aporte desde HBR)**

Los avances recientes en inteligencia artificial generativa impulsan una transformación profunda en la forma en que las organizaciones gestionan sus procesos y toman decisiones. Según Harvard Business Review (2025), la IA deja de ser una herramienta aislada para convertirse en un copiloto operativo, capaz de asistir al personal en tareas complejas, reducir tiempos de análisis y mejorar la calidad de las decisiones sin desplazar el criterio humano. Este enfoque refuerza la idea de que la tecnología no reemplaza a las personas, sino que amplifica sus capacidades, alineándose con los planteamientos de Kotter (2012) y Rogers (2003) sobre la importancia de integrar la innovación de manera gradual y participativa.

HBR sostiene que las empresas que implementan IA de forma exitosa son aquellas que logran tres condiciones clave:

1. Claridad en el problema que buscan resolver, evitando automatizar procesos sin sentido.
2. Integración de datos confiables, ya que la IA depende directamente de la calidad de la información disponible.
3. Alineación cultural, que implica preparar a los equipos para trabajar con herramientas inteligentes, reducir temores y fomentar la experimentación.

Estas ideas se corresponden directamente con la realidad de EcoRuta, donde la calidad del ruteo, la trazabilidad documental y el cálculo de la huella dependen de información dispersa y manual. La IA, en este contexto, aporta valor cuando se integra en flujos consistentes, apoyados por datos limpios y por una cultura abierta al cambio.

Asimismo, HBR enfatiza que los proyectos de IA deben comenzar con prototipos pequeños, que permitan validar resultados antes de realizar inversiones mayores. Este enfoque incremental coincide con el modelo de implementación gradual propuesto en este trabajo, donde la automatización se desarrolla por etapas primero rutas, luego remitos, luego huella de carbono asegurando aprendizaje continuo y aceptación interna.

Finalmente, Harvard Business Review destaca que la IA genera impacto cuando se adopta como parte de una estrategia organizacional, y no como una herramienta aislada. En el ámbito logístico, esto se traduce en optimizar decisiones, reducir errores, anticipar



imprevistos y fortalecer la sustentabilidad, todos objetivos que guían la transformación digital de EcoRuta.

### **Antecedentes**

La aplicación de inteligencia artificial en la logística crece de manera sostenida en las últimas dos décadas, impulsada por la necesidad de optimizar procesos, reducir costos y responder a clientes que demandan mayor rapidez, flexibilidad y trazabilidad. A nivel internacional, empresas como DHL, UPS y Amazon lideran la incorporación de soluciones de IA en sus operaciones. Estas compañías utilizan algoritmos de machine learning para la planificación dinámica de rutas, sistemas de telemetría inteligente que registran en tiempo real el desempeño de las unidades, plataformas predictivas que anticipan retrasos y chatbots que ofrecen asistencia tanto a clientes como a conductores.

El impacto de estas implementaciones resulta contundente: reducción de hasta un 15% en el consumo de combustible, disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejoras significativas en los tiempos de entrega y en la satisfacción del cliente (Ghiani, Laporte & Musmanno, 2013; Baryannis, Dani & Antoniou, 2019).

En América Latina, la adopción de estas tecnologías se encuentra en un proceso de transición. Países como Brasil y Chile implementan sistemas de ruteo inteligente y telemetría aplicada a la gestión de flotas, logrando avances en eficiencia y control de emisiones. No obstante, el nivel de inversión y la disponibilidad de capacitación aún representan un desafío, lo que explica que la digitalización logística no esté tan extendida como en los países desarrollados (BID, 2020; CEPAL, 2022).

En el caso argentino, la situación refleja una adopción todavía incipiente. La mayoría de las empresas de transporte planifican sus rutas de forma manual o con sistemas básicos de gestión, lo que genera limitaciones en flexibilidad y capacidad de anticipación. Sin embargo, existen esfuerzos aislados orientados a la digitalización, como el uso de GPS avanzados, aplicaciones móviles de trazabilidad y plataformas de gestión de flotas. Estas experiencias evidencian que, aunque el camino hacia la automatización total aún está en construcción, las organizaciones que avanzan en esta dirección logran diferenciarse y posicionarse mejor frente a sus competidores.

Estos antecedentes permiten comprender que, mientras la aplicación de la IA en logística es una realidad consolidada en los mercados internacionales, en Argentina constituye una oportunidad estratégica. En este marco, EcoRuta se presenta como un caso representativo: combina una operatoria que depende en gran medida de procesos manuales con un compromiso creciente hacia la sustentabilidad, respaldado por el registro mensual de consumos de combustible y el cálculo de huella de carbono. Así, la experiencia de EcoRuta se convierte en un ejemplo de cómo las empresas medianas del sector logístico argentino pueden dar un salto cualitativo mediante la incorporación de inteligencia artificial, alineándose tanto con las tendencias internacionales como con las demandas locales de mayor eficiencia y responsabilidad ambiental.



### Aplicación

El diagnóstico sobre la situación actual de EcoRuta permite comprender cómo se desarrollan sus procesos operativos, administrativos y ambientales, y cuáles son las principales limitaciones que afectan su eficiencia y capacidad de gestión.

EcoRuta cuenta con aproximadamente 26 empleados distribuidos entre las áreas de administración, comercialización, coordinación y un plantel de 17 choferes. Atiende a cerca de 20 clientes y dispone de una flota de 16 camiones. Su propuesta de valor se apoya en la atención personalizada, la confianza operativa y un compromiso ambiental sostenido a través de su programa interno de reducción de huella de carbono.

En la planificación de rutas, las decisiones recaen principalmente en el jefe de logística y comercialización, quien trabaja junto con un colaborador para definir los recorridos. Para la mayoría de los destinos se utilizan dos rutas habituales, aunque en algunos casos los clientes exigen un itinerario específico por razones vinculadas a la cobertura del seguro. Esta situación reduce la capacidad de optimización, ya que los recorridos no siempre coinciden con la opción más eficiente en términos de distancia, tiempo o consumo.

La gestión de imprevistos queda a cargo del encargado de choferes, quien define si esperar, desviar o modificar el trayecto frente a cortes de ruta o condiciones climáticas adversas. Estas decisiones garantizan la continuidad operativa, pero refuerzan la dependencia del criterio individual y la falta de herramientas que permitan anticipar escenarios o trabajar con información en tiempo real. Como consecuencia, los tiempos de entrega presentan variabilidad y se dificulta el análisis histórico de costos y desvíos.

En cuanto a las herramientas actuales, EcoRuta utiliza el sistema Kaydat como base administrativa, complementado con planillas Excel para consolidar datos operativos. Si bien esta combinación permite registrar información básica, no ofrece análisis dinámicos ni integración entre áreas. En el control de entregas, los choferes retornan con los remitos físicos firmados, que luego se revisan manualmente en la base de camiones antes de ser cargados al sistema administrativo. Este circuito produce duplicación de tareas, demoras de varias horas y baja trazabilidad digital, limitando la disponibilidad de información para la toma de decisiones.

En materia ambiental, la empresa realiza un cálculo mensual de la huella de carbono mediante el registro manual de kilómetros recorridos y el consumo de combustible. Aunque constituye un esfuerzo destacable y consistente con su orientación sustentable, este método no permite obtener indicadores automáticos ni detectar variaciones rápidamente, dificultando una gestión proactiva del impacto ambiental.

En conjunto, el diagnóstico evidencia tres patrones transversales:

- Dependencia de procesos manuales, lo que incrementa demoras, errores y carga administrativa.
- Escasa integración tecnológica, ya que los sistemas actuales no conectan información operativa, administrativa y ambiental.
- Limitada disponibilidad de datos en tiempo real, lo que obstaculiza la optimización logística y la sostenibilidad.

A partir de estos hallazgos se elabora el siguiente análisis FODA, que sintetiza la situación estratégica de la empresa.

**Fortalezas**

- Atención personalizada y relación cercana con los clientes.
- Compromiso ambiental formalizado en un programa de huella de carbono.
- Estructura organizacional ágil y flexible.
- Flota propia complementada con transportistas tercerizados.

**Oportunidades**

- Implementación de un agente de IA para planificación dinámica de rutas.
- Creciente demanda de logística sostenible en Argentina.
- Uso de telemetría y sensores para integrar datos de consumo y emisiones.
- Posibilidad de diferenciarse en el mercado por eficiencia y sustentabilidad.

**Debilidades**

- Procesos manuales dependientes de la experiencia individual.
- Registro y control de entregas con remitos físicos, sin trazabilidad digital.
- Escasa integración tecnológica en la planificación.
- Limitaciones en la generación de reportes estadísticos en tiempo real.

**Amenazas**

- Competidores que avancen en digitalización y IA antes que EcoRuta.
- Aumento sostenido del precio del combustible.
- Resistencia cultural a la incorporación de nuevas tecnologías.
- Exigencias ambientales y regulatorias crecientes.



Tabla número 1: FODA



Fuente: elaboración propia

El análisis FODA evidencia que la empresa se posiciona en un cuadrante ofensivo: cuenta con una marca reconocida, flota extensa y convenios estables (fortalezas) en un contexto con oportunidades tecnológicas claras (IA, digitalización, telemetría) que permiten reducir costos y mejorar el servicio. Las debilidades internas (baja digitalización, gestión manual del ruteo, resistencia al cambio) y las amenazas (competencia que ya adopta IA, combustible volátil) refuerzan la urgencia de una estrategia FO/DO orientada a automatización progresiva de procesos críticos (ruteo, OCR de remitos, trazabilidad y KPIs en tiempo real) con un enfoque gradual y de gestión del cambio. Esta síntesis justifica la hoja de ruta que se presenta en la sección de Aplicación.

### **Estrategia FO/DO: Implementación de un agente de inteligencia artificial**

Del análisis FODA surgen los ejes estratégicos que orientan la propuesta de mejora. Se identifican estrategias FO (Fortalezas–Oportunidades) y estrategias DO (Debilidades–Oportunidades) que permiten aprovechar las capacidades internas y responder a las condiciones externas del entorno.

#### **Estrategias FO**

1. Integrar la innovación tecnológica a partir de la fortaleza organizacional en la gestión ambiental, incorporando un agente de inteligencia artificial que optimiza la planificación de rutas y refuerza la política de sustentabilidad de la empresa.
2. Capitalizar la relación cercana con los clientes para impulsar un modelo de servicio logístico más eficiente y digitalizado, alineado con las nuevas exigencias de trazabilidad y sostenibilidad del mercado.
3. Aprovechar la estructura organizacional flexible para implementar de manera gradual la automatización de procesos, minimizando resistencias internas y garantizando la adaptación del personal.

#### **Estrategias DO**

1. Digitalizar los procesos administrativos y operativos mediante la integración de herramientas de automatización como n8n y el uso de OCR para remitos, con el fin de superar la dependencia de tareas manuales.
2. Implementar un sistema predictivo de gestión de flota que permita anticipar imprevistos y optimizar tiempos de entrega, utilizando datos históricos y variables externas como tráfico o condiciones climáticas.
3. Fortalecer la capacitación interna orientada a la adopción tecnológica, reduciendo la resistencia cultural y promoviendo la participación activa del personal en la transición digital.

El análisis de la matriz FO–DO permite concluir que la estrategia de EcoRuta se orienta hacia la integración progresiva de inteligencia artificial como herramienta de mejora continua. La empresa utiliza sus fortalezas internas: flexibilidad, flota propia y orientación sustentable para incorporar tecnología que optimiza la eficiencia y refuerza su posicionamiento competitivo.

Al mismo tiempo, aprovecha las oportunidades del entorno como el acceso a herramientas gratuitas y el crecimiento de la demanda de servicios logísticos sostenibles para superar sus debilidades estructurales. La digitalización gradual de procesos y la capacitación del personal constituyen los pilares que garantizan una transición tecnológica exitosa.





**Tabla numero 2: Matriz FO DO**

<b>MATRIZ FODO</b>		
Tipo de estrategia	Factores Internos y Externos combinados	Acción propuesta
<b>FO (Fortalezas + Oportunidades)</b>	<b>Fortalezas:</b> estructura organizacional flexible, flota propia, experiencia en logística sustentable. <b>Oportunidades:</b> disponibilidad de herramientas de automatización gratuitas (n8n, Google Apps) y creciente demanda de servicios eficientes y sostenibles.	Integra un agente de inteligencia artificial en n8n que unifica la planificación de rutas, el control de remitas y la gestión ambiental, aprovechando la flexibilidad operativa y la orientación sustentable de la empresa.
<b>DO (Debilidades + Oportunidades)</b>	<b>Debilidades:</b> procesos administrativos manuales, escasa digitalización documental, baja integración de información. <b>Oportunidades:</b> avances tecnológicos accesibles y tendencia del mercado hacia la transformación digital en PyMEs logísticas.	Desarrollar un prototipo mínimo viable (MVP) que digitaliza progresivamente los procesos mediante flujos automatizados, sin requerir inversiones adicionales ni modificar los sistemas actuales.

Fuente: Elaboración propia

### Flujograma del proceso actual

Con el fin de representar de manera visual el funcionamiento actual de los procesos críticos de EcoRuta, se elaboran tres flujogramas que describen, paso a paso, cómo se ejecutan hoy la planificación de rutas, la gestión de remitos y el cálculo de la huella de carbono. Estos esquemas permiten identificar con claridad los puntos críticos del sistema vigente, tales como la duplicación de tareas, la falta de integración tecnológica, la dependencia del criterio humano y la ausencia de información en tiempo real.

La representación gráfica de los procesos constituye una herramienta fundamental dentro del diagnóstico, ya que sintetiza la operatoria diaria y facilita la detección de ineficiencias que luego se abordan en el trabajo. A partir de estos flujos, se reconoce la necesidad de avanzar hacia un modelo digital e integrado que permita automatizar tareas administrativas, optimizar la logística y mejorar la gestión ambiental.

A continuación, se presentan los tres flujogramas del proceso actual, cada uno acompañado de una breve explicación que destaca sus principales características y limitaciones.

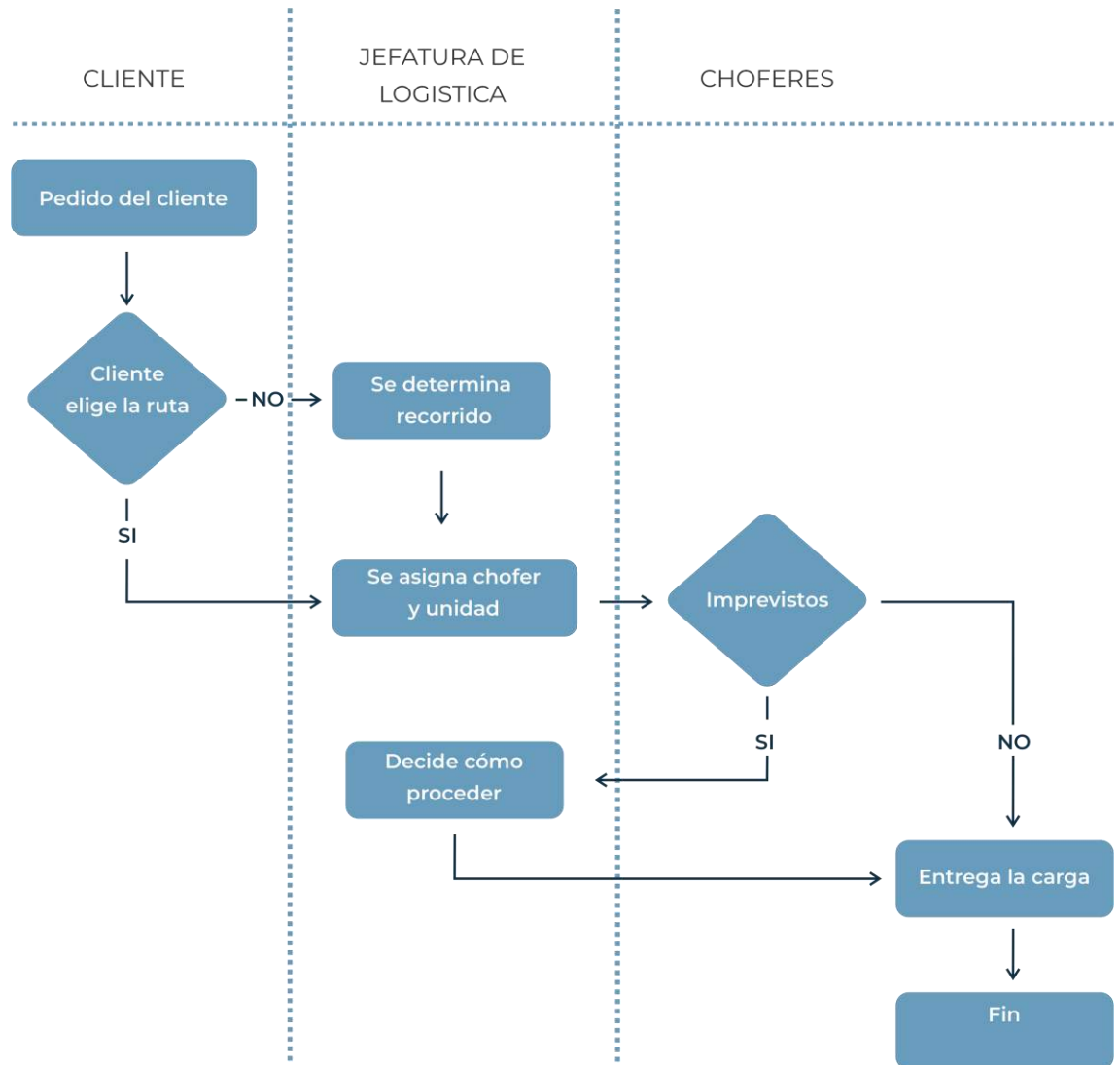




## 1. Flujograma del proceso actual de planificación de rutas

Imagen numero 1: Flujograma actual

### PROCESO ACTUAL DE PLANIFICACION DE RUTAS



Fuente: Elaboración propia



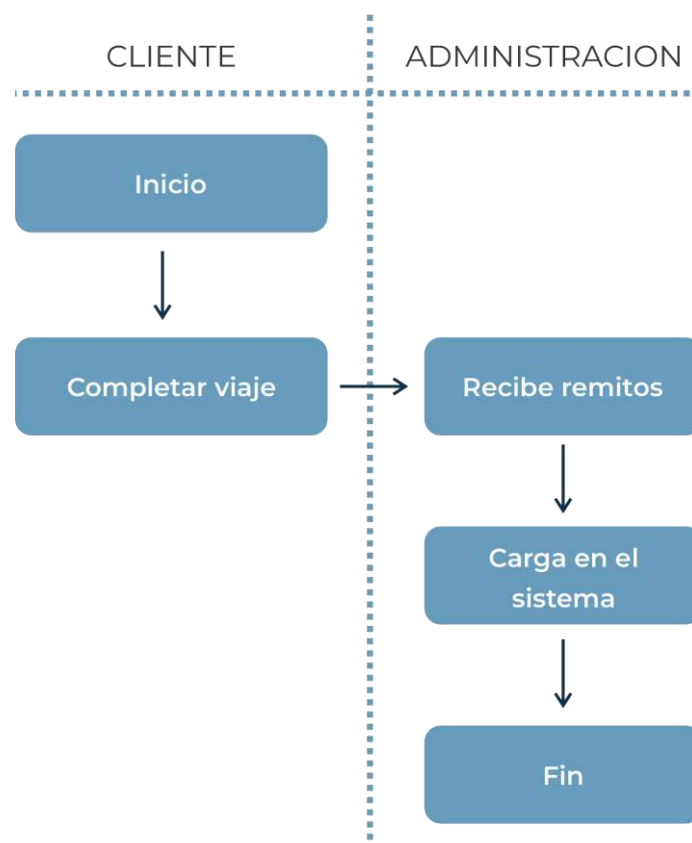
El proceso inicia con la recepción de pedidos de los clientes, que se registran de manera manual. El jefe de logística y su colaborador seleccionan una de las rutas habituales o la ruta impuesta por el cliente por razones de seguro. Ante imprevistos, el encargado de choferes decide cómo actuar basándose en su experiencia. Una vez definido el recorrido, se comunica verbalmente o por WhatsApp al chofer.

Este proceso depende fuertemente de la experiencia individual, no integra datos en tiempo real como tráfico, clima o desvíos y carece de un registro histórico que permita analizar eficiencia o justificar desvíos. La falta de apoyo tecnológico genera variabilidad en los tiempos de entrega y limita la optimización operativa.

## 2. Flujograma del proceso actual de gestión de remitos

Imagen número 2: Flujograma actual

### PROCESO ACTUAL DE GESTION DE REMITOS



Fuente: Elaboración propia

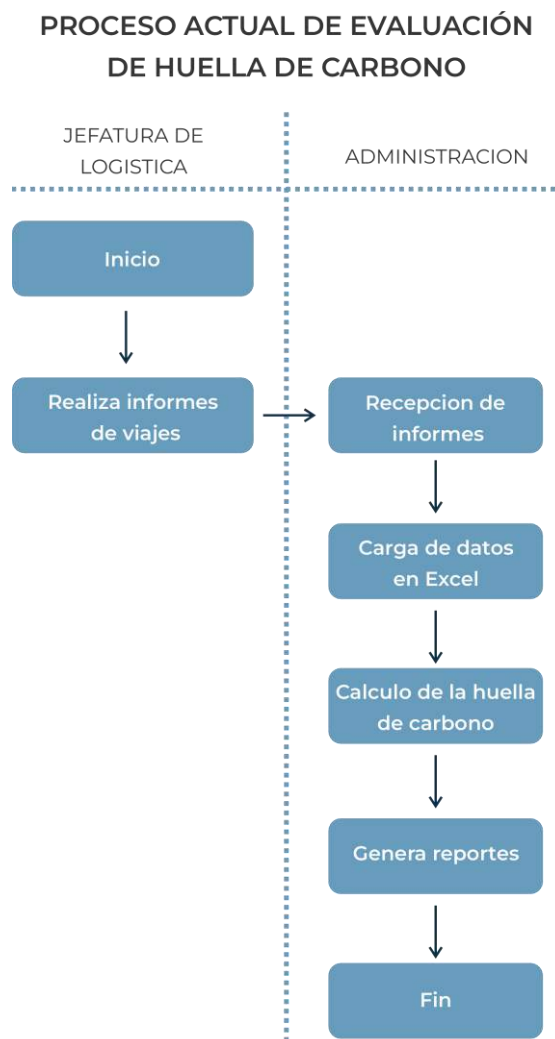


Tras completar cada viaje, los choferes entregan los remitos físicos en la base de camiones. Estos documentos se revisan manualmente para verificar firmas y datos básicos. Luego son trasladados al área administrativa, donde otro empleado carga la información a Kaydat. Este circuito implica entre 6 y 10 horas de trabajo acumulado, dependiendo del volumen de entregas.

El uso de documentación física genera duplicación de tareas, demoras administrativas, riesgo de extravío y ausencia de trazabilidad digital. Además, la información no está disponible en tiempo real, lo que afecta la capacidad de monitoreo y la toma de decisiones operativas.

### 3. Flujograma del proceso actual del cálculo de huella de carbono

Imagen número 3: Flujograma actual



Fuente: elaboración propia

El encargado de choferes registra manualmente los litros de combustible cargados y los kilómetros recorridos por cada unidad. Luego, estos datos se vuelcan en planillas Excel, donde se aplican factores de conversión y se calcula mensualmente la huella de carbono. Finalmente, se consolida un informe que se comparte con el área gerencial.

Este procedimiento evidencia un fuerte compromiso ambiental por parte de la empresa, pero su carácter manual genera retrasos, posibilidad de error y dificultad para detectar anomalías. La falta de automatización impide contar con indicadores diarios o alertas tempranas que permitan una gestión ambiental más precisa y proactiva.

### **Aspectos clave derivados del análisis operativo**

El análisis de los procesos actuales se complementa con entrevistas semiestructuradas a los responsables de logística, choferes y administración, además de la observación directa del funcionamiento diario. Estas instancias permitieron profundizar en la forma en que se toman decisiones, cómo se gestionan las entregas y de qué manera se registran los consumos operativos y ambientales.

El jefe de logística confirma que la planificación de rutas depende del criterio personal y de las restricciones que imponen algunos clientes. El encargado de choferes explica que los imprevistos se resuelven de manera reactiva, sin apoyo de herramientas predictivas. En el ámbito administrativo, se verifica que el uso predominante de documentación física y planillas Excel genera retrasos y duplicación de tareas.

Estos insumos permiten comprender con mayor detalle el funcionamiento real de los procesos analizados y coinciden con los hallazgos ya presentados en el diagnóstico, reforzando la necesidad de avanzar hacia un modelo logístico digital, integrado y apoyado en datos.

### **Datos cuantitativos: consumo de combustible y huella de carbono**

Como complemento al diagnóstico cualitativo, se analizan los registros operativos de EcoRuta vinculados al consumo de combustible y a la distancia recorrida por la flota. Estos datos, consolidados mensualmente en planillas internas, permiten calcular la huella de carbono generada por cada 100 kilómetros recorridos, utilizando como referencia el factor estándar de 2,68 kg de CO<sub>2</sub> emitidos por cada litro de gasoil consumido.

El análisis cuantitativo busca mostrar de manera objetiva la relación entre los kilómetros recorridos, el consumo promedio de la flota y las emisiones resultantes, con el fin de disponer de indicadores concretos que acompañen el diagnóstico y respalden la necesidad de optimizar la planificación de rutas mediante herramientas de inteligencia artificial.

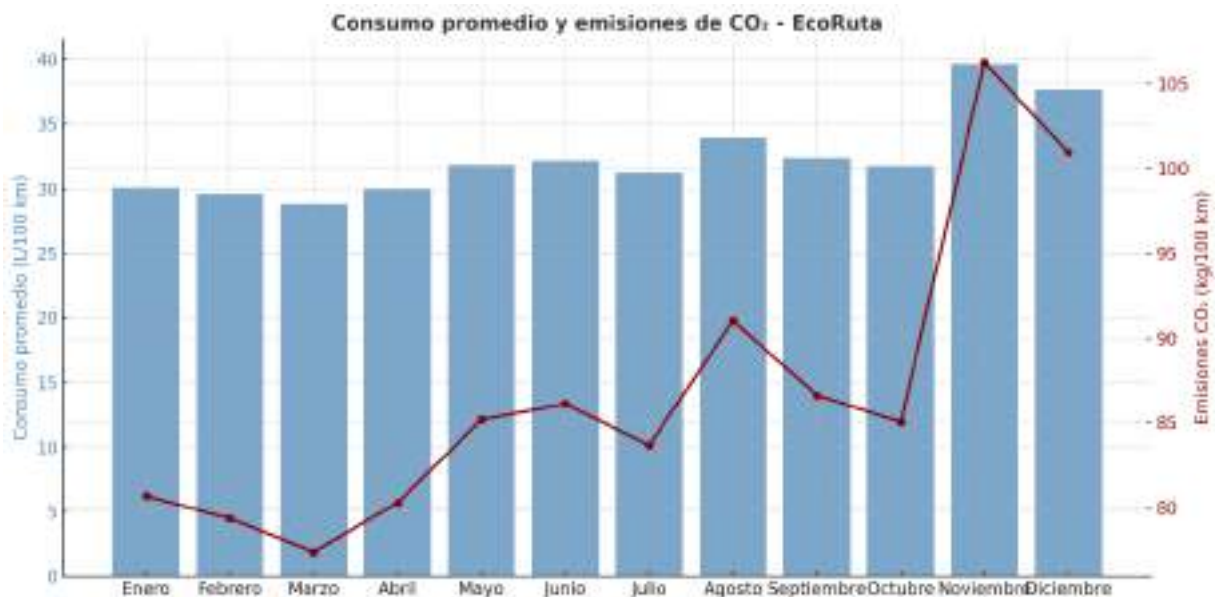
En el siguiente cuadro se presentan los resultados del consumo promedio mensual de la flota (expresado en litros cada 100 km) junto con las emisiones estimadas de dióxido de carbono por la misma distancia.



**Tabla número 3: Análisis de huella de carbono**

<b>ANALISIS HUELLA DE CARBONO</b>		
<b>Mes</b>	<b>Consumo promedio (L/100 km)</b>	<b>Emisiones estimadas CO<sub>2</sub> (kg/100 km)</b>
Enero	30.10	80.67
Febrero	29.61	79.35
Marzo	28.87	77.37
Abril	29.95	80.27
Mayo	31.78	85.17
Junio	32.13	86.11
Julio	31.22	83.67
Agosto	33.96	91.01
Septiembre	32.32	86.62
Octubre	31.73	85.04
Noviembre	39.64	106.24
Diciembre	37.67	100.96

Fuente: elaboración propia.

**Imagen número 4: Grafico de consumo promedio y emisiones de CO2**

Fuente: Elaboracion propia con IA

El análisis de los datos evidencia que el consumo promedio de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub> por cada 100 kilómetros se mantienen relativamente estables durante gran parte del año, con valores que oscilan entre 28 y 33 litros de gasoil y entre 77 y 91 kg de CO<sub>2</sub>. No obstante, en los meses de noviembre y diciembre se registran picos significativos, alcanzando consumos superiores a 37 L/100 km y emisiones por encima de 100 kg de CO<sub>2</sub>.

Esta variación refleja la mayor exigencia operativa asociada a la estacionalidad de la demanda, en la cual se intensifican los viajes de larga distancia y aumenta la presión sobre la flota. En términos de gestión, estos incrementos implican un aumento de costos directos de combustible y una mayor huella ambiental, que afectan tanto la rentabilidad como los objetivos de sustentabilidad.

El diagnóstico integral realizado permitió comprender en profundidad el funcionamiento actual de EcoRuta, identificando los factores operativos, tecnológicos y ambientales que limitan su eficiencia y su capacidad de respuesta ante la creciente demanda de servicios logísticos sostenibles.

Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de avanzar hacia un modelo de gestión digital e integrada, que optimice los procesos de planificación, documentación y control ambiental.

Sobre la base de este diagnóstico, en la sección siguiente se presentan las propuestas de implementación orientadas a incorporar inteligencia artificial y automatización de flujos como herramientas de mejora progresiva y sostenible.

#### **Propuesta de implementación de un agente de inteligencia artificial en EcoRuta**

En base al diagnóstico integral desarrollado, se formulan tres líneas de acción orientadas a resolver las limitaciones identificadas en los procesos logísticos de EcoRuta:

1. Planificación inteligente de rutas,
2. Automatización documental mediante OCR, y
3. Gestión digital de la huella de carbono.

Estas propuestas se articulan en torno a la incorporación gradual de un agente de inteligencia artificial dentro de la plataforma de automatización n8n, seleccionada por su carácter de software libre, su flexibilidad para integrar múltiples herramientas y su accesibilidad para PyMEs.

El objetivo principal es demostrar la factibilidad técnica y operativa de aplicar inteligencia artificial en una empresa logística real, sin requerir grandes inversiones ni alteraciones estructurales. Cada línea de acción aborda un proceso crítico (planificación, documentación y sustentabilidad) y contribuye simultáneamente a los objetivos de eficiencia, trazabilidad y reducción del impacto ambiental.

### **Introducción a la herramienta n8n**

Para llevar a la práctica la propuesta de automatización planteada, se seleccionó la herramienta n8n como plataforma central para el desarrollo del prototipo.

N8n es una herramienta de automatización de flujos de trabajo de código abierto, que permite conectar distintas aplicaciones, bases de datos y servicios web sin requerir conocimientos avanzados de programación. A través de una interfaz visual basada en nodos, cada proceso puede representarse mediante una secuencia lógica de acciones: recibir datos, procesarlos, consultar una API externa y enviar resultados a otro sistema o base de datos.

Esta estructura modular posibilita la integración de fuentes de información internas y externas, lo que la convierte en una solución ideal para empresas que buscan digitalizar operaciones sin necesidad de desarrollar software propio ni afrontar elevados costos de implementación.

En el caso de EcoRuta, n8n fue utilizada como entorno de prueba para integrar y automatizar los procesos relacionados con la planificación de rutas, la digitalización documental y el cálculo de la huella de carbono. Cada flujo diseñado dentro de la plataforma actúa como un subsistema coordinado que recibe información operativa, la procesa mediante reglas o modelos de IA, y actualiza automáticamente los registros administrativos.

Su carácter visual, flexible y gratuito permite adaptar los flujos a las necesidades específicas de cada PyME, ofreciendo una alternativa escalable y accesible frente a los sistemas comerciales de automatización. Además, su compatibilidad con herramientas como Google Sheets, Google Maps, OCR, APIs de tráfico y servicios de mensajería refuerza su valor como solución integral para la digitalización logística.

Desde una perspectiva metodológica, el uso de n8n cumple la función de validar empíricamente la viabilidad técnica de las propuestas elaboradas en este trabajo. El desarrollo de flujos de prueba dentro de la herramienta permitió comprobar que los procesos críticos de EcoRuta planificación, registro y control ambiental pueden automatizarse parcialmente con los recursos existentes, reduciendo tareas manuales, tiempos administrativos y emisiones asociadas.



## **Propuesta de implementación de un agente de IA en EcoRuta**

### **1. Planificación inteligente de rutas (prototipo conceptual)**

#### **1.1. Descripción del proceso actual y justificación de la propuesta**

Del diagnóstico realizado se desprende que la planificación de rutas es uno de los procesos más sensibles de EcoRuta. Actualmente, la asignación de recorridos se define de manera manual, basándose en la experiencia del jefe de logística, el conocimiento personal de los caminos y, en algunos casos, las rutas obligatorias que imponen ciertos clientes por cuestiones de seguro. Ante imprevistos, como cortes, tormentas o desvíos, las decisiones recaen en el encargado de choferes, quien determina si esperar, desviar o buscar un camino alternativo según su criterio y la información transmitida por los conductores.

Este funcionamiento garantiza la continuidad operativa diaria, pero también evidencia un límite claro: la empresa no cuenta con herramientas que permitan anticipar escenarios, comparar rutas, integrar datos externos ni justificar con precisión los desvíos o cambios de recorrido. Como consecuencia, se observan variaciones en los tiempos de entrega, diferencias en los consumos de combustible y dificultades para realizar análisis históricos.

Por estas razones, la planificación de rutas surge como un proceso con alto potencial de mejora a través de la inteligencia artificial, aun cuando su implementación completa no pudo concretarse dentro del período de trabajo.

#### **1.2. Limitaciones y problemas del modelo actual**

El sistema vigente presenta varias debilidades que justifican la automatización:

- No existe una planilla centralizada de designación de viajes.
- Los choferes informan imprevistos por WhatsApp o teléfono.
- No hay validación automática de distancias ni tiempos reales.
- La toma de decisiones depende exclusivamente de conocimiento previo.
- No se registran datos históricos de manera útil para análisis posteriores.

Esto genera tres grandes problemas:

1. Baja estandarización de criterios.
2. Variabilidad en consumo y costos.
3. Imposibilidad de anticipar contingencias o evaluar alternativas.

#### **1.3. Diseño conceptual del flujo propuesto en n8n**

Si bien el flujo aún no se encuentra validado dentro de n8n, se desarrolla un prototipo conceptual sólido, pensado para automatizar el proceso de manera gradual y accesible, respetando la realidad operativa de EcoRuta.

El diseño contempla un flujo que:

- **Recibe los datos del viaje:** destino, fecha, tipo de carga, vehículo disponible, cliente y restricciones de seguro.
- **Consulta información externa:**
  - distancias alternativas
  - tráfico estimado
  - clima en distintos puntos del trayecto
  - disponibilidad de estaciones de servicio
  - cortes o desvíos activos
- **Integra datos históricos de la empresa:** consumos reales, tiempos promedio de viaje, incidencias registradas.
- **Procesa toda la información mediante un agente de IA,** que analiza múltiples variables y propone la ruta más conveniente en términos de eficiencia, seguridad y sustentabilidad.
- **Devuelve una recomendación clara,** con opciones alternativas y una justificación que facilita la validación por parte del personal.

Este diseño no reemplaza la toma de decisiones humanas; por el contrario, las complementa con información organizada y confiable.



#### 1.4. Flujograma del proceso automatizado propuesto

A partir del diseño conceptual, se representa a continuación el flujograma del proceso automatizado propuesto

**Imagen numero 5: Flujograma propuesto**



Fuente: elaboración propia

### 1.5. Propuesta: Planificación Inteligente de Rutas con IA

El modelo propuesto incorpora un agente de inteligencia artificial dentro de n8n que centraliza la información necesaria y sugiere rutas optimizadas para que el personal las evalúe.

El objetivo es pasar de un proceso basado en la intuición a otro basado en datos reales, integrando:

- tráfico en tiempo real
- condiciones climáticas
- distancia y tiempo estimado
- consumo de combustible histórico
- restricciones del cliente
- incidencias previas registradas

Este sistema se concibe como una herramienta de apoyo que fortalece la toma de decisiones y aporta mayor previsibilidad.

### 1.6. Flujo automatizado propuesto: paso a paso en n8n

1. **Carga de datos del viaje:** El usuario ingresa los datos necesarios para iniciar el análisis.
2. **Lectura de datos históricos:** n8n consulta planillas (Google Sheets o datos exportados de Kaydat).
3. **Conexión con APIs externas**
  - Google Maps/Waze (distancias, tráfico)
  - OpenWeather (clima)
  - Mapas de cortes (si están disponibles)
4. **Procesamiento mediante IA:** La IA evalúa varias rutas según velocidad, seguridad, costos y emisiones.
5. **Generación de la ruta recomendada:** Presenta pros y contras, tiempos estimados, consumo y alternativas.
6. **Validación humana:** La decisión final sigue siendo del jefe de logística.
7. **Envío automático al chofer:** El flujo envía instrucciones claras y alertas relevantes.
8. **Registro automático:** El recorrido propuesto y validado queda guardado para futuras mejoras.

### 1.7. Beneficios esperados

#### Operativos

- Reducción de improvisación.
- Mayor claridad ante imprevistos.
- Estandarización del criterio de planificación.

#### Económicos

- Disminución del consumo entre el 8% y el 15%.
- Mejor aprovechamiento de la flota.
- Ahorro por rutas más eficientes.

**Ambientales**

- Menor emisión por optimización de recorridos.
- Integración con el cálculo automático de huella.
- Reportes ambientales más precisos.

**Culturales**

- Decisiones basadas en datos.
- Profesionalización del proceso logístico.
- Reducción de la dependencia exclusiva del criterio personal.

**1.8. Indicadores esperados (KPIs)**

Aunque el flujo no se encuentra implementado, se pueden establecer indicadores claros para evaluar su impacto futuro:

- Reducción del tiempo promedio de viaje
- Disminución del consumo de combustible por cada 100 km
- Menor variabilidad en los tiempos de entrega
- Mayor previsibilidad ante imprevistos
- Justificación clara de desvíos o rutas alternativas
- Mejora en la satisfacción del cliente

Estos indicadores permiten evaluar de manera objetiva el impacto del sistema una vez que se encuentre implementado.

**1.9. Aclaración metodológica final**

Es importante señalar que este modelo constituye un prototipo conceptual, diseñado como base para una implementación futura. Para que funcione plenamente, EcoRuta necesita avanzar en tareas previas como:

- estandarizar la planilla de designación de viajes
- unificar la información operativa
- digitalizar el registro de recorridos

Por ello, esta planificación inteligente debe entenderse como una propuesta técnica viable y alineada con la realidad de la empresa, pero aún no implementada dentro del período del presente trabajo.

**2. Automatización documental con OCR e inteligencia artificial****2.1. Descripción del proceso actual y justificación de la propuesta**

El diagnóstico muestra que el control de entregas depende completamente de remitos físicos que los choferes entregan al regresar a la base. Estos documentos se revisan manualmente para verificar firmas, cantidades y datos generales, y luego se envían al área administrativa para su carga en Kaydat. Este proceso implica:

- demoras de entre 6 y 10 horas diarias, según el volumen de viajes
- duplicación de tareas entre logística y administración
- riesgo de extravío o deterioro de los remitos
- errores de transcripción
- ausencia de trazabilidad digital inmediata

Esta dinámica no solo genera una sobrecarga administrativa, sino que impide contar con información actualizada para la toma de decisiones operativas y comerciales.

Frente a este desafío, la digitalización automática mediante OCR e inteligencia artificial surge como una solución accesible y viable para EcoRuta.

Cada remito contiene los siguientes campos principales:

- Nombre o razón social del cliente.
- CUIT o número de identificación fiscal.
- Fecha y hora de emisión.
- Dirección de entrega y datos del destinatario.
- Número de viaje o de remito.
- Descripción de la mercadería transportada (cantidad, peso, tipo de bulto).
- Datos del vehículo y del chofer responsable.
- Firma, aclaración y sello del receptor como constancia de entrega.

Estos datos son esenciales para la trazabilidad logística, el control de cobranzas y la gestión ambiental (ya que permiten relacionar consumos y emisiones por viaje). Sin embargo, al encontrarse en papel, no pueden aprovecharse para generar indicadores automáticos ni para integrarse a otros sistemas de gestión.

Con el propósito de digitalizar y automatizar la documentación, se propone la implementación de un flujo de trabajo en la herramienta n8n, utilizando tecnología de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR). Esta solución permitirá extraer de manera automática la información de los remitos escaneados o fotografiados, convirtiéndola en datos estructurados que se almacenan directamente en la base digital de la empresa.

La elección de n8n responde a que su versión core es de código abierto y permite utilizarse sin costos de licencia mediante instalación local o auto-hospedada. Si bien la empresa ofrece planes pagos para su versión en la nube, la herramienta puede emplearse gratuitamente, lo que la convierte en una solución modular, accesible y flexible para integrar diversas aplicaciones sin requerir conocimientos avanzados de programación. **2.2.**

## **2.2. Diseño conceptual del Flujo automatizado**

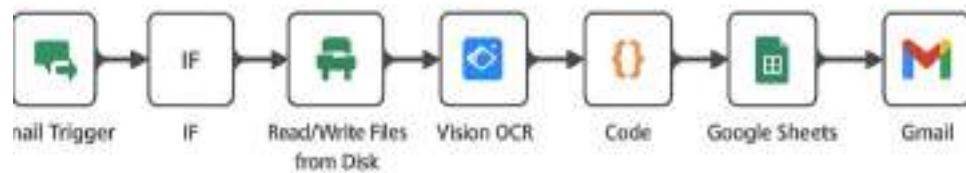
El flujo diseñado en n8n digitaliza el remito desde el momento en que se recibe hasta su carga final en la planilla administrativa.

El diseño contempla:

1. **Recepción del remito** (PDF o imagen) mediante un formulario o correo electrónico.
2. **Extracción del texto** usando OCR.
3. **Análisis inteligente del contenido** mediante un agente de IA entrenado para interpretar remitos argentinos.
4. **Generación de un JSON estructurado** con todos los datos relevantes.
5. **Validación opcional** por parte de un supervisor.
6. **Carga automática en Google Sheets.**
7. **Notificación final** al equipo administrativo o logístico.

Este proceso elimina completamente la carga manual y asegura trazabilidad inmediata.

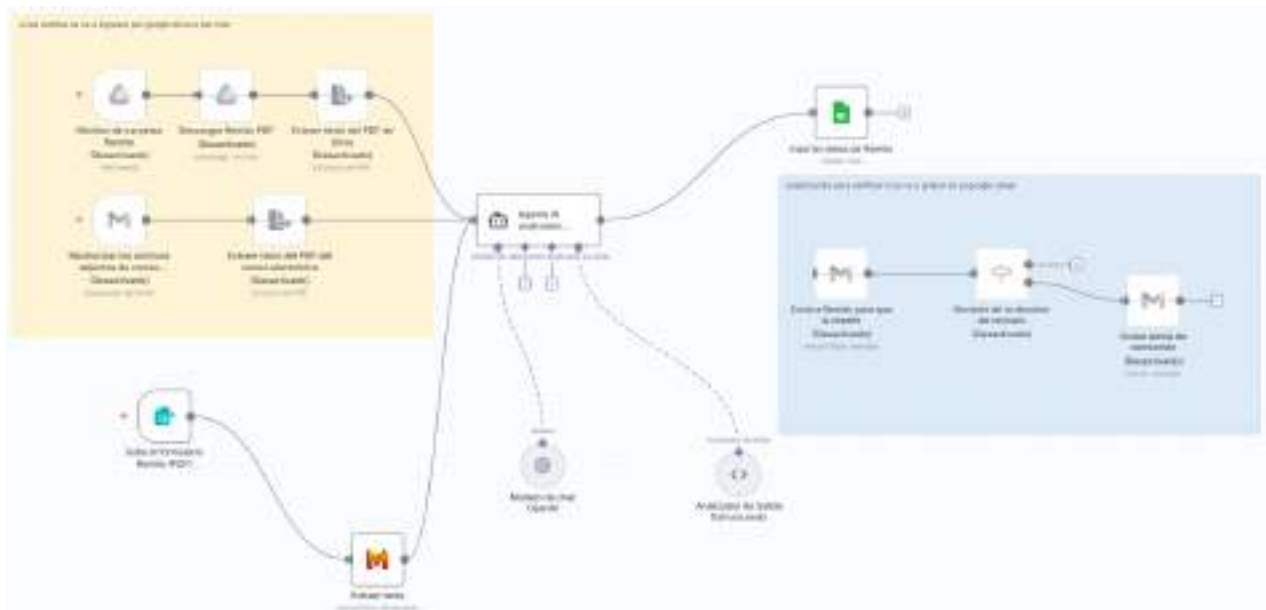
Imagen numero 6: Flujograma propuesto



Fuente: Elaboración propia

### 2.3. Flujo real implementado en n8n

Imagen numero 7: Flujo real automatizado



Fuente: Elaboración propia

Este flujo refleja la implementación real del proceso de digitalización de remitos. A diferencia del proceso de planificación de rutas que aún se encuentra en etapa conceptual, este flujo está totalmente operativo y demuestra la viabilidad técnica de incorporar inteligencia artificial a los procesos logísticos de la empresa.



## 2.4. Explicación nodo por nodo

A continuación, se presenta la secuencia de nodos utilizada en n8n. La descripción no busca detallar programación, sino mostrar la lógica del flujo: entrada de datos, interpretación mediante IA, validación y carga automática. Cada nodo cumple una función específica dentro del proceso general

### 1) Formulario de envío de remito (PDF)

Imagen número 8: Primer Nodo del flujo n8n



Sube el formulario Remito (PDF) 1. Para que se ejecute

Formatos Configuración Datos

100 MB de almacenamiento

100 MB de almacenamiento

Importación automática de archivos de almacenamiento en la nube (S3, OneDrive, Google Drive, etc.)

50 MB

Autenticación

None

Título del formulario

Subir Remito (PDF)

Descripción de la forma

Sube tu remito en formato PDF usando este formulario.

Eventos de forma

Nombre del campo

Subir Remito

Tipo de evento

File

Archivos múltiples

☐

Tipos de archivo aceptados

pdf

Dale visto para permitir todos los tipos de archivos

Campo Obligado

☒

Añadir elemento al flujo

Responder cuando

Cuando se sube el archivo

Convierte el formulario de PDF a una página de formulario HTML automáticamente en el flujo de trabajo

Opciones

Sin propiedades

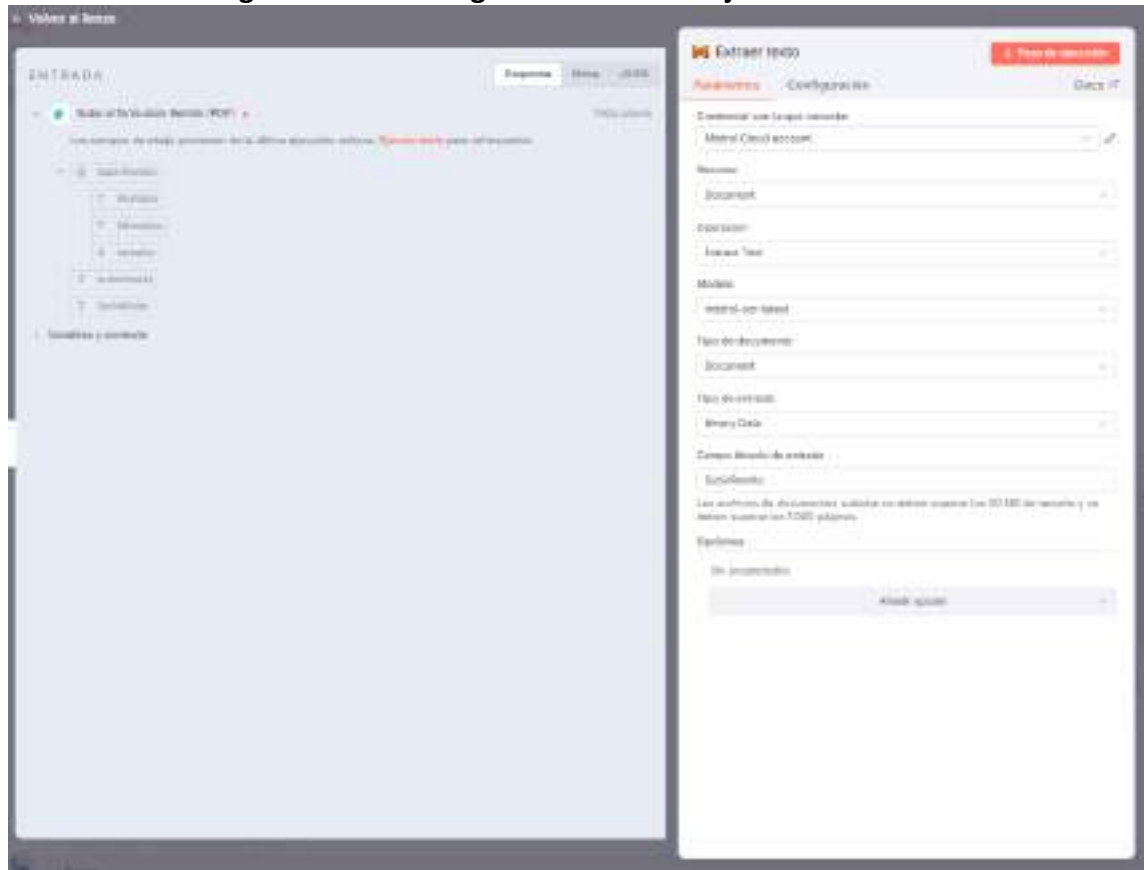
Añadir etiqueta

Fuente: Elaboración propia

Este nodo genera un formulario para que el remito pueda enviarse de forma digital. El chofer o el área administrativa cargan el archivo y el flujo se activa automáticamente.

## 2) Extraer texto del PDF

Imagen número 9: Segundo Nodo del flujo n8n

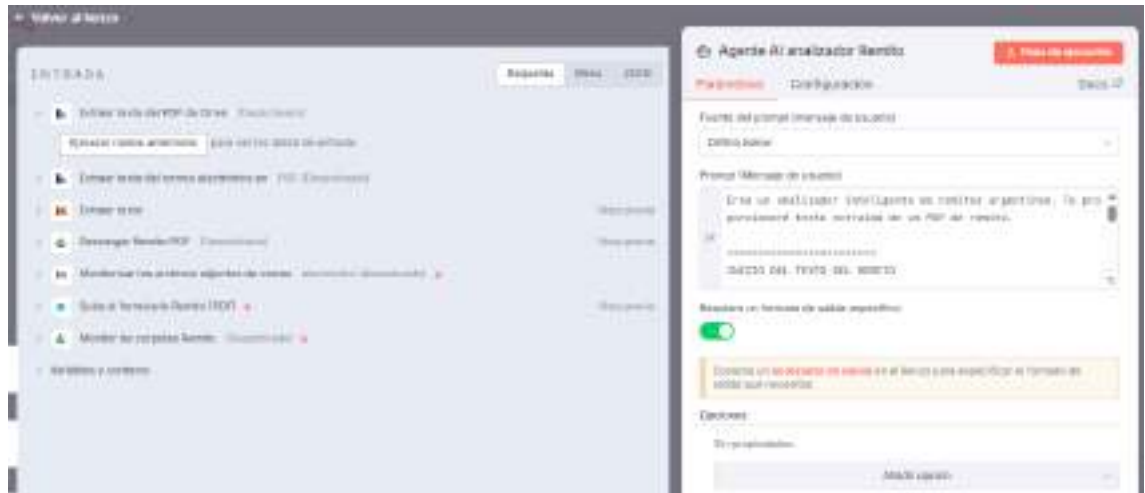


Fuente: elaboración propia

N8n aplica OCR para leer el texto interno del documento. El nodo extrae su contenido en formato digital.

### 3) Agente de IA del analizador

Imagen número 10: Tercer Nodo del flujo n8n



Fuente: elaboración propia

Acá ocurre la parte más importante: la IA recibe el texto extraído y lo interpreta siguiendo un esquema predefinido.

Prompt utilizado:

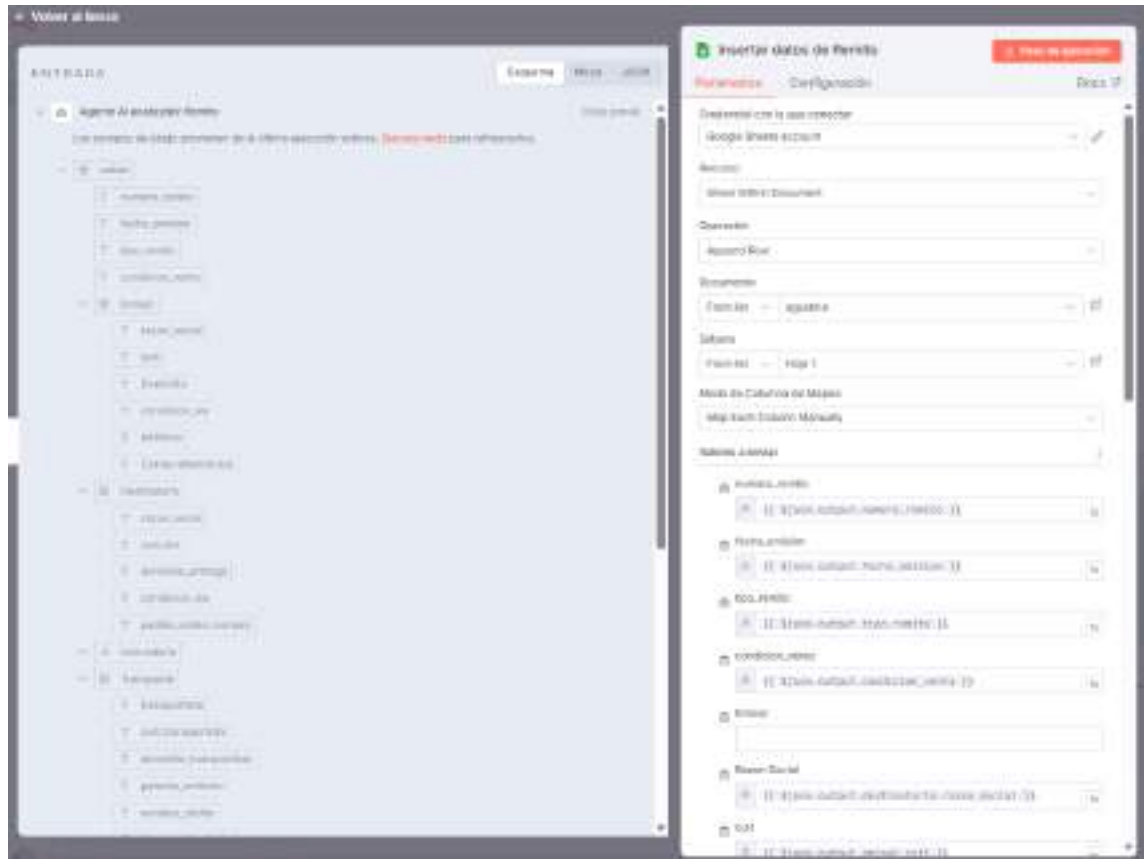
*Eres un analizador inteligente de remitos argentinos. Recibirás el texto extraído y debes devolver los datos clave del documento de forma estructurada.*

El agente extrae datos como:

- número de remito
- fecha
- CUIT
- emisor y destinatario
- productos y cantidades
- firma y aclaración
- condiciones de entrega

#### 4) Insertar datos remotos (Google Sheets)

Imagen número 11: Cuarto Nodo del flujo n8n



Fuente: elaboración propia

Este nodo toma el JSON generado por la IA y lo carga automáticamente en la hoja "Remitos", evitando toda transcripción manual.

Imagen número 12: Captura de Google sheets

id	numero_remite	fecha_emision	tipo_remite	condicion_venta_emisor	razon_social	cuit	domicilio	condicion_iva	telefono	email	destinatario
1		31/11/2012				30568350250	AR JUAN DE GARCIA RES INSCR 8010 222 1234				
2		31/11/2012				30568350250	AR JUAN DE GARCIA RES INSCR 8010 222 1234				
3	11-600190250	31/11/2012				30568350250	AR JUAN DE GARCIA RES INSCR 8010 222 1234				
4	00001-0000010	12/11/2015	original				Multico 400 - Sr. Responsable Mi	301106471301	operayra@foco.ark.edu.ar		

cul-dni	domicilio entrega	condicion_iva	pedidoorden	mercaderia	transporte	cultra	domicilio	parenta
		IVA RES INSCRIP		[object Object]+[object Object]+				
		IVA RES INSCRIP		[object Object]a LOMEX SA		30709540897	HIPOLITO TRIO LUJ846	
		IVA RES INSCRIP		[codigo]"19348 LOMEX SA		30709540897	HIPOLITO TRIO LUJ846	
		Responsable Monotributo						

Fuente: elaboración propia

## 5) Enviar remito para revisión (opcional)

Imagen número 13: Quinto Nodo del flujo n8n



**Envía a Remito para que lo reseñe** + Paso de ejecutable

**Parámetros** Configuración Docs

Credencial con la que conectar  
Gmail account 2

Recurso  
Message

Operación  
Send and Wait for Response

Para  
replace\_with\_reviewer\_email@yopmail.com

Asunto  
[Acción Requerida] Revisión de Remito - {{ \$json.output.numero\_remito }}

Mensaje  
Se ha recibido un nuevo remito que requiere tu revisión:  
  

```

**Numero:** {{ $json.output.numero_remito }}
**Fecha:** {{ $json.output.fecha_emision }}
**Emisor:** {{ $json.output.emisor.razon_social }}

```

Tipo de respuesta  
Custom Form

Definir la forma  
Using Fields Below

Elementos de forma

Nombre del campo  
Procesado?

Tipo de elemento  
Dropdown

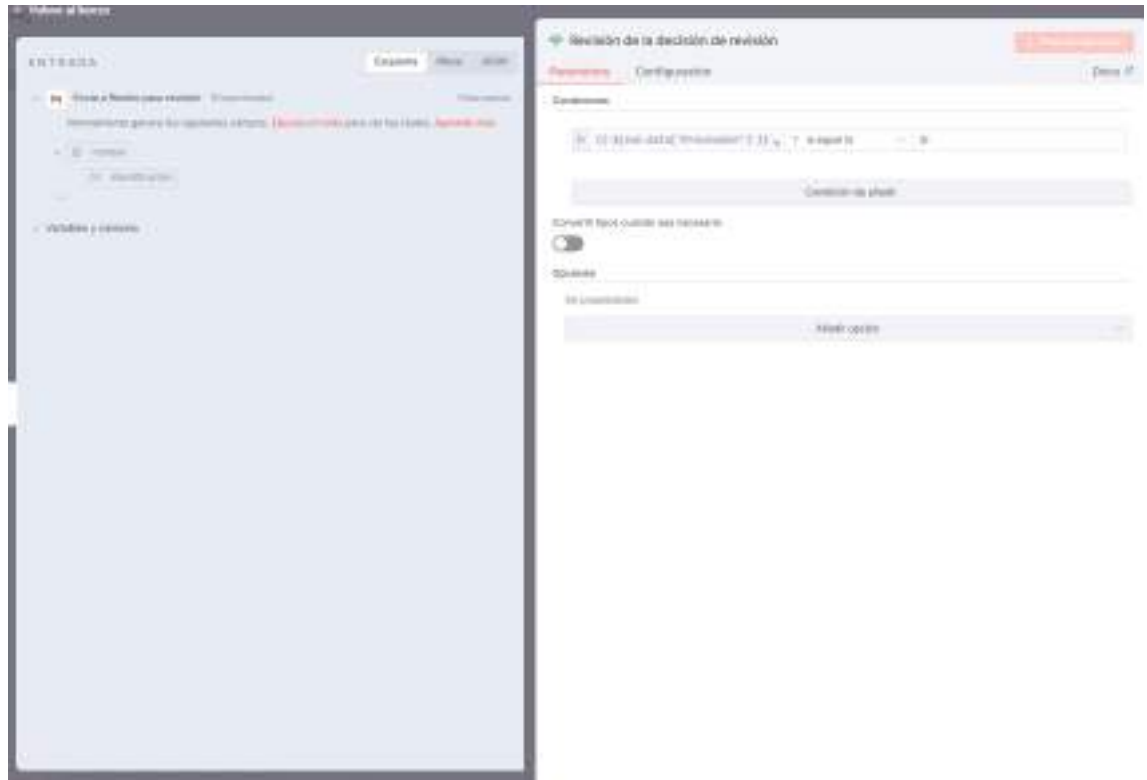
Opciones de campo  
Opción

Fuente: elaboración propia

Si el remito presenta anomalías, el flujo envía un email a un supervisor para revisión humana.

## 6) Verificar decisión de revisión

### Imagen número 14: Sexto Nodo del flujo n8n



Fuente: elaboración propia

El flujo revisa la respuesta del supervisor (“Procesado”, “Corregir”, etc.) y continúa según corresponda.

## 7) Enviar alerta de corrección

Imagen número 15: séptimo Nodo del flujo n8n



**Enviar alerta de corrección** A. Pineda de Sarmiento

**Parámetros** Configuración Docs id

Credencial con la que conectar  
Gmail account 2

Recurso  
Message

Operación  
Send

Para  
logistica\_team@yopmail.com

Asunto  
[Alerta] Remito Requiere Corrección - {{ \$('Remito Parser: AI & gent').item.json.output.numero\_remito }}

[ERROR: Sin camino de vuelta al nodo]

Tipo de correo electrónico  
Text

Mensaje  
Hola Equipo de Logística,  
  
Un remito ha sido marcado para corrección durante el proceso de revisión.

[ERROR: Sin camino de vuelta al nodo]

Opciones  
Añadir atribución ☐

Añadir opción

Fuente: elaboración propia

Si se detecta que el remito debe corregirse, el sistema envía una notificación automática al personal adecuado.

En conjunto, estos nodos permiten convertir un documento físico en datos estructurados sin intervención manual, garantizando trazabilidad, reducción de errores y disponibilidad inmediata de información





## 2.5. Antes y después del proceso

### Antes (manual):

- El chofer entrega remitos físicos.
- La base revisa uno por uno.
- Se pasan al área administrativa.
- Se cargan manualmente a Kaydat.
- El cierre de viajes sufre retrasos.

### Después (automatizado):

- El remito se digitaliza desde el inicio.
- La IA extrae toda la información.
- Los datos se cargan automáticamente.
- Solo se revisa si hay anomalías.
- El sistema genera avisos automáticamente.

El proceso se vuelve más simple, rápido y trazable.

## 2.6. Beneficios del proceso automatizado

La implementación de este flujo de digitalización documental aportará múltiples beneficios a la gestión logística de EcoRuta:

- **Reducción de tiempos de carga:** los datos de los remitos estarán disponibles en el sistema administrativo en el mismo día, sin depender del traslado físico de los documentos.
- **Disminución de errores y duplicaciones:** la automatización elimina la transcripción manual, minimizando inconsistencias en la información.
- **Mayor trazabilidad y transparencia:** cada remito digitalizado queda almacenado con fecha, hora y responsable de carga, lo que facilita auditorías internas y controles cruzados.
- **Integración operativa y administrativa:** la información de entregas podrá vincularse directamente con los registros de combustible, rutas y huella de carbono, generando una base de datos unificada.
- **Sustentabilidad y reducción del uso de papel:** la digitalización reemplaza la impresión y almacenamiento físico de documentos, contribuyendo al compromiso ambiental de la empresa.

Además, el flujo de digitalización permitirá integrar, en etapas posteriores, otros documentos logísticos (como órdenes de carga o comprobantes de combustible), extendiendo la automatización a nuevos procesos.

En conjunto, esta propuesta constituye un paso fundamental en la transformación digital de EcoRuta, ya que convierte una tarea rutinaria y manual en un proceso automatizado, trazable y sustentable. La aplicación de inteligencia artificial y OCR no solo mejora la eficiencia operativa, sino que fortalece el sistema de control documental y consolida la información necesaria para futuras etapas de análisis y optimización.

En la siguiente tabla se comparan los tiempos y métodos del proceso actual frente al flujo automatizado propuesto, evidenciando la reducción significativa en horas de carga administrativa.



**Tabla numero 4: Cuadro comparativo**

ETAPAS DEL PROCESO	METODO ACTUAL (REMITO FISICO)	METODO PROPUESTO (OCR + IA)
ENTREGA Y FIRMA DEL REMITO	Chofer entrega en papel (instantáneo)	Igual (firma en papel o digital)
REVISION DE REMITOS EN BASE	1-2 horas (según cantidad de viajes)	Inmediato (OCR automático)
TRASLADO A OFICINAS ADMINISTRATIVAS	2-4 horas	No aplica
CARGA EN SISTEMA KAYDAT	3-4 horas adicionales	Instantáneo vía integración
<i>Tiempo total</i>	<i>6-10 horas</i>	<i>Minutos</i>

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores clave de desempeño (KPIs) permitirán evaluar el impacto real de la automatización sobre la eficiencia y la trazabilidad documental.

### 2.7. Indicadores (KPIs) esperados

- Reducción del **tiempo total de cierre de viaje**: de 6-10 horas a menos de 30 minutos.
- Disminución de **errores de carga de datos**: del 15% actual (estimado en controles internos) a menos del 2%.
- Mayor **disponibilidad de información en tiempo real** para la toma de decisiones.

**Imagen número 16: Remito en papel y digital**



Fuente: elaboración propia con IA

En síntesis, la automatización de remitos representa el primer proceso implementado completamente dentro de EcoRuta, demostrando la viabilidad técnica del uso de n8n y la IA en la empresa, y constituyendo un paso clave hacia la digitalización integral del sistema logístico.

La digitalización de remitos constituye la base del sistema integrado, ya que permite relacionar cada entrega con su recorrido, consumo y posterior impacto ambiental.

### **3. Gestión inteligente de la huella de carbono**

#### **3.1. Descripción del proceso actual y justificación de la propuesta**

La medición de la huella de carbono en EcoRuta se realiza actualmente mediante un procedimiento manual basado en tres planillas: novedades de choferes, consolidado de consumos y cálculo de CO<sub>2</sub>e. Si bien el método de cálculo es correcto y está validado por la empresa, el proceso completo depende de:

- registros en papel o fotos tomadas por los choferes,
- transcripción manual de datos a Excel o Google Sheets,
- falta de estandarización en la captura de información,
- retrasos en la disponibilidad de los datos.

Como consecuencia, el área administrativa destina varias horas mensuales a interpretar planillas escaneadas, verificar legibilidad, corregir valores y cargar manualmente la información.

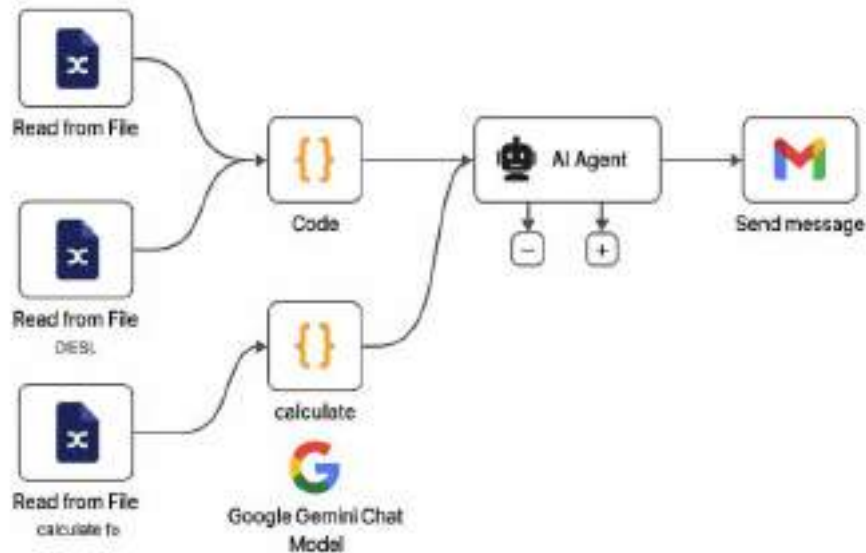
Frente a esta situación, se desarrolló un flujo en n8n que automatiza la captura, digitalización, interpretación y consolidación de los datos de consumo, dejando la planilla final lista para que la empresa aplique sus fórmulas de cálculo de emisiones.

Este flujo constituye una automatización parcial pero real, y elimina completamente la transcripción manual de datos.



### 3.2. Diseño conceptual del flujo automatizado

Imagen número 17: Flujo propuesto

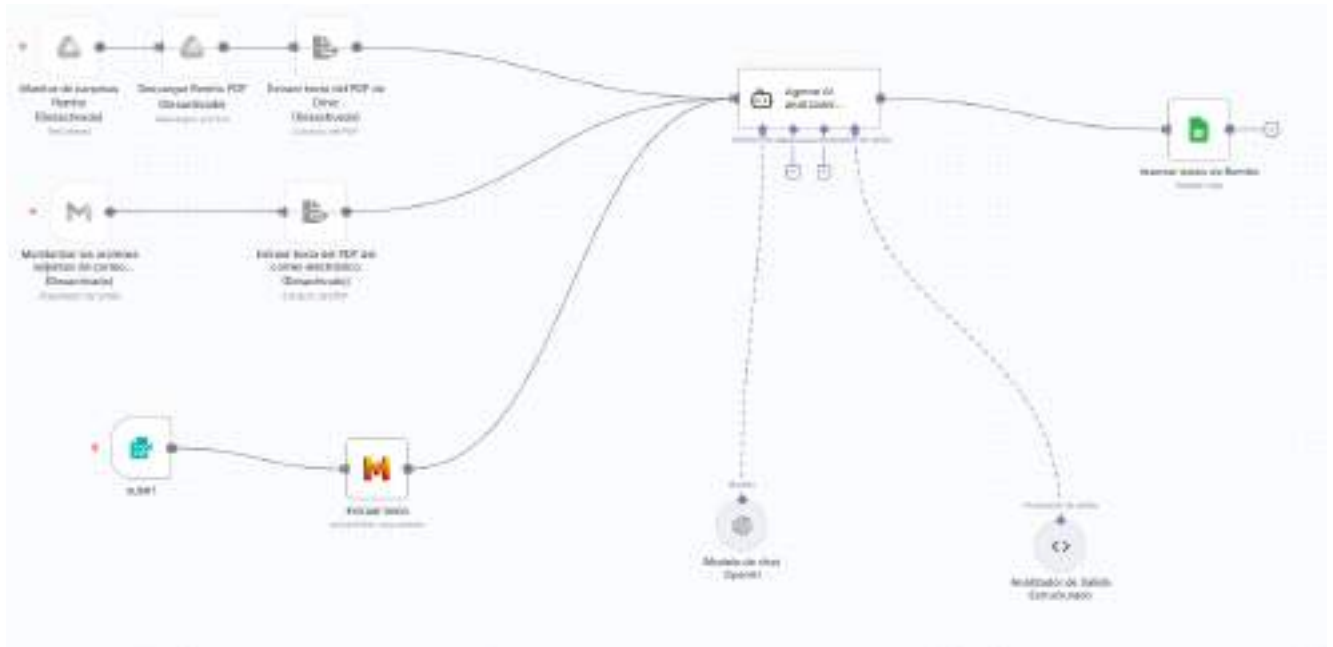


Fuente: elaboración propia

### 3.3. Diseño del flujo implementado en n8n

La siguiente figura presenta el flujo implementado en n8n para automatizar la digitalización y estructuración de los datos necesarios para el cálculo de la huella de carbono de EcoRuta. El proceso inicia con la carga de una imagen o PDF de la planilla de consumo mediante un formulario web. Luego, el flujo aplica OCR para extraer el texto del documento y utiliza un agente de inteligencia artificial para interpretar la tabla de kilómetros, consumos y datos del vehículo. Finalmente, la información es convertida en un formato estructurado y cargada automáticamente en la planilla oficial donde la empresa realiza sus cálculos de emisiones.

**Imagen número 18: Flujo real n8n**



Fuente: elaboración propia

### 3.4. Explicación nodo por nodo

#### 1) Carga del archivo desde un formulario

Se creó un formulario web en n8n para que los choferes o el personal administrativo puedan cargar una imagen o PDF de la planilla de consumo diario/mensual.

Características del nodo:

- URL pública generada automáticamente por n8n.
- Campo de archivo configurado como *Subircombustible*.
- Título del formulario: *Subir consumo (imagen o PDF)*.
- Acceso inmediato desde celular o computadora.

Función:

Permite iniciar el flujo sin necesidad de enviar archivos por WhatsApp ni manipular papeles.



Imagen número 19: Primer Nodo del flujo n8n

subir1

Paso de ejecución

Parámetros

Configuración

Docs 127

URLs de formularios

URL de prueba

URL de producción

<https://n8n.sahgroup.com/api/form-test/42ab1ba8-0c97-4dba-a9e6-856d7a052485>

Autenticación

None

Título del formulario

Subir Renito (PDF)

Descripción de la forma

subir la imagen de consumo

Elementos de forma

Nombre del campo

Subcombustible

Tipo de elemento

Fila

Archivos múltiples

Tipos de archivo aceptados

.pdf

Deja vacío para permitir todos los tipos de archivo

Campo Obligatorio

Añadir elemento de forma

Responder cuando

Form Is Submitted

Fuente: elaboración propia

## 2) Extracción de texto mediante OCR (Nodo *Extraer texto*)

Una vez recibido el archivo, n8n lo envía al módulo OCR usando el modelo mistral-ocr-latest.

Configuración:

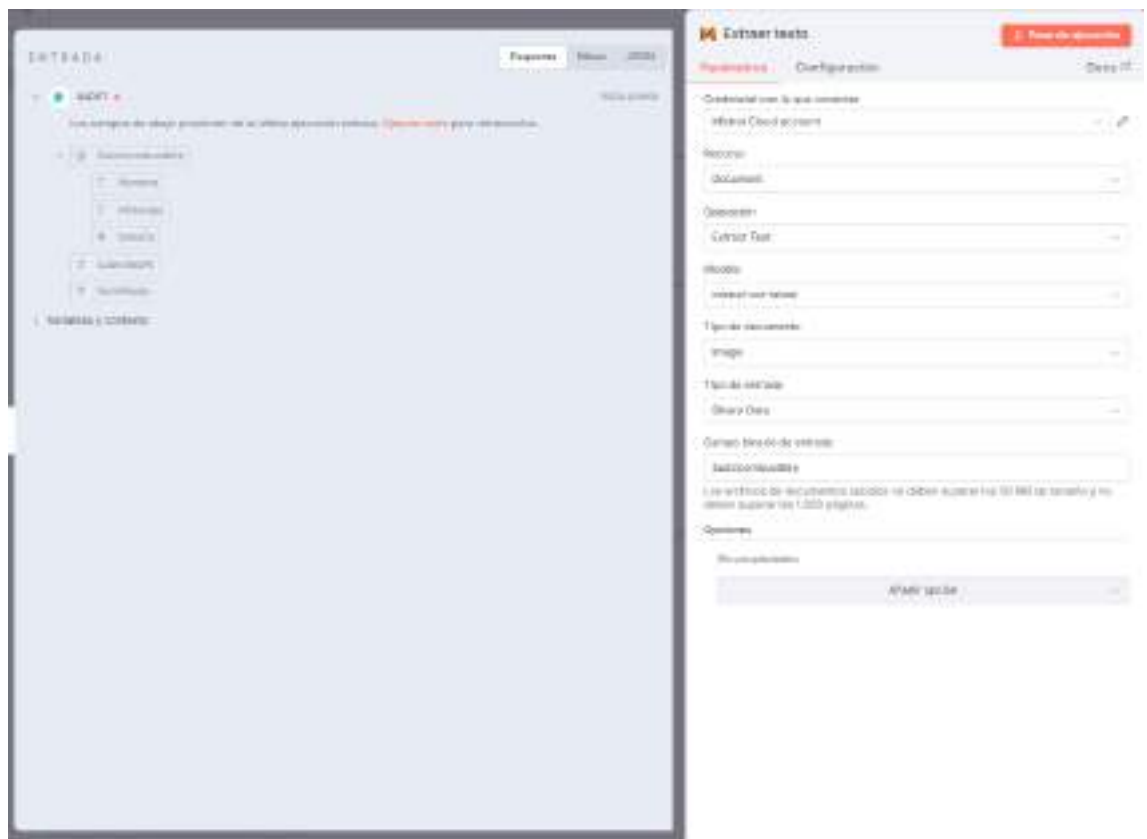
- Recurso: *Document*.
- Operación: *Extract Text*.
- Tipo de documento: *Image*.
- Entrada: *Binary Data*.
- Campo binario: *Subircombustible*.

Función:

Convierte la foto o PDF en texto digital legible para la IA, incluyendo tablas, números y fechas.

Este paso reemplaza la lectura manual de planillas con mala calidad visual o fotos tomadas desde el celular.

### Imagen número 20: Segundo Nodo del flujo n8n



Fuente: elaboración propia





### 3) Procesamiento mediante un Agente de IA (Nodo *Agente del analizador*)

Aquí ocurre la parte más importante del proceso. El texto extraído por OCR se envía a un agente de IA configurado para interpretar tablas de consumo de vehículos.

Prompt utilizado (versión exacta):

Eres un analizador inteligente de tablas de vehículos y consumos.

Te proporcionaré texto extraído de un PDF o imagen.

INICIO DEL TEXTO

{{ \$json.pages[0].markdown }}

FIN DEL TEXTO

Tu tarea es:

Extraer los siguientes campos, dejando "" si no existen:

CHOFER

TRACTOR

FECHA INICIO

SEMI

FECHA FIN

INICIAL

FINAL

ORIGEN

RECORRIDO

DESTINO

COMBUSTIBLE

CONSUMO

Si la tabla tiene varias filas, devuelve una lista de objetos, uno por fila.

Qué hace la IA en esta etapa:

- Lee la tabla incluso si está torcida, con tachaduras o en baja resolución.

- Interpreta filas como viajes individuales.

- Identifica odómetro inicial y final.

- Extrae datos clave para el cálculo posterior.

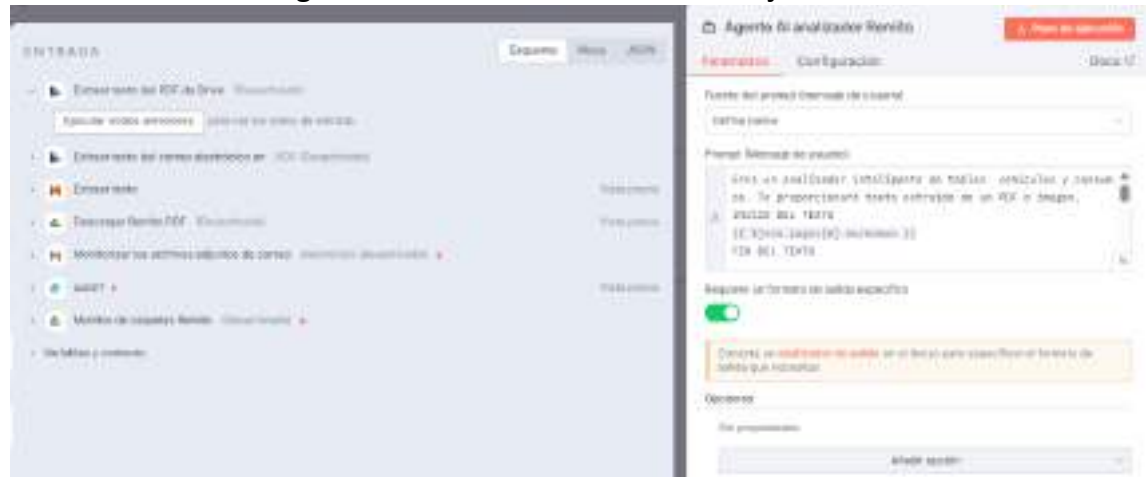
- Estructura la información en formato JSON, lista para Insertar en

Google Sheets.

Función:

Estandariza la información, incluso si las planillas llegan con formatos distintos.

Imagen número 21: Tercer Nodo del flujo n8n



Fuente: elaboración propia

#### 4) Inserción automática en Google Sheets

Este nodo guarda automáticamente cada fila analizada por la IA en la planilla oficial que EcoRuta usa para cálculos administrativos.

Configuración técnica:

- Operación: *Append Row*.
- Documento: *agustina*.
- Hoja: *huella*.
- Mapeo manual de columnas, por ejemplo:

Columna en Sheets	Código del nodo
chofer	{{ \$json.output.CHOFER }}
tractor	{{ \$json.output.TRACTOR }}
semi	{{ \$json.output.SEMI }}
fecha inicio	{{ \$json.output.INICIAL }}
fecha fin	{{ \$json.output.FECHA_FIN }}
inicial	{{ \$json.output.INICIAL }}
final	{{ \$json.output.FINAL }}
combustible	{{ \$json.output.COMBUSTIBLE }}
consumo	{{ \$json.output.CONSUMO }}

Función:

Envía los datos sin errores a la base consolidada de consumo, lista para aplicar las fórmulas de emisiones.

**Imagen número 22: Cuarto Nodo del flujo n8n**

[illegible]

Fuente: elaboración propia

**Imagen número 23: Captura de Google Sheets**

id	chefe	trator	semi	fecha inicio	fecha fin	inicial	final	recorrido	combustible	consumo
2		AQ 357.86	AQ 518.82		11.8.26			-		
3	Alberto	AQ 2570K	AC 518.80	882.342	11.9.26	882.342	884.908	884.568-882.342		
4	Alberto	AQ 2570K	AC 518.80	882.342	11.9.26	882.342	884.908		2166	875.17

Fuente: elaboración propia

### 3.5. Resultado del flujo implementado

Gracias a este flujo, el proceso pasa de ser totalmente manual a:

ANTES (manual):

- Fotos enviadas por WhatsApp.
- Planillas en papel o imágenes ilegibles.
- Horas de carga manual en planilla.
- Errores de transcripción.
- Falta de trazabilidad.

DESPUÉS (automatizado):

- Carga directa desde formulario web.
- OCR convierte la imagen en texto.



- IA interpreta la tabla y genera datos limpios.
- Google Sheets se completa automáticamente.
- La empresa solo aplica las fórmulas que ya usa para el cálculo de CO<sub>2</sub>e.

Comparación del proceso actual y el proceso automatizado

**Tabla número 5: Cuadro comparativo**

ETAPAS DEL PROCESO	METODO ACTUAL (MANUAL)	METODO AUTOMATIZADO (N8N + IA)
Registro de datos	Planillas en papel o fotos	Carga mediante formulario digital
Lectura de datos	Lectura manual	OCR + IA estructuran la tabla
Carga en planilla consolidada	Transcripción manual	Inserción automática en Google Sheets
Control de errores	Revisión visual	Datos estandarizados por IA
Disponibilidad de datos	Demoras de días	Inmediata
Tiempo total	Varias horas mensuales	Minutos

Fuente: Elaboración propia

### Alcance de la automatización y pasos futuros

Hoy, la automatización logra:

- Digitalización total de la captura de datos
- Eliminación del trabajo manual de transcripción
- Normalización de los registros
- Trazabilidad completa del consumo por vehículo
- Dataset listo para aplicar fórmulas de CO<sub>2</sub>e

El cálculo exacto de emisiones (densidades y coeficientes TTW) continúa realizándose en la propia planilla, como EcoRuta lo hace desde hace dos años.

En una segunda etapa, n8n podría también:

- calcular automáticamente el consumo por 100 km,
- aplicar coeficientes TTW,
- generar reportes mensuales,
- emitir alertas cuando una unidad presente consumos anómalos.

### 3.6. Beneficios esperados de la automatización del proceso de huella de carbono



### **Operativos**

- Eliminación de la transcripción manual de datos.
- Consolidación automática de consumos por vehículo.
- Disponibilidad inmediata de la información.
- Reducción de errores por interpretación de planillas.

### **Económicos**

- Ahorro de tiempo administrativo mensual.
- Disminución de horas hombre destinadas a carga manual.
- Mayor precisión en la identificación de ineficiencias de consumo.

### **Ambientales**

- Registro preciso del consumo real por viaje.
- Base de datos lista para calcular CO<sub>2</sub>e sin retrasos.
- Mejora de la trazabilidad ambiental del proceso logístico.
- Posibilidad de identificar unidades con emisiones anómalas.

### **Culturales / de Gestión**

- Mayor profesionalización del monitoreo ambiental.
- Uso transparente de datos para decisiones sostenibles.
- Integración del enfoque ambiental en la rutina operativa.
- Fomento de prácticas sistemáticas dentro del equipo

#### **3.7. Indicadores esperados (KPIs)**

- Tiempo total de carga mensual de consumos (objetivo: reducirlo entre 50% y 80%).
- Cantidad de registros cargados automáticamente por mes.
- Porcentaje de errores de transcripción detectados (objetivo: < 2%).
- Variación del consumo promedio por 100 km por unidad.
- Identificación temprana de outliers de consumo (>20% por encima del promedio).
- Disponibilidad mensual de la información ambiental (objetivo: cierre antes del día 5 de cada mes).

En conclusión el flujo de huella de carbono implementado constituye una automatización real y funcional, que mejora significativamente los tiempos administrativos, la calidad de los datos y la trazabilidad climática de la empresa. Este proceso se integra naturalmente con los flujos de planificación de rutas y remitos digitalizados, conformando un ecosistema que acerca a EcoRuta a una logística más eficiente, digital y sostenible.

### **4. Estrategia de implementación gradual**

La incorporación de inteligencia artificial en EcoRuta requiere un proceso progresivo que permita introducir cambios de manera ordenada, reducir riesgos y acompañar el aprendizaje del equipo. En lugar de implementar todas las automatizaciones simultáneamente, se propone una estrategia gradual organizada en fases, donde cada etapa agrega valor, consolida capacidades y habilita avanzar hacia la siguiente con mayor madurez organizacional.

### **Fase 1: Implementación piloto sobre procesos críticos**

En una primera etapa se propone trabajar sobre un conjunto de procesos seleccionados por su impacto directo en la eficiencia operativa y administrativa. Esta fase se centra en:

- **la digitalización de remitos mediante OCR**, proceso que ya cuenta con un flujo funcional dentro de n8n y que permite reducir tiempos administrativos, disminuir errores y disponer de información trazable;
- **el diseño conceptual del módulo de planificación inteligente de rutas**, que servirá como base para su futura implementación.

El objetivo de esta fase es validar la utilidad de la herramienta, medir beneficios en ciclos cortos y obtener retroalimentación del personal para realizar ajustes antes de avanzar a una escala mayor.

### **Fase 2: Integración progresiva con los sistemas internos**

Una vez validadas las mejoras iniciales, la segunda etapa busca fortalecer la integración y la consistencia de la información operativa. Esta fase incluye:

- **la vinculación de los flujos automatizados con las planillas internas y Kaydat**, de manera que la información administrativa, logística y ambiental circule de forma más ordenada;
- **la estandarización del registro digital de consumo y kilómetros**, como paso previo a automatizar el cálculo de la huella de carbono;
- **la consolidación de métodos de trabajo**, capacitando al equipo para adoptar prácticas digitales de forma sostenida.

Esta fase permite que las automatizaciones comiencen a formar parte estable del funcionamiento diario de la empresa.

### **Fase 3: Automatización ampliada y monitoreo sistemático**

En una tercera etapa, EcoRuta podrá avanzar hacia una visión más integral de sus procesos digitales, incorporando automatizaciones que conecten información operativa, administrativa y ambiental de manera fluida. Esta fase contempla:

- **la implementación del flujo automatizado para el cálculo de la huella de carbono**, basado en el prototipo conceptual desarrollado en el presente trabajo;
- **la generación de reportes y alertas automáticas**, que faciliten el seguimiento del desempeño de cada unidad;
- **la construcción de indicadores comparativos** que reflejen, en tiempo real, costos, consumos y emisiones.

Este conjunto de herramientas permitirá fortalecer tanto la eficiencia operativa como la gestión sustentable de la empresa.

**Imagen número 24: Grafico de implementación**



Fuente: elaboración propia

## **5. Gestión del cambio y capacitación**

La incorporación de nuevas tecnologías en EcoRuta no depende únicamente de su viabilidad técnica, sino también de la capacidad de la organización para adoptarlas de manera gradual, comprendiendo su utilidad y reduciendo posibles resistencias. Por ello, la gestión del cambio se plantea como un componente central dentro de la estrategia de implementación.

La digitalización de procesos, como la automatización de remitos o el cálculo automatizado de huella de carbono, implica modificar rutinas de trabajo que durante años se realizaron de forma manual. Para acompañar este proceso, se propone un plan de capacitación breve, práctico y orientado a los distintos roles de la empresa. Su objetivo es que cada persona entienda qué cambia, por qué cambia y cómo la tecnología puede facilitar su labor, sin reemplazar la experiencia ni el criterio humano.

El mensaje clave que se busca transmitir es que la automatización no sustituye a las personas, sino que elimina tareas repetitivas, reduce errores y libera tiempo para actividades de mayor valor, como la supervisión operativa, la planificación y la mejora continua.

Para facilitar esta transición, se recomienda un esquema de formación dividido en tres momentos:

- Taller 1: Jefatura y coordinación

Enfocado en comprender el funcionamiento general de los flujos automatizados, su impacto estratégico y cómo permiten ordenar la información para la toma de decisiones. Se trabajará con ejemplos concretos vinculados a rutas, remitos y huella de carbono.

- Taller 2: Área administrativa

Orientado al uso operativo de las herramientas digitales: lectura de paneles, validación de datos, interpretación de los remitos digitalizados y revisión de información cargada automáticamente. Este taller busca fortalecer la confianza en el nuevo sistema y mejorar la calidad del dato.

- Taller 3: Choferes

De carácter práctico y accesible, centrado en la digitalización del remito, el uso del formulario de carga y el rol de la IA en la reducción de tareas manuales. Se explicarán los beneficios directos para el trabajo diario: menos trámites, menos pérdidas de documentos y mayor agilidad en el cierre de viajes.

Además de la capacitación, se recomienda acompañar el proceso con una estrategia de comunicación interna simple y constante, que resalte beneficios concretos como la reducción de errores, mayor seguridad operativa, ahorro de combustible y un impacto ambiental positivo.

Una gestión del cambio cercana, progresiva y orientada al aprendizaje permitirá que las nuevas herramientas se integren naturalmente en la cultura de trabajo de EcoRuta, consolidando la digitalización como parte del día a día de la empresa.





## Recomendaciones

A partir del diagnóstico realizado y de la propuesta de automatización presentada, se identifican una serie de acciones que permitirán consolidar la digitalización en EcoRuta y avanzar hacia una gestión logística más eficiente, trazable y sustentable. Las siguientes recomendaciones priorizan intervenciones realistas y aplicables en el corto y mediano plazo, así como propuestas de mejora futura que acompañen la evolución tecnológica de la empresa.

### 1. Consolidar la digitalización de remitos como proceso permanente

Dado que la automatización mediante OCR es el primer flujo plenamente implementado y validado en EcoRuta, se recomienda:

- formalizar su uso diario dentro del circuito operativo
- capacitar al personal administrativo para interpretar los datos digitalizados
- ampliar gradualmente los campos del formulario de carga
- generar un tablero simple para visualizar remitos procesados y pendientes

Este proceso constituye el punto de partida para una digitalización más profunda, por lo que su consolidación es clave para avanzar sobre otras automatizaciones.

### 2. Avanzar en la construcción del módulo de planificación inteligente de rutas

Si bien el proceso de rutas se encuentra en etapa conceptual, su desarrollo progresivo permitirá:

- estandarizar la asignación de recorridos
- reducir la dependencia exclusiva del criterio humano
- obtener datos comparables entre viajes
- integrar información de consumo y tiempos

Se recomienda completar el prototipo en n8n e iniciar pruebas internas con un conjunto reducido de destinos, antes de su implementación ampliada.

### 3. Digitalizar la carga operativa vinculada al cálculo de huella de carbono

El proceso ambiental actual funciona, pero depende de múltiples pasos manuales. Para facilitar un seguimiento más dinámico y reducir errores, se recomienda:

- reemplazar gradualmente las planillas en papel por formularios digitales
- unificar los registros de kilómetros y consumo en una única planilla digital
- avanzar en la implementación del flujo automatizado diseñado en n8n
- establecer un calendario de cierre mensual automático de emisiones

Esto permitirá disponer de indicadores ambientales confiables y fácilmente comparables.

### 4. Integrar progresivamente los tres procesos en un sistema unificado

En lugar de automatizar cada circuito por separado, se recomienda avanzar hacia una integración gradual, donde:

- la planificación de rutas alimente proyecciones de consumo



- los remitos digitalizados se vinculen a los viajes efectivamente realizados
- los datos de huella de carbono se conecten con la gestión operativa
- áreas como logística, administración y ambiente trabajen sobre bases compartidas

Esto permitirá construir una visión completa del desempeño de la empresa, reduciendo duplicación de datos y mejorando la toma de decisiones.

#### **5. Telemetría: recomendación estratégica a futuro**

Si bien actualmente la telemetría no resulta viable para la empresa debido a sus costos de instalación y mantenimiento, se recomienda considerarla como una mejora futura a mediano o largo plazo.

Su incorporación permitiría:

- obtener datos en tiempo real sobre consumo, frenadas, ralentí y eficiencia
- detectar desvíos y comportamientos de manejo
- fortalecer el cálculo de huella de carbono con datos automatizados
- vincular la información ambiental con decisiones operativas diarias

La telemetría no debe ser una prioridad inmediata; sin embargo, puede transformarse en un componente clave de la estrategia digital de EcoRuta cuando la empresa haya consolidado sus procesos básicos de automatización.

#### **6. Mantener un proceso continuo de capacitación y comunicación interna**

Para sostener la adopción tecnológica, se recomienda:

- realizar capacitaciones periódicas sobre nuevas herramientas
- generar espacios de consulta para dudas operativas
- reforzar la comunicación interna sobre beneficios y mejoras
- reconocer avances y aprendizajes del equipo

Este acompañamiento fortalecerá la cultura digital y garantizará la continuidad de los procesos implementados.

#### **7. Fortalecer el rol organizacional responsable de la digitalización**

Se recomienda que EcoRuta designe formalmente un referente o pequeño equipo responsable de coordinar las iniciativas de digitalización y automatización. Contar con roles definidos facilita la continuidad del proceso, evita depender exclusivamente del criterio individual y permite una supervisión más clara de los avances y de las necesidades técnicas y operativas.

#### **8. Definir indicadores para evaluar el impacto de las automatizaciones**

Para asegurar que las implementaciones generen mejoras sostenidas, se sugiere establecer un conjunto de métricas que permitan monitorear su desempeño, tales como:

- tiempo promedio de procesamiento de remitos
- tasa de errores administrativos
- kilómetros recorridos vs. consumo de combustible
- emisiones de CO<sub>2</sub> por cliente, ruta o unidad
- tiempos de carga administrativa
- cantidad de tareas manuales eliminadas

Estos indicadores facilitarán la toma de decisiones basada en datos y permitirán evidenciar los beneficios concretos de la digitalización.



## Conclusiones

El presente trabajo analiza en profundidad los procesos logísticos, documentales y ambientales de EcoRuta y evidencia cómo la falta de digitalización impacta en su desempeño diario. El diagnóstico realizado muestra una fuerte dependencia de prácticas manuales: la planificación de rutas basada en la experiencia individual, remitos físicos sin estandarización y registros ambientales dispersos. Esta manera de operar resulta funcional en lo inmediato, pero genera demoras, retrabajos, errores y dificultades para acceder a información confiable en tiempo real.

A partir de este punto de partida, el trabajo integra soluciones tecnológicas que buscan modernizar la gestión de la empresa de manera concreta. La automatización documental mediante OCR constituye el primer flujo plenamente operativo en n8n y permite digitalizar remitos, extraer información mediante IA y cargarla de forma automática en una base estructurada. Este avance mejora la trazabilidad y reduce tiempos administrativos, abriendo la puerta a una gestión más ordenada y eficiente.

Junto a este desarrollo, se presentan dos procesos complementarios que amplían el alcance de la transformación digital. El prototipo de planificación inteligente de rutas organiza la lógica necesaria para evolucionar hacia un sistema basado en datos, capaz de optimizar recorridos y reducir kilómetros recorridos y tiempos de servicio. Por su parte, el flujo de cálculo automatizado de la huella de carbono reproduce digitalmente el procedimiento manual que actualmente realiza la empresa, integrando OCR, IA y automatización de cálculos en Google Sheets. Si bien funciona técnicamente, su implementación total aún requiere ajustes internos y validación de datos.

El análisis ambiental basado en registros reales resalta la importancia de contar con datos energéticos consistentes para evaluar el desempeño de la flota y orientar decisiones tanto operativas como sostenibles. La automatización de este proceso representa un avance hacia una gestión más transparente y alineada con estándares de medición reconocidos.

El trabajo también demuestra que la incorporación de tecnología implica más que el desarrollo de herramientas. La adopción efectiva requiere comunicación, capacitación y acompañamiento al personal, elementos que permiten integrar cambios de manera gradual y evitar resistencia interna. La propuesta de implementación progresiva se vuelve, por lo tanto, un eje central para lograr una transición exitosa.

En conjunto, el trabajo muestra que la automatización constituye una oportunidad concreta para mejorar la eficiencia operativa, reducir errores y fortalecer la trazabilidad de EcoRuta. Los desarrollos presentados prueban que la transformación digital es viable con herramientas accesibles y que, mediante una integración ordenada y participativa, la empresa puede avanzar hacia un modelo de gestión más moderno, escalable y preparado para los desafíos futuros del sector.

## Referencias

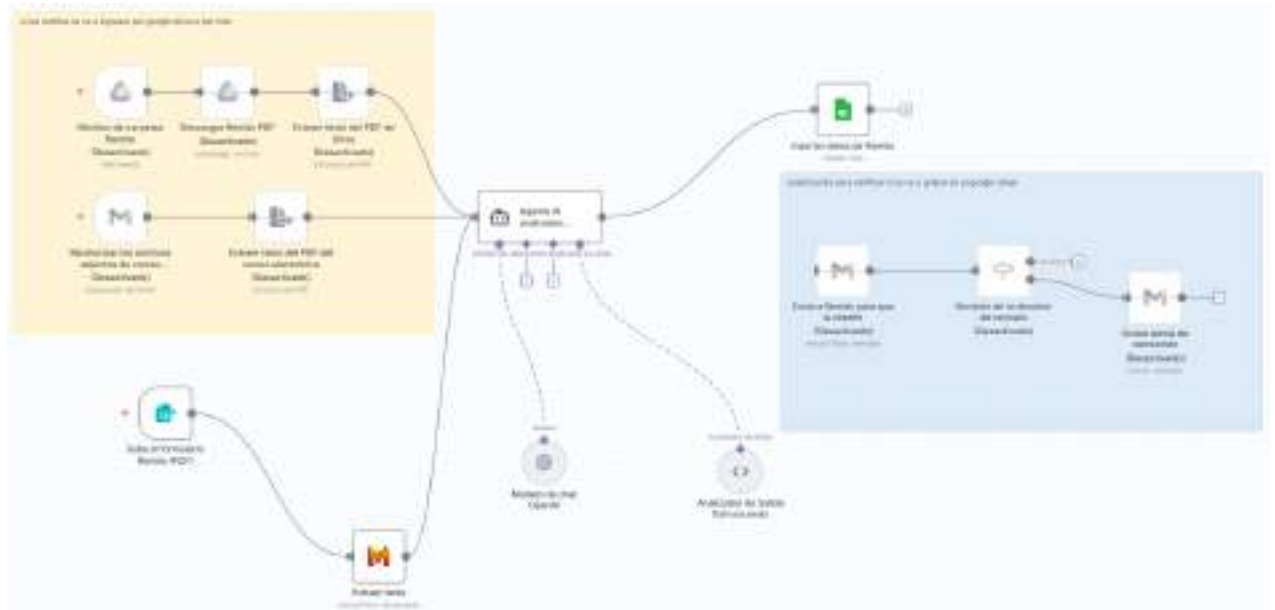
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro* (5.ª ed.). Pearson.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *Adopción digital en América Latina: desafíos y oportunidades*. BID.
- Baryannis, G., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). Predictive analytics and artificial intelligence in supply chain management: Review and implications for the future. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106024.
- Beske-Janssen, P., Johnson, M., & Schaltegger, S. (2015). 20 years of performance measurement in sustainable supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 20(6), 664–680. <https://doi.org/10.1108/SCM-06-2015-0216>
- Christopher, M. (2016). *Logística y gestión de la cadena de suministro* (5.ª ed.). Pearson.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). *Transformación digital en logística y transporte*. CEPAL.
- Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, 96(1), 108–116.
- European Environment Agency. (2021). *CO<sub>2</sub> emission factors for transport fuels*. EEA.
- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2013). *Introduction to logistics systems planning and control* (2nd ed.). Wiley.
- Google. (2024). *Google Sheets API documentation*. <https://developers.google.com/sheets/api>
- Harvard Business Review. (2025). Implementing AI in logistics. *HBR Magazine*, enero–febrero.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC.
- Kotter, J. P. (2012). *Leading change*. Harvard Business Review Press.
- McKinsey & Company. (2022). *AI-enabled supply chain management: The next frontier of efficiency and resilience*. McKinsey Global Institute.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina. (2022). *Factores de emisión de combustibles líquidos para inventarios GEI*. Gobierno de Argentina.
- n8n. (2024). *Workflow automation documentation*.
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. ONU.
- OpenAI. (2024). *OCR and AI agent capabilities*.
- PwC. (2023). *The impact of automation and intelligent workflows in logistics*. PricewaterhouseCoopers.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

## Apéndice

## Flujos completos desarrollados en n8n

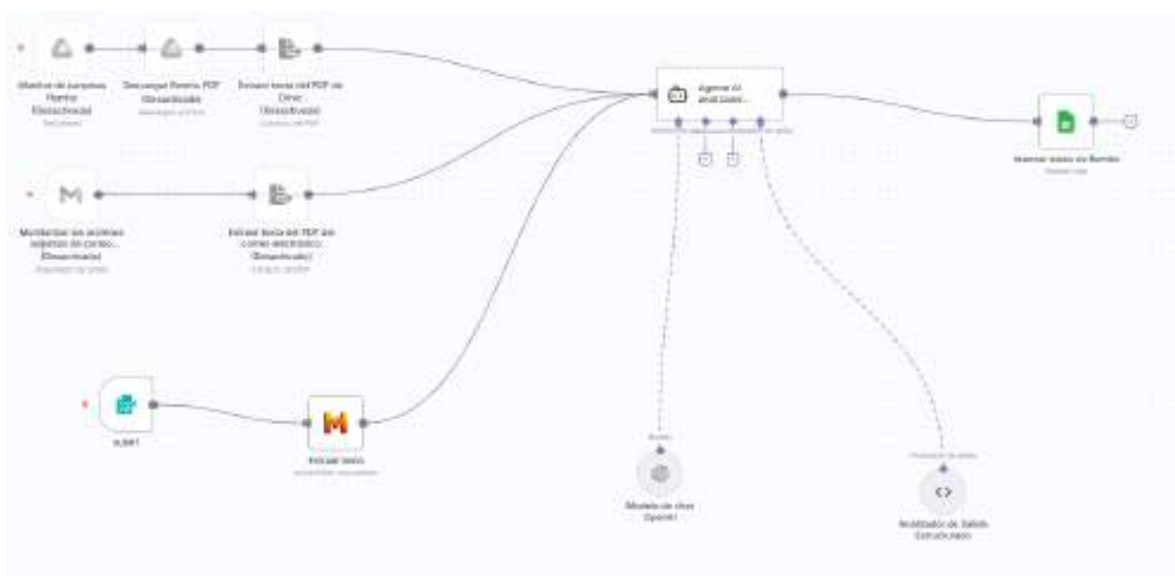
A continuación, se presentan las capturas completas de los flujos automatizados implementados o diseñados en el marco de la tesis. Las imágenes permiten visualizar la estructura general, los nodos utilizados y la lógica interna de cada proceso.

## Flujo completo de automatización de remitos (OCR + IA)



Fuente: elaboración propia

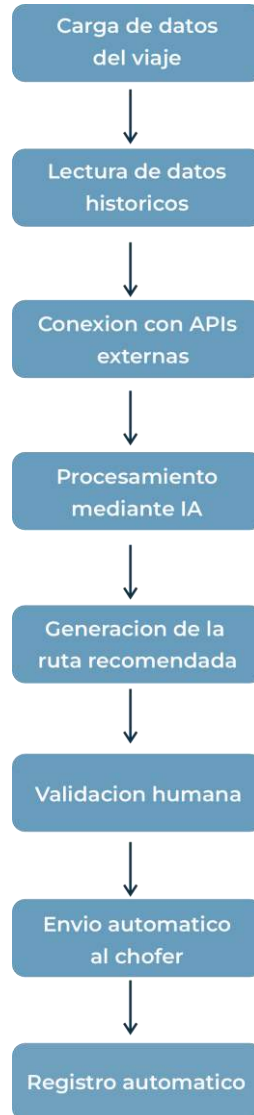
## Flujo completo de cálculo automatizado de huella de carbono



Fuente: elaboración propia



### Prototipo conceptual del flujo de planificación inteligente de rutas



Fuente: elaboracion propia

### Prompts utilizados en los flujos de n8n

En este apartado se incluyen los prompts utilizados para guiar a los modelos de inteligencia artificial dentro de los flujos automatizados. Se presentan tal como fueron utilizados en los nodos correspondientes.

#### Prompt del flujo OCR de remitos

Prompt utilizado:

*Eres un analizador inteligente de remitos argentinos. Recibirás el texto extraído y debes devolver los datos clave del documento de forma estructurada.*

El agente extrae datos como:



- número de remito
- fecha
- CUIT
- emisor y destinatario
- productos y cantidades
- firma y aclaración
- condiciones de entrega

### **Prompt del flujo de cálculo de huella de carbono**

Prompt utilizado (versión exacta):

Eres un analizador inteligente de tablas de vehículos y consumos.

Te proporcionaré texto extraído de un PDF o imagen.

INICIO DEL TEXTO

```
{{ $json.pages[0].markdown }}
```

FIN DEL TEXTO

Tu tarea es:

Extraer los siguientes campos, dejando "" si no existen:

CHOFER

TRACTOR

FECHA INICIO

SEMI

FECHA FIN

INICIAL

FINAL

ORIGEN

RECORRIDO

DESTINO

COMBUSTIBLE

CONSUMO

Si la tabla tiene varias filas, devuelve una lista de objetos, uno por fila.