



UNIVERSIDAD DE BELGRANO

TESINA DE GRADO

**“Implementación de tecnología Blockchain para la optimización de procesos
documentales en la distribución de productos de consumo masivo”**

Carrera: Licenciatura en Logística Integral

Autor: Nieto, Pablo Andrés

Matricula: ID 000-19-6181

Tutor: Castell, Federico

Fecha: Mayo, 2026

Agradecimientos:

Agradezco a mis profesores, que con su profesionalismo y dedicación han transmitido los conocimientos y valores necesarios para honrar la profesión. A mi familia, que siempre me ha impulsado a superarme y han sido un sostén en momentos de flaqueza.

“Tengo que aprender a volar; entre tanta gente de pie” – Luis Alberto Spinetta

Índice

Contenido

INTRODUCCION	7
ABSTRACT	9
KEYWORD.....	11
CAPITULO I. PLANTEO DE LA PROBLEMÁTICA	12
1.2 Pregunta de Investigación.....	12
1.3 Justificación	13
CAPITULO II. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo General.....	14
2.2 Objetivos Específicos	14
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	15
CAPITULO IV. MARCO TEÓRICO.....	16
4.1 Blockchain.....	16
4.1.1 Historia	16
4.1.2 ¿Qué es blockchain?	18
4.1.2.2 Descentralización y la reglamentación	23
4.1.2.3 Clasificación de Redes.....	24
4.1.2.4 Encriptación.....	25
4.2 Hyperledger Fabric Framework.....	26
4.2.1 Historia	26

4.2.2 Consenso en Hyperledger Fabric.....	27
4.2.3 Chaincode	28
4.2.4 Redes Permissionadas	29
4.2.5 IBM Food Trust	30
4.3 Cadenas de Suministro y Logística	33
4.3.1 El Rol de la logística.....	34
4.3.2 Gestión de la Información	35
4.4 Distribución de Última Milla.....	36
4.4.1 Definición y Características	36
4.4.2 Desafíos de la Distribución	37
4.4.3 Ley 70-30 Grandes Clientes vs Distribuidoras.....	38
4.4.4 Gestión de Conformes	39
4.4.5 Logística Inversa.....	40
4.5 Transporte y Marco Regulatorio.....	41
4.5.1 Clasificación	41
4.5.2 Tipos de Transporte	42
4.5.3 Habilitaciones	43
Capitulo V. CASOS DE EXITO	44
5.1 Caso Walmart.....	44
5.2 Caso Nestle	45
Capitulo VI. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION.....	47

6.1 Análisis de Proceso Actual (AS-IS).....	48
6.1.1 Descripción de la Cadena de Suministro de Nestle en AMBA	49
6.1.2 Proceso de conformación de entregas	51
6.1.3 Ineficiencias.....	54
6.1.4 Parámetros Cuantificables del Modelo AS-IS	55
6.2 Simulación de Proceso Mejorado Futuro (TO BE)	58
6.2.1 Implementación de IBM Food Trust	58
6.2.2 Escenarios Propuestos	60
6.3 Comparación AS IS vs. TO BE según escenarios propuestos.....	62
CAPITULO VII. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	64
7.1 Consideraciones.....	64
7.2 Estructura de Costos	64
7.3 Flujo de Fondos Proyectados por Año.....	65
7.4 Indicadores de Rentabilidad del Proyecto	66
CAPITULO VIII. ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE LA ADOPCIÓN	68
8.1 Aspectos.....	68
8.2 Factores Técnicos	68
8.3 Factores Organizacionales	70
8.4 Factores Regulatorios	71
CAPITULO IX. CONCLUSIÓN.....	73
9.1 Síntesis AS IS	73

9.2 Síntesis TO BE	74
9.3 Fundamentos Finales	76
CAPITULO X. LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACION	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS	83
ANEXO A	83

INTRODUCCION

El presente trabajo pretende detallar el flujo de información que tiene influencia con la distribución de productos de consumo masivo en la región metropolitana de Buenos Aires. El propósito es encontrar nudos críticos en los procesos, e implementar nuevas tecnologías para agilizar los procesos involucrados en la cadena.

En Argentina, es innegable que muchos de los avances tecnológicos demoran más de la cuenta, y muchas veces el rechazo para la implementación de estos es determinante (Estenssoro, 2021). Los procesos administrativos involucrados en una cadena logística muchas veces son estructuralmente rígidos y no cuentan con demasiados avales para desarrollar mejoras, solo porque “funcionan”. En múltiples situaciones aún los procesos se rigen por documentos físicos (remitos, facturas, vales, etc.), que en otros lugares del mundo encontrarían estos circuitos obsoletos y anticuados.

Estos cambios que empiezan a suceder en el mundo, donde según Lidell (2024), las cadenas de suministro están migrando hacia una transformación digital la cual alimenta a los flujos de información que involucran a los procesos. Esta revolución ha alcanzado a las cadenas de suministros globales, cambiando paradigmas para agilizar y efficientizar flujos. La información ha ganado una preponderancia por la velocidad, transparencia y seguridad con la que se debe transmitir.

En la presente investigación se tomará como caso testigo la distribución de última milla que realiza la empresa Transportes Furlong S.A. para los productos de Nestlé en la región metropolitana de Buenos Aires y se analizará el proceso de distribución de la mercadería. Así como la preparación del ruteo, preparación, distribución, conforme y la logística inversa. Como se ha mencionado anteriormente, algunos de esos procesos aún

se realizan de forma física, lo que genera múltiples desvíos, retrasos y faltas de trazabilidad de las entregas.

Según Uehara (2024) la tecnología Blockchain es la Revolución Industrial de la era digital. De este tipo de tecnología, se desprenden distintas herramientas y desarrollos que son útiles en procesos a distintos niveles. Partiendo desde los pilares fundamentales de esta tecnología los cuales son la trazabilidad, la integración, la descentralización y la seguridad. En el desarrollo de esta investigación abordara estas características intrínsecas de cada una, sumadas a una de las herramientas más potentes de esta tecnología, los Smart contracts (o contratos inteligentes).

Estas tecnologías también encuentran su sustento en la Internet 4.0, donde Garrell Guiu y Guílera Agüera (2019) sostienen que la comprensión de estas tecnologías nos permitirá optimizar los procesos productivos de la tercera Revolución Industrial, basándonos en las herramientas desarrolladas en línea con la “Internet of Things” (IoT). En base a estos parámetros, son útiles los desarrollos en tecnologías de Radiofrecuencia (o RFID) o telemetría de los camiones, incluso con aplicaciones basadas en estas tecnologías, se puede realizar un rápido inventario de una carga, pudiendo de esta forma conformar una entrega de forma casi inmediata.

Por último, y como corolario al proceso, se desarrollará la parte económica-financiera que está relacionada con todo el proceso. Para dicho fin, utilizaremos una herramienta que se desprende de la tecnología Blockchain, que son los Contratos Inteligentes. Los mismos se respaldan en la seguridad e inmutabilidad de la tecnología, y se ejecutan cuando se cumplen las condiciones que dieron origen a dicho contrato entre las partes.

ABSTRACT

This paper aims to detail the information flow related to the distribution of mass consumption products in the Buenos Aires Metropolitan Area. The purpose is to identify critical nodes (points of pain) within the processes and implement new technologies to streamline the steps involved in the chain.

In Argentina, it is undeniable that many technological advancements take longer than expected, and there is often significant resistance to their implementation (Estenssoro, 2021). The administrative processes involved in a logistics chain are frequently structurally rigid, lacking support for improvements simply because they "work." In multiple situations, processes are still governed by physical documents (delivery notes, invoices, vouchers, etc.), circuits that would be considered obsolete and outdated in other parts of the world.

These global changes have triggered a "Digital Revolution" in recent years. According to Lidell (2024), supply chains are migrating toward a digital transformation that feeds the information flows within these networks. This revolution has reached global supply chains, shifting paradigms to speed up and streamline flows. Information has gained prominence due to the speed, transparency, and security with which it must be transmitted.

In this research, the last-mile distribution carried out by the company Transportes Furlong S.A. for Nestlé products in the Buenos Aires Metropolitan Area was taken as a case study. The merchandise distribution process was analyzed, as well as the methods for routing, preparation, distribution, delivery confirmation, and reverse logistics. As

previously mentioned, some of these processes are still performed physically, generating multiple delays, setbacks, and a lack of delivery traceability.

According to Uehara (2024), Blockchain is the Industrial Revolution of the digital age. Various tools and developments emerge from this technology that are useful at different process levels, based on its fundamental pillars: traceability, integration, decentralization, and security. Throughout this research, these intrinsic characteristics were explored, along with one of the most powerful tools of this technology: Smart Contracts.

These technologies also find their foundation in Industry 4.0, where Garrell Guiu and Guilera Agüera (2019) argue that understanding these technologies will allow for the optimization of the production processes of the Third Industrial Revolution, utilizing tools developed in line with the Internet of Things (IoT). Based on these parameters, developments in Radio Frequency Identification (RFID) or truck telemetry are particularly useful. With applications based on these technologies, cargo inventory can be conducted rapidly, enabling almost immediate delivery confirmation.

Finally, as a corollary to the process, the economic-financial aspect related to the entire cycle was developed. For this purpose, Smart Contracts—a tool derived from Blockchain technology—were utilized. These are supported by the security and immutability of the technology and are executed once the conditions that originated the contract between the parties are met.

KEYWORD

B2B: Business to Business

B2C: Business to Customer

IoT: Internet of Things

PT: Producto Terminado

PSE: Producto Semi elaborado

OC: Orden de Compra

NP: Nota de Pedido

FC: Factura

RE: Remito

ERP: Enterprise Resource Planning

POD: Proof of Delivery

SLA: Service Level Agreement (Nivel de Servicio)

BL: Bill of Lading (Conocimiento de Embarque)

CAPITULO I. PLANTEO DE LA PROBLEMÁTICA

La situación actual de la logística de última milla como se realiza hoy en día presenta desvíos multicausales. La exigencia burocrática con la que todavía operan muchos clientes de este tipo en entregas (tanto B2B como B2C), hacen que los procesos que involucran los distintos eslabones de la cadena de distribución tengan demoras de distintos tipos. Incluso, a pesar de que la nueva reglamentación vigente nos da la posibilidad de optar por remitos digitales según la Resolución General 5678/2025 (ARCA, 2025). Podemos agregar también que el proceso de comunicación es crítico, tanto desde el punto de vista de la transmisión como de la transparencia. Por último, el tedioso proceso administrativo que involucran estas cadenas no solo puede generar incluso más demoras, sino también el gasto de cuantiosos recursos que puede ser reutilizados en otro proceso. Esta problemática detallada nos lleva a varios interrogantes, que son el objetivo del presente trabajo e intentaremos dar respuesta durante el desarrollo, analizando tanto la factibilidad de la implementación como el retorno de su inversión.

1.2 Pregunta de Investigación

Luego de introducir la problemática relacionada con el control de la mercadería en las entregas de última milla y presentar las nuevas tecnologías, en el presente trabajo se planteará responder a la siguiente pregunta: *¿Es posible eficientizar las entregas de última milla en una cadena de suministro del rubro consumo masivo utilizando herramientas derivadas de tecnología blockchain?*

1.3 Justificación

El proceso de distribución involucra distintos tipos de actores, razón por la cual muchas veces el flujo de información es complejo y caótico. La tecnología de información en cadenas de bloques intenta resolver este paradigma desde distintos enfoques, estableciendo como tarea crítica la forma en la que se transmite y comparte la información. Con la utilización de estas tecnologías podemos disponer de cualquier dato, restringiendo su acceso en función de lo que demanda la relación cliente-proveedor. Estas tecnologías tienen como principal ventaja la transparencia y la inmediatez en la que podemos ofrecerla a los distintos nodos de la cadena. Relacionado a este caso de estudio, se tomará solo una parte del proceso, la que está relacionada al transporte de última milla (tanto B2B como B2C). Con estos avances digitales se puede ofrecer información a los usuarios finales y proveedores casi de forma inmediata. Con el uso de avances tecnológicos como el del NFT, sumado a los contratos inteligentes, es posible manejar todo el proceso operativo-administrativo que involucra una entrega. Asimismo, se pueden programar los contratos para que se ejecuten solo bajo determinadas condiciones, y con los NFT podemos asegurar una validación única de las entregas. Por último, con uso de herramientas disponibles se puede realizar el conteo de bultos para conformar una entrega de forma automática, y utilizando sensores de distintos tipos (IoT) se puede comprobar el estado de los productos con respecto a su calidad y procedencia.

Un punto trivial de estos desarrollos no solo es la dificultad regional para que este tipo de tecnologías lleguen a la región, sino también la dificultad inherente a los operadores y proveedores para la implementación de este tipo de prácticas. Aunque se sobre entiende que el rubro se encuentra en un proceso de cambio hacia estas tecnologías, muchas veces el rechazo humano demora en que los procesos entren en régimen. Pero

una vez que se suceden repetidas veces los casos exitosos, los usuarios suelen ser más cooperativos con los procedimientos.

CAPITULO II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Evaluar la viabilidad de implementar la plataforma de IBM Food Trust asociado al proceso de conformación de entregas (documental) en clientes relacionados a la cadena de distribución de productos de Nestlé en la región de AMBA, con el propósito de reducir ineficiencias, reducir costos adicionales, logística inversa y aumentar la eficiencia del proceso.

2.2 Objetivos Específicos

- Relevar como es el procedimiento actual, buscar cuellos de botella y posibles puntos de dolor (o inflexión).
- Diseñar un nuevo modelo procedimental implementando la plataforma IBM Food Trust, definiendo actores, transacciones y flujo de información.
- Demostrar las ventajas de utilizar las herramientas que se desprenden de esta tecnología (Smart Contracts, IoT, entre otros).
- Evaluar si es posible mejorar la trazabilidad de las entregas y productos. Determinar si la implementación de los Smart Contracts puede hacer agilizar el proceso administrativo contable de la cadena de entregas entre cliente-proveedor.
- Evaluar si la implementación es factible a nivel costos, y si el costo-beneficio es suficiente como para relegar margen, teniendo también en consideración el

beneficio intangible de la implementación de un desarrollo con este nivel de tecnología.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

Para el presente desarrollo, se realizará una investigación del tipo cuantitativa. Para ello, se tomarán datos reales de la operación que se realiza hoy en día para distribuir los productos en la región metropolitana de Buenos Aires. Con esos valores se armará una matriz con las principales variables, tiempo de reparto, cantidad de repartos, devoluciones, km vacíos, entre otros. Luego, se diseñará una simulación, utilizando la nueva metodología, y se actualizarán los valores de estos parámetros para poder arrojar conclusiones al respecto.

Para demostrar la viabilidad del desarrollo, se utilizará la simulación AS IS – TO BE. El primer escenario refleja la situación actual (AS IS), con los parámetros operativos actuales. El segundo escenario (TO BE), se indicarán los nuevos parámetros con la implementación de la plataforma IBM Food Trust. Para poder compararlo, a su vez se simularán tres estados relacionados con el Ramp Up del desarrollo, arrancando por el lanzamiento, siguiendo por el desarrollo en régimen y terminando por el estado mejorado de la implementación luego de transcurrido el tiempo de implementación.

Para finalizar, se hará un análisis de factibilidad de la implementación. En este análisis se tomará el flujo de caja relacionado a 5 años de operación, para dimensionar el impacto de la compra del paquete informático, y analizar el impacto en la rentabilidad del negocio.

CAPITULO IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Blockchain

La tecnología Blockchain tiene su comienzo en el año 1991, donde Stuart Haber y W. Scott Stornella elaboraron un sistema para sellar documentos digitales, basados en bloques de información. Pero no fue hasta el 2008, luego del colapso del sistema financiero cuando una persona (o un grupo de personas) bajo el seudónimo de Satoshi Nakamoto, dieron los principios para la generación de un sistema de efectivo digital descentralizado (bitcoin), basándose en la teoría de las cadenas de bloques. Según Tapscott (2017) este protocolo establecía una serie de normas que garantizaba la integridad de la información entre los miles de millones de ordenadores sin pasar por terceros. Luego en el año 2013, Vitalik Buterin entendió que no era suficiente y el sistema debía tener un lenguaje propio de programación y scripting basada en blockchain, y fue cuando diseño el Ethereum, del cual se desprende la programación de los contratos inteligentes.

Estas tecnologías tienen sus puntos positivos, como así tienen puntos que deben tenerse en consideración para no afectar la privacidad de la información. La evolución de estos conocimientos se encuentra hoy en día en constante desarrollo con distintos tipos de aplicaciones que afectan la vida cotidiana de la sociedad. Uno de los aspectos que está transformando de forma radical es la logística, y relacionado a este texto nos abocaremos a relacionarlo con la distribución de última milla.

4.1.1 Historia

La historia de la humanidad ha demostrado en las ultima décadas, que cada 10 años se produce una innovación tecnológica de la que se desprenden desarrollos y

aplicaciones. Podemos resumir brevemente los desarrollos que fueron aconteciendo en las últimas décadas según indica el artículo periodístico de Corbin Ball (2023)

- 1960: Sistemas Operativos y circuitos integrados
- 1970: Microprocesadores, primeros desarrollos de Internet (ARPANET).
- 1980: Computadores Portátiles y WWW (world wide web)
- 1990: Internet, Telefónica Movil.
- 2000: Redes sociales, wifi, E-Commerce. Hacia fines de la década aparece el “White Paper” de Satoshi Nakamoto que sienta las bases de la tecnología blockchain
- 2010: Blockchain, IA, Ethereum. Pagos móviles.
- 2020: IA generativa, 5G, automatizaciones avanzadas.

Se puede mencionar que las primeras nociones del manejo de la información en bloques pueden remontarse hasta los comienzos de la criptografía y computación con Alan Turing (BBVA Communications, 2017). Los desarrollos de Turing en el campo de la criptografía con la “máquina de Turing”, la cual tenía la capacidad de cumpliendo determinadas reglas poder resolver cualquier algoritmo, es lo que muchos años más tarde sería uno de los principios del Ethereum con el concepto de “Complejidad de Turing”.

Muchos años más tarde, comenzaron a aparecer los primeros conceptos de la información en Bloques. Durante la década de los 70’ (árbol de Merkle), 80’ (Chaum) y 90’ (Haber y Stornetta), realizaron desarrollos importantes que fueron delineando la metodología que luego describiría Satoshi Nakamoto en el año 2008 (Binance Academy, 2023). En octubre de 2008, con la aparición del libro blanco de Satoshi Nakamoto titulado “Bitcoin: A Peer-to-peer Electronic Cash System”, propuso una solución al problema del doble gasto de las monedas digitales, donde Nakamoto define a la moneda electrónica

como una cadena de firmas digitales (Nakamoto, 2008). El supuesto era completamente disruptivo, dado que ofrecía una moneda descentralizada, evitando cualquier intermediario (banco-nación) y una noción de seguridad.

El desarrollo se fundamenta en la metodología de Blockchain con sus cadenas de bloques, para asegurar la transparencia y seguridad de las transacciones que se realicen en esa moneda. Estos avances fueron los antecesores de muchos otros desarrollos en distintos campos, que evolucionan sin detenerse. Podemos mencionar que estos conceptos de criptomonedas es lo que Melanie Swan (2015) denomina Blockchain 1.0, seguido por el 2.0 (Contratos) y 3.0 (Jurisprudencia y Aplicaciones).

Para poder avanzar en con las distintas aplicaciones, primero debemos mencionar las principales características de la tecnología y como es su funcionamiento primario.

4.1.2 ¿Qué es blockchain?

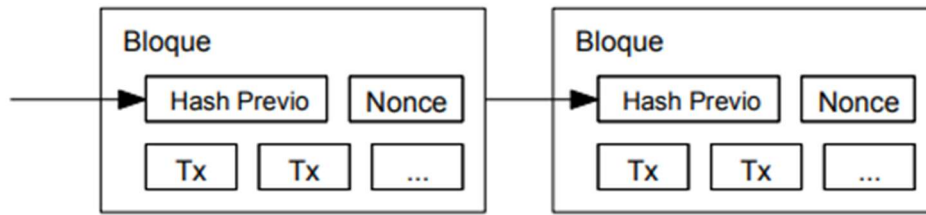
Como hemos visto anteriormente, existen antecedentes de tecnologías similares pero que aún presentaban fallas. En el año 2008, la persona o grupo de personas bajo el seudónimo Satoshi Nakamoto, publicó el libro blanco, un artículo que daría nacimiento al bitcoin y blockchain como lo conocemos hoy en día. Este artículo dio solución a un problema, que sus antecesores no habían podido dar respuesta, el problema del doble gasto. Esto se refiere a que, hasta ese momento, las monedas digitales presentaban la dificultad de no poder contabilizar la posibilidad de utilizar 2 o más veces la misma moneda, lo que trae muchos problemas aparejados (fraude, inflación, entre tantos otros).

La solución que encontró Satoshi Nakamoto fue la de detallar un libro de contabilidad, donde quedaría registro de todas las transacciones que se realicen, y al

mismo tiempo dichas transacciones sean auditadas de forma externa. Dicho esto, solo nos queda responder entonces ¿Qué es la blockchain?

Básicamente, podemos decir que la blockchain es un libro de contabilidad, según Susnjara y Smalley (s.f.) “es un libro de contabilidad digital compartido e inmutable” donde se almacenan los registros de transacciones de datos. Quizás la tecnología más importante que se desprendió de está, es la transacción de Bitcoins, pero de forma más primitiva debemos verlo como un intercambio de datos. Este libro, en forma de base de datos, está formado por bloques que están asociados según determinadas características (en forma de cadena).

¿Cómo se relacionan los bloques? Morgan Stanley (2019, p2) descompone los bloques de la cadena en 3 componentes. El primero es el dato en sí mismo, que en nuestro caso puede ser la información de una transacción, información o quizás un extracto de código. El segundo dato importante que posee la cadena es el Hash. El hash es un código alfanumérico de longitud fija, codificado internamente en un numero binario, pero se muestra en formato Hexadecimal (4 bits por carácter), lo que genera una huella única para cada bloque. Dicho Hash está relacionado con la información almacenada en ese bloque, y cualquier modificación que se realice va a modificar el Hash. Por tratarse de una codificación tan compleja, no hay forma de conocer el contenido del dato a partir del hash. Por último, la tercera característica que posee el bloque es el hash del bloque anterior. Sumadas estas características, es que podemos relacionar los datos, para comenzar a detallar nuestra “cadena de bloques” como se describe en la figura 1.



1. *Diagrama de Bloques Adaptado de Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, por S. Nakamoto, 2008, p. 3, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

4.1.2.1 Los 3 pilares de Blockchain

La relación entre los hashes tiene una importancia determinante en la tecnología, porque funciona como una huella digital de cada bloque, y trae consigo una de las características principales que es la de la seguridad. Como indica Fernández (Telefónica, 2025) “... la tecnología blockchain es un sistema de almacenamiento de información en bloques, unidos entre sí (formando una cadena de bloques) y relacionados entre ellos por una huella digital (llamado hash). De esta forma, si se modifica un dato en cualquier bloque de la cadena, el hash de ese bloque dejaría de estar relacionado con los del resto de los bloques”. Pero para hablar de seguridad primero debemos detallar las principales características del desarrollo. La tecnología se basa en tres principios principales, los cuales son los pilares en los cuales se basó, que son la descentralización, la inmutabilidad y la distribución. Estos aspectos principales tienen un solo fundamento, la seguridad.

Ahora bien, ¿Por qué decimos que la cadena de bloques es segura? ¿Cómo podemos confiar que la información es fiel?

Para responder a estos interrogantes se debe antes mencionar como se diseña la cadena y lo que llamaremos el proceso de minado, y porque este es uno de los procesos más importantes para darle seguridad a la estructura.

Para poder agregar bloques a la cadena, sin afectar los datos o las transacciones, es que se utiliza un proceso llamado “Proof of work” (POW). Básicamente es un algoritmo o calculo, requerido para poder validar y agregar nuevos bloques a la cadena. Según el texto “*Blockchain and the supply chain*” (Vyas et al., 2019, p. 133) “La idea es crear un rompecabezas computacional agregando un campo llamado 'nonce' a los datos que se están hasheando, e imponiendo luego un requisito sobre el resultado del hash (exigiendo, por ejemplo, que comience con una cierta cantidad de ceros). El rompecabezas consiste en descubrir qué bits deben ir en el campo nonce para garantizar que el hash cumpla ese requisito. Esto resulta ser un problema difícil que solo puede resolverse por ensayo y error.” Este proceso lo que hace es ralentizar la operatoria, para que no se puedan agregar bloques que no sean validados. Este proceso tiene el objetivo principal, de evitar que se intente piratear la cadena, agregando bloques indeseados o defectuosos. En si solo el proceso de validar hashes puede realizarse de manera rápida con las velocidades de las computadoras de hoy en día, pudiendo de esta manera y de forma veloz modificar toda la cadena. Para evitar ese efecto es que se utiliza el POW, para que no se puedan modificar información de los bloques. Para modificar un bloque, se deberían modificar todos los bloques que siguen en la cadena, generando una cascada de POW, lo que lo hace prácticamente imposible. Esto comúnmente se lo conoce como

“*Sybil Attack*” (Douceur, 2002), donde se crean múltiples identidades para ganar una ventaja sobre el sistema.

Dicho esto, ultimo, ahora si podremos adentrarnos en las principales características de la tecnología. Como lo detalle Vyas et al. (2019, p.145) "Si damos un paso atrás respecto de los diversos protocolos concretos que discutimos en el capítulo anterior, podemos apreciar que la tecnología blockchain (a veces también denominada tecnología de libro mayor distribuido) ha traído consigo una serie de nuevas capacidades y propiedades que tienen una amplia aplicabilidad en el mundo empresarial". Previo debemos mencionar una de los atributos más importantes y disruptivos, la descentralización. Esta tecnología no requiere de un ente central que gestione la red, por el contrario, la red se gestiona de manera descentralizada a través de Nodos. Llamaremos nodos a cualquier computadora, terminal o dispositivo conectado a la red, con la posibilidad no solo de validar transacciones, sino con acceso completo a toda la cadena de bloques. Cada vez que un nodo valida y agrega un nuevo bloque, los nodos restantes deben validar la veracidad del nuevo bloque, pudiendo finalmente agregarlo a la cadena. Esto último es lo que llamaremos inmutabilidad, dado que la información que es validada

por los nodos no puede modificarse ni borrarse, garantizando la integridad de la información que la compone y que está no ha sido manipulada.

Por último, el otro aspecto importante es la distribución, dado que cada uno de los nodos posee una copia de la cadena completa. En caso de que se intente modificar un bloque de la cadena, no se podrá validar, dado que difiere a la copia de los nodos restantes.

4.1.2.2 Descentralización y la reglamentación

La característica de la descentralización implica que no se requiere un ente central que administre o supervise las transacciones. Esto quiere decir, que el Estado no podrá inmiscuirse en las transacciones, ni podrá tributar cuando estas se ejecuten. Esto puede traer aparejadas algunas dificultades de la índole regulatoria, pudiendo tener trabas en caso de que la política quiere modificar la legalidad de estos procesos.

¿Cómo funciona la descentralización y como se audita?

Así como mencionamos anteriormente, la blockchain no está regulada por un ente centralizado. Esto quiere decir que la cadena va a estar formada por una cantidad “x” de nodos, y cada nodo puede ser auditor de validar los nuevos nodos. Este método de validación, que se realiza a través de algoritmos predefinidos, se llama consenso. Para poder validar un nuevo eslabón, el “consenso” debe ser de más de 51% de la red, para que el nuevo bloque pueda ser agregado a la cadena. Se debe destacar el riesgo que conlleva que un ente se haga del 51% de la cadena, donde podría ganar el control de sistema, es lo que Vyas et al. (2019) llama un “51 percent attack” (*ataque del 51*

por ciento). Han sucedido algunos en la historia, y la dificultad que ofrecen es que quienes lo ejecutan pueden realizar doble gasto en los bloques de esa cadena.

4.1.2.3 Clasificación de Redes

Así como en el mundo de las redes existen clasificaciones, el mundo de blockchain no está exento de esa misma regla. En este caso, la clasificación de las redes está más orientada a la disponibilidad de la información, y de quien puede acceder a ella. Según IBM (2021) la forma de construir redes de blockchain es la siguiente:

Redes Públicas: son las más tradicionales, el acceso y posibilidad de transaccionar es público. El ejemplo más importante es el Bitcoin, y podemos mencionar que como desventaja requiere de potencia computacional y de cálculo para poder gestionarla, así como las empresas en caso de optar por usarlas no pueden restringir el acceso a los datos que la componen. Las redes mantienen la descentralización que se mencionó en párrafos anteriores. Esta cadena también dio origen a lo que

luego conoceremos como DLT (Distributed Ledger Technology). Los usuarios participantes de la red son desconocidos para los otros usuarios.

Redes Privadas: una blockchain privada opera con determinadas restricciones de largo de la cadena y de nodos. Utiliza las mismas nociones que las redes públicas, pero el acceso este restringido a determinados nodos. Las ventajas que tienen son que, al ser menores nodos, la potencia computacional que requiere es mucho menor, los consensos son más rápidos y se pueden establecer permisos para acceder a determinada información. Como desventaja podemos mencionar que, al tener menos nodos, el porcentaje requerido para validar un bloque es mucho menor, lo que quizás es un problema para la seguridad

de la cadena. Esto es aplicable a una operatoria privada entre usuarios, se utiliza en cadenas de suministro, donde la información debe restringirse.

Redes Híbridas: como lo indica la palabra es un híbrido entre las redes públicas y las redes privadas. Es la opción por excelencia dentro del mundo de los negocios, dado que permite determinar qué información será pública y qué información será privada. Permite mantener en el anonimato a los usuarios, a menos que realicen transacciones dentro de la cadena. Las ventajas que tienen son que, al ser un entorno relativamente cerrado, operar dentro de estas es mucho más ágil, y se mantiene la privacidad de los participantes. La desventaja es que el tráfico de la información está restringido, lo que genera algunas dudas con respecto a la transparencia.

Redes de Consorcio: también conocida como redes federadas, y son muy similares a las redes híbridas. En este caso el control de la red lo tiene un grupo específico (consorcio), mientras que los procesos de consenso los realizan nodos predefinidos. Existe un nodo que inicia, recibe y valida las transacciones. Las principales ventajas que tienen es que suelen ser más seguras, y ofrece controles de acceso. Mientras que como desventajas podemos mencionar que son un poco difíciles de implementar, en caso de violentar un nodo se puede comprometer la red, y las regulaciones y permisos se pueden ver afectadas por contar con menos nodos que realizan el proceso de consenso. Ejemplos de estas redes son las que utilizan en bancos y plataformas de pago.

4.1.2.4 Encriptación

El proceso de encriptación que poseen las transacciones o intercambio de datos, se llama Criptografía Asimétrica de Claves (Vyas et al., 2019, p. 129). La asimetría reside en que cada nodo posee una clave pública y una privada, las cuales están matemáticamente vinculadas de alguna manera. Dichas claves pueden tener algún tipo de

codificación puntual (Hexadecimal, QR, u otra definida), y cada una de ellas tiene una función específica. La clave privada tiene la marca digital de origen, que es única e implica autenticidad. Para poder validar la transacción, se puede utilizar la clave pública del nodo para poder verificar la operación. El usuario que recibe la transferencia debe usar su clave privada para decodificar el mensaje y poder recibir la transacción. La clave privada también tiene la bondad de firma digital para una operación, dado que es única y certifica la autenticidad del proceso.

4.2 Hyperledger Fabric Framework

4.2.1 Historia

Los años posteriores a la aparición del “White Paper” fueron de investigación y tecnologías que se fueron desprendiendo de la Blockchain. En el año 2015 aparecieron dos de estas tecnologías, de las cuales nacen algunos de los desarrollos que se tomaran para la investigación. Si bien estas tecnologías tenían distintos fines, su funcionalidad más grande fue incorporar la programación.

Una de estas tecnologías corresponde al framework Hyperledger desarrollada por la Linux Foundation. El desarrollo corresponde a una estructura del tipo open source (código abierto), y se puede mencionar que desde su origen se consideró un paraguas de proyectos, para la cual IBM tuvo una contribución y participación crucial, pero luego sumo a sus desarrollos otras empresas como SAP, Intel, entre otras. (Vyas et al., 2019, p. 148). Hyperledger es una infraestructura basada en determinados lenguajes de programación, de las cuales se desprenden distintas estructuras con fines empresariales. Una de estas estructuras, llamada Hyperledger Fabric, es la que adopto la empresa IBM

para su desarrollo del IBM Food Trust, el cual desarrollaremos a nivel macro más adelante.

Las principales características que desarrolla el framework Hyperledger Fabric, es que está basada en algo que llamaremos redes permissionadas. Estos desarrollos IBM los llama “Blockchain for Bussiness”, dado que se basa en redes privadas en la que los participantes se unen cuando se autoriza el ingreso (permissionadas). Estos nodos autorizados a participar pueden acceder solo a la información que se desea que pueda ver. Los puntos más fuertes que se diferencian con el resto consisten en la forma de realizar el consenso (lo que en Blockchain públicas se denomina PoW), y en la posibilidad de trabajar de forma modular.

4.2.2 Consenso en Hyperledger Fabric

En nuestro caso el proceso de consenso se realiza en 3 etapas, lo que nos da dos grandes beneficios, que se realiza de forma modular y la velocidad en el que se ejecuta.

Detallaremos brevemente las fases del consenso como lo define E. Androulaki et al (2018):

- Fase 1 (Endorsment), se genera una transacción y determinados nodos autorizados deben analizar el pedido para validar que se cumplen las condiciones. En caso de que valide devuelve la respuesta firmada con su clave criptográfica.
- Fase 2 (Ordering), el Ordering Service se encarga de ordenar cronológicamente y agrupar las transacciones en bloques, para distribuirlas a todos los peer de la red. Es el único proceso que se realiza de forma centralizada en los Mainframes.
- Fase 3 (Validation), cada peer verifica que las firmas son válidas y que las condiciones se cumplieron, y no se modificaron, responde si se valida o no la transacción final. En ambos casos devuelve al ledger (red de bloques) tanto si la operación se validó como si no se ha validado.

4.2.3 Chaincode

Como se mencionó anteriormente otro de los desarrollos importantes que presenta la tecnología blockchain son los Contratos Inteligentes (o como se llaman en Hyperledger, los Chaincodes). Los más conocidos son los que fueron desarrollados en base a la plataforma de Ethereum, o el subdesarrollo que son de interés para el trabajo, los Chaincodes.

Estos contratos no son más que un extracto de lógica programable en determinado lenguaje (según en que plataforma se desarrollen). En el caso de los Smart Contracts el lenguaje utilizado es Solidity, en nuestro caso es GO, Js o Java. Estos contratos lógicos tienen la particularidad que están alojados en la blockchain, y se ejecutan de forma

automática cuando se cumplen determinadas condiciones. En el caso de los Chaincodes tienen la característica que se corren en todos los nodos, el resultado debe verificarse (fase 3 del consenso), y escribe directamente en la ledger y no se puede modificar su contenido y puede ser escrito por cualquier nodo (Androulaki et al., 2018). Estas condiciones podemos llamarlas como reglas de negocio, es por lo que se denomina a la Hyperledger como una “Blockchain for Bussiness”.

4.2.4 Redes Permissionadas

Características, Ventajas y Diferencias

Como se ha explicado en párrafos anteriores, en los que se mencionó las bondades de las redes no permissionadas con respecto a la seguridad, transparencia y descentralización, en el caso de las redes permissionadas (como lo es Hyperledger Fabric) tenemos algunas características que se diferencian.

Este tipo de redes están destinadas en su mayoría a redes empresariales, por lo que la seguridad y la privacidad de la información son claves para tener una infraestructura robusta y confiable. En su portal Oracle (quien es otra de las empresas que basa su tecnología en este framework) describe los beneficios y desventajas que ofrece esta herramienta (Oracle, 2018). En el caso de las redes permissionadas la descentralización es parcial, según como esté diseñada la red, así como lo es la transparencia, dado que determinada información debe permanecer confidencial entre partes, la divulgación de esta está codificada y solo es posible entre los actores involucrados. Otro punto importante es lo que se llama la gobernanza (quien tiene el poder sobre la cadena) y esta se encuentra centralizada en la organización quien valida las transacciones. Como se

mencionó antes, al tener mecanismos de consenso simplificados, es mucho más ágil y eficiente, lo que permite realizar transacciones de manera más veloz.

Las diferencias importantes con las redes no permissionadas residen en 3 puntos importantes, que son también lo que le da un marco regulatorio para evitar tener retrasos con las regulaciones regionales de estas. En primer punto que la gobernanza este administrada por la organización, indica que las redes poseen un orden y están organizadas. Este orden hace que los nodos cooperen para tener consensos más eficientes. Son redes que son más rentables, dado la menor cantidad de cálculos necesarias para que operen y la posibilidad de escalabilidad, así como más eficientes como se mencionó anteriormente.

4.2.5 IBM Food Trust

Toda esta información que se ha presentado en los capítulos que anteceden son una introducción al módulo en que se basa nuestra propuesta. La propuesta nace como una necesidad propia de la industria de mejorar la trazabilidad de una cadena de la industria alimenticia. En el año 2017 nace IBM Food Trust luego de asociarse con Walmart y poder dar respuesta a una demanda de trazabilidad de los productos que ofrecen en las tiendas.

Dentro de las tantas ventajas que ofrece la tecnología, una de las más importantes de todas es que tiene una metodología modular, lo que permite un mayor control y escalabilidad según el proyecto. Se detalla un breve resumen de los módulos más importantes de la plataforma, pero se debe comprender que al ser una tecnología en

desarrollo se encuentra en constante actualización e innovación de nuevos módulos (Nguyen & Do, 2018):

- Modulo 1: Trace (Trazabilidad), este es el primer módulo dado que es la funcionalidad que impulso el desarrollo de la plataforma y es el corazón del funcionamiento de está. Brinda la ubicación de las distintas etapas del proceso productivo de una cadena de suministro, indicando localización de los eventos y tiempo de ejecución. Estos eventos también se pueden vincular con herramientas del tipo IoT, para determinar condiciones de calidad de los productos (temperatura, humedad, etc.). Estos eventos también nos dan la posibilidad de registrar vencimientos para que de antemano los actores puedan contar con la información de los productos en tiempo real. Por último, también nos da la posibilidad de asociar los eventos con un documento digital (remito, factura, carta de porte), para disponer de la documentación reglamentaria online sincronizada con la nube.
- Modulo 2: Insight (Análisis), es el módulo que nos permite analizar la data almacenada en la ledger. Esto nos habilita un universo variado de alternativas, donde podemos realizar cualquier tipo de reporte o KPI, o incluso detectar un cuello de botella en un proceso y poder generar alertas para evitarlos.
- Modulo 3: Certifications (Certificación), este módulo incluye toda la información relacionada con habilitaciones necesarias (SENASA, Abastos, Certificados ISO, entre tantos otros). También nos referencia, como en el módulo 1, la documentación relacionada con las entregas, tanto las distribuciones locales

(remitos, facturas, etc.), como los transportes internacionales (cartas de porte, BL u otra documentación aduanera relacionada con los productos).

Con respecto a la posibilidad de realizar una implementación de la plataforma, IBM ofrece distintos niveles de suscripción, dependiendo de la necesidad de transacciones. Esto otorga una flexibilidad para los pequeños productos, brindando un servicio completo por un valor de entrada de mercado económico. A medida que la cantidad de transacciones mensuales necesarias sea más grande, será necesaria una suscripción más costosa.

Otra de las características principales de la plataforma es la estandarización, dado que utiliza un estándar determinado para establecer y compartir eventos. Dicho estándar es el GS1 EPCIS y se utiliza para que las empresas de forma automática puedan usar los eventos generados, dando la posibilidad de hacerlo portable con otros entornos.

Por último, se puede mencionar que la plataforma cuenta con desarrollos del tipo API, para poder operar y generar eventos desde aplicaciones móviles, otorgando versatilidad para que se puedan generar alertas de forma automática en tiempo real, o de forma manual cuando se debe validar una transacción.

Se debe mencionar que la empresa IBM ha ido ofreciendo paquetes (suites) o plataformas de desarrollo para empresas. Actualmente el paquete que ofrece la herramienta Food Trust tiene el nombre de IBM Supply Chain Intelligence Suite, la cual

incluye un paquete de herramientas orientado a satisfacer el nivel de servicio de una cadena de suministro.

4.3 Cadenas de Suministro y Logística

La cadena de suministro puede definirse como el conjunto de organizaciones, personas, actividades, información y recursos involucrados en el ciclo de vida de un producto o servicio desde su origen hasta el consumidor final. Este concepto cubre todas las etapas que atraviesa un bien: desde la obtención de materias primas, pasando por los procesos de transformación, almacenamiento y distribución, hasta la entrega al cliente final.

Según Christopher (2016), la cadena de suministro es una red de organizaciones que, a través de vínculos hacia arriba y hacia abajo, participan en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios en manos del consumidor final. Esta perspectiva subraya que la cadena no es una entidad lineal y simple, sino una red compleja de relaciones interdependientes.

Es importante mencionar que los procesos mencionados anteriormente no actúan de forma aislada, es imperioso mantener un planeamiento y una programación de la producción, para que los procesos sucedan en el momento que se lo requiere. Para ellos es vital que el flujo de información se mueva tanto para arriba como debajo de la cadena.

Los principales componentes de la cadena de suministro son:

Proveedores: son quienes proveen los insumos o servicios necesarios para que los procesos sucedan.

Productos o manufactureros: son quienes se encargan de transformar los insumos en productos semi elaborados (PSE) o productos terminados (PT)

Distribuidores: son quienes se encargan de distribuir los PSE o PT, entre las plantas o hacia el XD (Transferencia), y quienes realizan la distribución final a clientes (B2B o B2C). En algunos casos puede también ser un proveedor, dado que nos ofrece el servicio de la distribución (outsourcing).

Canales de Venta: es la forma en la que se comercializara el producto, si a través de mayoristas, minoristas o clientes finales.

Flujo de Información: son los documentos asociados con los eventos que van aconteciendo en cada uno de los procesos, Ordenes de pedido, Órdenes de Compra, remitos, facturas, entre otros.

4.3.1 El Rol de la logística

La logística tiene un rol preponderante en los procesos que suceden en la cadena de suministro, partiendo

de la base que el estudio de prefactibilidad del proyecto lo realiza Logística. Con este fin se debe tener en cuenta múltiples factores, para que la implementación del proyecto sea posible, es decir, que el producto o servicio se pueda brindar con la calidad y en el tiempo esperado.

Es también el área de logística quien se va a encargar de ejecutar la planificación y planeamiento de la producción, en base a la metodología que se utilizara para satisfacer la demanda esperada. Como indica Alberto Levy (1981) “Planear no es eliminar la intuición. Es eliminar la improvisación (...). El planeamiento es un método de trabajo por medio del cual las cosas se “preparan”, concomitantemente se acompaña la acción y se aprende de lo que en realidad sucede”. Para esto se utilizan múltiples metodologías, dentro de los que podemos mencionar algunos:

Método cualitativo: basados en opiniones de expertos y juicios subjetivos. Podemos mencionar el método Delphi dentro de estos.

Método Cuantitativo de series de tiempo: analizan patrones históricos, para proyectar la demanda a futuro. Los más usados son promedios móviles y suavizamiento exponencial (Holt-winters).

El otro rol importante que tiene la logística en una cadena de suministro consiste en el control del inventario, y la política que se tomara para gestionar el mismo. El inventario cumple un rol preponderante dentro de la cadena, dado que cumple 2 funciones críticas, funciona de amortiguador en caso de un pico de demanda y permite especular generando beneficios solo por acumular. Dentro de estos procesos podemos clasificarlos en 2 variantes, los procesos PUSH y los procesos PULL. Los procesos PUSH están ligados al abastecimiento y producción, donde los procesos se ejecutan de manera anticipada a la orden del cliente, para poder abastecer de productos cuando estos se requieran, mientras que los procesos PULL son aquellos que se ejecutan cuando el cliente los requiere (relacionados al surtido, picking).

4.3.2 Gestión de la Información

Como se mencionó anteriormente, la gestión de la información es una tarea crítica, que muchas veces se desestima, pero en caso de que no fluya de la mejor manera, el impacto es directo a los procesos productivos.

Ballou (2004) señala que los sistemas de información logística sirven como enlace que une las actividades logísticas en un proceso integrado, combinando el hardware,

software, procedimientos y personas que reúnen, clasifican, analizan y distribuyen la información pertinente a las operaciones logísticas.

En la actualidad, las técnicas para manejar la información afrontan grandes desafíos, en una época donde la big data tiene un impacto en las tareas cotidianas, y en la que cada vez los procesos deben cumplir con determinados estándares. Es muy común sistemas que se interfasean información constantemente, otorgando al usuario, la información que necesita en el momento que la necesita. Es importante también tener sistemas en los que la información sea fiable, transparente e inmutable, que no existan duplicidad de carga o datos erróneos.

En el marco de este trabajo, se desarrolla en base a estos principios, no solo para efficientizar los procesos de conformación de entregas, sino todo el flujo de información de la cadena. Se considera que tecnologías como la de Blockchain, pueden ser un puntapié para poder innovar y transformar los procesos, con el objetivo de alcanzar esas metas y agregar valor a la cadena.

4.4 Distribución de Última Milla

4.4.1 Definición y Características

En la industria de consumo masivo podemos clasificar la distribución, en función de canal de venta al que le brindamos servicio. Se define como distribución de última milla, al alcance final desde el centro de distribución hasta el destino final del cliente. Se debe mencionar que en este tipo de industrias y para captar una cuota mayor del mercado, históricamente optan por canales de venta indirectos largos, donde el fabricante entrega en un mayorista, el mayorista en un minorista para luego llegar al cliente final. Con la

llegada de la informatización y el impacto del e-commerce en la industria, este mix de venta fue cambiando para sumar el canal de venta directo, donde el fabricante se encarga de forma directa de realizar las entregas al cliente final.

La característica de este tipo de entregas es la alta concentración de puntos de entrega, sobre todo en centros urbanos como el de la región de Buenos Aires, donde la región metropolitana se extiende en un radio de 100km desde el epicentro de Buenos Aires. Otra de las características que tiene la industria del consumo masivo, es la variabilidad de la demanda dentro de un periodo de tiempo, entre un cliente y otro, o incluso sujeto a la estacionalidad de los productos. Es una estrategia de venta tradicional, ofrecer promociones los últimos días del mes, para forzar las ventas y alcanzar los móviles objetivos de venta. Esto generalmente genera un cuello de botella desde el punto de vista operativo, que repercute en todos los eslabones de la cadena. Por último, los clientes también cuentan con la variabilidad de las ventanas horarias, muchos centros de distribución o mercado mayoristas turnan las entregas para organizar las tareas de descarga y no colapsar las recepciones.

4.4.2 Desafíos de la Distribución

Según la estadística que brinda la Asociación Argentina de Logística Empresarial (ARLOG) y diversos informes que entregan las empresas logísticas (The Logistics World, 2025), como ser Transporte González (Transporte González, s.f.), el costo de la distribución de última milla se puede llevar entre el **30% y el 80% del costo total de envío**. Esto es muy diverso según múltiples factores, empezando primero por la dispersión geográfica, pero también se debe a la modificación en las formas de consumo de los consumidores finales. Si se analiza el comportamiento de los consumidores, se podrá ver cómo se han ido disminuyendo los volúmenes de compra y como consecuencia de eso,

las empresas de consumo masivo han ido reduciendo el tamaño de los bultos. Esto tiene un impacto directo en el costo, dado que se reduce el tamaño de los pedidos, y muchas veces es difícil generar la sinergia tan necesaria en el transporte de última milla, para que esté sea más rentable.

Por último, es un desafío importante en la distribución de última milla, contar con herramientas de ruteo que permitan realizar el proceso analizando múltiples variables, como ser estado del tráfico, localización de la entrega (según el tipo de vehículo si tiene permitido el transito), prohibiciones de circulación por determinadas arterias, entre tantas otras (MICHELIN Connected Fleet, 2025). Muchas veces esta tarea se hace forma artesanal, lo que conlleva en la práctica demoras y desvíos propios de la actividad diaria, pero que con una herramienta de ruteo ágil podría solucionarse.

4.4.3 Ley 70-30 Grandes Clientes vs Distribuidoras

Como se ha desarrollado en párrafos anteriores, dentro de la gama de clientes encontraremos una variedad grande de ellos, principalmente discriminado según el canal de venta. Dentro de esos clientes de consumo masivo, el más importante de ellos serán los centros de distribución de supermercados centralizados. Si analizamos los volúmenes de entrega mensuales, estos clientes ocupan el 70% del volumen de las entregas (esto se analizará en los próximos capítulos). Ahora bien, en la mayoría de los casos con estos clientes, se deben cumplir determinados estándares para poder realizar las entregas, para que se adecuen a la metodología de control de mercadería. Estas tiendas cuentan con sistemas automatizados de control (RFID, Cubiscan, entre otros métodos) o incluso de forma manual. Estas tiendas a su vez cuentan con sistemas de información donde deben volcar la información de la recepción, para poder ingresarla al inventario y poder emitir la sábana de recepción o conforme. Como indica Roberto Strussi en el artículo “El nuevo

consumo masivo redefine la logística”, nos señala que “La clave está en equilibrar eficiencia y servicio: ser competitivos sin perder calidad ni confianza en la entrega.” (Redacción Movant, 2025) refiriéndose a la adaptación que requieren los centros de distribución para incrementar el nivel de servicio para sus clientes.

Estos clientes también cuentan con determinadas premisas con respecto a las entregas que deben cumplir, generalmente se recibe por orden de compra y el pedido debe estar completo para poder entregarlo, en un vehículo unitario con un solo remito por OC. Estos conformes están vinculados internamente con el ERP de estas empresas, dando conformes de recepción para liberar pagos o disparar cualquier evento que este parametrizado para accionar un proceso.

4.4.4 Gestión de Conformes

La conformación de las entregas (también llamado Proof of Delivery – POD), es el proceso por el cual se verifica, valida y registra la recepción de los productos despachados a un remitente. Se verifica que los productos recibidos cumplen con la calidad esperada, y que la cantidad se condice con lo indicado en el remito. Jameela (2024) lo describe como “El Comprobante de Entrega (POD, por sus siglas en inglés) es un documento fundamental en el ecosistema logístico, que ofrece evidencia concreta de que un envío ha sido entregado exitosamente a su destinatario.”

El proceso de conforme tiene una importancia que radica en múltiples factores. El primero es validar que la cantidad remitida es la correcta y que el pedido de ha preparado de forma correcta. Si esto no sucediera, ya sea por faltante de producto o por sobrante de ellos, se debe detallar la novedad tanto en el remito o en la sábana de recepción. Lo mismo

sucede si la mercadería no cumple con la calidad o vencimiento establecido, se debe detallar la novedad, para realizar la devolución en caso de que corresponda. Este proceso también puede tener una implicancia comercial, dado que también puede ser la orden para que el sistema libere un pedido para la facturación o pago correspondiente.

Por último, tiene una importancia directa con la logística, dado que muchas veces el POD, es el documento que utilizada logística (tanto de forma física como de forma digital), para validarle al cliente que se ha completado la entrega según lo detallado en el remito.

4.4.5 Logística Inversa

La definición de logística inversa se refiere al proceso de proyectar, implementar y controlar el flujo de materia prima, inventario en tránsito, productos terminados e información relacionada desde el destino final hasta el punto de origen de la forma más eficiente y eficaz posible, para recuperar su valor o el de la devolución. Muchas veces los costos asociados a la logística inversa son difíciles de dimensionar desde la implementación de una operación, pero resulta de un valor determinante en los resultados de ésta. Según el portal Logistics World, el costo asociado a la logística inversa puede alcanzar el 59% del envío en si (Juárez, 2021).

Este proceso se debe tener debidamente documentado su forma de proceder ante determinados eventos, dado que cualquier falla no solo genera el costo del transporte para su devolución, sino que puede ocasionar que la mercadería deba ir a destrucción. Por esta razón es sumamente importante que el proceso de conformación de entregas se realice en su totalidad sin diferencias, y se deben implementar las herramientas necesarias para que esto suceda.

4.5 Transporte y Marco Regulatorio

4.5.1 Clasificación

El Código Alimentario Argentino define en su artículo 154 bis “1. — Se entiende por Vehículo o Medio de Transporte de Alimentos (aviones, embarcaciones, camiones, vagones ferroviarios, etc.) todo sistema utilizado para el traslado de alimentos (productos, subproductos, derivados) fuera de los establecimientos donde se realiza la manipulación y hasta su llegada a los consumidores.” (Ministerio de Salud y Ministerio de Economía y Producción, 2003).

En el transporte de última milla en la región de AMBA, el método de transporte que predomina es el terrestre con vehículos motores. Esto brinda una flexibilidad con respecto a los repartos y al abastecimiento a los centros de distribución/clientes.

4.5.2 Tipos de Transporte

Como fue señalado en el párrafo anterior el método predominante de transporte es el camión. Existen múltiples configuraciones posibles, cada una de ellas reguladas por la ley de tránsito 24449, está recibe modificación con respecto a los pesos por eje. La última modificación realizada fue la que reglamenta una gran modificación al uso de bitrenes en todo el territorio argentino (Resolución 1196/2025), aunque por el porte de estas unidades y las dificultades en la trazada, son inviables para brindar servicio a este tipo de operaciones.

Para dar servicio a este de operaciones se usa una gama acotada de unidades. La clasificación primaria se realiza en base a los ejes de la unidad, dado que según esa configuración será el peso máximo permitido según el Decreto N°32/2018, en la figura 1 se detallan los pesos permitidos por configuración de eje.

CONFIGURACIÓN		SUSPENSIÓN MECÁNICA [toneladas]	SUSPENSIÓN NEUMÁTICA [toneladas]
Eje Simple. - Ruedas individuales, (neumáticos no superanchos)		6 SEIS	6,3 SEIS COMA TRES
Eje Simple. - Ruedas superanchas		6 SEIS (8 OCHO – maquinaria especial)	8 OCHO
Eje Simple. - Ruedas dobles		10,5 DIEZ COMA CINCO	11 ONCE
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas individuales		10 DIEZ (5 por eje)	10,5 DIEZ COMA CINCO (5,25 por eje)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas dobles		18 DIECIOCHO (9 por eje)	18,9 DIECIOCHO COMA NUEVE (9,45 por eje)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas superanchas y ruedas dobles		15 QUINCE (9 eje con ruedas doble y 6 eje de ruedas superanchas)	16,5 DIECISEIS COMA CINCO (9,5 eje con ruedas doble y 7 eje de ruedas superanchas)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas individuales y ruedas dobles		14 CATORCE (9 eje con ruedas doble y 5 eje de ruedas individuales)	14,7 CATORCE COMA SIETE (9,45 eje con ruedas doble y 5,25 eje de ruedas individuales)
Conjunto (Tándem) doble de ejes. - Ruedas superanchas.		12 DOCE (6 por eje)	14 CATORCE (7 por eje)
Conjunto (Tándem) triple de ejes. - Ruedas dobles		25,5 VEINTICINCO COMA CINCO (8,5 por eje)	26,8 VEINTISEIS COMA OCHO (8,93 por eje)
Conjunto (Tándem) triple de ejes. - 2 ejes con ruedas dobles - 1 eje con ruedas individuales		21 VEINTIUNO (8,5 ejes con ruedas doble y 4 eje de ruedas individuales)	22 VEINTIDOS (8,93 ejes con ruedas doble y 4,2 eje de ruedas individuales)
Conjunto (Tándem) triple de ejes. - Ruedas superanchas		18 DIECIOCHO (6 por eje)	19,5 DIECINUEVE COMA CINCO

Figura 1. Pesos por eje permitidos. Fuente: Ministerio de Justicia

Los distintos portes de vehículos se utilizan para atender determinados canales de venta dentro de una zona urbana. Se utilizan los vehículos de portes más pequeños y versátiles para atender zonas de trasado complicado o clientes minoristas, mientras que los de mayor porte atienden clientes con centros de distribución o clientes mayoristas.

Por último, podemos también clasificarlos por el tipo de carga que transporten, debido que determinados productos que requieran de un ambiente con temperatura

controlada requerirán de un vehículo con caja isotérmica con control de la temperatura. Estos vehículos tienen la denominación de Furgones, y cuentan con la funcionalidad de mantener la carga a la temperatura que se requiera, desde los 5° (Clase A) hasta los -20° (Clase F).

4.5.3 Habilitaciones

Para operar en la distribución de alimentos dentro del AMBA, los transportes deben obtener y mantener vigentes distintas habilitaciones según el tipo de producto y la jurisdicción en que operen. Para productos cárnicos, derivados y lácteos, se requiere la obtención de una Tarjeta de Habilitación de transporte otorgada por el SENASA (Decreto N° 4238, 1968), tramitada en los Centros Regionales y Oficinas locales autorizados, además de un Certificado de Habilitación ante la Autoridad Sanitaria Provincial, que en el caso de la Ciudad de Buenos Aires corresponde a la Dirección General de Higiene y Seguridad Alimentaria. Para esto último, el último cambio de la reglamentación indica la obligatoriedad de tramitar el Carné de Manipulación de Alimentos que ofrece el Estado Nacional, con una vigencia de 3 años (Ley N° 18.284, 1969).

La documentación informada es requerimiento tanto para circular como para habilitar la descarga en las distintas administraciones municipales que atraviesan el Área Metropolitana. Esta multiplicidad de habilitaciones y requisitos documentales genera una carga administrativa significativa para los operadores logísticos, que deben gestionar y mantener actualizados numerosos documentos para cada vehículo, cada tipo de producto y cada jurisdicción en la que operan.

Es precisamente en este punto donde la digitalización y trazabilidad que ofrece IBM Food Trust puede representar un aporte sustancial a la eficiencia del proceso, al

centralizar y garantizar la disponibilidad en tiempo real de toda la documentación requerida por las autoridades competentes.

Capítulo V. CASOS DE EXITO

5.1 Caso Walmart

En el año 2011 se estimó que un total de 48 millones de personas sufrieron algún tipo de enfermedad por alimentos contaminados. Sumado a un brote de E. Coli en el año 2006, forzó a las empresas alimenticias a reformar parte de su cadena de suministro, para poder dar respuesta a la necesidad del mercado con respecto a la trazabilidad de sus productos. Esta trazabilidad no era más que una certificación de confianza, de que el producto cumplió con las condiciones de transporte y almacenamiento en toda la cadena, y verifica el origen del proveedor.

Walmart, junto a su socio tecnológico IBM, desarrolló dos proyectos piloto para probar el sistema: uno sobre el rastreo de mangos en tiendas de Estados Unidos y otro para rastrear carne de cerdo vendida en sus tiendas de China. El sistema basado en Hyperledger Fabric funcionó en ambos casos. Para la carne de cerdo en China, permitió cargar certificados de autenticidad a la blockchain, aportando mayor confianza a un sistema donde eso solía ser un problema grave. Y para los mangos en Estados Unidos, el tiempo necesario para rastrear su procedencia pasó de 7 días a 2,2 segundos (Kamath,2018)

La implementación entregó mejoras cuantificables en seguridad, eficiencia y métricas de sostenibilidad. Walmart logró una reducción del 50% en el desperdicio de alimentos gracias a retiros más precisos y focalizados, mientras que los índices de confianza del consumidor mejoraron entre un 15% y un 20% en encuestas posteriores a la implementación.

En 2020, Walmart hizo obligatorio el uso del sistema para todos los proveedores de vegetales de hoja verde. El programa luego se expandió a carnes, aves y otros productos frescos, cambiando la forma en que funciona la seguridad alimentaria y dando a Walmart y sus socios herramientas para actuar rápidamente cuando cada segunda cuenta.

5.2 Caso Nestle

Así como lo fue en un comienzo Walmart, la sede central de Nestle trabajo junto a IBM en el desarrollo de la plataforma Food Trust. Comenzó a utilizarlo para beneficiar la trazabilidad de sus productos en el año 2020 cuando utilizo la implementación para realizar la trazabilidad de la cadena de suministro para una de sus líneas selectas de café en el mundo “Zoégas”. Esta tecnología permitía a los consumidores rastrear los orígenes de café, que provienen de países como Brazil, Rwanda y Colombia, otorgando al mismo tiempo una certificación de origen de los productos.

Los consumidores podían escanear un código QR, y obtener de forma instantánea la información de los lugares de cosecha del producto, donde se empacaron, donde se realizó la cocción final, con fechas de los eventos. Esto otorga un valor agregado a una cadena por un producto tan específico como el café, el cual tiene un nicho particular de consumidores que pueden tener la certificación de los productos que consumen, elevando la experiencia y el nivel de servicio del producto.

Según Benjamín Dubois (2020, Forbes) quien Lidera el proyecto de Blockchain en Nestlé, este caso fue solo un puntapié, dado que Nestlé continuó innovando con este tipo de tecnología, sumando la trazabilidad a productos como el aceite de palma (en México) y productos lácteos (en Nueva Zelanda).

Capítulo VI. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

Para el presente trabajo se desarrollará una investigación del tipo cuantitativo, dado que contamos con datos de la problemática con la situación actual. La investigación evaluará la implementación de la herramienta de IBM Food Trust para poder conformar las entregas de Nestle en la región de AMBA, realizada un por Transportes Furlong S.A. La misma tendrá la característica de ser no experimental, dado que no podremos modificar las variables que se tendrán en cuenta, y del tipo descriptiva. Algunos autores como Hurtado de Barrera (2020), llaman a este tipo de investigación proyectivas.

Se considera que la investigación es descriptiva, dado que se buscará caracterizar-detallar el proceso actual, cuantificando las ineficiencias y/o desvíos que presente el proyecto. El enfoque será cuantitativo, dado que el modelo de simulación tomara las tasas de ineficiencias documentales, tiempos de entrega, procesamiento, tasa de devolución de entregas, y demás parámetros dentro de una muestra finita, lo que algunos autores como Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014) pueden incluso llamarla como una investigación “cuasiexperimental”.

Luego del análisis cuantitativo según los indicadores operativos, se finalizará la investigación con la viabilidad de implementación del desarrollo desde un punto de vista financiero. Se detallarán los gastos asociados para el desarrollo, y se calculara el Retorno sobre la Inversión (ROI), el Valor Actual Neto (VAN) y la tasa de repago o recupero de la implementación (Payback).

Para el diseño de está investigación se tomará como base el modelo de análisis AS-IS/TO-BE, dado que, para este tipo de procesos de reingeniería, donde no es posible realizar una prueba real y debemos realizar una simulación sobre la situación actual,

autores como Hammer & Champy (1993) y Dumas et al. (2018) lo recomiendan para analizar el impacto en lo que ellos llaman “Business Process Management” (BPM). Este tipo de modelos consiste en tomar el proceso actual (AS-IS o en español “tal como es”) tener en cuenta sus ineficiencias y fallas, y simular la implementación de como resultaría el proceso luego de la implementación de la solución (TO-BE o en español “tal como debería ser”).

Por último, se deben tener en cuenta la limitación, la cuales son difícilmente cuantificables en el presente trabajo, como ser la resistencia al cambio, alguna modificación regulatoria con respecto a este tipo de tecnologías disruptivas a mediano/largo plazo.

6.1 Análisis de Proceso Actual (AS-IS)

En este apartado se realizará una descripción detallada junto con un análisis de la situación actual del proceso de entregas de Nestle en la región metropolitana de Buenos Aires. Esto sentara la base cuantitativa para que en las próximas secciones se pueda simular la implementación de la herramienta IBM Food Trust. Para este diseño se tomará el modelo AS-IS, donde se describirán los principales indicadores relacionados con las entregas, incluyendo lugares de ineficiencias y desvíos que puedan ocasionarse en el proceso.

Por tratarse de una operación con comercialización de productos que presentan estacionalidad, para realizar el detalle se tomara una muestra real de las entregas de 2025, tomando como piloto los principales clientes de cada canal de venta. Con esa información se obtendrá el tiempo de entrega en cada caso, la ocurrencia de devoluciones, frecuencia,

entre otros indicadores. Para los valores con los que no se tenga un dato real, se combinarán fuentes de consulta secundarias relacionadas con el sector, como ser la Cámara Empresaria de Operadores Logístico (CEDOL) o la Cámara Argentina de la Mediana Empresa (CAME).

6.1.1 Descripción de la Cadena de Suministro de Nestle en AMBA

Nestle Argentina opera en los distintos centros de distribución con los que cuenta en el país utilizando un proceso de distribución indirecta, en la que intervienen distintos actores no solo en el transporte, sino también en el proceso de preparación y depósito, y en múltiples casos esos actores son distintos. Dentro de los actores de la cadena, podemos mencionar los principales:

- Nestle Argentina S.A: es el encargado de gestionar sus ventas y cargar los pedidos que realizan los clientes. También es el encargado de gestionar la documentación de cada entrega (remito, factura, orden de pedido, etc.).
- Operadores Logísticos (3PL): son empresas tercerizadas que le prestan servicio a Nestle, y realizan la distribución en nombre de Nestle. En este caso también podemos mencionar empresas que realizan almacenamiento y preparación (Calico, TASA, Sucre, SDR, etc.).
- Clientes finales: dentro de estos podemos mencionar una amplia gama según el canal de comercialización. Podemos resumirlos en distribuidores mayoristas, centros de consolidación centralizados, droguerías, estaciones de servicios y puntos vinculados al catering, entre otros). Son quienes reciben la mercadería, y utilizan distintas formas de conformación de la entrega, ya sea con una firma en el remito para puntos más pequeños, o con una sábana de recepción propia para empresas con un nivel de informatización y volumen superior.

- Personal de recepción: son los distintos recursos que validan las entregas de mercadería.

El flujo inicia con la carga del pedido de los clientes por el sector de Customer o Compras de Nestle. Este último ingresa el pedido en el sistema ERP utilizado por Nestle, que en este caso es SAP. Automáticamente con la creación del pedido, el sistema genera de forma automática una orden de entrega o delivery, asociada a un cliente final. Se debe tener en cuenta que la delivery se genera teniendo en cuenta el destino final, teniendo en cuenta que en algunos casos distintos clientes cuentan con múltiples puntos de entrega. Estos pedidos son recibidos por personal de ruteo, quien, según frecuencias de entrega previamente establecidas, realiza el ruteo de las entregas con 24hs de anticipación. Una vez diagramado el ruteo, según las entregas disponibles y las unidades dedicadas a la operación, se envía por medio de interfaz al personal de depósito, quienes deben tomar el total de las deliveries ruteadas, y lanzar la preparación en función de las cargas que envíe personal de ruteo. Se debe tener en cuenta que este paso es crucial, dado que las condiciones de preparación pueden ser distintas entre distintos puntos de entrega, con lo que la tarea del personal de preparación debe tomar esos parámetros en cuenta al momento del armado de las cargas.

Con la preparación realizada, discriminando las cargas por el criterio que tome personal de ruteo, se realiza la impresión de la documentación que acompañara cada entrega. Cada una de las cargas que son transportadas, salen del centro de distribución con un juego (original, duplicado y triplicado) de remitos y facturas. Esta documentación es la que en muchos casos los clientes utilizan para controlar la entrega, y es uno de los puntos que presenta mayor cantidad de ineficiencias, ya sea desde la preparación o desde la carga del pedido en sí mismo.

6.1.2 Proceso de conformación de entregas

El proceso de conformación de las entregas comprende un conjunto de eventos administrativos y operativos que se van sucediendo, que tienen como finalidad la validación de una entrega realizada. Este proceso es importante tanto para el transporte para validar las entregas, como para Nestle para que los clientes den el conforme físico de la recepción de la mercadería. Podemos describir los eventos que van sucediendo la generación de los conformes:

Etapa 1 – Generación de documentación con despacho

Personal de Expedición imprime y confecciona los legajos de las cargas, discriminando remitos por cliente. Estos documentos traen datos logísticos e información estrictamente impositiva relacionada con la entrega. Esta etapa presenta la primera ineficiencia del proceso, siendo primero una etapa donde un control humano manual puede fallar, y una carga puede salir con legajo de otra carga. Otra de los desvíos es que las facturas no tengan información de Orden de Compra o turno de entrega otorgado por el cliente, lo que puede generar una carga rechazada o simplemente una demora en la recepción.

Etapa 2 – Transporte y custodia

En esta etapa el operador logístico encargado del transporte toma posesión de la mercadería y de la documentación para hacer la entrega en el cliente final. Durante esta etapa pueden producirse roturas por desplazamiento dentro de la unidad o diferencias por sustracción de productos por un tercero. Esta etapa también puede presentar cambios en la cadena de frío de los productos (siempre que requieran temperatura controlada), y pueden sufrir daños en el empaque por el esfuerzo mecánico que realiza el pallet, sobre

todo con los productos que están en la base del pallet (parte inferior de la columna). Todas estas situaciones pueden ocasionar desvíos y demoras al momento de la recepción, en caso de que no se cumplan algunas de las condiciones requeridas por los clientes.

Etapa 3 – Recepción y Control

Con el transporte del operador logístico en los destinos finales de entrega, personal de recepción de cada cliente, debe realizar la verificación y control del pedido. Esta tarea muchas veces la realiza en conjunto con el chofer o peón de la unidad, quien es representante del operador logístico para evitar cualquier error voluntario en el control. En este punto se detectan la mayor cantidad de los desvíos mencionados anteriormente, productos no pedidos, faltantes o sobrantes, productos que no cumplan con las condiciones de calidad esperadas (rotura de la cadena de frío, corto vencimiento, rotura), como así también otros desvíos administrativos como códigos cruzados, entre otros. Se hace un control a nivel bultos, para validar cantidad y calidad de la mercadería entregada.

Etapa 4 – Conformación de la entrega o rechazos

Finalizada la recepción, el próximo paso es el de conformación de la entrega. En este paso, personal de recepción valida la recepción según sus registros internos. En caso de contar con una OC interna o una nota de pedido, valida que el pedido cumpla cuantitativamente con lo solicitado. En caso de que algo no cumpla con lo establecido, es que debe declarar el rechazo en los remitos cuestionados. En determinados clientes este proceso se realiza a través de una sábana de recepción, donde se indica de forma detallada la mercadería entregada, la mercadería faltante y la mercadería rechazada. Con la confirmación del rechazo, es que el operador logístico debe accionar el procedimiento para realizar la logística inversa de esa mercadería. La misma debe devolverse el depósito

de origen, con la documentación entregada por el cliente, para que Nestlé tome posesión de ese rechazo y opte por la destrucción, o para almacenarla nuevamente.

Etapas 5 – Procesamiento de Conformes

La última etapa que involucra a personal de operador logístico como de Nestle, corresponde a la rendición final del legajo documental. En una primera instancia personal del operador logístico, debe controlar la documentación rendida por el chofer, para constatar la entrega realizada. En caso de evidenciar diferencias, debe controlar en el remito el origen de la diferencia, y si correspondió una devolución de mercadería, debe controlar que este sea recepcionada correctamente por Nestlé para evitar diferencias posteriores.

Con el legajo correctamente conformado, se hace una rendición a personal de Supply Chain de Nestle, para que valide las entregas. Este último proceso es importante por 2 factores, el primero es que cierra el circuito de entrega para que el operador logístico pueda facturar el servicio realizado con la distribución, y segundo para que Nestlé pueda gestionar el pago de la factura con el cliente (según las condiciones comerciales acordadas previamente).

Estos procesos de conciliación generan una gran cantidad de tiempo, y por tratarse de documentación física, muchas veces es susceptible a extravíos, lo que demora todo el proceso con la ocurrencia de estos eventos. Esta conciliación es quizás el proceso que trae mayores reclamos entre Nestle, el operador logístico de transporte y el de depósito, dado que en caso de diferencias se debe encontrar el responsable para generar los débitos correspondientes por mercadería faltante o rota.

6.1.3 Ineficiencias

Dentro del proceso descrito se han podido detectar varias ineficiencias en distintas etapas de este. Dentro de estas podemos mencionar las principales:

Errores de origen: esto lo podemos desdoblar en dos instancias. La primera es que personal de Nestlé que carga el pedido, lo realice por cantidades distintas a las solicitadas por el cliente. La segunda instancia es que el depósito realice la preparación con cantidades distintas a las cargadas inicialmente en SAP (faltantes o sobrantes).

- Errores en la recepción: estos errores son los que muchas veces tienen su origen en destino, pero no es hasta la instancia de la recepción donde se detectan. Generan que el proceso de recepción sea más lento y tedioso, sumado al intangible de la desconfianza que genera para próximas entregas.
- Reprocesos administrativos: todas las diferencias que se generan a lo largo del proceso requieren un reproceso administrativo de arqueo y conciliación, sumado a notas de débito y crédito entre los actores del proceso.
- Logística Inversa: existen instancias de logística inversa en las que solo suceden por errores documentales, ya sea por una mala conformación del remito o errores que no permite su recepción.
- Tiempos de Espera en la conformación: esta ineficiencia quizás es tan trivial como la logística inversa, siendo muchas veces poco cuantificable. Estas demoras se generan por la poca capacidad de recepción múltiple de los lugares de descarga, poco personal para el control o poca maquinaria para realizarlo, sumado al tiempo que se destina en caso de encontrar diferencias pidiendo autorizaciones de recepción parciales o controlando los pedidos originales.

Estas ineficiencias tienen aparejados costos directos e indirectos no solo para Nestle sino también para los operadores logísticos que prestan servicio. Estos costos están relacionados con la logística inversa, las demoras, los reprocesos, las notas de débito/crédito, y al mismo tiempo en la relación comercial con los clientes. Estas diferencias afectan el nivel de servicio ofrecido, y la posibilidad de que los clientes ingresen a Nestle como proveedores poco confiables, donde los controles de las recepciones son mucho más exhaustivos.

6.1.4 Parámetros Cuantificables del Modelo AS-IS

Para diseñar el modelo de simulación, tomaremos parámetros bases para el proceso inicial. Los valores presentados en la tabla son extraídos del histórico de los servicios realizados en 2025, donde solo tomaremos las cargas realizadas con semirremolque de 30 posiciones. Esto lo realizamos para acotar la muestra, pero se debe tener en cuenta que estas unidades presentan el 74% del volumen total distribuido en el año.

Parámetro	Valor	Fuente
Entregas Mensuales	1174 entregas	Histórico 2025
Tasa de Error Documental	15%	CEDOL (2022)
Tiempo de Conformación	3,0 horas	Histórico 2025
Tasa de Log. inversa	8%	Histórico 2025
Costo Reproceso Documental	\$40000	Histórico 2025
Costo Devolución	\$120000	Histórico 2025

Tomando estos parámetros como base, podemos detallar los costos mensuales asociados a cada ineficiencia.

Ineficiencias

	Calculo	Valor	Entregas
Documental	1174*15%	176,1	
Costo Inef. Documental	176,1*\$40000	\$ 7.044.000,00	
Log. Inversa	1174*8%	93,92	Entregas
Costo Log. Inversa	93,92*\$120000	\$ 11.270.400,00	
Costo Total		\$ 18.314.400,00	

Tabla 1.1 Costos Mensuales Asociados

El costo mensual estimado solo por las ineficiencias documentales es de **\$18314400**. A estos costos deberíamos también sumarles costos indirectos asociados a los retrabajos, pero exceden el presente modelo por ser difíciles de cuantificar a nivel recursos. Por esa razón tomaremos el valor como el ahorro máximo que debería tener en cuenta el modelo seleccionado.

El proceso AS-IS arroja como resultado que las ineficiencias documentales de las entregas en AMBA de Nestle, se deben principalmente a la dependencia de la documentación en forma física, y los errores humanos que se generan por la propia dependencia. Asimismo, el proceso carece de trazabilidad y visibilidad para clientes, operadores y el propio Nestle de sus propios pedidos. Estos son los pilares principales de

la tecnología en la que se fundamenta la herramienta IBM Food Trust, la cual se analizara si con su implementación se pueden reducir los extra-costos generados.

6.2 Simulación de Proceso Mejorado Futuro (TO BE)

A lo largo del presente capítulo, se proyectará el comportamiento del proceso de conformación de entrega de Nestle en la región de AMBA, bajo el supuesto de la implementación de la herramienta de IBM Food Trust. Se han establecido los parámetros base en el capítulo anterior, con los que se contrastaran los obtenidos durante este capítulo. Para comparar los resultados tomaremos 3 escenarios posibles, lanzamiento, régimen y mejorado. Esto se hace considerando que la implementación requiere un ramp up para entrar en régimen al 100%, fomentando la mejora continua del proceso y los actores.

6.2.1 Implementación de IBM Food Trust

Como se describió anteriormente IBM Food Trust es un desarrollo basado en el framework Hyperledger Fabric (un desarrollo de código abierto). Esta herramienta permite a los actores compartir, verificar y analizar documentos en tiempo real distribuidos en la cadena de bloques. Como bien sabemos los registros son inmutables y ofrecen trazabilidad de los productos en todas las etapas. La aplicación en el proceso modificaría las etapas de conformación analizadas en el proceso AS-IS de la siguiente manera:

Etapas 1: Generación del pedido

El pedido será generado por los customer de Nestle, y el cliente tendrá la posibilidad de visualizar y validar en todo momento el pedido que se le ha asignado. De esta manera se pueden acotar las diferencias por productos no pedidos.

Etapas 2: Digitalización

La documentación relacionada con una entrega (remito, factura, orden de pedido, hoja de ruta, etc.) estará digitalizada en la cadena de bloques, accesible para Nestle, el operador logístico y el cliente en tiempo real. De esta manera se evitan las diferencias que se puedan generar por legajos entregados de forma incorrecta.

Etapa 3: Trazabilidad

En todo momento todos los actores de la cadena tendrán la posibilidad de conocer el estado de una entrega en tiempo real, solo consultando en la cadena de bloques. Cada evento del proceso quedara registrado en la cadena de forma automática y visible para quienes cuenten con acceso.

Etapa 4: Conformación Digital

La conformación de la entrega se podrá hacer de forma online o a través de la aplicación disponible. Estos eventos quedaran registrados para la visibilidad y contralor de todos los actores, evitando conformaciones físicas o sabanas de recepción que se pudieran extraviar.

Etapa 5: Alertas

Se puede parametrizar alertas cuando suceda un evento no deseado, o se encuentre evidencia de una diferencia. De esta manera la información se enviará de forma automática para accionar los controles que requiera ese desvío detectado.

Etapa 6: Trazabilidad de Lote

En la industria alimenticia la trazabilidad de los lotes tiene una importancia critica. Poder tener mapeadas la totalidad de los productos entregados con su respectivo lote, nos permite que en caso de tener que hacer un recall de determinados lotes de facturación o

directamente enviar a destrucción, se puede trazar fácil y rápidamente de origen a destino la ruta de esos lotes.

La integración de la herramienta con el ERP (SAP en el caso de Nestle, Applog en el caso de Furlong), se realizará mediante el uso de APIs. Se deberá diseñar una interfaz entre los sistemas, para que la Food Trust reciba la información generada en SAP, y que está a su vez devuelva donde está alojada la información de las entregas. De esta manera se podrán integrar ambas bases, para que cada una de ellas opere sobre la parte que le corresponde.

6.2.2 Escenarios Propuestos

Los escenarios que se propondrán para analizar el impacto de la implementación se condicen con la evolución del propio proceso. La implementación de estas innovaciones tecnológicas, requieren de una curva de aprendizaje de los actores involucrados, y se entiende que estos tres escenarios se corresponden con un horizonte temporal distinto en el que esa curva se ira achatando.

Objeto	Escenarios		
	Lanzamiento	Régimen	Mejorado
Reducción Errores Documentales	20%	60%	90%
Reducción tiempo de conformación	15%	50%	80%
Reducción Logística Inversa	10%	40%	60%

Tabla 1.1 Tasas de Mejora por escenario y por Objeto de Mejora

6.2.2.1 Escenario Lanzamiento (0 a 3 meses)

El escenario de lanzamiento de la implementación se hace de forma parcial con determinados clientes y actores. Se hace una capacitación gradual de la cadena, para que

se pueda ir adaptando a las nuevas prácticas. Si bien las tasas de mejoras no son significativas, se utiliza como piloto para que la adaptación del resto de los actores no sea caótica.

Con este supuesto las entregas que presentaran errores documentales se reducen de las 176 iniciales a 140, mientras que las entregas que requieran logística inversa pasaran de las 93 iniciales a 84 según este esquema. El nuevo gasto por estas ineficiencias será de \$5600000 ($\40000×140) para los errores documentales, mientras que el gasto de logística inversa será de \$10080000 ($\120000×84). Con respecto a nuestro escenario inicial (AS IS), el ahorro que genera este escenario sobre los errores de documentación es de \$1444000 mensuales, mientras que el ahorro en logística inversa es de \$1190400, dando un total ahorro total mensual de \$2634400. Con este escenario el costo total de las ineficiencias se reduce en un **14.38%** con respecto a nuestro escenario inicial.

6.2.2.2 Escenario Régimen (3 a 12 meses)

El escenario donde el desarrollo comienza a dar sus frutos y entrar en régimen, dentro de la planificación es el escenario régimen (o base). Durante esta etapa los actores de la cadena están integrados en un 100%, y la interacción humana para la resolución de dificultades de utilización se reduce considerablemente. Los procesos de no conformidades se pueden resolver de manera más ágil, y los KPI comienzan a dar resultados más estables.

La reducción en errores de conformación se reduce un 50%, teniendo un impacto en 70 de las entregas mensuales, generando un gasto de \$2800000. Mientras que para la logística inversa la reducción es del 40%, impactando en 56 entregas y generando un gasto de \$6720000. Esto genera un gasto total de \$9520000, resultando en un ahorro de

\$8794400. La reducción en los gastos por ineficiencias contra el escenario inicial es del **48.02%**

6.2.2.3 Escenario Mejorado (12 a 24 meses)

Durante este escenario se ha completado la curva de aprendizaje de los actores. Los mismos no requieren un seguimiento activo para la utilización de la herramienta o para la resolución de errores. El uso de la herramienta está integrado con el proceso a lo largo de toda la cadena, y entre los sistemas de información. Se pueden considerar posibles desarrollos para contemplar la escalabilidad de la implementación a otras áreas u otras aplicaciones.

La tasa de reducción de conformes de entregas es del 90%, teniendo un impacto en solo 17 entregas en todo el mes, generando un gasto por ineficiencias de \$680000. La logística inversa se reduce un 60%, teniendo una ocurrencia en 37 entregas en el mes, generando un gasto de \$4440000, dando como resultado un total de gasto de \$5120000. Esto es una reducción en los gastos por estas ineficiencias del **72.04%** por un monto de \$13194400 por mes.

6.3 Comparación AS IS vs. TO BE según escenarios propuestos

Luego de desarrollar cada escenario según su mejora proyectada, se resumen los resultados de cada uno en la Tabla 1.2, permitiendo visualizar el impacto de la implementación y como la misma va penetrando dentro del proceso para mejorarlo.

	Escenarios			
Objeto	AS IS	Lanzamiento	Regimen	Mejorado
Entregas con Errores Doc. (mes)	176,00	140,00	70,00	17,00
Entregas con logística Inversa (mes)	93,00	84,00	56,00	37,00
Tiempo de conformación (hs/ent)	3,00	2,55	1,28	0,26
Costo Reproceso por error doc. (mes)	\$ 7.044.000	\$ 5.600.000	\$ 2.800.000	\$ 680.000
Costo Log. Inversa (mes)	\$ 11.270.400	\$ 10.080.000	\$ 6.720.000	\$ 4.440.000
Ahorro mensual Total		\$ 2.634.400	\$ 8.794.400	\$ 13.194.400
Ahorro Proyectado Anual		\$ 31.612.800	\$ 105.532.800	\$ 158.332.800

Tabla 1.2 Ahorros proyectados para cada escenario

Estos escenarios dan evidencia que el proceso de mejora tiene un horizonte de impacto cercano donde se empiezan a ver los primeros ahorros debido a las ineficiencias. En el próximo capítulo se tomarán como base estos parámetros para hacer un análisis desde el punto de vista financiero de la factibilidad del desarrollo, dentro de estos umbrales de tiempo y cuál es el tiempo estimado para cumplir con el repago de está.

CAPITULO VII. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA IMPLEMENTACIÓN

7.1 Consideraciones

En el presente capítulo evaluaremos la factibilidad financiera de implementar Food Trust para conformar entregas de Nestle relacionado al transporte de última milla, y cuáles son sus horizontes de retorno de la inversión según los parámetros detallados en el capítulo que antecede. Para el análisis financiero tomaremos los principales indicadores que son clave para entender que tan viable será la implementación. Estos indicadores son el ROI (retorno de la inversión), el VAN (Valor Actual Neto) y el tiempo de repago (o payback).

7.2 Estructura de Costos

La estructura de costos de la implementación debemos descomponerla en dos modalidades, las que tendrán recurrencia y las que no son recurrentes, es decir, las que tendrán un impacto en el día 0 de la implementación. Para la información que se utilizara en este capítulo tomaremos los valores publicados por IBM en su plataforma relativos a los costos recurrentes. Para los costos no recurrentes tomaremos como fuente los valores reales informados (Emerging Alliance, 2025). Estos indican que el valor de implementación para una mediana empresa es de US\$ 40000 (llegando a US\$ 80000 para un desarrollo mayor) sobre el entorno SAP Business One. Este valor incluye capacitaciones, licencias e implementaciones sobre la plataforma.

Estos valores se encuentran en moneda dólar estadounidense, con lo que estos valores luego lo convertiremos según el tipo de cambio vigente al día 18/04/2025 (Fuente Banco Nación valor de venta) que es de \$1390.

En la tabla 1.1 se resumen los costos de referencia mencionados anteriormente.

		Costos Asociados	
	Objeto	Monto (USD)	Monto ARS
No recurrentes	INVERSION INICIAL	USD 40000	\$ 55.800.000,00
	Equipo de Capacitación e implementación	USD 8000	\$ 11.160.000,00
	Total inversión inicial	USD 48000	\$ 66.960.000,00
Recurrentes	Licencia Anual IBM Food Trust	USD 12000	\$ 16.740.000,00
	Soporte y certificaciones Anuales	USD 4100	\$ 5.719.500,00
	Total inversión inicial	USD 48000	\$ 22.459.500,00

Tabla 1.1 Costos de Referencia (de implementación y recurrentes anuales)

7.3 Flujo de Fondos Projectados por Año

En el capítulo anterior se hizo un desarrollo de ahorro operacional segmentado en tres escenarios. Si bien cada escenario presenta el ramp up de la implementación, también tiene asociado un horizonte temporal de implementación. Se usará ese horizonte temporal para analizar los flujos de implementación y compararlos con los ahorros operativos. Este análisis se hará por 5 años, que es el ciclo de vida de un proyecto de transformación digital típico.

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ahorro operacional	—	\$ 87.052.800	\$ 158.332.800	\$ 158.332.800	\$ 158.332.800	\$ 158.332.800
Costo recurrente anual	—	-\$ 22.459.500	-\$ 22.459.500	-\$ 22.459.500	-\$ 22.459.500	-\$ 22.459.500
Inversión inicial	-\$ 66.960.000	—	—	—	—	—
Flujo neto del periodo	-\$ 66.960.000	\$ 64.593.300	\$ 135.873.300	\$ 135.873.300	\$ 135.873.300	\$ 135.873.300
Flujo de Caja Acumulado	-\$ 66.960.000	-\$ 2.366.700	\$ 133.506.600	\$ 269.379.900	\$ 405.253.200	\$ 541.126.500

1.2 Tabla con Flujos netos y acumulados por año

Según el detalle de la tabla 1.1 donde se detallan los flujos netos y acumulados, podemos observar que a partir del 2do año luego de implementado, la implementación comenzaría a ser rentable, y sus ahorros serían superiores a sus costos. Esto último estará sujeto a que se cumpla con la planificación de la implementación, según el diseño realizado en el capítulo anterior. Se debe resaltar que en caso de que se prolonguen los periodos, la operación igualmente sería rentable a partir del 2do año, pero por valores menores.

7.4 Indicadores de Rentabilidad del Proyecto

Sobre la proyección de flujos netos anuales, se calcularán los indicadores principales para comparar la rentabilidad de la implementación del proyecto. Para el cálculo del VAN tomaremos una tasa de descuento de referencia en Argentina a abril 2026 (26.8% TAMAR, Banco Central).

Para dicho cálculo debemos descontarles a los flujos netos, la tasa implícita mencionada de forma anual, según la tabla 1.3

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo neto del período	-\$ 66.960.000	\$ 64.593.300	\$ 135.873.300	\$ 135.873.300	\$ 135.873.300	\$ 135.873.300
Flujo de Caja Acumulado	-\$ 66.960.000	-\$ 2.366.700	\$ 133.506.600	\$ 269.379.900	\$ 405.253.200	\$ 541.126.500
Flujo Neto descontado	-\$ 66.960.000	\$ 50.941.088	\$ 84.507.570	\$ 66.646.349	\$ 52.560.212	\$ 41.451.271

Tabla 1.3 Flujo Neto descontado según tasa 26,8%

Con estos valores se calcula el VAN, como la suma de todos los periodos. En la tabla 1.4 se resumen los indicadores de rentabilidad del proyecto.

VAN	\$ 229.146.491
Payback	1,017años $\approx$ 1Año y 6 Dias
ROI	808,13%

Tabla 1.4 Indicadores VAN, Payback y ROI a 5 años

El análisis de estos resultados revela que la variable más crítica en este tipo de implementación en Argentina genera buenos valores de rentabilidad (con respecto al VAN). El tiempo de repago del proyecto es muy bueno, considerando que prácticamente transcurrido el primer año de implementación (1 año y 6 días), el proyecto empieza a tener valores positivos de rentabilidad. Con respecto al ROI, el valor es extremadamente elevado porque el resultado se sobre dimensiona por calcularlo a 5 años. El valor del ROI nos indica que luego de transcurridos los 5 años, se recupera una rentabilidad 9,08 veces mayor a lo invertido inicialmente.

CAPITULO VIII. ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE LA ADOPCIÓN

8.1 Aspectos

Como se mencionó a lo largo del presente trabajo existen muchos factores externos que pueden dificultar la implementación de una herramienta digital como IBM Food Trust en una cadena de suministro. En capítulos anteriores se mencionó la viabilidad operativa y el alcance de la implementación, como también la factibilidad financiera del desarrollo, pero en este capítulo se tratarán los intangibles y factores externos que pueden afectar la correcta implementación de la herramienta. Estos factores serán segregados en 3 campos, el técnico, el organizacional y el regulatorio.

8.2 Factores Técnicos

La viabilidad técnica evalúa si la infraestructura existente es portable a IBM Trust Food. Puede suceder que sean necesarios desarrollar subrutinas para que los procesos se integren entre sistemas, y esto puede generar demoras imprevistas al momento de ejecutar la planificación de la implementación.

La plataforma de IBM Trust Food opera sobre la estructura Hyperledger Fabric, y cuenta con APIs que se interconectan con SAP (se resalta que SAP e IBM estuvieron involucrados en el desarrollo de esta estructura), lo que facilita de manera significativa la interconexión entre los sistemas. Se debe destacar que la robustez de SAP, también para este tipo de integraciones puede ser una desventaja, debido a las dificultades de obtener los permisos necesarios para acceder a los niveles más bajos del sistema. Por último, el desafío técnico estará también en los últimos eslabones de la cadena, donde deberán también integrar sus sistemas para lograr una completa integración.

Los factores críticos que se pueden mencionar son los siguientes:

- **Conectividad:** esta herramienta demanda un punto de conexión conectado a la red siempre que suceda un evento, teniendo en cuenta que muchos de estos eventos pueden suceder en la calle, debemos sumar un dispositivo móvil con la posibilidad de conectarse a la aplicación. Esto implica tener equipos móviles que soporten correr la aplicación y cumplan con las especificaciones del desarrollados, sumado a lo que demande la operación.
- **Integración:** como se mencionó antes la integración entre sistemas es crucial para poder obtener el máximo de la aplicación. Con los niveles de digitalización de los procesos, es muy común que cada punto de recepción cuente con su ERP, con lo que, para lograr una integración completa, lo ideal sería poder tener todos los eslabones integrados.
- **Seguridad Informática:** como hemos visto en capítulos anteriores, la blockchain permissionada da la posibilidad de establecer permisos para la información que se compartirá con la cadena. Esto debe estar estrictamente controlado para que no se filtre información sensible (tarifas, facturas, pagos, etc.) con otras partes de la cadena.
- **Integración Fiscal:** se debe integrar la plataforma a los requerimientos del ARCA para poder realizar facturación y remitos electrónicos, según el marco regulatorio vigente por el ente.

Desde el punto de vista técnico, la penetración de la integración será mucho más eficiente y eficaz con clientes más chicos. Esto se debe tener en cuenta al momento de diseñar la planificación de integración entre clientes, clientes con menor volumen conlleven un mayor trabajo para integrarlos y capacitarlos.

8.3 Factores Organizacionales

En una organización hay distintos tipos de niveles, en los que la integración de la herramienta puede ser un poco más laboriosa que con otros actores. Según el Modelo de Aceptación Tecnológica (Davis, 1989) los usuarios tendrán una utilidad percibida y una facilidad de uso percibida.

Como utilidad percibida, se puede remarcar que la plataforma ofrece una digitalización de los documentos en todo momento, disponible para que los actores de la cadena puedan ingresar en el momento que lo requieran. La agilidad al momento de realizar las conformaciones de las entregas nos permite certificar al proveedor como confiable, lo que reduce ampliamente las tareas administrativas en los distintos eventos del proceso.

Con respecto a la facilidad de uso percibida, la plataforma ofrece una interfaz Mobile amigable, para que los usuarios no demoren en el proceso de conformación. Incluso permite la adopción de herramientas de IoT (RFID, Cubiscan, entre tantos otros) para poder realizar el proceso de manera más veloz.

Como factores críticos organizacionales, podemos mencionar los siguientes:

- Resistencia al cambio: toda organización presenta, ante este tipo de implementaciones digitales, una resistencia al cambio. Esto se debe a que pueden sentir el desarrollo como una amenaza a sus puestos de trabajo, o simplemente por desconfiar que reduzca su carga laboral. Es importante el trabajo de los capacitadores y recursos dedicados a gestión del cambio, para que el impacto por estos recursos sea el menor posible, y que puedan reconocer la potencialidad y mejora del desarrollo.

- Compromiso de la dirección: la adopción de las herramientas digitales y su implementación requiere de un compromiso activo de la cúpula directiva, involucrando los recursos necesarios para hacer la transición de la forma más eficaz y en el menor tiempo posible, para lograr una implementación exitosa.
- Capacitación Continua: como con cualquier herramienta digital la capacitación continua es crítica para tener un proceso más eficiente. Tratar de encontrar los cuellos de botella en el proceso, e intentar evitarlos antes que sucedan es el objetivo de la capacitación continua.
- Redefinir roles: la automatización de la herramienta puede establecer que determinados roles administrativos deban migrar a nuevas tareas. Es importante el rol que tendrá que cumplir RRHH en la gestión de estos nuevos roles.

8.4 Factores Regulatorios

El contexto tecnológico presente en la región de AMBA presenta oportunidades como también algunas dificultades para la implementación de una herramienta de este tipo, las cuales desarrollaremos en los próximos párrafos.

La infraestructura de conectividad móvil en AMBA, está por encima de la media nacional. En el año 2026 el desarrollo de antes 5G es bastante extenso en la región de AMBA, aunque en algunos sectores aun la conectividad puede ser un poco deficitaria, lo que dificultaría la operatividad de está. La aparición de servicios como Starlink, que ofrece conectividad en lugares remotos, ofrece una alternativa para poder tener una red conectada y poder operar sin problemas.

En cuanto al marco regulatorio, la normativa vigente establecida por AFIP (ahora ARCA) en el año 2018 bajo la RG4291/2018 establece los requisitos para la validez fiscal de los comprobantes digitales. Se requiere hacer una validación jurídica para la correcta

implementación de la facturación electrónica, para validar que la forma de almacenamiento de los comprobantes en la blockchain sea satisfactoria para el ente regulador y puedan estén disponibles para consulta.

Como corolario, se puede mencionar que el contexto macroeconómico argentino siempre introduce una variable de riesgo adicional. La inestabilidad en el tipo de cambio, y la inflación histórica que presenta el país, muchas veces se debe tener en cuenta para este tipo de implementaciones. A esto último, se debe sumar que con el cambio del signo político que presida el país, puede generar también un cambio regulatorio, con lo que también a mediano plazo puede requerir de actualizar determinados procesos, para adecuarlos a un cambio en el marco regulatorio.

Luego de establecidos los factores que pueden afectar la adaptación de la implementación de la herramienta, se debe destacar la viabilidad de los factores técnicos y organizacionales. Asimismo, se reconocen los riesgos a mediano plazo en caso de un cambio en el marco regulatorio, o de las condiciones macroeconómicas de la región, en las que la rápida adaptación será crucial para evitar que afecte la rentabilidad de los procesos. Los riesgos se podrían mitigar, con una correcta programación gradual, priorizando el desarrollo en actores con una madurez digital mayor, por sobre los actores más comprometidos con sus sistemas de información.

CAPITULO IX. CONCLUSIÓN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la implementación de una herramienta digital (IBM Food Trust) para facilitar el proceso de conformación de entregas de Nestle en la región de AMBA. En este capítulo se hará una comparación de los datos relevados a lo largo del presente trabajo, para poder hacer un análisis de los resultados obtenidos. Si bien la implementación tiene sus fundamentos teóricos en una simulación, tomando como escenario base una situación real, se debe establecer que la implementación puede tener intangibles que exceden el presente trabajo. Para poder evaluar los resultados se tendrán en cuenta los resultados operativos, técnicos y financieros. Por último, se establecerán posibles mejoras operativas y líneas futuras de investigación que se desprenden de la realizada.

9.1 Síntesis AS IS

Se hizo un relevamiento del proceso actual (AS IS), detectando y describiendo una serie de ineficiencias, que no solo repercuten a nivel operativo sino también a niveles económico. Se reconocieron los defectos en la cadena que se remontan desde el punto de origen del pedido, desencadenando una concatenación de ineficiencias que se replican como cascada en el resto de la cadena.

Actualmente la gestión documental se realiza de forma física, con lo que el error humano es considerablemente alto, solo para el proceso de contralor documental. Existen también clientes que realizan la conformación de las entregas también de forma física, lo que también requiere de un control extra por parte de la logística al momento de la conformación. Por último, el armado y control de los legajos de rendición se hace de forma manual, destinando recursos humanos para el control exhaustivo y reconocimiento de desvíos en los legajos de documentación.

Desde el punto de vista cuantitativo, la cantidad mensual de entregas promedio es de 1174. Se debe destacar que esto es un promedio mensual dentro de un año, porque la gama de productos presenta estacionalidad. De esas entregas totales, la ocurrencia de errores documentales es de 15% por un total de 176.1 entregas, mientras que la logística inversa tiene una tasa de 8% por un total de 93.92 entregas. Con respecto a los gastos asociados por estas ineficiencias, las mismas tienen un costo total para la operación de \$18314400 mensuales.

9.2 Síntesis TO BE

Se establece la implementación de la herramienta de IBM Food Trust, para realizar el proceso de conformado de forma automática, reduciendo errores documentales y demoras en la conformación.

La implementación se basa en el uso de una herramienta desarrollada en un entorno de redes Blockchain, las cuales cuentan con grandes bondades con respecto a la transparencia, fiabilidad e inmutabilidad. El proceso tiene su disparador desde el momento que se carga el pedido, donde los actores de la cadena tienen visibilidad de este, y deben validar las operaciones para no recaer en productos no pedidos, y de esta forma evitar discrepancias al momento de la recepción. Los legajos documentales (remitos, facturas, nota de pedidos, etc.) se generarán en el entorno digital de IBM Food Trust, y estarán disponibles para quienes estén permitidos para visualizarlo. El proceso de conformado se realizará íntegramente dentro de la aplicación de la herramienta, para agilizar los tiempos de control y conformes. Debido a que el proceso estará certificado, los tiempos de control de mercadería se reducen a 15 minutos (0.255 horas), luego de la última etapa de implementación de la herramienta.

Se tuvo en cuenta un proceso de ramp up para la implementación de IBM Food Trust. Dentro de las etapas se detallan la de lanzamiento, donde se tomarán determinados clientes para hacer pruebas piloto, entre aquellos que presentan un desarrollo de madurez digital, para evitar demoras en la implementación primaria. La etapa siguiente es donde el proceso entra en régimen, completando su implementación con los clientes restantes, e involucrando a todos los actores de la cadena. Por último, la etapa donde la integración es total, e incluso se puede pensar en incorporar mejoras en el proceso.

Desde el punto de vista operativo, la implementación reduce los tiempos de recepción en un 91,5%, dando la posibilidad operativa de generar sinergias con otros clientes o tomar más cargas. Con respecto a la cuantificación de entregas, la mejora en la aparición de errores documentales tiene un baja en la tasa considerable, reduciendo los valores en un 90.34%, generando errores en entregas en 17 casos. Con respecto a la logística inversa, la reducción es del 91.50%, teniendo recurrencia en 37 casos mensuales.

Ahora bien, desde el punto de vista económico el ahorro es considerable. Dentro del primer año de implementado el gasto se reduce en un 48.02%, y luego de la última etapa de implementación ese costo se reduce en un 72.04%. Para analizar la viabilidad financiera de la implementación, se toman los principales indicadores que sirven de herramienta para considerar una inversión de este tipo que son el ROI, VAN y Payback. La inversión presenta una tasa de repago apenas superior a 1 año (1 año y 6 días), lo cual es muy beneficioso para la operación, que luego de transcurrido el primer año ya comienza a ser rentable. Con esto último, el ROI a 5 años es extremadamente bueno, con un valor de 808.13%, generando grandes rentabilidades con ese horizonte temporal. Con respecto al VAN, el mismo se realizó en base a una tasa de descuento de referencia para el mercado argentino (TAMAR, abril 2026 26.8%), y como sucedió con los otros

indicadores el valor también fue positivo de \$229146491, lo que es un indicador muy bueno, sobre todo para tener cobertura sobre la variabilidad en la economía argentina, donde los procesos inflacionarios son tan recurrentes.

9.3 Fundamentos Finales

Luego de haber detallado el proceso actual (AS IS) y el escenario futuro luego de la implementación (TO BE), podemos resumir y encontrar fundamento para responder al interrogante de la presente investigación, la cual intenta resolver si es posible tener una operación más eficiente implementando IBM Food Trust, en el proceso de conformación de entregas en la operación de consumo masivo de Nestlé en la región de AMBA.

La investigación ha encontrado sustento para confirmar que la implementación hace una operación más eficiente y saludable. Podemos basar el fundamento de la respuesta desde tres puntos de vista el operativo, el financiero y el estratégico. Desde el punto de vista operativo hemos concluido en una mejora en los tiempos de conformación (91,5%) y en la implementación de automatizaciones para dar respuesta a las problemáticas propias del día a día. Al momento de encontrar fundamento desde el punto de vista financiero, la implementación ofrece un retorno de la inversión elevado y un tiempo de repago de 1 año, valores que para este tipo de proyectos son óptimos. Por último, se reconoce que la implementación tiene un fundamento estratégico, no solo como posicionamiento frente a la competencia, utilizando tecnologías disruptivas para dar respuesta a las necesidades cotidianas de las operaciones, sino también para ofrecer nivel de servicio a los clientes con los que se comercializa. Se entiende que el rubro está migrando mundialmente a la utilización de estas tecnologías, con lo que estos desarrollos tienen la posibilidad de agregar valor a la cadena.

CAPITULO X. LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACION

La investigación se realizó sobre una base de datos reales extraídos de la operación en el 2025, aunque se debe tener en cuenta que la implementación se basó en una simulación según parámetros que fueron definidos para modelar el desarrollo. Estos parámetros que fueron fijados, en una situación real pueden modificarse, con los que el resultado de la simulación puede no convalidar los mismos porcentajes de eficiencia entregados. Asimismo, debemos mencionar que los costos del paquete de IBM pueden modificarse, dado que la innovación en estas herramientas está en constante movimiento, y las empresas pueden ofrecer distintos paquetes de tecnología (suites), que pueden modificar los valores utilizados para la simulación.

Dentro del presente desarrollo, se han ido mencionando oportunidades para realizar futuras investigaciones que se desprenden de esta misma. Dentro de esas investigaciones podemos primeramente mencionar realizar este mismo estudio con una prueba piloto en una situación real, para convalidar o no el objetivo descrito en este trabajo. También se reconoce la importancia de generar indicadores para las operaciones de este tipo, y utilizar los registros de trazabilidad de los eventos para comprender el impacto ambiental de la actividad. Las operaciones sustentables son una necesidad real en el rubro en esta década, y los avances que ofrezcan los clientes en este ámbito serán de gran valor para toda la cadena de suministros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Estenssoro, M.E (2019, 19 de mayo). “En busca de la industrialización perdida”. La Nación. <https://www.lanacion.com.ar/economia/en-busca-de-la-industrializacion-perdidachristine-lagardelos-dos-primeros-anos-del-gobiernode-macri-han-sido-asombrosos-nid2249001/>

Lidell P. (2024). *Supply chain trends 2024: The digital shake-up*. <https://kpmg.com/xx/en/our-insights/ai-and-technology/supply-chain-trends-2024.html>

Uehara, E. (2024, 3 de mayo). Por qué blockchain es la revolución industrial de la era digital. *Perfil*. <https://www.perfil.com/noticias/opinion/por-que-blockchain-es-la-revolucion-industrial-de-la-era-digital.phtml>

Garrell Guiu, A., & Guilera Agüera, L. (2019). *La industria 4.0 en la sociedad digital*. Alfaomega Grupo Editor.

Agencia de Recaudación y Control Aduanero [ARCA]. (2025, 16 de abril). *Resolución General N° 5678/2025. Procedimiento. Regímenes de emisión de comprobantes. Documentación relativa al traslado y entrega de productos*. Boletín Oficial de la República Argentina, 22 de abril de 2025. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resolución-5678-2025-411918/texto>

Tapscott, D. y Tapscott, A. (2017). *La revolución Blockchain: Descubre cómo está nueva tecnología transformará la economía global*. Deusto.

Ball, C. (2023). *1962-2022: A 60-year timeline of events technology innovation*. Corbin Ball & Co. Recuperado el 25 de marzo de 2026, de <https://www.corbinball.com/article/29-futurism/263-60yeareventtechtimeline>

BBVA Communications. (2017, 5 de diciembre). *De Alan Turing al 'ciberpunk': la historia de 'blockchain'*. BBVA. <https://www.bbva.com/es/innovacion/historia-origen-blockchain-bitcoin/>

Binance Academy. (2023, 17 de agosto). *La historia de blockchain*. Binance. <https://www.binance.com/es/academy/articles/history-of-blockchain>

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. O'Reilly Media.

Susnjara, S., & Smalley, I. (s.f.). ¿Qué es el blockchain? IBM. <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/blockchain>

Morgan Stanley Investment Management. (2019). *Tecnología blockchain* (The Edge: Disruption, Growth, Emerging Themes). https://www.morganstanley.com/im/publication/insights/investment-insights/ii_theedgeblockchain_es.pdf

Fernández, D. (2025, 21 de marzo). *¿Qué es el blockchain?* Telefónica. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/que-blockchain/>

Vyas, N., Beije, A. y Krishnamachari, B. (2019). *Blockchain and the Supply Chain: Concepts, Strategies and Practical Applications*. Kogan Page.

Douceur, J. R. (2002). The Sybil attack. En P. Druschel, F. Kaashoek y A. Rowstron (Eds.), *Peer-to-peer systems: First International Workshop, IPTPS 2002* (pp. 251–260). Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-45748-8_24

Androulaki, E., Barger, A., Bortnikov, V., Cachin, C., Christidis, K., De Caro, A., Enyeart, D., Ferris, C., Laventman, G., Manevich, Y., Muralidharan, S., Murthy, C., Nguyen, B., Sethi, M., Singh, G., Smith, K., Sorniotti, A., Stathakopoulou, C., Vukolić, M., Weed Cocco, S., & Yellick, J. (2018). Hyperledger Fabric: A distributed operating system for permissioned blockchains. *Proceedings of the Thirteenth EuroSys Conference* (pp. 30:1–30:15). ACM.

Oracle. (s.f.). *Permissioned blockchain*. Oracle Israel. Recuperado el 28 de marzo de 2026, de <https://www.oracle.com/il-en/developer/permissioned-blockchain/>

Nguyen, H., & Do, L. (2018). *The adoption of blockchain in food retail supply chain: Case: IBM Food Trust Blockchain and the food retail supply chain in Malta* [Tesis de grado, Lahti University of Applied Sciences]. Theseus. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/158615/Nguyen_Ha.pdf

Juárez, C. (2021, enero). *¿Cómo bajar los costos de la logística inversa?* The Logistics World. <https://thelogisticsworld.com/logistica-y-distribucion/como-bajar-los-costos-de-la-logistica-inversa/>

Transporte González. (s.f.). *¿Qué es la logística de la última milla?* <https://www.transportegonzalez.com/que-es-la-logistica-de-la-ultima-milla/>

The Logistics World. (2025, 14 de febrero). *Desafíos y soluciones en la distribución de última milla en entornos urbanos*. <https://thelogisticsworld.com/logistica-y-distribucion/desafios-y-soluciones-en-la-distribucion-de-ultima-milla-en-entornos-urbanos/>

Christopher, M. (2016). *Logistics and supply chain management* (5a ed.). Pearson.

Levy, A. (1981). *Planeamiento estratégico*. Ediciones Macchi.

Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro* (5a ed.). Pearson Educación.

Equipo de MICHELIN Connected Fleet. (2025, 15 de febrero). *Entrega de última milla*. MICHELIN Connected Fleet. <https://connectedfleet.michelin.com/es/blog/entrega-de-ultima-milla/>

Redacción Movant. (2025, 29 de octubre). *El nuevo consumo masivo redefine la logística: menos stock, más entregas y mayor eficiencia*. Infobae. <https://www.infobae.com/movant/2025/10/29/el-nuevo-consumo-masivo-redefine-la-logistica-menos-stock-mas-entregas-y-mayor-eficiencia/>

Jameela, M. (2024). *What is POD? Full form, importance and impact on modern logistics*. WareIQ. <https://wareiq.com/resources/blogs/what-is-pod-proof-of-delivery/>

Congreso de la Nación Argentina. (1994). *Ley N° 24.449: Ley de Tránsito y Seguridad Vial*. Boletín Oficial de la República Argentina. <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/818/norma.htm>

Poder Ejecutivo Nacional. (1995). *Decreto N° 779/95: Reglamentación de la Ley N° 24.449, Anexo R — Pesos y Dimensiones*. Boletín Oficial de la República Argentina. <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/30389/norma.htm>

Poder Ejecutivo Nacional. (2018). *Decreto N° 32/2018: Modificación del Anexo R del Decreto N° 779/95 — Pesos, dimensiones y configuraciones de vehículos de carga*. Boletín Oficial de la República Argentina. <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/305000-309999/305750/norma.htm>

Kamath, Reshma. 2018. "Food Traceability on Blockchain: Walmart's Pork and Mango Pilots with IBM." *The Journal of The British Blockchain Association* 1 (1). [https://doi.org/10.31585/jbba-1-1-\(10\)2018](https://doi.org/10.31585/jbba-1-1-(10)2018).

Tian, F. (2025). Tracking transparency: Blockchain in the global supply chain — A case study of IBM Food Trust. *Advances in Computers*, ScienceDirect. [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(25\)00039-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(25)00039-1)

Pollock, D. (2020, abril 15). *Nestlé expands use of IBM Food Trust blockchain to its Zoégas coffee brand*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/darrynpollock/2020/04/15/nestl-expands-use-of-ibm-food-trust-blockchain-to-its-zogas-coffee-brand/>

Hurtado de Barrera, J. (2010). *Metodología de la investigación: guía para una comprensión holística de la ciencia*. Quirón-Sypal.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores.

Hammer, M., & Champy, J. (1993). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Harper Business.

Emerging Alliance. (2025, noviembre 12). *SAP Business One implementation pricing: Complete 2025 guide*. <https://www.emerging-alliance.com/sap-business-one-implementation-pricing-complete-2025-guide/>

Supply Chain Digital. (2020, mayo 17). *IBM launches its blockchain produce tracker, IBM Food Trust*. <https://supplychaindigital.com/technology/ibm-launches-its-blockchain-produce-tracker-ibm-food-trust>

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>

Administración Federal de Ingresos Públicos. (2018, 2 de agosto). *Resolución General N° 4291/2018. Procedimiento. Régimen especial de emisión y almacenamiento electrónico de comprobantes originales*. Boletín Oficial de la República Argentina, N° 33925. <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=313088>

ANEXOS

ANEXO A

Base de Datos Entregas Nestle 2025 -
https://docs.google.com/spreadsheets/d/154g6d4JBWURiBz6iBDVEXgHMaf6EWRx1/edit?usp=drive_link&ouid=104411426914801028388&rtpof=true&sd=true