

**PROPUESTA DE INSTRUMENTO DE DECISIÓN TÁCTICA Y OPERATIVA
PARA EL CONTROL DE PAQUETERIA- *COURIER* USANDO CONCEPTOS DE
BLOCKCHAIN Y *CONTROL TOWER***

CAMILO ANDRÉS NEIRA LÓPEZ

UNIVERSIDAD EAN

BOGOTÁ D.C., COLOMBIA, JUNIO DE 2019

UNIVERSIDAD EAN

**FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE PROCESOS**

**PROPUESTA DE INSTRUMENTO DE DECISIÓN TÁCTICA Y OPERATIVA
PARA EL CONTROL DE PAQUETERIA- *COURIER* USANDO CONCEPTOS DE
BLOCKCHAIN Y *CONTROL TOWER***

AUTOR

CAMILO ANDRÉS NEIRA LÓPEZ

DIRECTOR

JEFFREY LEÓN PULIDO

BOGOTÁ, D.C., JUNIO DE 2019

DEDICATORIA

A mi esposa y madre, quienes han sabido iluminar mi camino personal y profesional con exigencia y amor.

A mis hijos como huella y misión en esta vida, para que sepan que toda meta y sueño es alcanzable con determinación, humildad y disciplina.

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa e hijos por ser la luz de cada uno de mis actos y decisiones.

A mis padres y hermanas que siempre han estado allí para apoyarme

A mis docentes y compañeros por todos los aprendizajes y experiencias compartidas.

*A todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron y apoyaron el desarrollo de este
proyecto*

CONTENIDO

GLOSARIO.....	12
RESUMEN.....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUCCIÓN.....	17
CAPITULO 1. OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DEL TRABAJO.....	21
1.1 Objetivos.....	21
1.1.1 Objetivo general.....	21
1.1.2 Objetivos específicos.....	21
1.2 Justificación.....	21
1.3 Delimitación y alcance.....	24
1.4 Estructura del proyecto.....	25
1.5 Organización del trabajo.....	26
CAPITULO 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	27
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	27
2.2 Control Operacional - <i>Control Tower</i>	30
2.3 <i>Blockchain</i>	36
2.4 <i>Blockchain</i> en SCM.....	37
2.5 Operaciones de paquetería y cadena de suministro.....	39
2.6 Toma de decisiones.....	43
CAPITULO 3. MÉTODOS.....	45
3.1 Estructura típica del proceso de paquetería.....	45
3.2 Desarrollo base del instrumento.....	47
3.2.1 Control Tower aplicado a paquetería-courier.....	47
3.2.1 Blockchain aplicado a paquetería-courier.....	51
3.2.2 Integración Control Tower y Blockchain.....	54
3.3 Delimitación y establecimiento de variables.....	55
3.3.1 Variables y parámetros.....	55

3.3.2	Indicadores medidos	57
3.3.3	VARIABLES DE ENTRADA Y SALIDA.....	59
3.4	Consulta a expertos	60
3.4.1	Perfil de expertos.....	60
3.4.2	Resultados	61
3.4.3	Observaciones	67
3.5	Establecimiento de estructura de <i>Dashboard</i>	69
3.5.1	Métodos para el análisis.....	69
3.5.2	Bloques y subsistemas (blockchain)	70
3.5.3	Indicadores para el control.....	71
3.5.4	Resultados de salida y Layout de control	74
CAPITULO 4. RESULTADOS		78
4.1	Herramienta de control para la toma de decisiones	78
4.1.1	Proceso flow-chart.....	78
4.1.2	Límites y restricciones	79
4.1.3	Estructura secuencial del instrumento.....	80
4.2	Caso de estudio.....	81
4.3	Conclusiones de los resultados.....	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		94
BIBLIOGRAFÍA		96
APÉNDICES		100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Flujograma de metodología del proyecto.....	25
Figura 2.1. Modelo de control predictivo de las tres fases de <i>Supply Chain</i>	32
Figura 2.2. Proceso-modelo-tecnología en la aplicación de las teorías del control	33
Figura 2.3. Cadena de suministro digital y el control operacional.....	35
Figura 2.4. Procesos de entrega de pedidos que Blockchain puede soportar	38
Figura 2.5. <i>Supply Chain</i> actual vs <i>Supply Chain</i> incorporando <i>blockchain</i>	39
Figura 2.6. Flujo típico paquetes centro de distribución	42
Figura 2.7. Clasificación manual.....	42
Figura 2.8.: Clasificación automática.....	43
Figura 3.1. Procesos empresas de paquetería	45
Figura 3.2. Cadena de valor empresas de paquetería	46
Figura 3.3. Macroprocesos empresas de paquetería	47
Figura 3.4. Pilares del <i>Control Tower</i>	49
Figura 3.5.: Niveles del <i>Control Tower</i> en paquetería	50
Figura 3.6. Método de operación BlockChain.....	51
Figura 3.7. Árbol de decisiones para identificar el uso de <i>BlockChain</i>	52
Figura 3.8. Esquema de interacción de sistemas, Blockchain y <i>Control Tower</i> – modelo MAPE-K.....	55
Figura 3.9. Entradas y salidas del proceso de control operacional.....	60
Figura 3.10. Resultado pregunta 1 – Validación expertos.....	62
Figura 3.11. Resultado pregunta 2 – Validación expertos.....	62
Figura 3.12. Resultado pregunta 3 – Validación expertos	63
Figura 3.13. Resultado pregunta 4 – Validación expertos	63
Figura 3.14. Resultado pregunta 5 – Validación expertos	64
Figura 3.15. Resultado pregunta 6 – Validación expertos	64
Figura 3.16. Resultado pregunta 7 – Validación expertos	65
Figura 3.17. Resultado pregunta 8 – Validación expertos.....	65
Figura 3.18. Resultado pregunta 9 – Validación expertos	66

Figura 3.19. Resultado pregunta 10 – Validación expertos	66
Figura 3.20. Matriz de evaluaciones y alertas de el instrumento	69
Figura 3.21. Bloques y subsistemas <i>BlockChain</i> de el instrumento.....	70
Figura 3.22. Descripción Bloques y subsistemas <i>BlockChain</i> de el instrumento	71
Figura 3.23. Clasificación estados de envíos para el control	72
Figura 3.24. Código de colores indicadores de control	73
Figura 3.25. Ejemplo indicadores de control por estado - proceso	73
Figura 3.26. Calidad real y calidad potencial -caso de estudio	75
Figura 4.1. <i>Flow-chart</i> Herramienta control operacional.....	78
Figura 4.2. Límites y restricciones Herramienta control operacional	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1. Respuestas identificación uso <i>BlockChain</i>	53
Tabla 4.1. Capacidades de procesamiento en origen y destino – caso de estudio	81
Tabla 4.2. Cantidad de piezas productos premium origen destino – caso de estudio.....	82
Tabla 4.3. Cantidad de piezas producto estándar origen destino – caso de estudio	83
Tabla 4.4. Cantidad de rutas y productividad por ciudad destino – caso de estudio	84
Tabla 4.5. Tiempos de entrega producto 11 AM – caso de estudio	84
Tabla 4.6. Tiempos de entrega producto estándar – caso de estudio.....	85
Tabla 4.7. Tiempos de entrega producto 2 PM – caso de estudio	86
Tabla 4.8. Horas máximas de entrega por producto – caso de estudio.....	87
Tabla 4.9. Factor de cantidad de piezas por parada según el producto – caso de estudio ...	87

LISTA DE ECUACIONES

(Ecuación 3.1 – Capacidad en origen)	56
(Ecuación 3.2 – Capacidad en destino)	57
(Ecuación 3.3 – Capacidad rutas distribución)	57
(Ecuación 3.4 – Control fecha objetivo).....	57
(Ecuación 3.5 - Efectividad de entregas)	58
(Ecuación 3.6 – Calidad tiempos de entrega)	58
(Ecuación 3.7 - Productividad de rutas)	59
(Ecuación 3.8 - Cumplimiento en recolección).....	59
(Ecuación 3.9 - Capacidad de procesamiento)	59
(Ecuación 3.10 - Capacidad de procesamiento)	74

LISTA DE APÉNDICES

APÉNDICE A - Modelo de procesos Control Tower en paquetería.....	100
APÉNDICE B - Alcance Control Tower en paquetería	101
APÉNDICE C - Interacción variables de el instrumento <i>control tower</i> y Blockchain	102
APÉNDICE D – Perfiles de expertos	103
APÉNDICE E - Encuesta de validación expertos y resultados	104
APÉNDICE F - Visualización código de colores por estado de proceso - <i>Layout</i> propuesto	105
APÉNDICE G - Detalle ejemplo gestión proceso de salidas - <i>Layout</i> propuesto.....	106
APÉNDICE H - Detalle ejemplo gestión proceso de distribución - <i>Layout</i> propuesto.....	107
APÉNDICE I - Detalle ejemplo gestión de guía - <i>Layout</i> propuesto.....	108
APÉNDICE J: <i>Dashboard</i> cumplimiento de recolección - <i>Layout</i> propuesto	109
APÉNDICE K <i>Dashboard</i> calidad de entregas - <i>Layout</i> propuesto.....	110
APÉNDICE L <i>Dashboard</i> productividad rutas - <i>Layout</i> propuesto.....	111
APÉNDICE M – Estructura secuencial de el instrumento.....	112

GLOSARIO

BO: *Back Office*. En el medio de paquetería, el personal administrativo encargado de apoyar a la operación en piso y en ruta y soportar la administración se les denomina *Back Office*.

Bullwip: También conocido como efecto látigo en la administración de cadenas de suministro, consiste en el efecto que producen pequeñas variaciones en la demanda por parte de los consumidores, causando unas fluctuaciones en la cadena de suministro mucho mayores.

Courier: El servicio de Courier consiste en el envío de documentos o paquetes de un tamaño y/o peso limitado a un determinado costo

Dashboard: Tablero de mando o control. Conjunto de gráficas y datos que permiten analizar y tomar decisiones.

ERP: *Enterprise Resources Planning*. Sistema de administración y planificación de todos los recursos de una empresa.

E2E: *End to End*. Expresión utilizada para referirse a todos los procesos existentes desde el principio hasta el final de la operación, en paquetería, desde la recolección hasta la distribución.

FM: *First mille* - primera milla en el negocio de la paquetería y el courier es conocido como el primer proceso de recolección y recepción de mercancía o documentos al remitente.

IoT: *Internet of Things*- Tecnología que se refiere a los sistemas de dispositivos y elementos interrelacionados a través del internet y que proveen diferentes tipos de datos sin la interferencia de las personas.

Lead time: Tiempo de espera de una orden en la cadena de suministro.

LD: Larga Distancia. Transporte que conecta una ciudad origen con una ciudad destino, puede ser terrestre o aéreo.

LM: *Last mille* - última milla en el negocio de la paquetería y el courier es conocido como el último proceso de distribución y entrega final al destinatario.

MRP: *Material Requirement Planning*. Sistema y modelo para administrar el suministro de materiales a una planta de producción u operación.

On- line: En tiempo real, una herramienta on-line, quiere decir que está conectada en tiempo real con los datos necesarios.

PNC: Producto no conforme. En paquetería existen desviaciones y novedades que generan producto no conforme porque incumple las exigencias de calidad de los clientes.

POD: *Proof of delivery* - Prueba de entrega, documento que certifica que el destinatario de un envío lo ha recibido a satisfacción.

RFID: *Radio Frequency Identification* – Identificación por radiofrecuencia es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos transferidos por radiofrecuencia, tecnología sustituta y complementaria al código de barras.

SCM: *Supply Chain Management* – Administración de la cadena de abastecimiento

SKU: *Stock-keeping unit*. Número de referencia clave para localizar cierta mercancía.

SLA: *Service level agreement* – Acuerdo de nivel de servicio, son pautas que se acuerdan entre procesos o empresas estipulando condiciones de cumplimiento.

Stakeholders: Partes interesadas de toda organización, clientes, proveedores, gobierno, empleado, comunidad, medio ambiente, entre otras.

TMS: *Transportation Management System*, sistema core que utilizan las empresas de paquetería y transporte

KPI: *Key Performance Indicator*. Indicadores de gestión principales del negocio

WMS: *Warehouse Management System*. Sistema de administración de inventarios y almacén que utilizan empresas de logística

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA DE INSTRUMENTO DE DECISIÓN TÁCTICA Y OPERATIVA PARA EL CONTROL DE PAQUETERIA - COURIER USANDO CONCEPTOS DE BLOCKCHAIN Y CONTROL TOWER

AUTOR: Camilo Andrés Neira López

PALABRAS CLAVE: Control Operacional, *Blockchain*, Herramienta, *Control Tower*, *Supply chain*.

La productividad y competitividad de las empresas dependen en gran medida del funcionamiento de su logística y en la forma como hacen llegar sus productos a sus intermediarios, distribuidores y clientes finales (*Supply chain management*). Las empresas de paquetería desempeñan un papel esencial en la búsqueda de estos dos grandes objetivos, por lo cual se hace necesario que sus operaciones sean altamente eficientes para reducir tiempos de entrega y costos de operación. Diferentes herramientas para el control operativo han sido desarrolladas a lo largo del mundo, buscando mejorar la eficiencia y apoyando la toma de decisiones, el presente proyecto incluye conceptos de *Blockchain* aplicados a la cadena de suministro para el diseño una herramienta que planifique controle y optimice las operaciones facilitando la toma de decisiones tácticas y operativas de organizaciones de paquetería-*courier*. Aplicando las técnicas y métodos existentes para el control operacional, así como integrando los conceptos de *Blockchain* y *Control Tower* en el diseño y estructuración del instrumento, se realiza una validación de expertos y caso de estudio para determinar la conveniencia y factibilidad de esta en el contexto de las empresas de paquetería. Encontrando directa relación entre la mejora en la eficiencia de los procesos y el uso de herramientas de control para la toma de decisiones tácticas y operativas, así como se logran identificar futuras líneas de investigación en torno a la aplicación de *Blockchain* en logística y operaciones.

ABSTRACT

TITLE: APPROACH OF TOOL FOR OPERATIONAL CONTROL IN PARCEL-COURIER ORGANIZATIONS USING BLOCKCHAIN AND CONTROL TOWER CONCEPTS FOR MAKE TACTICAL AND OPERATIONAL DECISIONS

AUTHOR: Camilo Andrés Neira López

KEYWORD: Operational Control, Blockchain, Tool, *Control Tower*, Supply chain.

The productivity and competitiveness of the companies depend to a great extent on the operation of their logistics and on the way they get their products to their intermediaries, distributors and final customers (Supply chain management). The parcel companies play an essential role in the pursuit of these two major objectives, which is why it is necessary that their operations are highly efficient to reduce delivery times and operating costs. Different tools for operational control have been developed throughout the world, seeking to improve efficiency and supporting decision making, the present project includes concepts of blockchain applied to the supply chain for design a tool that plans, controls and optimizes the operations facilitating the tactical and operative decisions of parcel-courier organizations. Applying the existing techniques and methods for operational control, as well as integrated the Blockchain and Control Tower concepts in the development of the tool, a validation of experts and case study is carried out to determine the convenience and feasibility of this in the context of the companies of parcel service. Finding a direct relationship between the improvement in the efficiency of the processes and the use of control tools for making tactical and operational decisions, as well as identifying future lines of research around the implementation of Blockchain in logistics and operations.

INTRODUCCIÓN

La industria *courier* y de transporte de mercancías es una parte integral de la economía de los países industrializados proporcionando al mercado el servicio de transporte de documentos, paquetes, partes de maquinaria, aprovisionamientos médicos, mercancías para el consumo masivo y otros bienes sensibles al tiempo entre las empresas y otras organizaciones.(Antún, 2013)

En un entorno tan competitivo y dadas las condiciones adversas de la economía actual en un país latinoamericano como Colombia, para las empresas, grandes, medianas o pequeñas, la productividad y la competitividad son la clave para garantizar el desarrollo de negocios sostenibles en el tiempo. En este sentido, la industria de la logística, el paqueteo, correo y transporte juegan un papel fundamental en la administración de las cadenas de suministro para aportar a la competitividad y la productividad de la industria nacional.

Numerosas empresas dependen en gran medida de las empresas de courier y paqueteo, tales como las instituciones financieras, bufetes de abogados o los distribuidores farmacéuticos dispuestos para el transporte de medicamentos de alto valor a los hospitales, entre otras tantas empresas y sectores de la economía que deben hacer llegar sus mercancías de un lugar a otro en el menor tiempo posible (Ghiani, Manni, & Quaranta, 2010).

Para las empresas de paquetería y correo lo que demandan los clientes es el tiempo, de ahí la importancia en la medición y control de las operaciones que soportan la necesidad de herramientas y tecnología que permitan la mejora de los procesos operativos y servicio al cliente.(Antún, 2013)

Todas las capas de jerarquía de la cadena de suministro deben prestar atención a los principales objetivos de la industria mejorando la calidad del servicio y los beneficios para

el cliente y reduciendo el costo a lo largo de toda la cadena. (Gálvez, Gisela; Núñez, Daniel; Valdivia, 2017)

Para lograr los objetivos, varios instrumentos y métodos diferentes se aplican al diseño de las cadenas de suministro (a nivel estratégico), su planificación (a nivel táctico) y la ejecución de los procesos (en el nivel operacional); existiendo una brecha entre los sistemas de planificación en el nivel táctico de procesos y las herramientas de monitoreo en el nivel de ejecución. (Alias, 2014)

El seguimiento del progreso es fuertemente obstaculizado por lo que muchas empresas no son capaces de registro de desviaciones de la planificación en el nivel operativo y reaccionar a ellos de manera óptima en términos de una visión táctica. (Alias, 2014)

Estudios presentados por Logyca (2015), la tecnología ha ayudado para atender la creciente demanda de manera más rápida, más confiable y a un menor costo; pero sobre todo, ha facilitado el crecimiento de las empresas. Cuando una empresa crece en volumen de ventas, en líneas de producto, en personal o en presencia geográfica, aumenta la complejidad de la gestión de sus operaciones. Sin una base tecnológica robusta, ese crecimiento puede ser muy ineficiente y puede poner en peligro la continuidad de la empresa.

Es necesario contar con la información de medición de las diferentes variables que impactan los tiempos de ejecución de las diferentes operaciones para el desarrollo de indicadores de productividad en la operación, ese es el primer paso para administrar y controlar la misma. (Stevenson, 2012)

Contar con procesos medidos y controlados en el negocio de la paquetería y el transporte, permite ofrecer al mercado promesas de tiempos de entrega menores y mayor calidad en el servicio. (Antún, 2013)

Estudios anteriores como el de (Walker, 2014), afirman que contar con el instrumento adecuada es clave y se convierte en base fundamental para iniciar proyectos de automatización. Sugiriendo que un sistema altamente automatizado proporcionará una mejora del 20% en la productividad, la calidad del producto o servicio y la eficiencia energética, en comparación con una operación puramente manual.

Dada la importancia de empresas de paquetería-courier en la economía nacional, es fundamental que éstas cuenten con operaciones eficientes, organizadas y productivas. Sin embargo, debido a la complejidad de las operaciones logísticas, los términos control operacional en este sector no han sido altamente estudiados en la academia, ni se tiene teoría suficiente para contar con herramientas para su gestión.(Gálvez, Gisela; Núñez, Daniel; Valdivia, 2017)

En este trabajo se realizará un análisis de cada uno de los procesos de una empresa de paquetería, entendiendo su cadena de valor y prioridades estratégicas, y realizando la medición de indicadores de eficiencia se logrará determinar cuál es el impacto y la viabilidad de aplicar este tipo de herramientas de control usando los conceptos de blockchain.

Este estudio pretende explicar los fenómenos de la operación de una empresa de paquetería y evaluar el efecto que se logra sobre la eficiencia de esta al contar con adecuado control de operaciones planificadas, automatizadas y optimizadas. Proponiendo un instrumento que integre y aplique los conceptos de *Control Tower* y *BlockChain* que permita aportar gran valor para la toma de decisiones y formulación de proyectos de inversión en tecnología para las empresas de transporte y se convierte en una nueva fuente de información en aplicación de modelos de control para el sector de la logística y referente de aplicación de la ingeniería de procesos.

El estudio inicia en abril de 2018 y concluye en febrero de 2019 aplicando un estudio una validación de expertos y un caso de estudio donde se analizan variables como la planificación de la red, herramientas de control operacional, aplicabilidad de conceptos de blockchain, el impacto en asignación y consumo de recursos, aporte al logro de objetivos, tecnología y mejoras operativas. El enfoque de la investigación es cuantitativo, el alcance es de tipo explicativo con trabajo de campo. El diseño es no experimental y de corte transversal.

CAPITULO 1. OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DEL TRABAJO

1.1 Objetivos.

1.1.1 *Objetivo general*

Diseñar y estructurar una propuesta de instrumento de control operacional aplicando e integrando conceptos de *blockchain* y *Control Tower* para facilitar la toma de decisiones tácticas y operativas en organizaciones de paquetería - *courier*.

1.1.2 *Objetivos específicos*

Los objetivos específicos del proyecto son:

O1: Estudiar los diferentes mecanismos, herramientas y criterios de sistemas de control operacional y concepto de *BlockChain* utilizados en organizaciones de paquetería.

O2: Determinar los procesos asociados al modelo de *Control Tower* y estructura *BlockChain* que soporten la toma de decisiones en organizaciones de paquetería- *courier*.

O3: Establecer las variables de proceso, factores y atributos a ser incluidos en el instrumento, determinando la relación y efectos entre ellos.

O4: Desarrollar un diagrama de proceso que describa las operaciones necesarias, variables de entrada - salida y flujo operacional que incluya la estructura de *BlockChain* en el desarrollo del proceso de control operacional.

O5: Proponer un instrumento que permita obtener información operacional para la toma de decisiones tácticas y operativas mejorando la eficiencia de los procesos.

1.2 Justificación.

Los resultados obtenidos de esta investigación permitirán al sector de la logística y el transporte, contar con herramientas que se basen en información confiable y verás para la

planificación y toma de decisiones de la operación, así como criterios clave para adoptar un sistema de control operacional. Conociendo de antemano el impacto y efecto que ésta tendría sobre sus niveles de eficiencia, realizando cambios fundamentales en su modelo operacional, la especialización y capacitación de sus operarios y contando con nuevas herramientas de control, medición y así seguir mejorando sus procesos e innovando con la implantación de nuevas tecnologías y adopción de modelos de control y optimización.

Los servicios de entrega courier realizan servicios con valor agregado como el transporte de puerta a puerta y entregas en el término de 24 horas o en plazos establecidos, que abarcan la movilización de documentos, paquetes y mercancías. Los envíos con plazos de entrega establecidos normalmente requieren un período de tránsito de entre dos y tres días. Las compañías *express* líderes a nivel mundial son DHL, FedEx, UPS y TNT.

El comercio electrónico –que en 2018 generó cerca de \$17 billones en ventas en Colombia, según proyección de la Cámara Colombiana de Comercio Electrónico– es uno de los principales responsables del buen desempeño del subsector de correo, paquetería y mensajería en el país.

La encuesta mensual de servicios del DANE muestra que en abril dicho sector creció 17,6% en ingresos nominales frente al mismo periodo del año pasado. En lo corrido de 2018, los servicios de correo y mensajería registraron una mejora de 11,3% en los ingresos nominales.(DANE, 2018)

La evolución del negocio de correo colombiano es evidente, que registró en 2017 la movilización de 107 millones de envíos, según el boletín trimestral del sector postal del MINTIC, no solo se debe a su actividad dentro del país, sino también al creciente envío y recepción de paquetes fuera de las fronteras. Tan solo en el último trimestre de 2017, el ingreso por mensajería expresa hacia otros países creció 7,9%.(MINTIC, 2018)

Dadas las cifras anteriores se justifica el desarrollo de este estudio debido a que aporta al conocimiento científico en cuanto a que genera un análisis completo de las alternativas de control y optimización en procesos logísticos a través del uso de conceptos de *Blockchain* y *Control Tower* mediante una herramienta para el control operacional y la toma de decisiones que mejoren la eficiencia de los procesos.

Con respecto a lo social, la conveniencia del presente trabajo es fundamental en el sentido que brinda herramientas para la toma de decisiones en el sector de la logística y el transporte para generar valor a través de la inversión en tecnología e implantación de modelos de control e instrumentos de medición aplicando innovación y actualización con conceptos de Blockchain. Recuperando así, años de atraso tecnológico en el sector y contribuyendo a la competitividad y la productividad de las empresas que utilizan los servicios de las empresas de paquetería.

Desde el punto de vista de la academia, la relevancia de este trabajo se manifiesta en la profundización realizada en el campo control y planificación de procesos logísticos aplicando conceptos de Blockchain, generando así la oportunidad de crear nuevos programas académicos alrededor de la logística con sistemas expertos y herramientas de control y optimización como alternativas para la mejor de eficiencias operativas. De igual forma, el estudio cobra importante utilidad al permitir generar nuevas inquietudes y diferentes líneas de investigación.

La importancia y pertinencia de esta investigación es esencial y está totalmente alineada con el propósito profesional y personal de ser experto en el análisis y mejora de procesos, conociendo y manejando ampliamente herramientas de control y toma de

decisiones estratégicas, tácticas y operativas, la gestión por procesos y asegurando la mejora en la eficiencia y productividad de las organizaciones, teniendo la capacidad de ofrecer servicios de asesoría y consultoría en temas de procesos, optimización, estrategia y logística.

Con este estudio se espera lograr resultados positivos que permitan probar las hipótesis planteadas y así aportar al conocimiento y la teoría sobre la relación probada y medida entre las herramientas de control y las mejoras sobre la eficiencia en el sector de la logística y puntualmente a empresas transportadoras de paquetería - *courier*. En el entorno colombiano se aportará en gran medida a estudios relacionados con la automatización industrial y servirá como base para futuros estudios y nuevas líneas de investigación.

1.3 Delimitación y alcance.

El proyecto contempla únicamente el diseño y estructuración de una herramienta de control operacional soportada en conceptos *blockchain* para empresas de paquetería, incluyendo variables desde la planificación hasta la medición de eficiencia de las operaciones.

Este instrumento aplica solamente para los procesos operativos en empresas de paquetería-*courier*, parte específica de la cadena de suministro de las empresas referente al transporte de sus mercancías y productos.

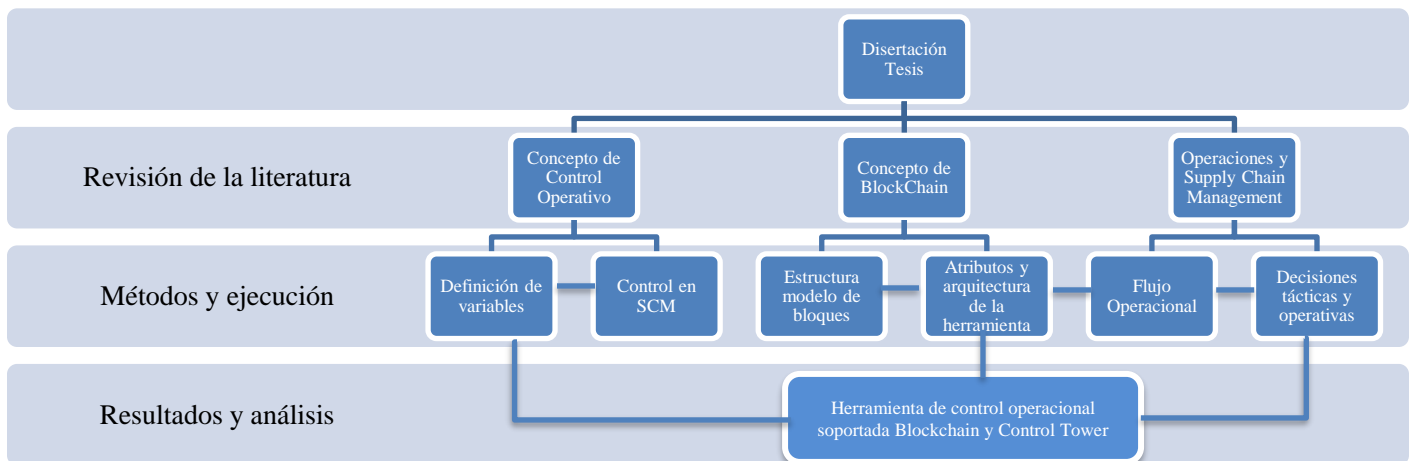
El instrumento propuesto podrá ser usada para empresas de logística, transporte, paquetería y correo para apoyar el control de sus operaciones y facilitar la toma de decisiones, el aporte de dicha herramienta y el valor que esta genera es a nivel estratégico de las organizaciones al facilitar la gestión de los procesos, mas no es medible y justificada en términos económicos de las empresas.

1.4 Estructura del proyecto

El diseño de la investigación será no experimental de tipo transversal, debido a que las variables no se harán variar de forma intencional y sólo corresponderá a un ejercicio de observación y medición de los fenómenos analizados con un panel de expertos y caso de estudio. La recolección de los datos se realizará en un único momento y con el objetivo de analizar la interrelación entre las variables independientemente del comportamiento de estas durante el tiempo.

Al ser una propuesta de instrumento, se pretende aplicar e integrar los conceptos de *Control Tower* y *BlockChain* permitiendo tomar decisiones tácticas y operativas en empresas de paquetería (ver figura 1.1.)

Figura 1.1. Flujograma de estructura del proyecto



Fuente. Elaboración propia.

1.5 Organización del trabajo.

En el Capítulo 1 se encuentran las generalidades, justificación y objetivos del proyecto, así como el alcance y metodología de este.

Antes de abordar directamente el diseño y estructuración del instrumento propuesto, en el Capítulo 2 se realiza todo el trabajo de revisión de literatura y marco teórico que fundamenta el desarrollo de este trabajo, iniciando por el entendimiento conceptual de Blockchain, las operaciones y procesos de una empresa de paquetería y las referencias existentes sobre el control operacional, la eficiencia y tecnología en procesos logísticos y la toma de decisiones tácticas y operativas.

En cuanto a la ejecución como tal del proyecto, en el Capítulo 3 se habla sobre los métodos y técnicas utilizadas para cumplir cada uno de los objetivos; y finalmente en el Capítulo IV se realiza un recuento de las variables y los resultados del trabajo, así como el análisis de estos, llegando a conclusiones y recomendaciones para futuros trabajos de investigación en el campo.

CAPITULO 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En este capítulo se realizará un recorrido por el marco teórico referente a los diferentes conceptos y temáticas relevantes para la investigación como lo son: *Control Tower*, *BlockChain*, aplicaciones en SCM, proceso y operaciones de paquetería y cadenas de suministro y la toma de decisiones en general en el marco empresarial.

2.1 Antecedentes de la Investigación

Como antecedente de la investigación y previo al entendimiento de los términos de *Control Tower* y los conceptos de *BlockChain*, es importante entrar en contexto de temas y conceptos relevantes para la investigación como lo son: 1. Tecnología, 2. Automatización y 3. Eficiencia.

Narayanan (2001) definió la tecnología como la rama del conocimiento que se ocupa en las artes industriales, aplicando ciencia o ingeniería. Acotando que tiene las siguientes características:

- Oportunidad: El desarrollo tecnológico toma lugar cuando el humano percibe una oportunidad de mejora intrínseca de un proceso o por razones económicas.
- Apropiabilidad: Se debe en la gran mayoría de los casos a motivos económicos, sólo se aplica cuando se tiene certeza que se retornaran los esfuerzos e inversión.
- Transferenciabilidad: La tecnología o el conocimiento se debe transferir, buscando los mejores canales de comunicación.
- Recursos: El desarrollo de tecnología consume recursos, dinero, tiempo y personas. Bien sea una tecnología hardware o software.

Para Narayanan (2001), cuando una organización está interesada en participar en crear o aplicar una nueva tecnología o conocimiento, es porque surge de un proceso de solución de un problema, el proceso para adoptar una nueva tecnología que sugiere es el siguiente: 1. Reconocer el problema (existe el empuje tecnológico o el jalonnemento del mercado) 2. Selección de la tecnología, 3. Desarrollo de la solución y 4. Comercialización o implementación.

En (2003), López et al., partiendo de la definición original de Farrell, abordaron el concepto de eficiencia como la capacidad que tiene una entidad para obtener el máximo output a partir de un conjunto dado de input. Dicho en otras palabras, es obtener los mayores y mejores resultados con la mínima y adecuada utilización de los recursos.

Igualmente, la eficiencia y su análisis, supone centrar la atención en la tecnología existente, los recursos y los precios de estos. La clave está en aprovechar al máximo los recursos y hacerlo adaptándose a los precios. Quien lo logre será eficiente; quien no, incurre en ineficiencias que le suponen una desventaja competitiva. (Lopez et al., 2003)

Groover (2008) también aportó al concepto de un sistema automatizado y aseguró que puede ser aplicado en varios niveles de la operación:

1. A nivel de dispositivos: Propios de los elementos o rutinas de una máquina. (ej: Sensores).
2. Nivel máquina: Incluye el desarrollo de secuencias de pasos en el programa de instrucciones para ser ejecutadas en orden y momento correcto (ej: equipos de producción, poderosas bandas transportadoras (*conveyors*), vehículos guiados automáticamente).

3. Nivel de sistema o celda: Conjunto de máquinas o centros de trabajo conectados y soportados por un sistema de manipulación de materiales u otro equipo. (Ej: Líneas de producción automáticas).
4. Nivel de planta: Sistemas de producción donde un sistema de información corporativo transfiere los datos a los equipos automáticos de operación (Ej. Funciones como MRP o el WMS)
5. Nivel empresa: Sistema totalmente integrado al ERP.

Krajewski (2013) afirmó que en términos de la administración de operaciones, afirma que los fabricantes utilizan dos tipos de automatización: 1. fija y 2. Programable o flexible. La automatización fija se utiliza para secuencias de operaciones sencillas y fijas para producir piezas o productos. La automatización flexible por otro lado puede ser adaptada para manejar varios tipos de producto, gracias a la facilidad de reprogramar las máquinas, resulta muy útil tanto para procesos con baja o alta personalización.

En el proceso de diseño y optimización de centros de distribución, Saldarriaga (2012) los define como lugares de almacenamiento y tratamiento de pedidos. A su vez afirma que es importante decir que cada vez que se usa más tecnología para gestionarlos, al punto de que el mercado están disponibles tecnologías completamente automáticas para su gestión, por lo cual los equipos de manejo de materiales, personal y controles cada vez son menos necesarios pues la bodega se comporta como una gran máquina que ejecuta órdenes de algún sistema de información.

Tener el mayor número de pedidos gestionados por unidad de tiempo y una alta exactitud en la preparación de las órdenes, se convierte en los fines básicos de la gestión de estos espacios, que conforman uno de los elementos esenciales para la presentación del

servicio a los clientes, igualmente importante como la producción del producto mismo.(Krajewski, 2013)

La razón de ser de la productividad y la eficiencia en las operaciones de centros de distribución tiene que ver con la gestión de la complejidad de las operaciones, la planeación de las labores, los perfiles de las operaciones y el control de todo lo que es invisible a la luz de los gerentes o responsables de la gestión. (Saldarriaga, 2012).

Ahorrar mano de obra a través de la sustitución por capital y tecnología ha sido una estrategia típica para mejorar la productividad y la calidad de los procesos de manufactura. Así lo manifiesta (Krajewski, 2013) y se discute el asunto de los costos de inversión en automatización, si son altos, funciona mejor cuando los volúmenes de producto también lo son. La automatización no siempre se alinea con las prioridades de la empresa, si la prioridad y ventaja competitiva es ofrecer un producto único y de alta calidad dada por la intervención artística de un ser humano, la nueva tecnología no agregaría mayor valor.

2.2 Control Operacional - *Control Tower*

Como los procesos de negocios se ejecutan en diferentes ubicaciones, horarios y por una variedad de personas y dispositivos, especialmente en logística y transporte, el monitoreo de procesos a través del procesamiento de eventos no es trivial, y aporta numerosos beneficios (Baumgrass et al., 2014)

La teoría de control se ha utilizado con frecuencia en el modelado y análisis en sistemas de producción y logística, asimismo la teoría del control tiene varias aplicaciones

en el campo de la ingeniería y la administración de la cadena de suministro (Ivanov et al., 2018)

Según Yin et al. (2018) las teorías de control han evolucionado en la misma medida que lo ha hecho la industria del 2.0 a la industria 4.0, eso debido al aumento de la incertidumbre, los riesgos y los ciclos de retroalimentación y dinámica de las operaciones.

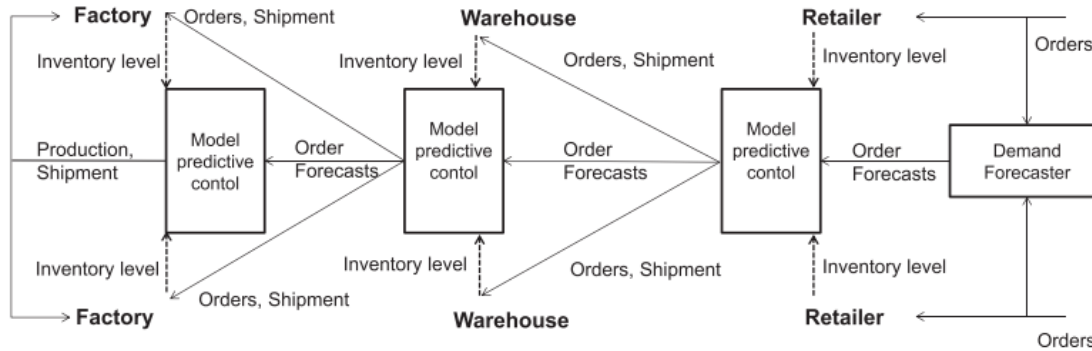
Una torre de control en transporte es una aplicación software que facilita la planeación con fácil monitoreo para el despacho de recursos y vehículos (Baumgrass et al., 2014).

En un nivel general de abstracción, Baumgrass et al.(2014) sugiere que una torre de control operacional en empresas de transporte y paquetería debe soportar las siguientes funcionalidades:

- Proporcionar información sobre la disponibilidad en línea de recursos propios y terceros de transporte.
- Detectar y predecir automáticamente posibles novedades o incidencias en el proceso.
- Planificación previa de los recursos de transporte y distribución.
- Planificación on-line durante la ejecución del proceso.
- Trazabilidad completa y cumplimiento del plan de transporte.

Una popular técnica de control en la industria y la logística es el control de inventarios, que se basa principalmente en una modelo predictivo de control (Ivanov et al., 2018). En la figura 2.1. se representa el modelo predictivo en las tres fases de la cadena de suministro, desde el pronóstico de la demanda hasta las órdenes de producción.

Figura 2.1. Modelo de control predictivo de las tres fases de *Supply Chain*



Fuente. Braun et al. (2003)

Como se detalla en la figura, los métodos de control predictivo llegan a ser más convenientes en la administración de la cadena de suministro porque permiten tomar acción en cada parte de la cadena y no tomar decisiones aisladas.

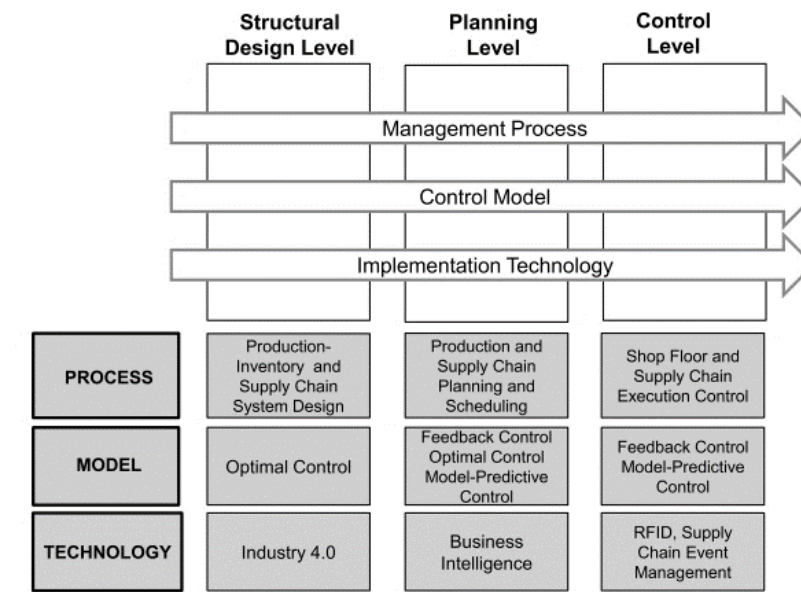
Los métodos de control óptimos se han aplicado a la robustez y análisis de resiliencia de horarios y diseños en la cadena de suministro. En *supply chain management* se llama robusta a una operación que es capaz de absorber perturbaciones y continuar la ejecución con un impacto mínimo en su rendimiento (Ivanov et al., 2018). La robustez suele garantizarse mediante cierta redundancia, como la diversificación estructural, las opciones de respuesta flexible y la mejora de las condiciones de adaptación del sistema. Al mismo tiempo, podemos distinguir entre ser seguro y actuar con seguridad (Aven, 2017).

En contraste con la robustez que considera la redundancia proactiva (por ejemplo, capacidades de almacenamiento intermedio, proveedores de respaldo o inventario de mitigación de riesgos) en la etapa previa a la interrupción, la resiliencia trata con la capacidad del sistema para mantener o restaurar su funcionalidad y rendimiento después de un cambio

significativo en mismo, esto se logra con en adecuado sistema de control operativo.(Ivanov et al., 2018)

A continuación, en la figura 2.2. se muestran los enfoques y tecnologías de implementación del control operacional según Ivanov et al. (2018):

Figura 2.2. Proceso-modelo-tecnología en la aplicación de las teorías del control



Fuente. Ivanov et al.(2018)

Para Ivanov et al. (2018) los procesos de gestión que se han estudiado con la ayuda de la teoría del control operacional implican:

- Políticas dinámicas de control de la producción y los inventarios.
- Plan maestro con base en múltiples etapas y múltiples periodos de tiempo.
- Programación a corto plazo y control en piso.
- Análisis de desempeño bajo la incertidumbre, efecto *bullwhip*, estabilidad de la cadena de suministro y resiliencia de esta.

- Retroalimentación dinámica en el control lineal y no-lineal
- Un programa de control que contemple aspectos determinísticos y estocásticos.

La aplicación de las teorías de control en ciertas operaciones no es suficiente y deben ser combinadas con aspectos como los modelos de optimización y la simulación de operaciones.(Ivanov et al., 2018)

De esta forma se pueden plantear posibilidades de sistemas de control centralizados para administrar la toma de decisiones tácticas y operativas, incorporando la tecnología en el control operacional en el marco de la digitalización de procesos y gestión de operaciones controladas en la industria 4.0.(Ivanov et al., 2018)

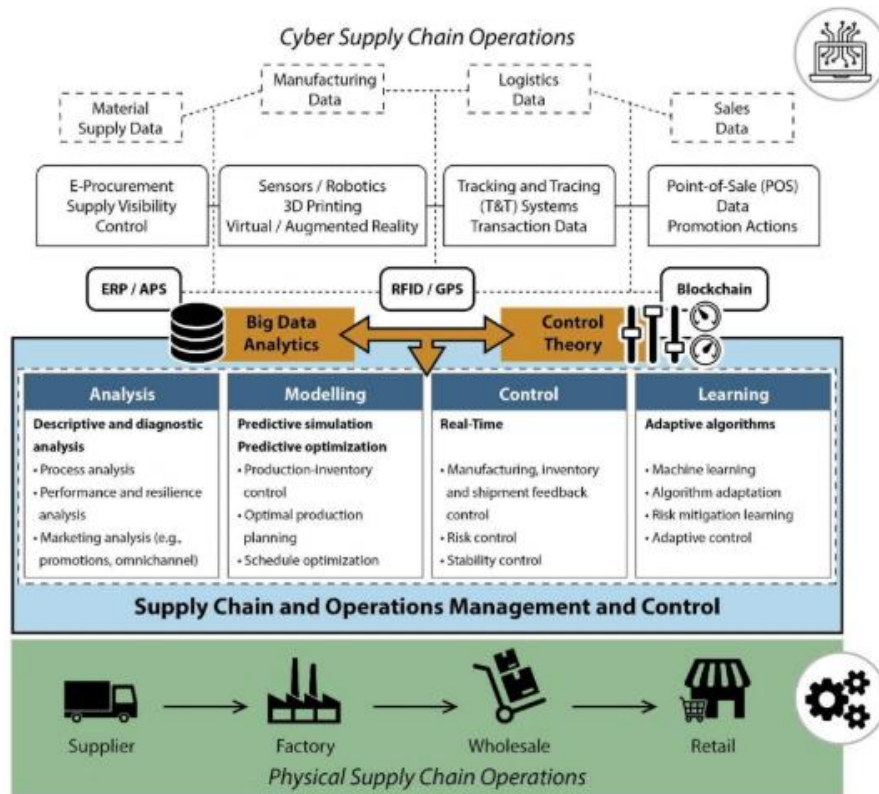
El control operacional, también entendido como Control Tower ha sido considerada como la futura herramienta de seguimiento en la cadena de suministro. Las torres de control son soporte de decisión, sistemas que fusionan diferentes flujos de datos de diversos niveles de subordinación con visibilidad centralizada de información consolidada.(Alias, 2014)

Las oportunidades de innovación en el funcionamiento de las torres de control operacional convergen en la integración de las denominadas tecnologías de internet del futuro como lo son el internet de las cosas (IoT), computación en la nube, *big data* y el *blockchain*.(Alias, 2014)

Para los procesos de planificación del transporte es importante contar con información en tiempo real sobre la infraestructura, la flota, condiciones de tráfico y tiempos de espera en las diferentes fases del proceso de entrega y la recolección(Baumgrass et al., 2014)

En la figura 2.3. se puede observar cómo los sistemas de control interactúan en una cadena de suministro digitalizada:

Figura 2.3. Cadena de suministro digital y el control operacional



Fuente. Ivanov et al.(2018)

Control Tower ha sido nombrado como el instrumento del futuro para el monitoreo de las cadenas de suministro, sin embargo, las restricciones tecnológicas aún no permiten un total y transparente monitoreo en tiempo real en la ejecución de todos los procesos de la cadena.(Goudz, 2014)

Las herramientas utilizadas para el *Control Tower* son sistemas de soporte para la toma de decisiones, consolidando y abalizando diferentes fuentes de información y de varias partes interesadas en todo nivel, con el objetivo de hacer seguimiento a un alto nivel

controlando la correcta ejecución de los procesos operativos alineados con los objetivos de la empresa.(Goudz, 2014)

2.3 Blockchain

Podemos entender *Blockchain*, la tecnología subyacente en las criptomonedas como el Bitcoin, como una distribuida y compartida base de datos encriptada que sirve como un irreversible e incorruptible repositorio de información.(Wright & Filippi, 2017)

Es importante tener en cuenta los conceptos técnicos de *Blockchain* para comprender las consecuencias de las distintas arquitecturas con respecto a la regulación, la seguridad, el rendimiento y la privacidad. (Sadouskaya & Logistics, 2017)

La tecnología *Blockchain* ofrece un mecanismo innovador para resolver el problema del consenso distribuido en un sistema descentralizado. Existen numerosos beneficios de dicha tecnología(Ma, 2018):

- Descentralización: no es necesario introducir un intermediario externo de confianza. En su lugar, se aplicará un mecanismo de consenso distribuido.
- Transparencia: todos pueden ver lo que sucede en la cadena de bloques que permite que el sistema sea más transparente y confiable.
- Inmutabilidad: resulta casi imposible (a excepción del 51% de los ataques) modificar la transacción en el Blockchain.
- Altamente seguro: todas las transacciones registradas en Blockchain están codificadas y proporcionan validación de integridad.
- Eficiencia: en el área de finanzas, *Blockchain* hace que el proceso de transacciones sea rápido y directo.

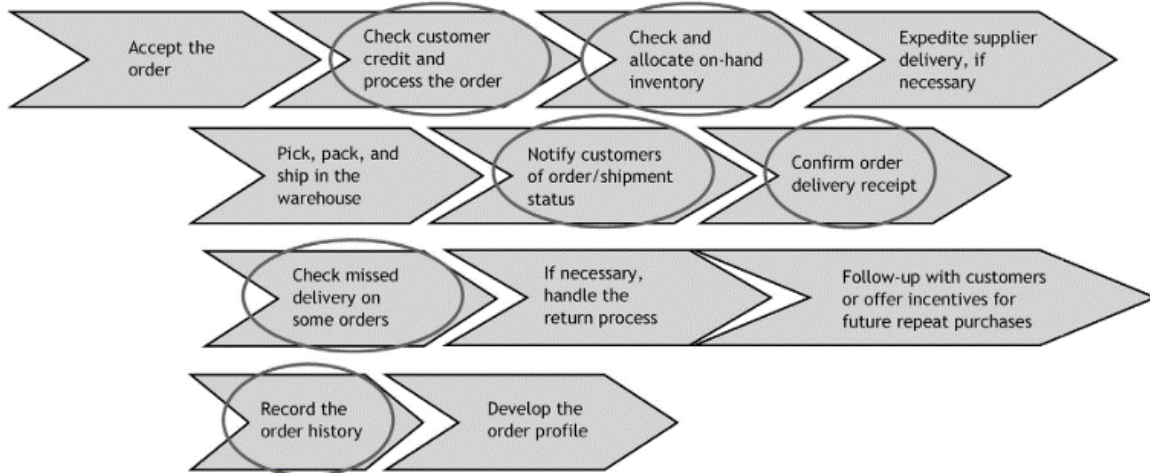
2.4 Blockchain en SCM

Hoy en día, tanto en la cadena de suministro como en la industria logística se tienen varias dificultades. Una de ellas es la poca o nula estandarización y compartición de la información operativa. Cada empresa posee sus datos relevantes, y hay una cantidad muy pequeña de organizaciones que desean compartirla. Esto es así porque el intercambio de información hace que la planificación y la gestión de recursos sean mucho más difíciles. Este reto suele llevar a ineficiencias en los procesos logísticos, y con Blockchain estas barreras y el control operativo se puede hacer posible. (Mittwoch, 2017)

El fenómeno de la digitalización está aprovechando los nuevos modelos de relación en toda la red de la cadena de suministro. En esta perspectiva, blockchain es una tecnología de vanguardia que ya está transformando y remodelando las relaciones entre todos los miembros de la logística y los sistemas de la cadena de suministro. Sin embargo, mientras que los estudios en blockchain han ganado un ritmo relativo en los últimos años, la literatura sobre este tema no informa suficientes casos de investigación sobre el comportamiento de adopción de blockchain a nivel individual. (Queiroz & Fosso, 2019)

La transparencia de la cadena de bloques aumentará la visibilidad del proceso de cumplimiento del pedido a lo largo de la cadena de suministro y, por lo tanto, reducirá el riesgo de incumplimiento; en la figura 2.4. se resaltan los procesos de la cadena logística que pueden asegurar de mejor forma la aplicación de blockchain. (Min, 2019)

Figura 2.4. Procesos de entrega de pedidos que Blockchain puede soportar

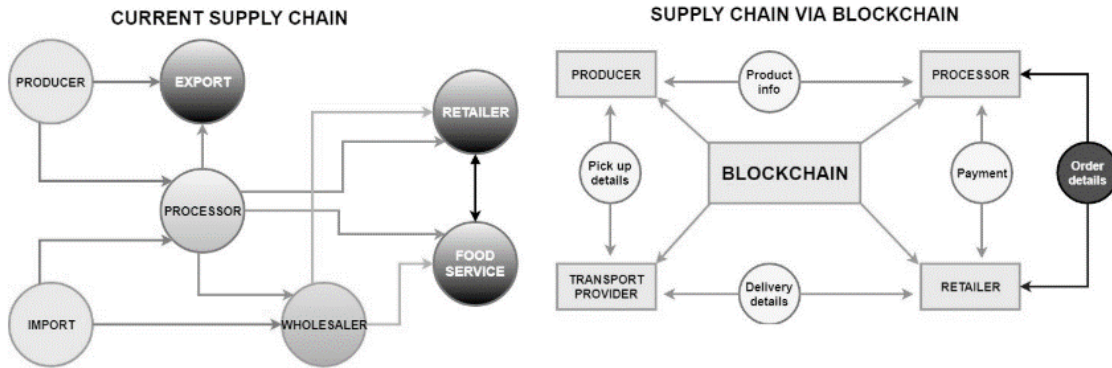


Fuente. Min (2019)

En la figura 2.5. se observa el modelo actual de cadena de suministro y el esquema de funcionamiento a través de blockchain, donde cada miembro de la cadena es capaz de escribir sus transacciones en el blockchain.

Sin embargo, los miembros de la cadena de suministro solo pueden leer los bloques de la cadena de bloques que tienen un enlace directo.(Casado-vara et al., 2018)

Figura 2.5. *Supply Chain actual vs Supply Chain incorporando blockchain*



Fuente. Casado-vara et al.(2018)

2.5 Operaciones de paquetería y cadena de suministro

Los desarrollos globales en transporte y logística requieren rentabilidad y flexibilidad, existiendo desafíos en términos de la sostenibilidad, parámetros sociales, económicos y ambientales; para enfrentar estos desafíos se requiere de innovación en conceptos logístico, control de operaciones, modos de transporte e infraestructura.(Lu & Borbon-galvez, 2012)

La cadena de suministro se define como la línea de varios puntos involucrados en la producción y entrega de bienes, desde la etapa de adquisición hasta el cliente final. Hoy en día, la cadena de suministro puede constar de varias etapas y ubicaciones. En consecuencia, se ha vuelto más difícil rastrear eventos en toda la cadena. Además, debido a la falta de transparencia en la cadena de suministro, los compradores y clientes no pueden estar seguros del verdadero valor de los productos o servicios. Además, hay varios elementos relacionados con la cadena de suministro que no se pueden rastrear, como los incidentes ambientales. (Dickson, 2016)

Hoy en día, la cadena de suministro es un área central para las empresas que se ocupan del transporte de productos entre las partes. Sin embargo, el problema de este sector es que su escala puede llevar a retrasos e incumplimientos en la entrega de bienes, así como a otras cuestiones. En un intento por resolver este problema, las compañías han automatizado sus procesos, contribuyendo a un aumento significativo en el número de negocios y distribuidores en la cadena de suministro. (Casado-vara et al., 2018)

Como aspecto importante de las empresas de paquetería y las operaciones logísticas, es importante entender el proceso de clasificación, el cual es requerido en diversas industrias como manufactura y logística. Generalmente los procesos de clasificación consisten en observar objetos distribuidos en una cinta o banda transportadora e identificar características o propiedades para que sean separados de los demás objetos dentro de la cinta (Saldarriaga, 2012)

En (2007), Zulhashikin menciona que los dos aspectos fundamentales involucrados al momento de tomar la decisión de automatizar el proceso de clasificación son los siguientes:

- Facilidad y sensibilidad para detectar y clasificar los elementos.
- Necesidad por realizar la clasificación más eficientemente.

Existen varios métodos para facilitar la clasificación. La configuración óptima dependerá de la cantidad de destinos a clasificar, el volumen o cantidad de producto a ser despachado, el tamaño y sensibilidad del producto y las ventanas de tiempo disponibles para desarrollar la operación de clasificación. Los métodos básicos definidos por Zulhashikin (2007) son: clasificación por lotes, clasificación continua por lotes y clasificación múltiple por lotes.

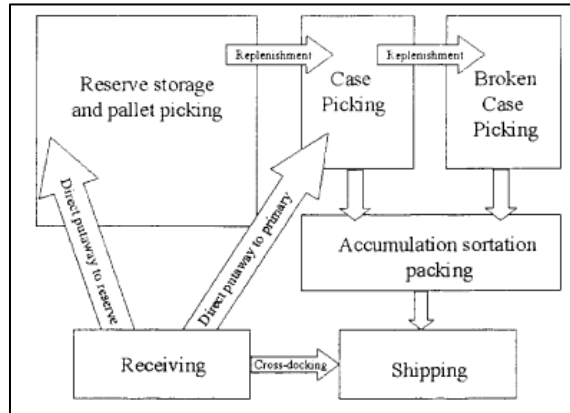
En cualquier proceso, la complejidad tiene el potencial de disminuir las tasas de procesamiento de la operación, por lo tanto, para elevar los niveles de eficiencia debe poderse eliminar la complejidad creando un estándar y un proceso simplificado. Jackson (2011) asegura que la eliminación de la complejidad de un proceso reduce la capacidad del mismo para personalizar los productos y ser flexible a las variaciones de la demanda. Las empresas tienen que decidir entre un adecuado nivel de estandarización de procesos que permita que sus operadores trabajen tan eficientemente como posible sin dejar de ser lo suficientemente flexible como para satisfacer la demanda del cliente.

Kim et al, (2010) defienden la posición de intervenir todos los procesos de la logística para que puedan llegar a ser automatizados. Debido al rápido desarrollo del comercio electrónico y las aplicaciones móviles, el volumen de industria de la logística ha aumentado cada año. La operación de clasificación de los paquetes en la industria de la logística actual se realiza mecánicamente usando un clasificador automático instalado en un centro de distribución principal. Sin embargo, la preparación de órdenes de trabajo para la entrega final se realiza manualmente por repartidores que trabajan en centros de entrega locales, tales como las oficinas de correos postales. Por esta razón es necesario validar cada uno de los procesos de empresas de paquetería hasta el punto de la entrega y validar las diferentes alternativas de automatización.

En una investigación sobre el rendimiento y los costos de un sistema manual y un sistema automático para realizar el proceso logístico de preparación y despacho de órdenes de pedido, (Russell & Meller, 2003) explica las propiedades de los diferentes modelos.

El flujo típico de paquetes en un centro de distribución se muestra en la Figura 2.6., teniendo una visión general de cómo fluye el producto desde la recepción hasta el almacenamiento. Los artículos de las órdenes luego son recogidos, ordenados, y embalados, en donde la operación de selección puede ser manual o automatizada.

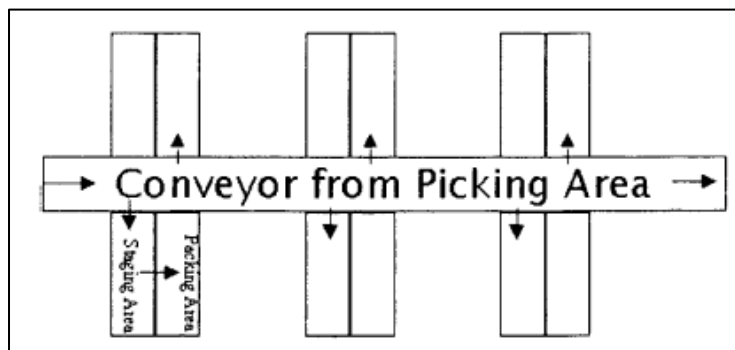
Figura 2.6. Flujo típico paquetes centro de distribución



Fuente. Russell & Meller (2003)

En la figura 2.7. se presenta un sistema de clasificación manual. Todos los elementos para un conjunto de órdenes llegan en un transportador de una de las áreas de recolección (generalmente en bolsas). El totalizador es entonces entregado a una de las estaciones de embalaje. Un trabajador (llamado empacador) y luego elimina los elementos de la tela y ordena las órdenes en casos individuales de los clientes.

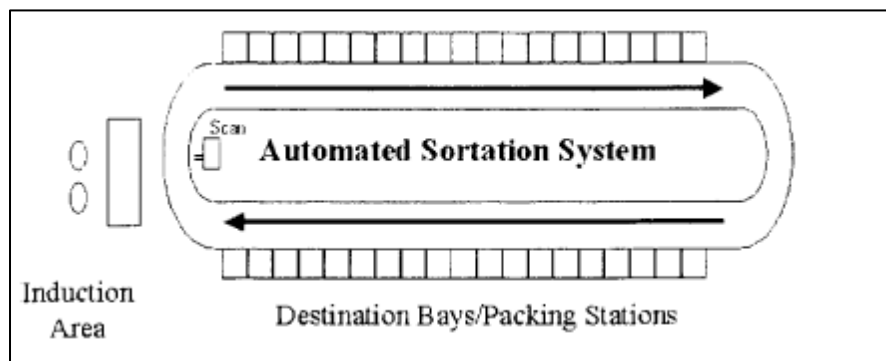
Figura 2.7. Clasificación manual



Fuente. Russell & Meller (2003)

La Figura 2.8. presenta un diagrama de una clasificación automatizada. Los productos de la zona de *picking* llegan a un área de recepción en la que operadores ponen cada artículo individualmente sobre un transportador móvil que escanea cada paquete y está programado para clasificar de forma automática según las instrucciones dadas. Demandando así menos recurso de personal, minimizando errores y haciendo más ágil el proceso de clasificación.

Figura 2.8.: Clasificación automática



Fuente. Russell & Meller (2003)

2.6 Toma de decisiones

En el marco del Supply chain management, en general para toda empresa la administración de sus operaciones (producción y/o logística) implica tener en cuenta los tres niveles de la administración de operaciones: el nivel estratégico, el táctico y el operativo. (Goudz, 2014)

El nivel estratégico establece el diseño de la red logística para determinar la capacidad de producción necesaria para satisfacer los pronósticos de la demanda del mercado. En logística, el nivel estratégico en la toma de decisiones es el encargado de establecer las ubicaciones de las bodegas, la estructura de costos, y el diseño de la red. (Wilhelm, 1999)

Las decisiones a nivel táctico incluyen las políticas y procesos para el flujo de materiales, los niveles de inventario y la programación de transporte y sus capacidades. El nivel táctico, establece los tiempos necesarios para satisfacer las demandas del mercado, y es allí donde se realizan las mediciones de calidad del servicio. (Wilhelm, 1999)

En la administración de operaciones, las decisiones a nivel operativo tienen que ver más con la programación de horarios, control en piso de los procesos y administración de recursos en campo ejecutando la planeación táctica dada para cumplir los objetivos. (Wilhelm, 1999)

La estrategia se plantea en un horizonte de tiempo entre los 3 y 5 años, el nivel táctico incluye la planeación con horizonte de tiempo de un año (presupuestos); y el nivel operativo toma decisiones de forma diaria. (Wilhelm, 1999)

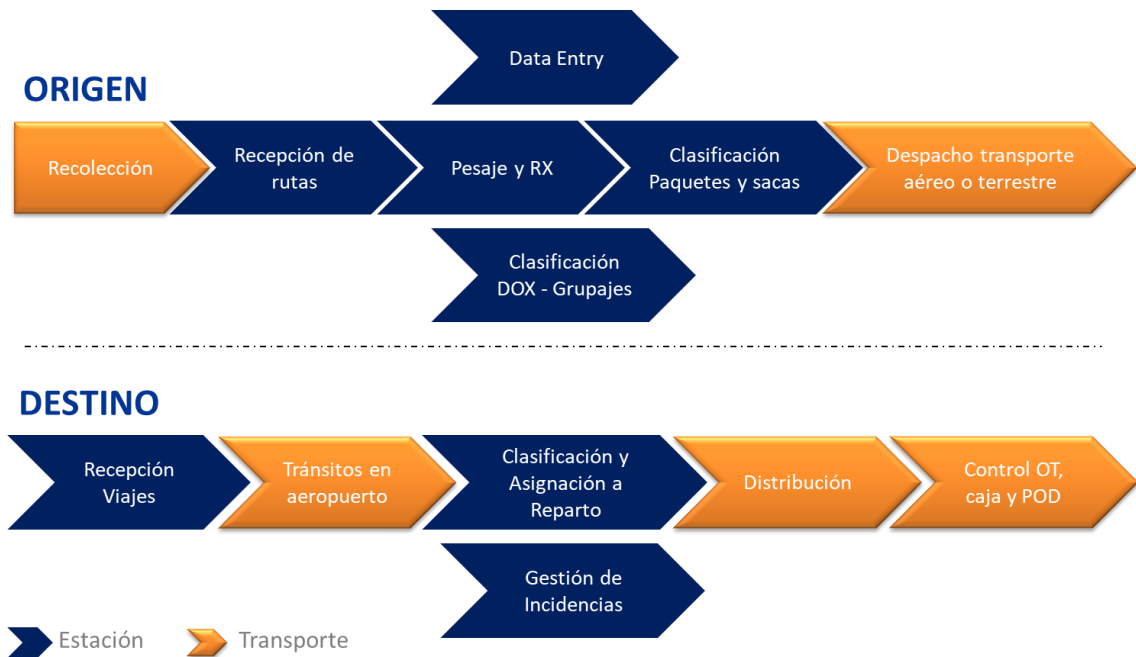
Las decisiones tomadas en el piso en el día a día de la operación deben retroalimentar al nivel táctico para evaluar la ejecución versus la planificación a mediano plazo, y a su vez los ajustes en el plan táctico deben retroalimentar a la dirección para afianzar o ajustar la estrategia del negocio. (Korpela & Tuominen, 1996)

CAPITULO 3. MÉTODOS

3.1 Estructura típica del proceso de paquetería

En las empresas de paquetería-courier, existen dos grandes macroprocesos en sus operaciones, lo referente al transporte y los procesos operativos llevados a cabo en bodegas de clasificación o estaciones. En la figura 3.1. se puede observar con mayor detalle la estructura de procesos en detalle llevadas a cabo por empresas de paquetería, desde la recolección de la mercancía, hasta la distribución de esta.

Figura 3.1. Procesos empresas de paquetería



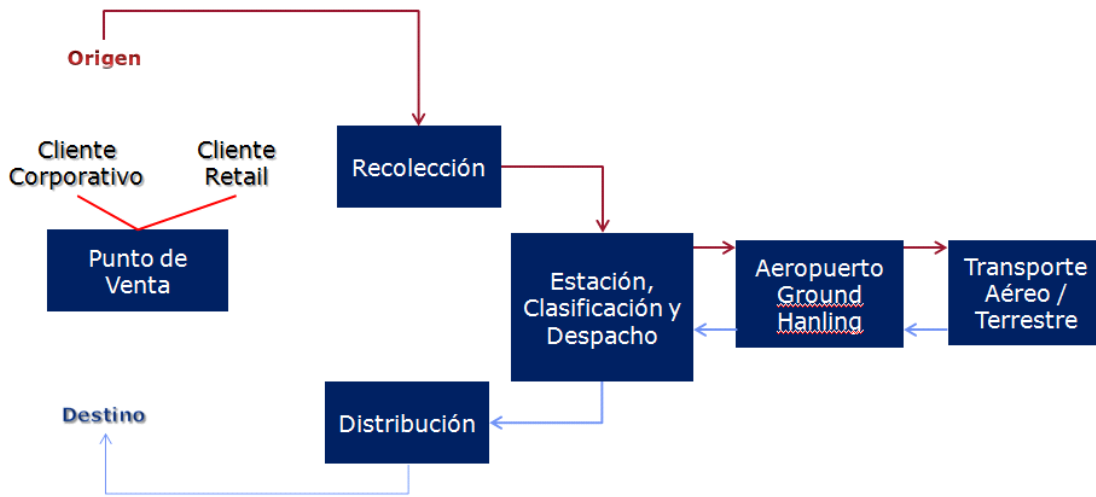
Fuente. Elaboración propia.

Cada proceso en esta cadena exige ejecutarse oportunamente, pues la promesa de servicio se da desde el momento de la recolección, y cualquier demora o retraso en algún

proceso en las estaciones o en los medios de transporte pone en riesgo el cumplimiento de los tiempos de entrega ofrecidos.

Otra forma de ver la cadena de valor de empresas de paquetería es como se muestra en la figura 3.2., donde también se observa la importancia de diferenciar las operaciones ejecutadas en el origen y las llevadas a cabo en el destino de los envíos.

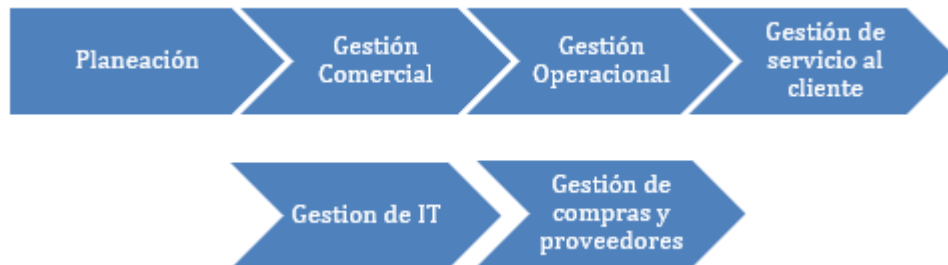
Figura 3.2. Cadena de valor empresas de paquetería



Fuente. Elaboración propia.

Antes y después de las operaciones de paquetería también existen procesos importantes como entrada y como salida del servicio, como se ve en la figura 3.3., los procesos de planeación y ejecución de ventas son fundamentales, así como los procesos de soporte y de servicio al cliente lo son.

Figura 3.3. Macroprocesos empresas de paquetería



Fuente. Elaboración propia.

En definitiva, al observar el detalle y complejidad de los procesos de las empresas de paquetería-courier, es necesario contar con los recursos humanos y tecnológicos para garantizar el control en las operaciones para llevar a cabo las proyecciones de ventas y satisfacer a los clientes dando cumplimiento a los tiempos de entrega y el buen estado de los envíos.

3.2 Desarrollo base del instrumento

3.2.1 Control Tower aplicado a paquetería-courier

Control Tower es proceso transversal que provee visibilidad en toda la cadena con base en “hubs de información” integrados en un Sistema. Estos *hubs* se usan para coleccionar y distribuir información y permitir a un equipo entrenado usar estas capacidades de visibilidad para detectar y actuar frente a riesgos y oportunidades de una manera más rápida.(Goudz, 2014) El *Control Tower* busca integrar la estructura de la organización con los procesos y las herramientas a lo largo de la cadena de suministro, recopilando grandes cantidades de información para controlar operaciones enfocado en la consecución de los objetivos del negocio y mejora de procesos.

El control operacional a través de las *Control Towers* se implementan para mejorar la visibilidad en cadenas logísticas complejas (Bhosle, Consulting, & Kumar, 2011), teniendo en cuenta características como:

- El *scope* de la red es complejo
- Se tiene una alta dependencia en los ejecutores del proceso logístico.
- Muchas de las actividades en la cadena son tercerizadas.
- Los requerimientos de los clientes son cada vez más retadores.
- Las cadenas logísticas complejas tienen requerimientos de información rápida y basada en hechos. Las preguntas sobre el estatus de un envío, costos, el desempeño de un aliado o un análisis de causa raíz necesitan una respuesta integral y rápida.

El concepto de *Control Tower* con los datos y la solución tecnológica adecuada debe ser efectiva para dar respuesta a esas preguntas aplicado en empresas de paquetería-courier.

Control Tower necesita estar conectado a sistemas de los dos niveles, tanto la ejecución como la planeación de las operaciones, de esta forma poder comparar la información y desencadenar en la toma de decisiones que ajusten la operación.(Goudz, 2014)

El instrumento tecnológico que utilice el *Control Tower* debe permitir la integración entre la planeación y la ejecución para la toma de decisiones, integrando los procesos y las personas como pilares del proceso de control, ver figura 3.4.

Figura 3.4. Pilares del *Control Tower*



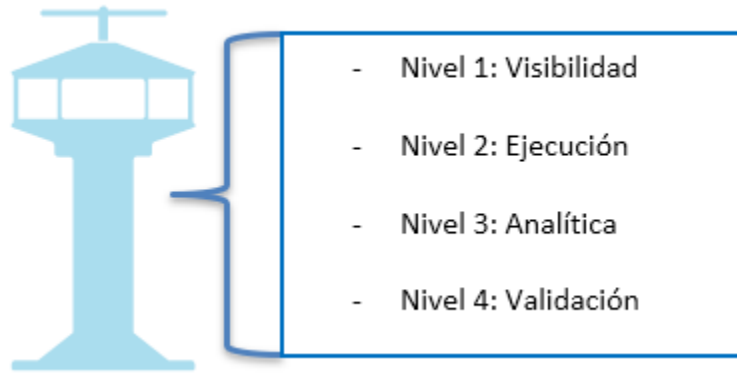
Fuente. Bhosle et al. (2011)

Las operaciones de empresas de paquetería requieren la aplicación de herramientas y proceso de *Control Tower* por las siguientes razones:

- Se tiene poca visibilidad en cada etapa del proceso E2E.
- Existe dificultad para ajustar las brechas entre la demanda y la capacidad ofrecida.
- Se tiene una amplia red logística con instalaciones dispersas geográficamente.
- Existen muchos proveedores de servicios y varios productos ofrecidos.
- Se tiene ausencia de indicadores y los niveles de servicio no son muy altos.
- Frecuente o eventualmente se tiene indisponibilidad de capacidad para cubrir la demanda.

Para su aplicación en paquetería, es necesario entender los 4 niveles propuestos que conforman el *Control Tower* o control operacional, ver figura 3.5.:

Figura 3.5.: Niveles del *Control Tower* en paquetería



Fuente. Elaboración propia.

Bhosle (2011) planteaba solo los 3 primeros niveles, pero en términos de la toma de decisiones oportunas y efectivas a nivel táctico, el nivel de validación toma relevancia.

La visibilidad corresponde al monitoreo *on-line* que dice qué está sucediendo en cada momento de la operación. La ejecución se encarga de gestionar y actuar para que las cosas se hagan y se tome la decisión operativa en piso. La fase o nivel de analítica se encarga de cuestionar y analizar cada desviación del proceso y cómo mejorarlo. El último y cuarto nivel de validación hace referencia a la función de *Control Tower* de confrontar los resultados de la ejecución vs la planeación táctica para realizar los ajustes pertinentes.

Aterrizando los conceptos y teoría del *Control Tower* a las operaciones de paquetería, teniendo en cuenta los diferentes procesos de la cadena de valor de estas empresas, en el [Apéndice A](#) se ilustra el modelo de control operacional que se propone en este proyecto como base para el planteamiento del instrumento como tal.

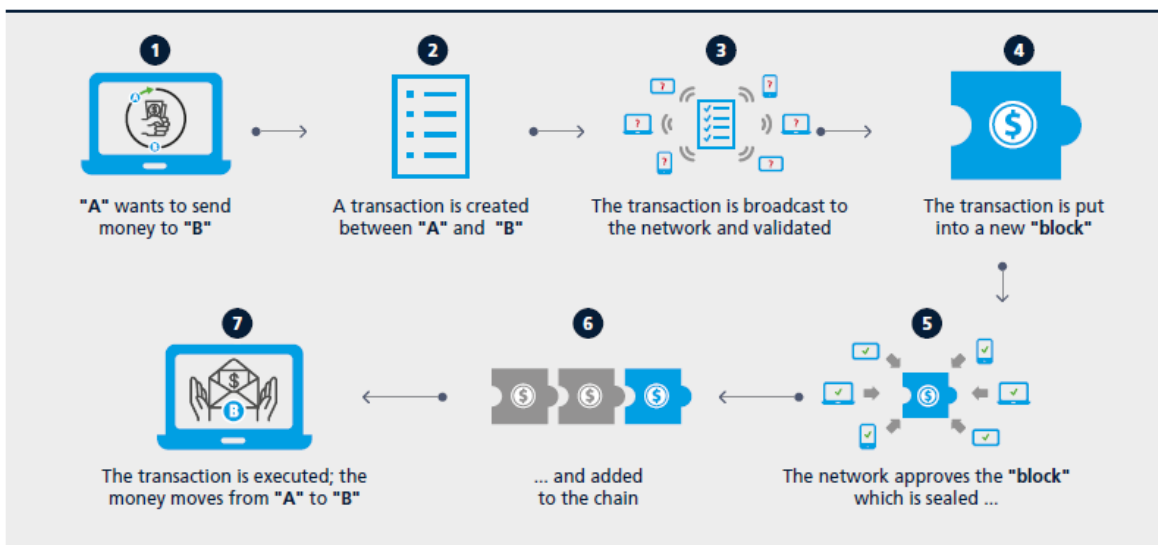
El proceso de control operacional o *Control Tower* dentro de la cadena de valor de las empresas de paquetería, se establecen las funciones y responsabilidades del proceso y la interacción con el proceso comercial y el de servicio al cliente, tal y como se ilustra en el Apéndice B.

3.2.1 Blockchain aplicado a paquetería-courier

Un sistema de control y tracking operativo para el registro, monitoreo, seguimiento y transaccionalidad puede ser administrado a través de BlockChain. (Sadouskaya & Logistics, 2017)

Es importante entender el método de operación de la tecnología BlockChain para poder ver su aplicabilidad en logística y en empresas de paquetería, tal como se muestra en la figura 3.6.

Figura 3.6. Método de operación *BlockChain*



Fuente. Kuckelhaus (2018)

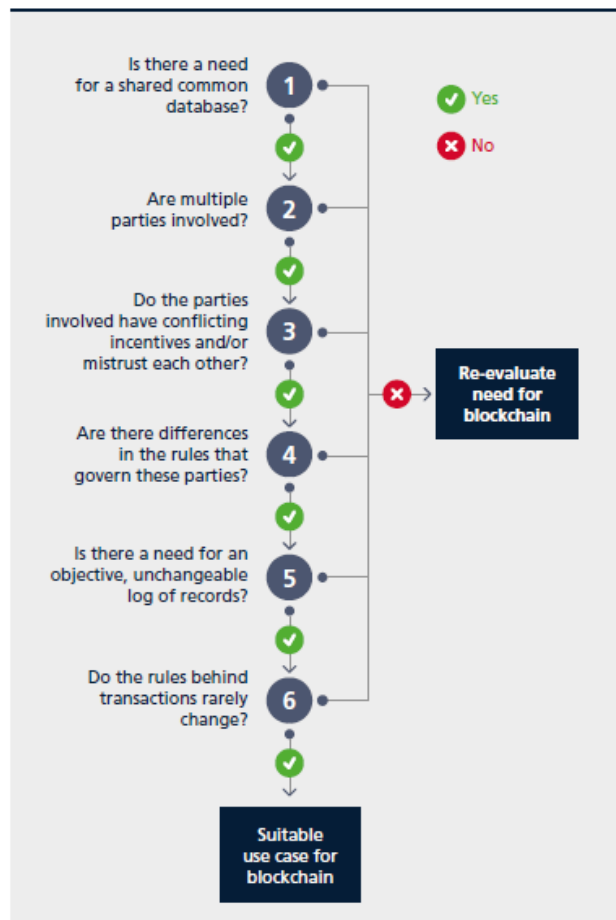
©Universidad Ean: SNIES 2812 | Vigilada Mineducación | Personería Jurídica Res. n°. 2898 del Minjusticia - 16/05/69

El Nogal: Cl- 79 n°. 11 - 45 | NIT: 860.026.058-1

Centro de contacto: (+57-1) 593 6464 | Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia, Suramérica
 universidadean.edu.co

Para ver la viabilidad y necesidad de aplicar BlockChain en logística y en proceso de control para empresas de paquetería, se puede seguir el paso a paso del árbol de decisiones para identificar si el uso de BlockChain en logística es aplicable. En la figura 3.7. se observan las principales preguntas que se deben responder afirmativamente para llegar a la conclusión de aplicar BlockChain.

Figura 3.7. Árbol de decisiones para identificar el uso de *BlockChain*



Fuente. Kuckelhaus (2018)

En este sentido, para el caso de estudio de las empresas de paquetería, las 6 preguntas se responden de la siguiente forma (ver tabla 3.1.).

Tabla 3.1. Respuestas identificación uso BlockChain

Pregunta	Respuesta
¿Es necesario contar con una única y compartida base de datos?	En paquetería tanto los clientes, la empresa y los clientes deben tener acceso a la misma información y la administración de esta debe ser consolidada y compartida.
¿Existen varias partes interesadas involucradas?	Los stakeholders de empresas de paquetería son diversos, entre proveedores, clientes, operarios, transportistas, aerolíneas y demás.
¿Existen conflictos o desconfianzas entre las partes involucradas?	Normalmente en las empresas de paquetería se acude mucho a la tercerización de todas sus operaciones core (Transporte, manipulación, ventas, servicio, etc), por lo cual es muy común que existan conflictos de intereses a la hora de asignar recursos y de priorizar las decisiones.
¿Existen diferencias en las reglas entre las partes?	Por la variedad de proveedores y actores involucrados en el negocio de la paquetería, donde cada cliente empresa tiene sus propias reglas y condiciones de operación, se hace necesario aplicar herramientas como el BlockChain que administra información descentralizada aplicando las reglas de negocio.
¿Hay necesidad de tener registro de todas las transacciones inmutables?	En paquetería la transacción principal es la creación de un envío que es vínculo entre la empresa y el cliente y al cual se le ejecutan una serie de proceso para entregarlo en destino, garantizar que todo lo registrado con relación a ese envío sea inmutable y seguro es de suma importancia.
¿Las reglas detrás de las transacciones rara vez cambian?	En ningún caso las reglas cambian una vez creada una transacción en paquetería.

Fuente. Elaboración propia.

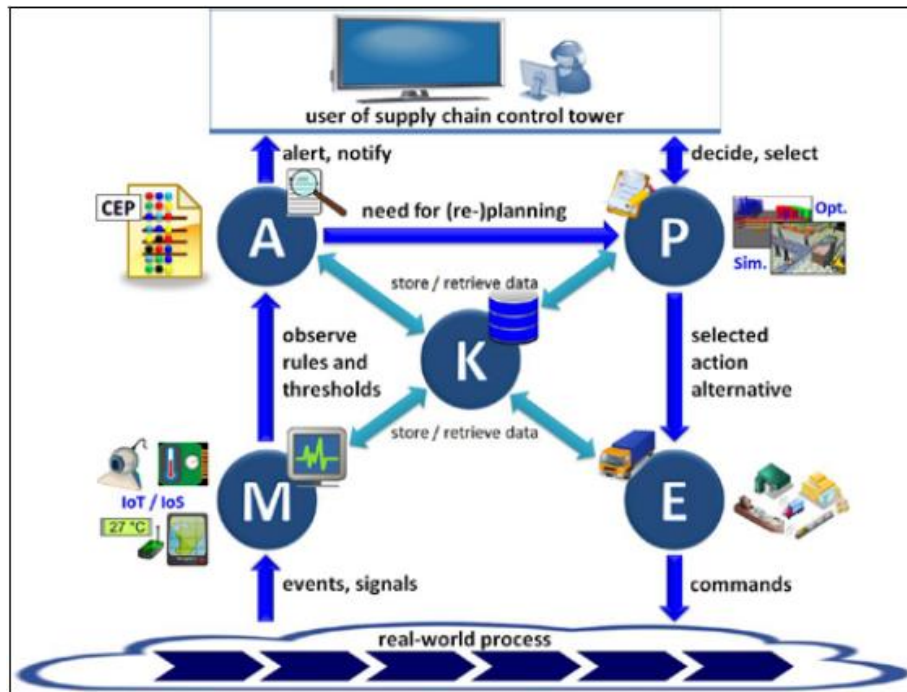
Si bien el principio básico de *BlockChain* es descentralizar la información para administrar transacciones de manera inviolable, para efectos del control operacional requerido en paquetería se requieren las dos cosas, uno centralizar información a través de bases de datos propias relacionadas para generar reglas de negocio y toma de decisiones, pero también es necesario la descentralización para soportar la integración de cadenas de suministro de los diferentes clientes y proveedores y así ampliar el alcance del control operacional. Es allí donde la aplicación de conceptos *BlockChain* recobra sentido para empresas de paquetería.

3.2.2 Integración Control Tower y Blockchain

Para ilustrar gráfica y conceptualmente, en el Apéndice C se encuentra un mapa mental con las diferentes interacciones entre las variables del instrumento *Control Tower* y *Blockchain*, así como los procesos y actores de las operaciones de paquetería. En este mapa se puede observar la relevancia y la aplicabilidad de un instrumento que integra los dos conceptos abarcando todos los aspectos de las decisiones tácticas y operativas de una empresa de paquetería. Asimismo, este mapa permite ser la base para el diseño del instrumento debido a que ilustra la interacción e impacto de cada variable y componente del instrumento.

Para lograr la integración de la información y transacciones soportadas en *Blockchain* y el modelo de *Control Tower*, es necesario acudir a la aplicación del modelo MAPE-K, que viene de la abreviatura en inglés de los siguientes componentes funcionales del modelo: Monitoreo, Análisis, Planificación, Ejecución y Base de conocimiento, en la figura 3.8. se explica el modelo integrado a *Control Tower*.(Goudz, 2014)

Figura 3.8. Esquema de interacción de sistemas, Blockchain y *Control Tower* – modelo MAPE-K



Fuente. Goudz (2014)

3.3 Delimitación y establecimiento de variables

3.3.1 Variables y parámetros

El principal objetivo de una empresa de paquetería-courier es entregar en buen estado mercancías o documentos de un punto A (Origen) a un punto B (Destino) dentro de un tiempo establecido y ofrecido a los clientes, este tiempo puede variar de acuerdo con el portafolio de productos premium o *express* que pueda ofrecer la empresa.

Como base, las reglas de negocio y criterios para la generación de alertas y toma de decisiones, el instrumento consta de parámetros, variables, restricciones y condiciones listadas a continuación:

©Universidad Ean: SNIES 2812 | Vigilada Mineducación | Personería Jurídica Res. n.º. 2898 del Minjusticia - 16/05/69

El Nogal: Cl- 79 n.º. 11 - 45 | NIT: 860.026.058-1

Centro de contacto: (+57-1) 593 6464 | Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia, Suramérica
universidadean.edu.co

Parámetros (Factores dados por las condiciones o reglas del negocio):

Co_j = Capacidad de procesamiento en el origen j

Cd_k = Capacidad de procesamiento en el destino k

P_k = Productividad de las rutas en el destino k

R_k = Cantidad de rutas en el destino k

T_{ijk} = Tiempo de entrega compromiso producto i entre el origen j y el destino k

H_i = Hora máxima de compromiso producto i

Fp_{ik} = Factor de cantidad de piezas por parada de cada producto i en el destino k

Variables:

X_{ijk} = Cantidad de piezas del producto i a mover entre el origen j y el destino k

Y_{ijkw} = Cantidad de piezas en el estado w del producto i con origen j y destino k

$DateOb_{ijk} = Fecha\ de\ grabación\ guía + T_{ijk} + H_{ijk} \quad \forall i \geq 0, j \geq 0 \text{ y } k \geq 0$

Restricciones y alertas:

Control Tower debe estar monitoreando y validando la disponibilidad de capacidad de las bodegas tanto de origen como de destino, de acuerdo con las proyecciones de venta y la ejecución de generación de guías para alertar la activación de contingencias o suspensión en la venta y no colapsar la operación. Asimismo, deberá validar la disponibilidad de rutas y capacidad de distribución para cumplir los tiempos de entrega.

- Capacidad en origen:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m X_{ijk} \leq Co_j \times 6 \quad \forall j \geq 0$$

(Ecuación 3.1 – Capacidad en origen)

Se toman las 6 horas pico de la operación

- Capacidad en destino:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ijk} \leq Cd_k \times 6 \quad \forall k \geq 0$$

(Ecuación 3.2 – Capacidad en destino)

Se toman las 6 horas pico de la operación

- Capacidad de las rutas de distribución:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{X_{ijk}}{Fp_{ik}} \leq P_k \times R_k \times 12 \quad \forall k \geq 0$$

(Ecuación 3.3 – Capacidad rutas distribución)

Se toman las 12 horas de operación de las rutas

- Control por fecha objetivo

$$\text{If Date today} = \text{DateOb}_{ijk} \quad \forall i, j, k \geq 0$$

Then Marcar guías como prioritarias a controlar

(Ecuación 3.4 – Control fecha objetivo)

Todas estas condiciones y criterios del instrumento servirán como soporte para el personal del equipo de control operacional para gestionar en cada origen y destino la operación de envíos, la activación de contingencias y el reporte de indicadores KPI para el cumplimiento y la eficiencia de los procesos.

3.3.2 Indicadores medidos

En el marco de las operaciones logísticas de paquetería- courier, la principal variable que debe ser medida para valorar el servicio que presta es el tiempo. Y las mediciones de

mercado que se utilizan con base en esta variable son las que tienen que ver con el cumplimiento, la efectividad y la utilización de los recursos, a continuación, los 5 principales indicadores que son los principales a ser tenidos en cuenta en el modelo y herramienta de control operacional:

- Efectividad de entregas: Envíos entregados dentro de la promesa de entrega

$$\text{Efectividad de entregas (\%)} = \frac{\text{Cantidad de envíos entregados a tiempo}}{\text{Cantidad de envíos movilizados}}$$

(Ecuación 3.5 - Efectividad de entregas)

- Calidad tiempos de entrega: Envíos entregados o con intento de entrega dentro de la promesa de entrega. Existen novedades en el proceso que no son atribuibles a la operación y que se toman como un intento válido de entrega (Ej. Cuando al momento de entregar el envío, el domicilio está cerrado)

$$\text{Calidad tiempos de entrega (\%)} = \frac{\text{Cantidad de envíos entregados a tiempo} + \text{Cantidad envíos con intento válido dentro del tiempo}}{\text{Cantidad de envíos movilizados}}$$

(Ecuación 3.6 – Calidad tiempos de entrega)

- Productividad rutas: Cantidad de paradas efectivas que se hacen por cada hora trabajada de una ruta (camión o moto). Es necesario medir la eficiente utilización de los recursos de recolección y distribución.

$$\text{Productividad de rutas} = \frac{\text{Paradas* efectivas}}{\text{Horas trabajadas}}$$

(Ecuación 3.7 - Productividad de rutas)

* Parada: Momento en que la ruta detiene su desplazamiento para recoger o entregar mercancía

- Cumplimiento en recolección: Recogidas realizadas a tiempo

$$\text{Cumplimiento recogidas} = \frac{\text{Recolecciones efectivas y a tiempo}}{\text{Total recolecciones programadas}}$$

(Ecuación 3.8 - Cumplimiento en recolección)

- Capacidad de procesamiento: Nivel de productividad de las estaciones o bodegas para clasificar y despachar los envíos.

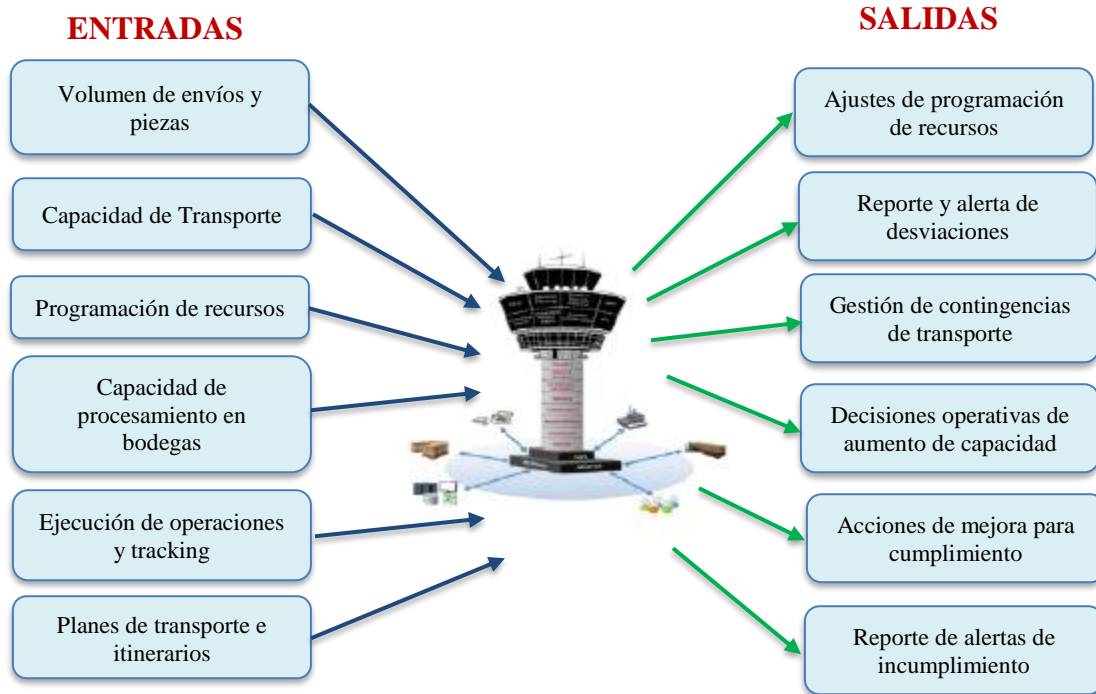
$$\text{Capacidad de procesamiento} = \frac{\text{Cantidad de piezas procesadas}}{\text{Horas trabajadas}}$$

(Ecuación 3.9 - Capacidad de procesamiento)

3.3.3 Variables de entrada y salida

Adicional a las variables principales de medición en las operaciones de paquetería, es importante tener claridad de cuáles son las entradas y las salidas del proceso de control operacional. En la figura 3.9. se representan las principales variables y procesos *input* para la ejecución de un *Control Tower* y cuáles son los principales *outputs* que resultan del procesamiento de información y análisis con el instrumento de control propuesto.

Figura 3.9. Entradas y salidas del proceso de control operacional



Fuente. Elaboración propia.

3.4 Consulta a expertos

Con el fin de validar los conceptos principales de este proyecto, se desea realizar un ejercicio de consulta y verificación con un panel de expertos en el campo de la logística y la tecnología, aplicando una encuesta se analizará el grado de acuerdo sobre cada uno de los conceptos.

3.4.1 Perfil de expertos

Se consultaron 5 expertos en temas pertinentes a la investigación, algunos de ellos expertos consultores en logística, Supply Chain Management, y automatización de procesos

©Universidad Ean: SNIES 2812 | Vigilada Mineducación | Personería Jurídica Res. n°. 2898 del Minjusticia - 16/05/69

El Nogal: Cl- 79 n°. 11 - 45 | NIT: 860.026.058-1

Centro de contacto: (+57-1) 593 6464 | Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia, Suramérica
universidadean.edu.co

operativos; también expertos profesionales con experiencia en el sector privado desempeñando cargos directivos en empresas de paquetería, docentes especializados en el campo de la logística y también experiencia profesional, docente e investigativa en temas relacionados con sistemas, aplicación de tecnología y desarrollo de software. En el Apéndice D se detalla cada uno de los perfiles de los expertos consultados.

3.4.2 Resultados

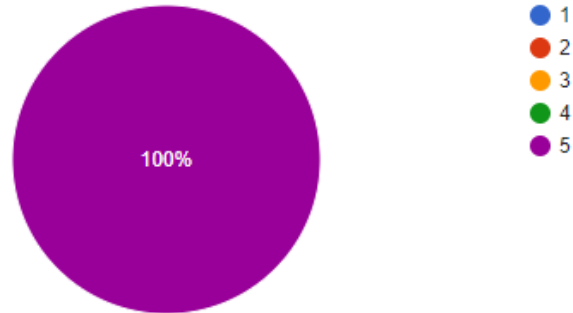
Encuesta: VALIDACIÓN DE CONCEPTOS PARA HERRAMIENTA DE CONTROL OPERACIONAL APLICANDO BLOCKCHAIN EN EMPRESAS DE PAQUETERÍA

Esta encuesta está dirigida a expertos en operaciones logísticas. La encuesta tiene como percepción validar el planteamiento soportado en los modelos *Control Tower* y *BlockChain* aplicados a operaciones de paquetería con el objeto de plantear una nueva herramienta de soporte para la toma decisiones tácticas y operativas.

La encuesta de validación consta de las siguientes afirmaciones, donde se les preguntaba a los expertos sobre su grado de acuerdo con cada premisa de acuerdo con la siguiente escala de evaluación: De 1 a 5, donde 1 es "Totalmente en desacuerdo", 2 es "En desacuerdo", 3 es "Neutral", 4 es "De acuerdo" y 5 es "Totalmente de acuerdo". Ver Apéndice E para conocer el detalle y resumen de resultados promedio de cada ítem. En las figuras 3.10. a la 3.19. se muestran los resultados específicos de cada pregunta de acuerdo con la escala de evaluación definida.

Figura 3.10. Resultado pregunta 1 – Validación expertos

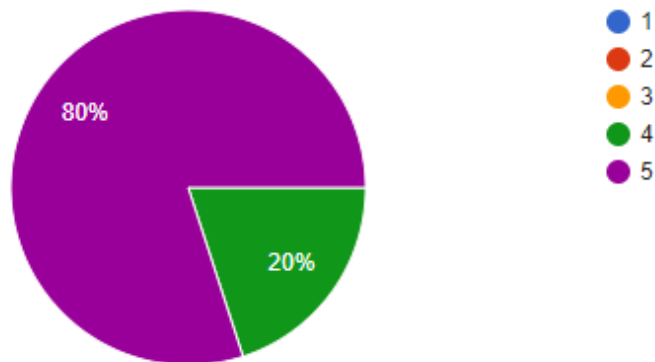
Contar con herramientas (como *layout*, *dashboard*, pantallas de monitoreo, etc) de visibilidad on-line aporta al control operacional



Fuente. Elaboración propia.

Figura 3.11. Resultado pregunta 2 – Validación expertos

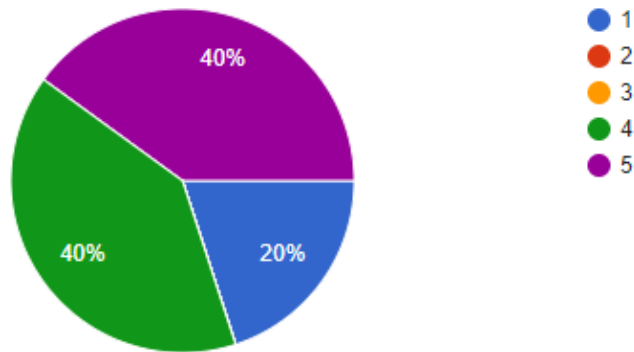
El control proactivo y predictivo de las operaciones de paquetería influye en la eficiencia de los procesos



Fuente. Elaboración propia.

Figura 3.12. Resultado pregunta 3 – Validación expertos

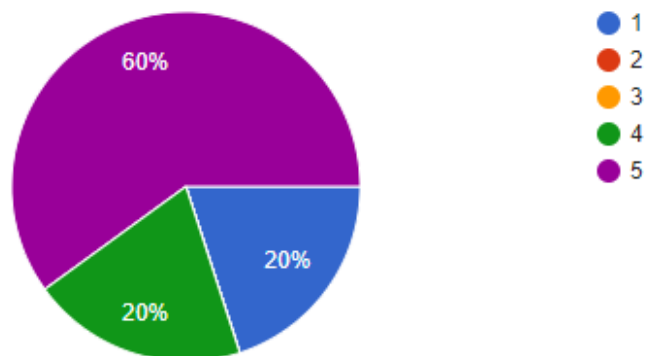
Los conceptos de BlockChain son aplicables y pertinentes a la logística



Fuente. Elaboración propia.

Figura 3.13. Resultado pregunta 4 – Validación expertos

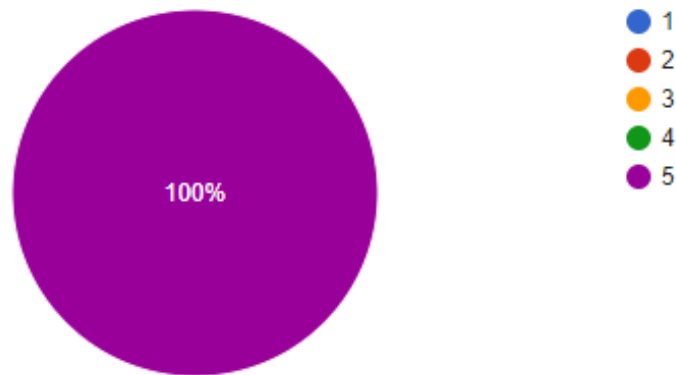
Para la aplicación de herramientas soportadas en BlockChain es necesario contar con diferentes fuentes de información y sistemas integrados



Fuente. Elaboración propia.

Figura 3.14. Resultado pregunta 5 – Validación expertos

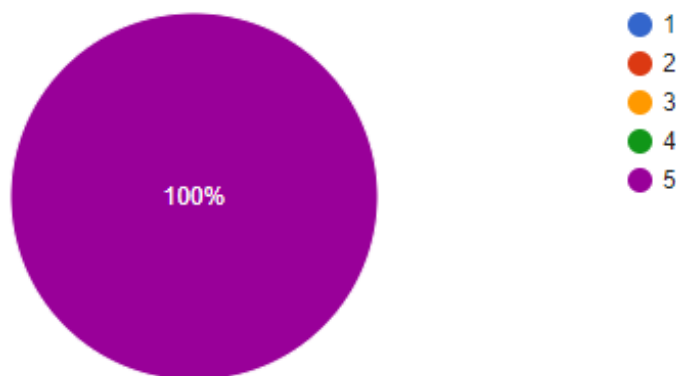
En logística y empresas de paquetería se deben monitorear constantemente el flujo de las mercancías, los tiempos de entrega y las capacidades de transporte y de las bodegas



Fuente. Elaboración propia.

Figura 3.15. Resultado pregunta 6 – Validación expertos

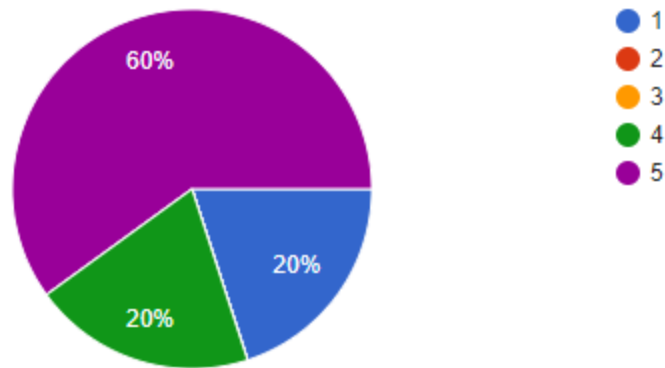
La visibilidad y tracking en línea agregan valor para el proceso de toma de decisiones en empresas de paquetería



Fuente. Elaboración propia.

Figura 3.16. Resultado pregunta 7 – Validación expertos

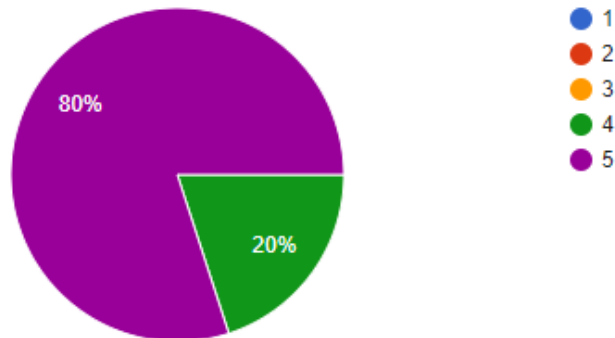
Estandarizar, consolidar y centralizar información para el control de operaciones es posible con Blockchain



Fuente. Elaboración propia.

Figura 3.17. Resultado pregunta 8 – Validación expertos

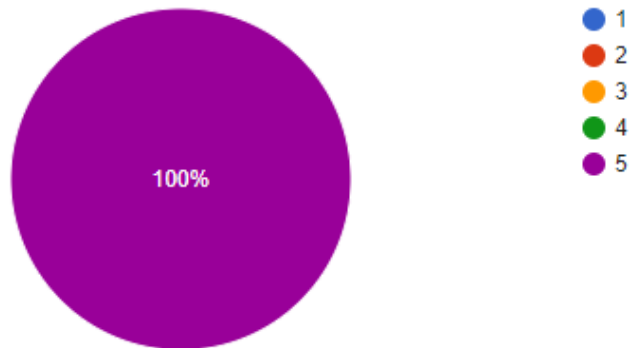
El control operacional debe realizarse integral y sistemáticamente, no solo control y supervisión en piso



Fuente. Elaboración propia.

Figura 3.18. Resultado pregunta 9 – Validación expertos

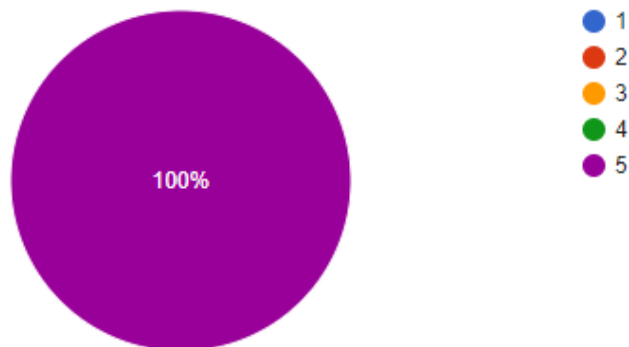
Contar con una herramienta que genere alertas sobre las desviaciones del flujo correcto del proceso incide en la toma de decisiones operativas y tácticas



Fuente. Elaboración propia.

Figura 3.19. Resultado pregunta 10 – Validación expertos

Tener un *dashboard* de control en línea de cada proceso y variable del mismo, facilita la toma de decisiones y la gestión de las operaciones



Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con las respuestas recibidas por cada uno de los expertos, el resultado total del ejercicio de validación es una aprobación del **92,8 %**, obteniendo un grado de

acuerdo promedio de **4,64**. Si bien las variables no son cuantitativas como tal y a su vez son independientes, se realiza la cuantificación de los resultados de la encuesta para conocer el nivel de aprobación sobre las premisas cuestionadas, cada una de ellas apuntando a determinar la relevancia del problema de estudio y la pertinencia de la aplicación de una herramienta que integre los conceptos de *Control Tower* y *BlockChain*.

El aspecto que generó mayor discusión o desacuerdo fue el concepto de *BlockChain* como herramienta centralizadora para el control operacional, sin embargo, para efectos de este proyecto como se aclaró anteriormente, para el instrumento propuesto se está partiendo del hecho de utilizar los conceptos de *BlockChain* desde el punto de vista de poder integrar la información de varias partes interesadas en el negocio de paquetería como lo son clientes y proveedores, y para esto la descentralización de *BlockChain* aporta seguridad y validez a la información manejada por empresas de paquetería. Con respecto a la centralización de información a la hora de generar los controles internos de las empresas de paquetería, el instrumento se basará principalmente en la consolidación de bases de datos relacionadas.

Con respecto a la relevancia del instrumento y la validez de los conceptos de Control operacional y los procesos en empresas de paquetería, los resultados de la validación fueron superiores al **98%**. Confirmando así la pertinencia del presente estudio y la importancia de su aplicación.

3.4.3 Observaciones

Al final de la encuesta se solicitó a cada experto dejar sus apreciaciones propias sobre el tema en validación y esto fue lo que cada uno observó:

- Experto 1: “Debe asegurarse que el monitoreo que se haga desencadene acciones concretas en la operación para reaccionar y tomar decisiones oportunamente.”
- Experto 2: “La mejora de procesos y operaciones logísticas solo es posible si se hace medición de las variables críticas del proceso, supervisando y controlando que se sigan las buenas prácticas y procedimientos establecidos.”
- Experto 3: “Todo esto más la automatización de las operaciones es necesario para aumentar la eficiencia en empresas de logística y transporte”
- Experto 4: “La tecnología blockchain no aporta en la solución si lo que se necesita es "Estandarizar, consolidar y centralizar información", para esto se utilizan son bases de datos relacionales (convencionales). Blockchain descentraliza la información.”
- Experto 5: “*Control Tower* en logística es el futuro en modelos de control y *BlockChain* se debe aplicar tarde que temprano”

3.5 Establecimiento de estructura de *Dashboard*

3.5.1 Métodos para el análisis

En cuanto a la estructura del *dashboard* del instrumento y con base en los indicadores de proceso definidos, se propone una matriz de evaluación y alertas (ver figura 3.20), donde se establezcan las reglas de negocio del instrumento con base en los parámetros de cada alerta.

Figura 3.20. Matriz de evaluaciones y alertas del instrumento

Indicador	Alerta	Parámetro	Regla de negocio
Calidad Efectiva/ Calidad tiempos de entrega	Envíos próximos a vencerse	Fecha y Hora máxima de entrega por producto	Control Tower validará la alerta 30 minutos antes de la hora máxima de entrega de cada producto
	Envíos sin Asignación	Fecha de llegada a destino	Alertar envío que después de 1 hora de llegada a destino no tengan manejo operativo
Productividad rutas	Clientes no Visitados	Rutas con paradas no efectivas	Validar las novedades de cada ruta cuando no se registren visitas a los clientes, monitoreando el GPS y el estado de la ruta.
	Productividad reducida	Paradas pendientes por cada ruta	El control operativo se activa cuando no se cumple la cuota de productividad de las rutas y se detectan paradas no realizadas
Capacidad Bodegas	Pendientes de salida críticos	Horarios de salida de cada medio de transporte por cada destino	1 hora de la salida de cada viaje terrestre o aéreo se debe activar la alerta de todos los envíos pendientes por asignación
	Kg pendientes de embarque	Recursos disponibles	De acuerdo con la programación de recursos se determina la capacidad de procesamiento y se compara con los kilos y piezas pendientes por embarcar a destinos, activando alerta cuando la capacidad dsea sobrepasada y se necesario activar contingencias.
Cumplimiento en recolecciones	Recogidas sin asignar atrasadas	Rango horario de la recolección	Se debe controlar que 30 minutos antes de que inicie el rango inferior del horario de la recogida, esta se encuentre asignada a la ruta correspondiente.
	Recogidas próximas a vencerse		Se debe validar que cada ruta cumpla la promesa de servicio en la recolección y alertar 30 minutos antes del límite a la operación para validar por qué no se ha efectuado

Fuente. Elaboración propia.

3.5.2 Bloques y subsistemas (*blockchain*)

Con respecto a la aplicación de los conceptos de *BlockChain* en el instrumento de control operacional, en la figura 3.21. se observan los bloques y subsistemas que deben ser tenidos en cuenta para la estructuración de la cadena de bloques del instrumento.

Las demás variables e información de entrada del instrumento corresponden a la información propia de la operación de la empresa de paquetería, consolidando y centralizando esta información con Bases de datos relacionadas completarán todos los datos requeridos para el instrumento.

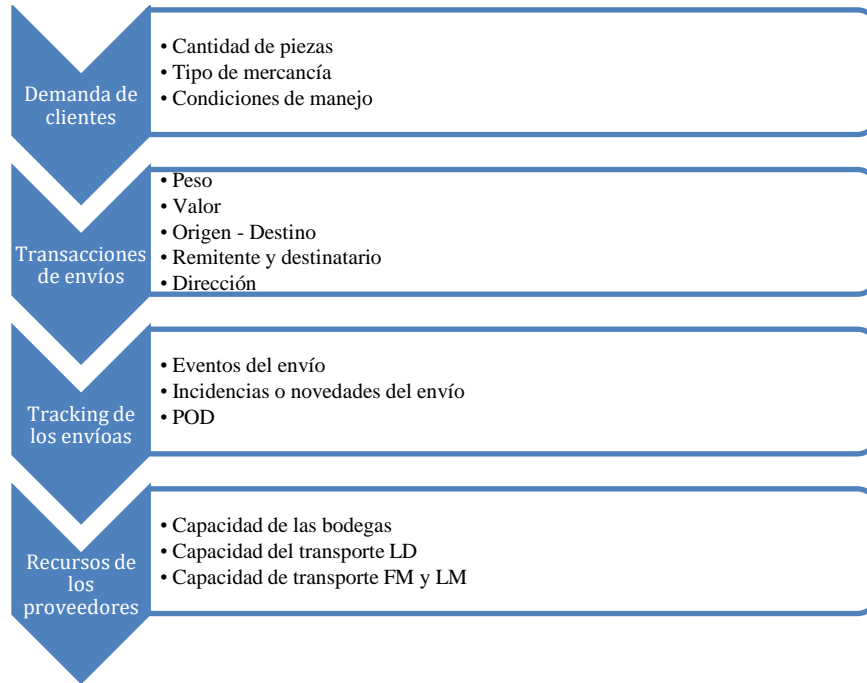
Figura 3.21. Bloques y subsistemas *BlockChain* del instrumento



Fuente. Elaboración propia.

A continuación, en la figura 3.22. la descripción y mayor detalle de cada bloque del sistema *BlockChain*.

Figura 3.22. Descripción Bloques y subsistemas *BlockChain* del instrumento



Fuente. Elaboración propia.

3.5.3 Indicadores para el control

De acuerdo con lo que veíamos al principio de este capítulo, conforme a los diferentes procesos que ejecuta la operación de las empresas de paquetería, el control operacional que se propone ejercer a través del instrumento, deberá también estar enfocado de acuerdo con los procesos. En este orden de ideas, el instrumento de control deberá tener 3 frentes de funcionalidad que cubran el E2E de los procesos operativos así:

- Enfoque en las recolecciones (primera milla)
- Enfoque en las Salidas o conexiones
- Enfoque en la Distribución (última milla)

Asimismo, para cada uno de estos frentes o enfoques se deben definir claramente los diferentes estados a monitorear en línea como indicador de la operación, para esto se definen como se muestra en la figura 3.23.

Figura 3.23. Clasificación estados de envíos para el control

Recolecciones	Conexión /Salidas	Distribución
<ul style="list-style-type: none"> • Pendientes • Asignadas • Efectuadas • Fallidas • No efectuadas • Canceladas 	<ul style="list-style-type: none"> • Incompletos • En origen • Asignados a viaje • Viaje confirmado 	<ul style="list-style-type: none"> • Pendiente por llegar • Pendiente en estación • Asignados a ruta • En distribución • Entregados

Fuente. Elaboración propia.

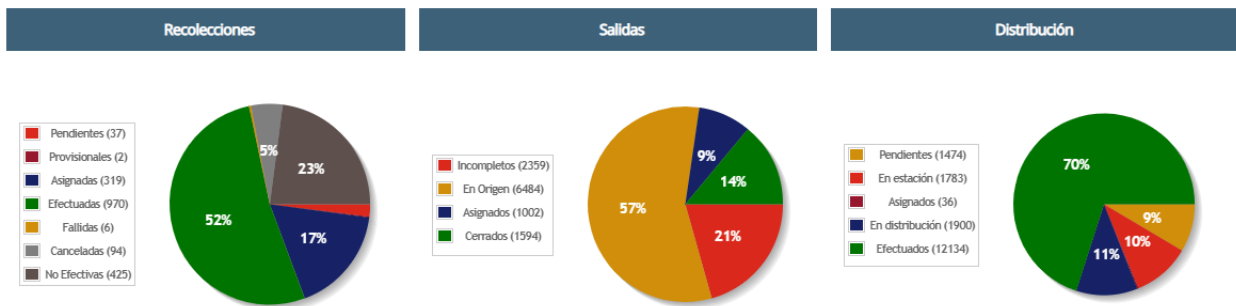
Una vez establecidos los diferentes estados por cada proceso, se puede determinar un código de colores para controlar los estados críticos que generan alerta según determinado momento del día (ver figura 3.24.). De esta forma, a modo de ejemplo, en la figura 3.25. se puede ver cómo gráficamente el control se lograría rápidamente según el color y % del total de transacciones.

Figura 3.24. Código de colores indicadores de control



Fuente. Elaboración propia.

Figura 3.25. Ejemplo indicadores de control por estado - proceso



Fuente. Elaboración propia.

3.5.4 Resultados de salida y Layout de control

El control operacional se realiza con base en los objetivos del negocio, y como veíamos, la variable e indicador principal es el tiempo y el cumplimiento de los tiempos de entrega ofrecidos al cliente. Por esta razón es importante tener el control en tiempo real sobre este indicador y poderlo comparar con parámetros establecidos según la planeación táctica y la ejecución de la operación.

Con base en esto, el layout de control y las salidas del instrumento deben considerar:

- Calidad potencial
- Control de calidad por fecha objetivo
- Control por estado de los envíos en cada proceso
- Control de KPI

A continuación, se detallan cada uno de estos componentes del instrumento.

- Calidad potencial

Como resultado de salida y control debe existir de forma gráfica un indicador que en tiempo real se vaya actualizando y le pueda mostrar al proceso de control operacional y a la dirección cuál es el comportamiento de la calidad del servicio, y a su vez poder comparar contra una medición de comportamiento potencial de la operación. Para esto se crea en paralelo el indicador de Calidad potencial definido de la siguiente forma:

$$\text{Calidad potencial} = \frac{\text{Cantidad de envíos con fecha objetivo del día listos para procesar en destino}}{\text{Total de envíos con fecha objetivo del día}}$$

(Ecuación 3.10 - Capacidad de procesamiento)

- Control por fecha objetivo

$$DateOb_{ijk} = Fecha\ de\ rabación\ guía + T_{ijk} + H_{ijk} \quad \forall i \geq 0, j \geq 0 \text{ y } k \geq 0$$

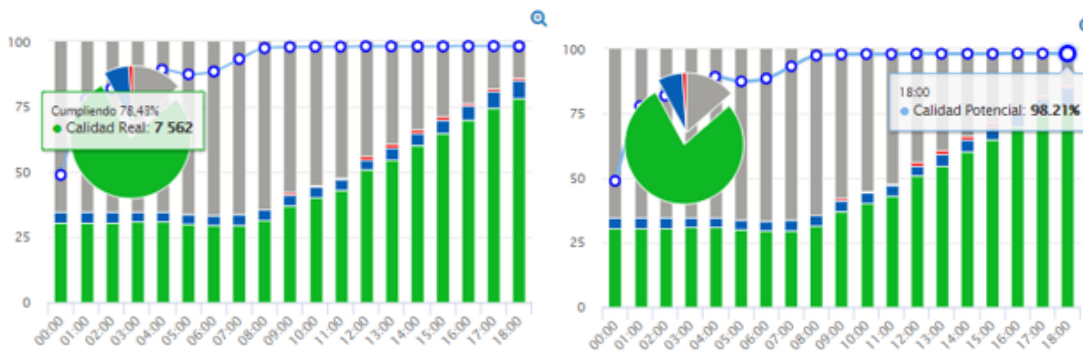
$$If\ Date\ today = DateOb_{ijk} \quad \forall i, j, k \geq 0$$

Then Marcar guías como prioritarias a controlar

El instrumento calcula automáticamente la fecha objetivo de cada envío con base en los tiempos de entrega definidos para cada producto, para cada combinación de origen y destino, y asimismo la hora máxima. De esta forma el instrumento permite generar alertas en línea de cada uno de los envíos que está en riesgo de no cumplir con esa fecha objetivo.

Por lo anterior, el instrumento de control operacional permite calcular y medir en línea la evolución de la calidad de entrega y la estimación de la calidad potencial, en la figura 3.26 se ve cómo hora a hora de cada día de la operación se va llevando registro de la calidad real según lo registrado en el sistema del TMS y la comparación con la calidad potencial medida con base en los estados de los envíos con fecha objetivo del día que se está controlando.

Figura 3.26. Calidad real y calidad potencial -caso de estudio



Fuente. Elaboración propia.

- Control por estado de los envíos en cada proceso

Y_{ijkw} = Cantidad de piezas en el estado w del producto i con origen j y destino k

Para este control, el instrumento permite controlar por cada ciudad y por cada producto, el estado en que se encuentra cada envío dependiendo el proceso en que se encuentre. A modo de *layout* se proponen para el instrumento diferentes módulos y funcionalidades: En el Apéndice F se muestra cómo de forma general según el código de colores definido se dimensiona la cantidad de piezas que están en cada estado, y de ahí en adelante el instrumento permite ir hacia lo específico de cada proceso para entrar más en detalle (ver Apéndice G y Apéndice H), hasta llegar al punto de poder gestionar la información de cada transacción de envío (ver Apéndice I).

- Control de KPI

Con el fin de complementar el control operacional vinculándolo con la mejora de procesos y aportando a las decisiones tácticas de la operación, el instrumento de control operacional permite también contar con *Dashboard* para controlar los principales indicadores del proceso.

En el Apéndice J se propone un *layout* del *dashboard* de cumplimiento del proceso de recolección para cada ciudad evaluada, la cantidad de recogidas cumpliendo, las que no y el indicador final de cumplimiento.

El indicador principal de la operación de empresas de paquetería es la calidad de entregas, tal y como se explicó en el capítulo 3. En el Apéndice K a modo de ejemplo se propone el *layout* de un *dashboard* completo con tipos de filtro y gráficos dinámicos que permiten analizar la calidad efectiva y la calidad tiempos de entrega, así como permite

analizar los diferentes orígenes – destinos que impactan el desempeño y las tendencias del indicador.

Para el caso de la productividad, para el instrumento de control operacional se propone también un *dashboard* que permita llevar control del desempeño de las rutas a nivel nacional. En el Apéndice L se detallan los filtros y gráficos que tendría el instrumento para generar este *dashboard*.

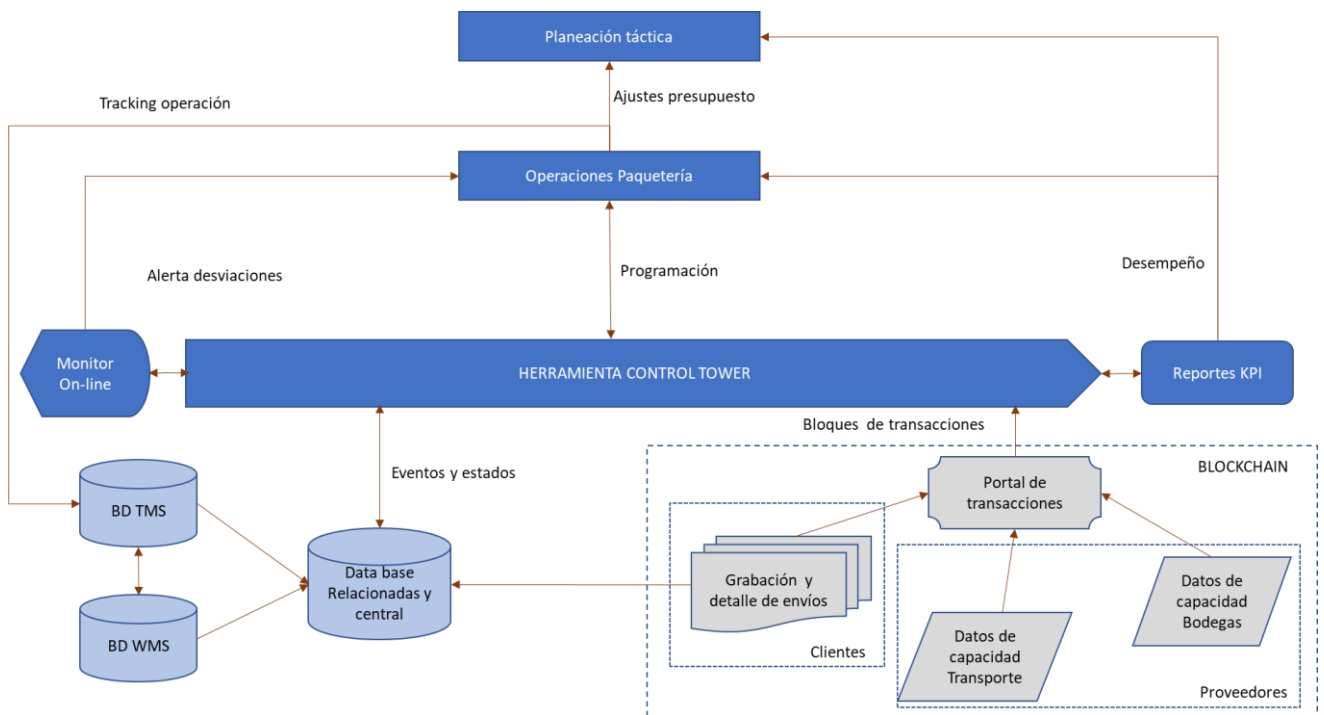
CAPITULO 4. RESULTADOS

4.1 Herramienta de control para la toma de decisiones

4.1.1 Proceso flow-chart

Como se anotaba anteriormente, el instrumento de *Control Tower* propuesto tiene dos componentes principales, uno descentralizador soportado en *BlockChain* para extraer la información relevante de las transacciones de clientes y las transacciones con proveedores, y la otra parte centralizadora con bases de datos relacionadas provenientes de los sistemas *core* de las empresas de paquetería. En la figura 4.1. se ilustra el *Flow chart* del proceso de control basado en el instrumento y la interacción que esta tiene con la parte operativa y táctica de la organización para la toma de decisiones.

Figura 4.1. Flow-chart Herramienta control operacional

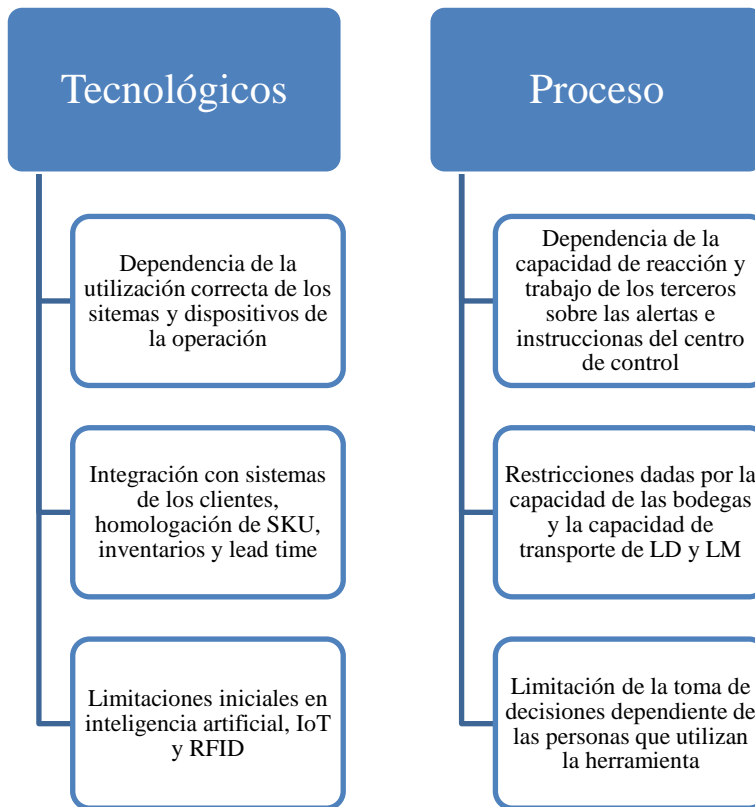


Fuente. Elaboración propia.

4.1.2 Límites y restricciones

En cuanto a los límites y restricciones del instrumento vamos a clasificarlos en dos tipos, uno son los límites de tipo tecnológico, y los otros de tipo proceso, en la figura 37 se detalla cada uno y que deben ser tenidos en cuenta a la hora de gestionar el instrumento y el proceso de control operacional.

Figura 4.2. Límites y restricciones Herramienta control operacional



Fuente. Elaboración propia.

4.1.3 Estructura secuencial del instrumento

El instrumento se compone principalmente de 5 partes estructurales:

- Los filtros: Donde se puede seleccionar los datos de interés a ser filtrados por regional, por ciudad, por proveedor, por producto, cliente, entre otros.
- El detalle de los estados de cada macroproceso principal; Recolección, Salidas y Distribución.
- Una sección de alertas para cada proceso
- *Dashboard* de detalles y *dashboard* de KPI de los procesos
- Módulo de validación de proyección de ventas vs capacidad y recursos operativos

En el **Apéndice M** se modela gráficamente la estructura base del instrumento y la secuencia lógica de las funcionalidades y procesos que soporta. Esta estructura está alineada con los 4 niveles del *Control Tower* propuesto y también con los resultados de salida y *layout* del instrumento que se proponen en el capítulo anterior.

4.2 Caso de estudio

La empresa de colombiana de paquetería *X Express* se toma como caso de estudio para validar y dimensionar los resultados y alcance del instrumento de control operacional propuesto.

En primer lugar, el caso de estudio se acota a las siguientes ciudades del país y a los siguientes productos, donde se concentra el Pareto de volumen de envíos de la empresa:

- Ciudades: Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena y Bucaramanga
- Productos: Premium (11 AM y 2 PM) y producto Estándar

A continuación, se presentan los parámetros y variables base para el caso de estudio, luego de esto se mostrarán a modo de ejemplo los diferentes componentes y *dashboard* que conforman el instrumento.

Tabla 4.1. Capacidades de procesamiento en origen y destino – caso de estudio

Capacidad Procesamiento (Piezas/hora)			
Origen (j)	Coj	Destino (k)	Cdk
Bogota (1)	1232	Bogota (1)	1145
Medellín (2)	700	Medellín (2)	578
Cali (3)	458	Cali (3)	432
Barranquilla (4)	323	Barranquilla (4)	287
Cartagena (5)	167	Cartagena (5)	121
Bucaramanga (6)	113	Bucaramanga (6)	89

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4.2. Cantidad de piezas productos premium origen destino – caso de estudio

Cantidad de Piezas (diaria)			
Producto (i)	Origen (j)	Destino (k)	Xijk
11 AM (1)	Bogota (1)	Medellín (2)	126
11 AM (1)	Bogota (1)	Cali (3)	94
11 AM (1)	Bogota (1)	Barranquilla (4)	73
11 AM (1)	Bogota (1)	Cartagena (5)	79
11 AM (1)	Bogota (1)	Bucaramanga (6)	34
11 AM (1)	Bogota (1)	Bogota (1)	23
11 AM (1)	Medellín (2)	Bogota (1)	152
11 AM (1)	Medellín (2)	Cali (3)	26
11 AM (1)	Medellín (2)	Medellín (2)	9
11 AM (1)	Cali (3)	Bogota (1)	83
11 AM (1)	Cali (3)	Barranquilla (4)	19
11 AM (1)	Cali (3)	Medellín (2)	16
11 AM (1)	Cali (3)	Cali (3)	16
11 AM (1)	Barranquilla (4)	Bogota (1)	75
11 AM (1)	Barranquilla (4)	Cali (3)	12
2 PM (2)	Bogota (1)	Medellín (2)	213
2 PM (2)	Bogota (1)	Cali (3)	142
2 PM (2)	Bogota (1)	Barranquilla (4)	135
2 PM (2)	Bogota (1)	Cartagena (5)	111
2 PM (2)	Bogota (1)	Bucaramanga (6)	105
2 PM (2)	Bogota (1)	Bogota (1)	152
2 PM (2)	Medellín (2)	Medellín (2)	65
2 PM (2)	Medellín (2)	Cali (3)	48
2 PM (2)	Medellín (2)	Bucaramanga (6)	24
2 PM (2)	Medellín (2)	Bogota (1)	152
2 PM (2)	Cali (3)	Medellín (2)	49
2 PM (2)	Cali (3)	Barranquilla (4)	55
2 PM (2)	Cali (3)	Cartagena (5)	40
2 PM (2)	Cali (3)	Bucaramanga (6)	26
2 PM (2)	Cali (3)	Bogota (1)	84
2 PM (2)	Barranquilla (4)	Medellín (2)	41
2 PM (2)	Barranquilla (4)	Cali (3)	23
2 PM (2)	Barranquilla (4)	Barranquilla (4)	24
2 PM (2)	Barranquilla (4)	Cartagena (5)	19
2 PM (2)	Barranquilla (4)	Bucaramanga (6)	13
2 PM (2)	Barranquilla (4)	Bogota (1)	72
2 PM (2)	Cartagena (5)	Bogota (1)	62
2 PM (2)	Cartagena (5)	Medellín (2)	37
2 PM (2)	Bucaramanga (6)	Bogota (1)	61
2 PM (2)	Bucaramanga (6)	Medellín (2)	19
2 PM (2)	Bucaramanga (6)	Cali (3)	17

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4.3. Cantidad de piezas producto estándar origen destino – caso de estudio

Cantidad de Piezas (diaria)			
Producto (i)	Origen (j)	Destino (k)	Xijk
STAND (3)	Bogota (1)	Bogota (1)	2342
STAND (3)	Bogota (1)	Medellín (2)	1234
STAND (3)	Bogota (1)	Cali (3)	768
STAND (3)	Bogota (1)	Barranquilla (4)	656
STAND (3)	Bogota (1)	Cartagena (5)	447
STAND (3)	Bogota (1)	Bucaramanga (6)	477
STAND (3)	Medellín (2)	Bogota (1)	756
STAND (3)	Medellín (2)	Medellín (2)	213
STAND (3)	Medellín (2)	Cali (3)	203
STAND (3)	Medellín (2)	Barranquilla (4)	143
STAND (3)	Medellín (2)	Cartagena (5)	119
STAND (3)	Medellín (2)	Bucaramanga (6)	643
STAND (3)	Cali (3)	Bogota (1)	625
STAND (3)	Cali (3)	Medellín (2)	256
STAND (3)	Cali (3)	Cali (3)	210
STAND (3)	Cali (3)	Barranquilla (4)	137
STAND (3)	Cali (3)	Cartagena (5)	78
STAND (3)	Cali (3)	Bucaramanga (6)	73
STAND (3)	Barranquilla (4)	Bogota (1)	253
STAND (3)	Barranquilla (4)	Medellín (2)	108
STAND (3)	Barranquilla (4)	Cali (3)	69
STAND (3)	Barranquilla (4)	Barranquilla (4)	46
STAND (3)	Barranquilla (4)	Cartagena (5)	58
STAND (3)	Barranquilla (4)	Bucaramanga (6)	35
STAND (3)	Cartagena (5)	Bogota (1)	327
STAND (3)	Cartagena (5)	Medellín (2)	111
STAND (3)	Cartagena (5)	Cali (3)	47
STAND (3)	Cartagena (5)	Barranquilla (4)	81
STAND (3)	Cartagena (5)	Cartagena (5)	51
STAND (3)	Cartagena (5)	Bucaramanga (6)	20
STAND (3)	Bucaramanga (6)	Bogota (1)	179
STAND (3)	Bucaramanga (6)	Medellín (2)	42
STAND (3)	Bucaramanga (6)	Cali (3)	32
STAND (3)	Bucaramanga (6)	Barranquilla (4)	26
STAND (3)	Bucaramanga (6)	Cartagena (5)	15
STAND (3)	Bucaramanga (6)	Bucaramanga (6)	22

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4.4. Cantidad de rutas y productividad por ciudad destino – caso de estudio

Productividad (Paradas/hora) y cantidad de Rutas		
Destino (k)	Pk	Rk
Bogota (1)	6,1	70
Medellín (2)	6,8	33
Cali (3)	6,5	29
Barranquilla (4)	6,2	12
Cartagena (5)	7	10
Bucaramanga (6)	6,6	9

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4.5. Tiempos de entrega producto 11 AM – caso de estudio

Tiempos de entrega (Horas)			
Origen (j)	Producto (i)	Destino (k)	Tijk
Bogota (1)	11 AM (1)	Medellín (2)	12
Bogota (1)	11 AM (1)	Cali (3)	12
Bogota (1)	11 AM (1)	Barranquilla (4)	12
Bogota (1)	11 AM (1)	Cartagena (5)	12
Bogota (1)	11 AM (1)	Bucaramanga (6)	12
Bogota (1)	11 AM (1)	Bogota (1)	12
Medellín (2)	11 AM (1)	Bogota (1)	12
Medellín (2)	11 AM (1)	Cali (3)	12
Medellín (2)	11 AM (1)	Medellín (2)	12
Cali (3)	11 AM (1)	Bogota (1)	12
Cali (3)	11 AM (1)	Barranquilla (4)	12
Cali (3)	11 AM (1)	Medellín (2)	12
Cali (3)	11 AM (1)	Cali (3)	12
Barranquilla (4)	11 AM (1)	Bogota (1)	12
Barranquilla (4)	11 AM (1)	Cali (3)	12

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4.6. Tiempos de entrega producto estándar – caso de estudio

Tiempos de entrega (Horas)			
Origen (j)	Producto (i)	Destino (k)	T _{ijk}
Bogota (1)	STAND (3)	Bogota (1)	24
Bogota (1)	STAND (3)	Medellín (2)	24
Bogota (1)	STAND (3)	Cali (3)	24
Bogota (1)	STAND (3)	Barranquilla (4)	48
Bogota (1)	STAND (3)	Cartagena (5)	48
Bogota (1)	STAND (3)	Bucaramanga (6)	24
Medellín (2)	STAND (3)	Bogota (1)	24
Medellín (2)	STAND (3)	Medellín (2)	24
Medellín (2)	STAND (3)	Cali (3)	24
Medellín (2)	STAND (3)	Barranquilla (4)	48
Medellín (2)	STAND (3)	Cartagena (5)	48
Medellín (2)	STAND (3)	Bucaramanga (6)	48
Cali (3)	STAND (3)	Bogota (1)	24
Cali (3)	STAND (3)	Medellín (2)	24
Cali (3)	STAND (3)	Cali (3)	24
Cali (3)	STAND (3)	Barranquilla (4)	48
Cali (3)	STAND (3)	Cartagena (5)	48
Cali (3)	STAND (3)	Bucaramanga (6)	24
Barranquilla (4)	STAND (3)	Bogota (1)	48
Barranquilla (4)	STAND (3)	Medellín (2)	48
Barranquilla (4)	STAND (3)	Cali (3)	48
Barranquilla (4)	STAND (3)	Barranquilla (4)	24
Barranquilla (4)	STAND (3)	Cartagena (5)	24
Barranquilla (4)	STAND (3)	Bucaramanga (6)	48
Cartagena (5)	STAND (3)	Bogota (1)	48
Cartagena (5)	STAND (3)	Medellín (2)	48
Cartagena (5)	STAND (3)	Cali (3)	48
Cartagena (5)	STAND (3)	Barranquilla (4)	24
Cartagena (5)	STAND (3)	Cartagena (5)	24
Cartagena (5)	STAND (3)	Bucaramanga (6)	48
Bucaramanga (6)	STAND (3)	Bogota (1)	24
Bucaramanga (6)	STAND (3)	Medellín (2)	48
Bucaramanga (6)	STAND (3)	Cali (3)	24
Bucaramanga (6)	STAND (3)	Barranquilla (4)	48
Bucaramanga (6)	STAND (3)	Cartagena (5)	48
Bucaramanga (6)	STAND (3)	Bucaramanga (6)	24

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4.7. Tiempos de entrega producto 2 PM – caso de estudio

Tiempos de entrega (Horas)			
Origen (j)	Producto (i)	Destino (k)	Tijk
Bogota (1)	2 PM (2)	Medellín (2)	12
Bogota (1)	2 PM (2)	Cali (3)	12
Bogota (1)	2 PM (2)	Barranquilla (4)	24
Bogota (1)	2 PM (2)	Cartagena (5)	24
Bogota (1)	2 PM (2)	Bucaramanga (6)	24
Bogota (1)	2 PM (2)	Bogota (1)	24
Medellín (2)	2 PM (2)	Medellín (2)	24
Medellín (2)	2 PM (2)	Cali (3)	24
Medellín (2)	2 PM (2)	Bucaramanga (6)	24
Medellín (2)	2 PM (2)	Bogota (1)	12
Cali (3)	2 PM (2)	Medellín (2)	24
Cali (3)	2 PM (2)	Barranquilla (4)	24
Cali (3)	2 PM (2)	Cartagena (5)	24
Cali (3)	2 PM (2)	Bucaramanga (6)	24
Cali (3)	2 PM (2)	Bogota (1)	12
Barranquilla (4)	2 PM (2)	Medellín (2)	24
Barranquilla (4)	2 PM (2)	Cali (3)	24
Barranquilla (4)	2 PM (2)	Barranquilla (4)	24
Barranquilla (4)	2 PM (2)	Cartagena (5)	24
Barranquilla (4)	2 PM (2)	Bucaramanga (6)	24
Barranquilla (4)	2 PM (2)	Bogota (1)	24
Cartagena (5)	2 PM (2)	Bogota (1)	24
Cartagena (5)	2 PM (2)	Medellín (2)	24
Bucaramanga (6)	2 PM (2)	Bogota (1)	24
Bucaramanga (6)	2 PM (2)	Medellín (2)	24
Bucaramanga (6)	2 PM (2)	Cali (3)	24

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4.8. Horas máximas de entrega por producto – caso de estudio

Horas máximas de entrega por producto	
Producto (i)	Hi
11 AM (1)	11:00
2 PM (2)	14:00
STAND (3)	18:00

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4.9. Factor de cantidad de piezas por parada según el producto – caso de estudio

Factor de piezas por parada		
Producto (i)	Destino (k)	Fpik
11 AM (1)	Bogota (1)	1,2
11 AM (1)	Medellín (2)	1,4
11 AM (1)	Cali (3)	1,2
11 AM (1)	Barranquilla (4)	1,4
11 AM (1)	Cartagena (5)	1,3
11 AM (1)	Bucaramanga (6)	1,5
2 PM (2)	Bogota (1)	1,5
2 PM (2)	Medellín (2)	1,3
2 PM (2)	Cali (3)	1,2
2 PM (2)	Barranquilla (4)	1,3
2 PM (2)	Cartagena (5)	1,4
2 PM (2)	Bucaramanga (6)	1,2
STAND (3)	Bogota (1)	1,8
STAND (3)	Medellín (2)	1,7
STAND (3)	Cali (3)	1,6
STAND (3)	Barranquilla (4)	1,6
STAND (3)	Cartagena (5)	1,7
STAND (3)	Bucaramanga (6)	1,6

Fuente. Elaboración propia.

Como veíamos, existen restricciones que utiliza el instrumento para alertar ciertas condiciones, con los datos del caso de estudio tenemos:

- Capacidad en origen:

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^6 X_{ijk} \leq C_{0j} \times 6 \quad \forall j \geq 0$$

Se toman las 6 horas pico de la operación

Para el origen $j=1$ (Bogotá), sería:

$$\left\{ \begin{array}{l} (X_{111} + X_{112} + X_{113} + X_{114} + X_{115} + X_{116}) + \\ (X_{211} + X_{212} + X_{213} + X_{214} + X_{215} + X_{216}) + \\ (X_{311} + X_{312} + X_{313} + X_{314} + X_{315} + X_{316}) \end{array} \right\} \leq C_{01} \times 6$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (23 + 126 + 94 + 73 + 79 + 34) + \\ (152 + 213 + 142 + 135 + 111 + 105) + \\ (2342 + 1234 + 768 + 656 + 447 + 477) \end{array} \right\} \leq 1232 \times 6$$

$$7211 \leq 7392$$

Con lo cual se observa que estuvo muy cerca de sobrepasarse la capacidad de la estación de Bogotá como origen, por lo que es una alerta de color amarillo que debe ser atendida y gestionada por la operación en origen por un posible colapso si se presenta alguna reducción de recursos programada o demora, y en caso de haberse sobrepasado, el instrumento alertaría la situación y las personas de control operacional deberían activar los planes de contingencia para reforzar los recursos y aumentar la capacidad o tomar decisiones operativas como frenar el procesamiento y avisar a los clientes el posible incumplimiento por falta de capacidad.

Para los demás Orígenes, el ejercicio es exactamente el mismo y los resultados son:

$$2553 \leq 4200 \forall j = 2$$

$$1717 \leq 2748 \forall j = 3$$

$$848 \leq 1938 \forall j = 4$$

$$736 \leq 1422 \forall j = 5$$

$$413 \leq 678 \forall j = 6$$

- Capacidad en destino:

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^6 X_{ijk} \leq Cd_k \times 6 \forall k \geq 0$$

Se toman las 6 horas pico de la operación

Para el destino k=1 (Bogotá), sería:

$$\left\{ \begin{array}{l} (X_{111} + X_{121} + X_{131} + X_{141} + X_{151} + X_{161}) + \\ (X_{211} + X_{221} + X_{231} + X_{241} + X_{251} + X_{261}) + \\ (X_{311} + X_{321} + X_{331} + X_{341} + X_{351} + X_{361}) \end{array} \right\} \leq Cd_1 \times 6$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (23 + 152 + 83 + 75 + 0 + 0) + \\ (152 + 152 + 84 + 72 + 62 + 61) + \\ (2342 + 756 + 625 + 253 + 327 + 179) \end{array} \right\} \leq 1232 \times 6$$

$$5398 \leq 6870$$

Para los demás destinos, el ejercicio es exactamente el mismo y los resultados son:

$$2539 \leq 3468 \forall j = 2$$

$$1707 \leq 2592 \forall j = 3$$

$$1395 \leq 1722 \forall j = 4$$

$$1017 \leq 756 \forall j = 5$$

$$1409 \leq 624 \forall j = 6$$

Como se ve, en este caso se generarían 2 alertas de capacidad en destinos 5 y 6, Cartagena y Bucaramanga respectivamente, en este caso, gracias a el instrumento, el centro de control deberá avisar a la operación de destino de estas ciudades para que se programen horas extras del personal y se aumente capacidad, y también avisar a los orígenes que retrasen un poco el procesamiento hacia estas 2 ciudades para que las colas en destino no colapsen la operación en la bodega. Asimismo, el instrumento genera automáticamente el reporte para proactivamente avisarle a los clientes que en estos 2 destinos probablemente puede haber demoras y así se reduce la molestia de los clientes.

- Capacidad de las rutas de distribución:

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^6 \frac{X_{ijk}}{Fp_{ik}} \leq P_k \times R_k \quad \forall k \geq 0$$

Para el destino k=1 (Bogotá), sería:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{(X_{111} + X_{121} + X_{131} + X_{141} + X_{151} + X_{161})}{Fp_{11}} + \\ \frac{(X_{211} + X_{221} + X_{231} + X_{241} + X_{251} + X_{261})}{Fp_{21}} + \\ \frac{(X_{311} + X_{321} + X_{331} + X_{341} + X_{351} + X_{361})}{Fp_{31}} \end{array} \right\} \leq P_1 \times R_1$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{(23 + 152 + 83 + 75 + 0 + 0)}{1,2} + \\ \frac{(152 + 152 + 84 + 72 + 62 + 61)}{1,5} + \\ \frac{(2342 + 756 + 625 + 253 + 327 + 179)}{1,8} \end{array} \right\} \leq 6,1 \times 70 \times 12$$

$$3157 \leq 5124$$

Para los demás destinos, el ejercicio es exactamente el mismo y los resultados son:

$$1589 \leq 2693 \forall j = 2$$

$$1146 \leq 2262 \forall j = 3$$

$$910 \leq 893 \forall j = 4$$

$$633 \leq 840 \forall j = 5$$

$$956 \leq 712 \forall j = 6$$

En este caso de estudio, con respecto al cálculo de productividad de rutas con base en los datos de proyección de piezas, provenientes del componente *BlockChain* de las transacciones de los clientes, y de los datos de capacidades y disponibilidad de los recursos de los diferentes proveedores en cada una de las ciudades, vemos que para las ciudades de Barranquilla (4) y Bucaramanga (6), el instrumento generaría una alerta de falta de recursos, lo cual activaría una decisión operativa de activar nuevos camiones o rutas para poder suplir la demanda de distribución.

De esta manera el instrumento de control operacional permite a través de la información del componente *BlockChain*, tener un control predictivo y proactivo para alertar a la operación para tomar decisiones de aumento de capacidad y recursos oportunamente. Igualmente, con esta información, como se ve en el caso de estudio, es pertinente para llevar estadísticas del comportamiento de la operación en cada ciudad y determinar posibles ajustes

a la planeación táctica y no tener que activar contingencias a diario, sino tener disponibilidad de recursos de forma programada.

4.3 Conclusiones de los resultados

Con base en el desarrollo de la metodología aplicada, la revisión de la literatura, la estructuración del instrumento, la validación de expertos y la aplicación del caso de estudio, como resultados del proyecto se tiene principalmente la validación, pertinencia y justificación de contar con el instrumento de control operacional propuesto. Esta herramienta e instrumento tecnológico demuestra ser apropiada y pertinente para el desarrollo de las funciones de control en empresas de paquetería-*courier*, toda vez que esta es un habilitador y facilitador para la toma de decisiones tácticas y operativas para mejorar los procesos y eficiencia de las operaciones a través de la medición y el control.

Como principales características y funcionalidades estudiadas del instrumento e instrumento propuesto está la aplicación de conceptos Blockchain para la estructura de control predictivo de la misma, permitiendo procesar y descentralizar la información de las transacciones y datos de las cadenas de suministro de los clientes y los datos de capacidad y recursos de los proveedores de la empresa de paquetería, para así poder validar las restricciones del proceso y tomar decisiones operativas oportunamente con respecto a la aplicación de contingencias e inyección o reducción de recursos necesarios. Igualmente, el componente de descentralizador del instrumento con BlockChain permite analizar datos que sugieren tomar decisiones tácticas como cambios en los presupuestos y posiblemente decisiones estratégicas como acelerar o frenar proyectos de inversión.

A nivel del control operacional, el proceso diseñado con base en los modelos de *Control Tower* para la cadena de suministro, se hace necesario que el instrumento propuesto

tuviera el componente y funcionalidad de Monitoreo On-line para cada una de las etapas del proceso, permitiendo contar con información en tiempo real y actuando proactivamente frente a las desviaciones de procesos detectadas y mejorando así los niveles de satisfacción de los clientes y los tiempos de entrega.

El instrumento como sistema de información debe ser totalmente estable e integrada con las bases de datos principales de la empresa de paquetería provenientes del TMS y WMS de la misma, teniendo información en tiempo real desde los sistemas de los dispositivos móviles de las rutas y las demás operaciones ejecutas en las estaciones o en los aeropuertos, el instrumento tiene la capacidad de generar alertas proactivas con base en reglas de negocio para minimizar los impactos negativos por fallas operativas y siempre alineada con los objetivos de la organización.

De igual forma como resultado y salida fundamental del instrumento propuesto, se encuentran los diferentes *dashboard* e instrumentos gráficos para facilitar el análisis y la toma de decisiones, la medición de los KPI en tiempo real y de forma histórica, permite al equipo de control operacional validar el desempeño de la operación y proponer acciones correctivas y de mejora para constantemente someter a evaluación la gestión de la operación y del proceso de control. Es decir, los KPI son indicadores de la operación, pero al mismo tiempo son la medida perfecta para evaluar el desempeño del proceso de control y validar el impacto que está generando el instrumento para la mejora de los resultados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el marco del *Supply Chain Management*, todas las acciones y herramientas encaminadas a soportar y mejorar las operaciones son las más valoradas en todas y cada una de las industrias. La planeación, la estrategia y las finanzas son importantes en toda organización, pero todo esto llega al éxito si durante la ejecución de los procesos y operaciones se ejerce un adecuado control.

En el presente trabajo se validó y desarrollo una herramienta e instrumento para el control operacional de empresas de paquetería para facilitar la toma de decisiones tácticas y operativas en pro de mejorar la eficiencia de los procesos. Esta herramienta se soportó principalmente en modelos de *Control Tower*, integración de procesos y tecnología con sistemas y bases relacionadas para la centralización de información y construcción de *dashboard*, así como se soportó un componente proactivo y predictivo con base en conceptos descentralizadores de administración e información y transacciones con *BlockChain*.

Se lograron establecer todas y cada una de las variables y factores asociados a los procesos logísticos de empresas de paquetería y su relación con parámetros y atributos del instrumento propuesto, determinando así una secuencia lógica y diagrama de proceso estándar para el procesamiento de información de entrada y despliegue y visualización de las salidas y resultados del instrumento.

Como base fundamental para la estructuración y diseño del instrumento se establecieron los indicadores, alertas y criterios para la visualización de desviaciones, tracking, comportamientos y *dashboard* de la operación que facilitan considerablemente la toma de decisiones operativas y tácticas basadas en hechos y datos.

Como limitación y complemento del instrumento se encuentra el factor humano que la administra, el instrumento por si posee una lógica y funcionalidades que facilita su gestión, pero el componente humano es el que determina el éxito en su implementación, contar con un equipo altamente capacitado y sensibilizado con la importancia del control en las operaciones y su impacto frente a la satisfacción de los clientes es fundamental. El personal debe tener capacidad de análisis, competencias de trabajo en equipo y bajo presión, estructurar sus procesos internos soportados en el instrumento con cronogramas hora a hora de cada seguimiento o monitoreos, y el paso a paso claramente definido para comunicar y gestionar la toma de decisiones directamente con la operación y traducir los *dashboard* a información pertinente para la dirección.

Para el complemento y avances en esta línea de investigación, se recomienda abordar el control operacional en todo tipo de industria como eje fundamental en el desarrollo de la estrategia y complementar las herramientas de control con automatización de las operaciones, implementación de RFID y IoT en los diferentes procesos para así tener mayor veracidad y agilidad en la información para el control. De igual manera, para el instrumento aparte de las bases de *BlockChain* que posee, es interesante complementar los estudios con aplicaciones de inteligencia artificial y *machine learning*, o cualquier otra tecnología de la industria 4.0.

BIBLIOGRAFÍA

- Alias, C. (2014). Analyzing the potential of Future-Internet-based logistics control tower solutions in warehouses Analyzing the potential ofFuture-Intemet-based logistics control tower solutions in warehouses, (October).
- Antún, J. P. (2013). *Distribución Urbana de Mercancías: Estrategias con Centros Logísticos*.
- Baumgrass, A., Dijkman, R., Grefen, P., Pourmirza, S., Völzer, H., Weske, M., ... Grefen, P. (2014). A Software Architecture for a Transportation Control Tower Beta Working Paper series 461
- Bhosle, G., Consulting, C., & Kumar, I. P. (2011). *Global Supply Cahin Control Towers*.
- Braun, M. W. et al. (2003). A model predictive control framework for robust management of multi-product, multi-echelon demand networks. *Annual Reviews in Control*, 27, 229–245.
- Casado-vara, R., Prieto, J., De, F., Corchado, J. M., Casado-vara, R., Prieto, J., ... Corchado, M. (2018). ScienceDirect 2018) case study alimentary How blockchain improves the supply chain : How blockchain improves the supply chain : case study alimentary How blockchain improves supply the supply chain : case study alimentary chain supply chain supply chain. *Procedia Computer Science*, 134, 393–398.
- DANE. (2018). *Encuesta mensual de servicios*.
- Dickson, B. (2016). (2016). Blockchain has the potential to revolutionize the supply chain.
- Gálvez, Gisela; Núñez, Daniel; Valdivia, M. (2017). *Tesis de maestria para optar por el título de Magíster en Supply Chain Management, IMPACTO DE LA CADENA DE SUMINISTROS COURIER EN EL COMERCIO INTERNACIONAL DEL PAÍS*.

Universidad del pacífico.

- Ghiani, G., Manni, E., & Quaranta, A. (2010). Shift Scheduling Problem in Same-Day Courier Industry. *Transportation Science*, 44(1), 116–124.
- Goudz, A. (2014). APPLYING NOVEL FUTURE-INTERNET-BASED SUPPLY CHAIN CONTROL TOWERS TO THE TRANSPORT AND LOGISTICS DOMAIN. *ASME*, 1–9.
- Groover, M. P. (2008). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Ivanov, D., Sethi, S., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2018). Annual Reviews in Control A survey on control theory applications to operational systems , supply chain management , and Industry 4 . 0 R. *Annual Reviews in Control*, 46, 134–147.
- Jackson, R. (2011). Analysis of Predictive Sorting and Process. *Engineering*.
- Kim, T., Shin, D., Kim, M., Kim, J., & Ryu, K. (2010). An Ontology based Context Aware System to Control the Robot Manipulator in Delivery Logistics Industry Robot manipulator-based automatic sorting process for parcel delivery. *In Proceedings of the 2nd International Conference on Information Science and Industrial Applications*, 221–226.
- Korpela, J., & Tuominen, M. (1996). A decision support system for strategic issues management of logistics. *International Journal of Production Economics*, 46–47, 605–620.
- Krajewski, L. J. (2013). *Administración de Operaciones. Procesos y Cadena de Suministro*. México D.F.: Pearson.
- Kuckelhaus, M. (2018). *Blockchain in logistics*.
- Logyca. (2015). Oportunidades logísticas en Colombia, 1–12. Retrieved from logyca.com
- Lopez, L., Garcia, E., & Coll, V. (2003). Competitividad y eficiencia. *Estudios de*

Economía Aplicada, 423–450.

Lu, M., & Borbon-galvez, Y. (2012). Advanced logistics and supply chain management for intelligent and sustainable transport, (October), 22–26.

Ma, S. (2018). *USING BLOCKCHAIN TO BUILD DECENTRALIZED ACCESS CONTROL IN A PEER-TO-PEER E-LEARNING PLATFORM.*

Min, H. (2019). Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. *Business Horizons*, 62(1), 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.012>

MINTIC. (2018). *Boletín trimestral del sector postal.*

Mittwoch. (2017). Propentus provides trust in SmartLog – the project for IoT blockchain solution in logistics industry.

Narayanan, V. K. (2001). *Managing Technology and Innovation for Competitive Advantage.* Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Queiroz, M. M., & Fosso, S. (2019). International Journal of Information Management Blockchain adoption challenges in supply chain : An empirical investigation of the main drivers in India and the USA. *International Journal of Information Management*, 46(November 2018), 70–82.

Russell, M. L., & Meller, R. D. (2003). Cost and throughput modeling of manual and automated order fulfillment systems. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 35(7), 589–603.

Sadouskaya, K., & Logistics, B. (2017). Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain and Logistics, (April).

Saldarriaga, D. L. (2012). *Diseño, optimización y gerencia de centros de distribución, Almacenar menos distribuir más.* Medellín: Impresos Begón Ltda.

Stevenson, W. J. (2012). *Operations management.* New York: McGraw-Hill/Irwin.

Walker, S. (2014). Smart control optimizes operations. Jacksonville: Control and

instrumentation.

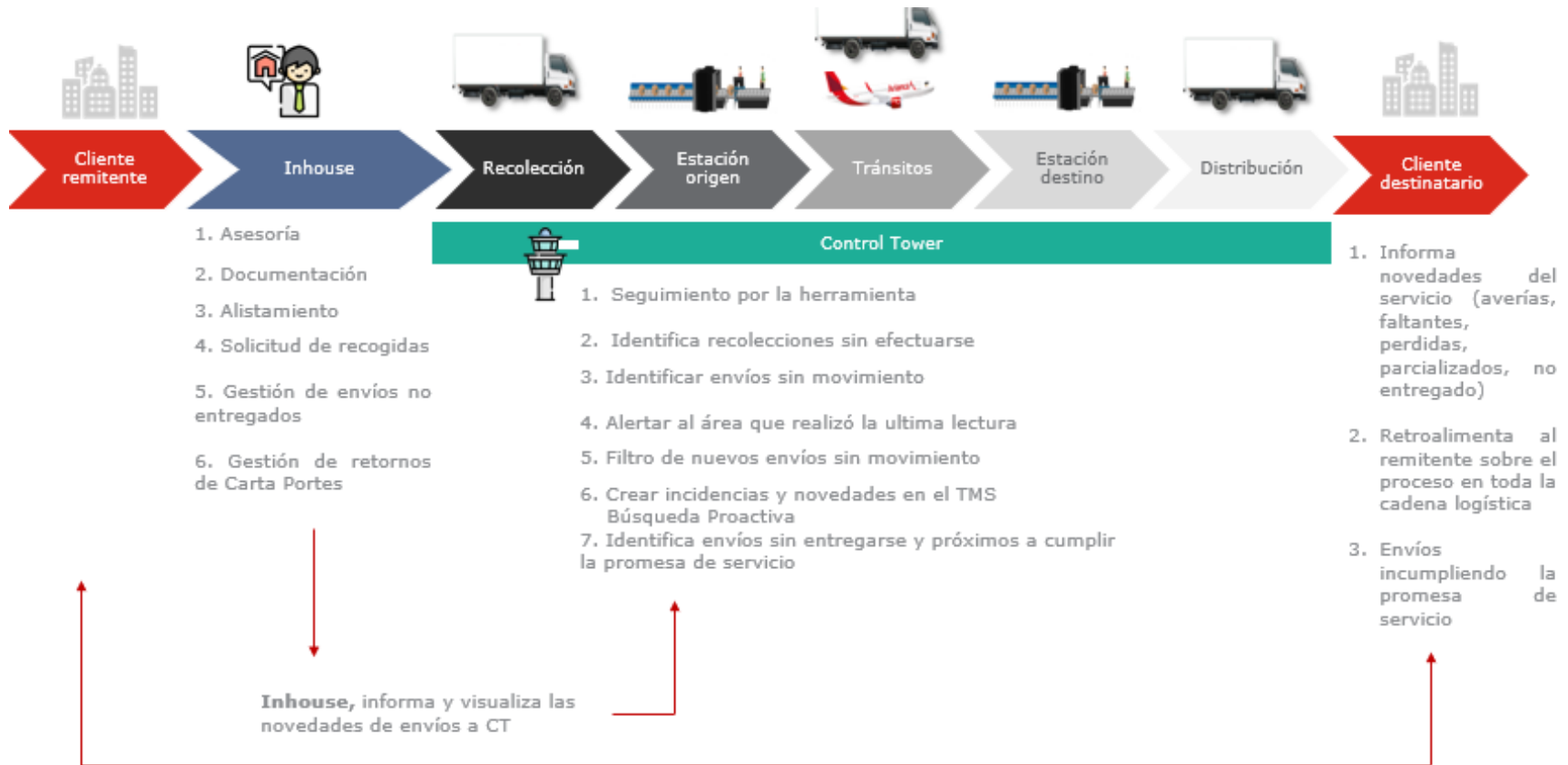
Wilhelm, W. E. (1999). Strategic , Tactical and Operational Decisions in Multi-national Logistics Networks. *International Journal of Production Research*.

Wright, A., & Filippi, P. De. (2017). Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia.

Yin, Y. , Stecke, K. E. , & Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56 (1-2), 848–861.

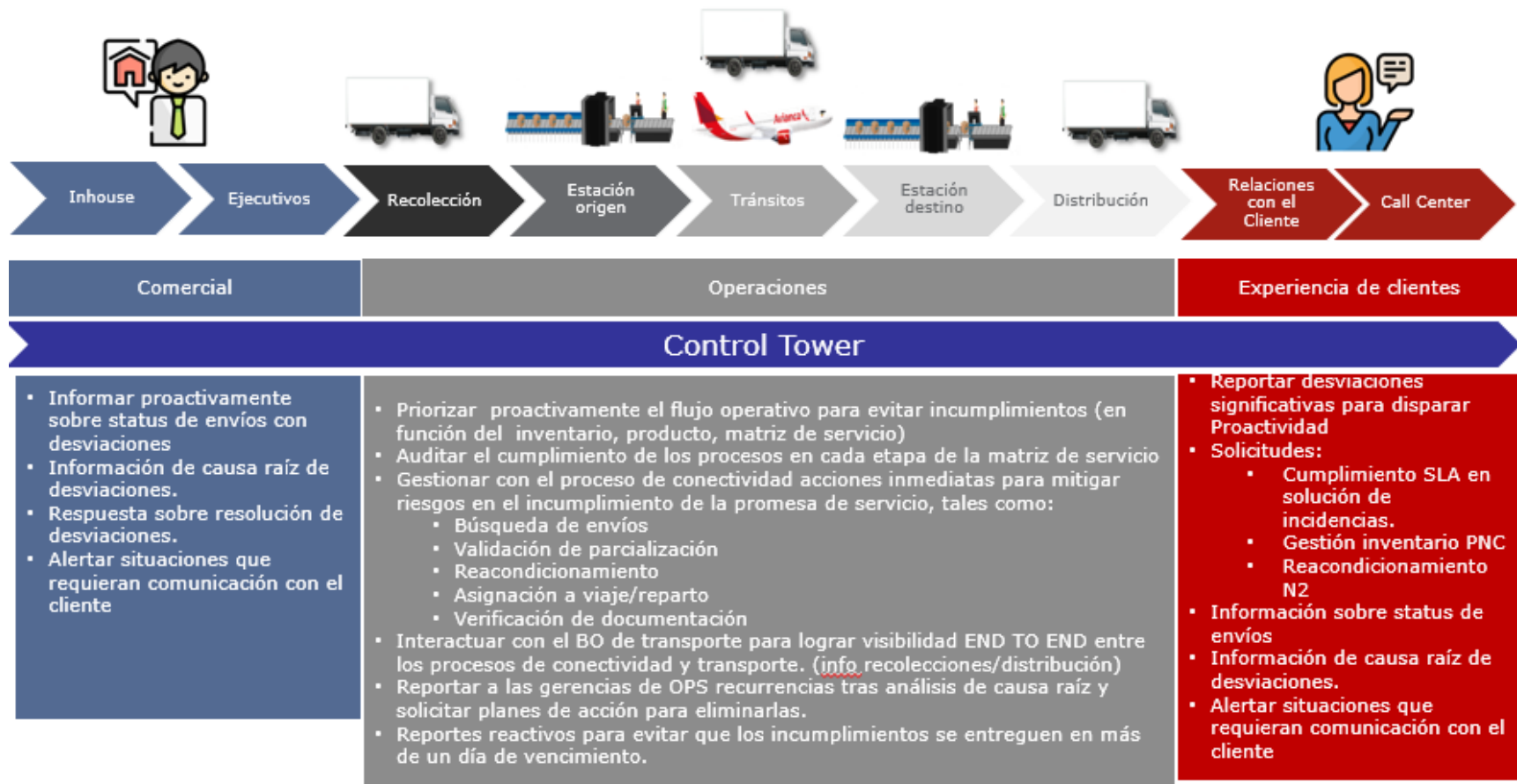
Zulhashikin, T. (2007). *Design And Modeling Of Automated Sorting System In Manufacturing Industry Using Simulation Software*. UniversityTeknikal Malaysia Meleka.

APÉNDICE A - Modelo de procesos Control Tower en paquetería



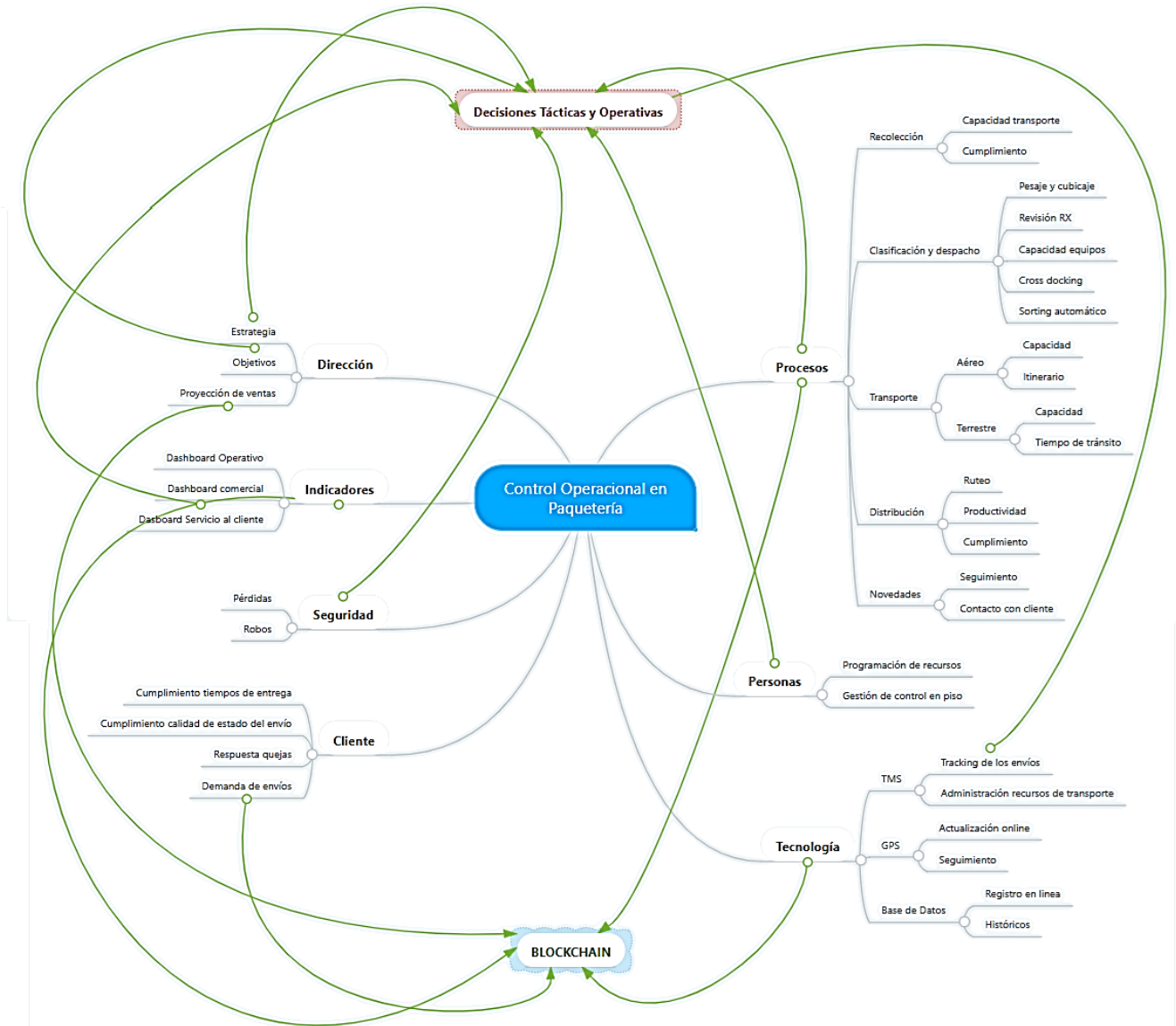
Fuente. Elaboración propia.

APÉNDICE B - Alcance Control Tower en paquetería



Fuente. Elaboración propia.

APÉNDICE C - Interacción variables del instrumento *Control Tower* y *Blockchain*



Fuente. Elaboración propia.

APÉNDICE D – Perfiles de expertos

Experto 1: Ingeniero Industrial de la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, MBA en gestión Internacional de la Universidad Politécnica de Cataluña, EUNCET *Business School*, Barcelona, España. Con una experiencia laboral de 11 años en los cargos de Director de Logística en empresa de paquetería- courier y Gerente de sistemas de Optimización de ingresos en una aerolínea.

Experto 2: Ingeniero Industrial y Logística, Universidad TU Hamburg-Hargug, 25 años de experiencia como Gerente General en importante empresa de consultoría alemana con sede en Colombia, aplicando varios estudios en el sector de la logística y *retail* a nivel nacional e internacional.

Experto 3: Consultor y asesor experto en automatización de empresas de logística y transporte, ejecución de más de 80 proyectos de instalaciones automáticas para empresas de Courier Nacional e Internacional, Paquetería Industrial, Operadores Logísticos de Gran Consumo, *Retail* y *E-commerce*.

Experto 4: Ingeniera de Sistemas de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Magister en Ingeniería de sistemas y computación de la Universidad Nacional, 10 años de experiencia en docencia, Universidad Nacional, Universidad de la Sabana, Universidad Libre y Universidad EAN.

Experto 5: Ingeniero Industrial, Magister en Sistemas de Administración Logística, *Ecole Polytechnique Federale De Lausanne*. Experiencia en la Fuerza Armada Colombiana y 14 años de experiencia docente Universidad Militar y Universidad EAN.

APÉNDICE E - Encuesta de validación expertos y resultados

Validación herramienta de control operacional aplicando Blockchain para empresas de paquetería	
Evalue cada pregunta donde 1 es "Totalmente en desacuerdo" y 5 es "Totalmente de acuerdo"	Respuesta (1,2,3,4 o5)
1. Por favor indique su grado de acuerdo con las siguientes premisas sobre los conceptos de Control Operacional	
1.1. Contar con herramientas (como layout, dashboard, pantallas de monitoreo, etc) de visibilidad on-line aporta al control operacional	5
1.2. El control proactivo y predictivo de las operaciones de paquetería influye en la eficiencia de los procesos	4,8
2. Por favor indique su grado de acuerdo con las siguientes premisas sobre los conceptos de Blockchain	
2.1. Los conceptos de Blockchain son aplicables y pertinentes a la logística	3,8
2.2. Para la aplicación de herramientas soportadas en BlockChain es necesario contar con diferentes fuentes de información y sistemas integrados	4
2.3. Estandarizar, consolidar y centralizar información para el control de operaciones es posible con Blockchain	4
3. Por favor indique su grado de acuerdo con las siguientes premisas sobre los procesos y variables en empresas de paquetería - courier	
3.1. En logística y empresas de paquetería se deben monitorear constantemente el flujo de las mercancías, los tiempos de entrega y las capacidades de transporte y de las bodegas	5
3.2. La visibilidad y tracking en línea agregan valor para el proceso de toma de decisiones en empresas de paquetería	5
4. Por favor indique su grado de acuerdo con las siguientes premisas sobre la conveniencia y aplicabilidad de una herramienta de control operacional usando Blockchain	
4.1. El control operacional debe realizarse integral y sistemáticamente, no solo control y supervisión en piso	4,8
4.2. Contar con una herramienta que genere alertas sobre las desviaciones del flujo correcto del proceso incide en la toma de decisiones operativas y tácticas	5
4.3. Tener un dashboard de control en línea de cada proceso y variable del mismo, facilita la toma de decisiones y la gestión de las operaciones	5

Fuente. Elaboración propia.

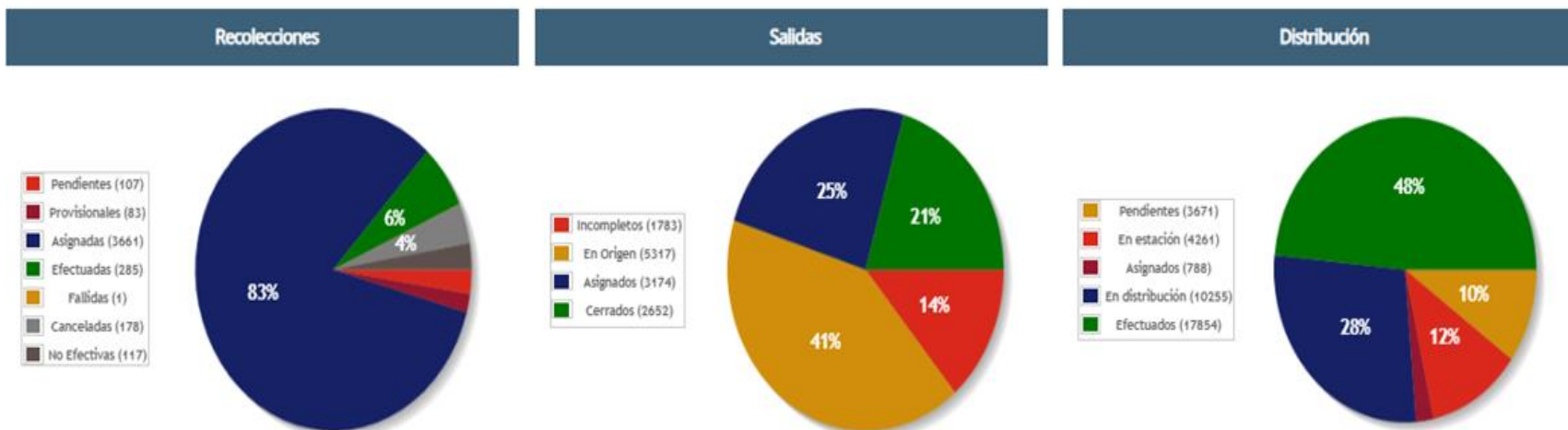
APÉNDICE F - Visualización código de colores por estado de proceso - Layout propuesto

Inicio



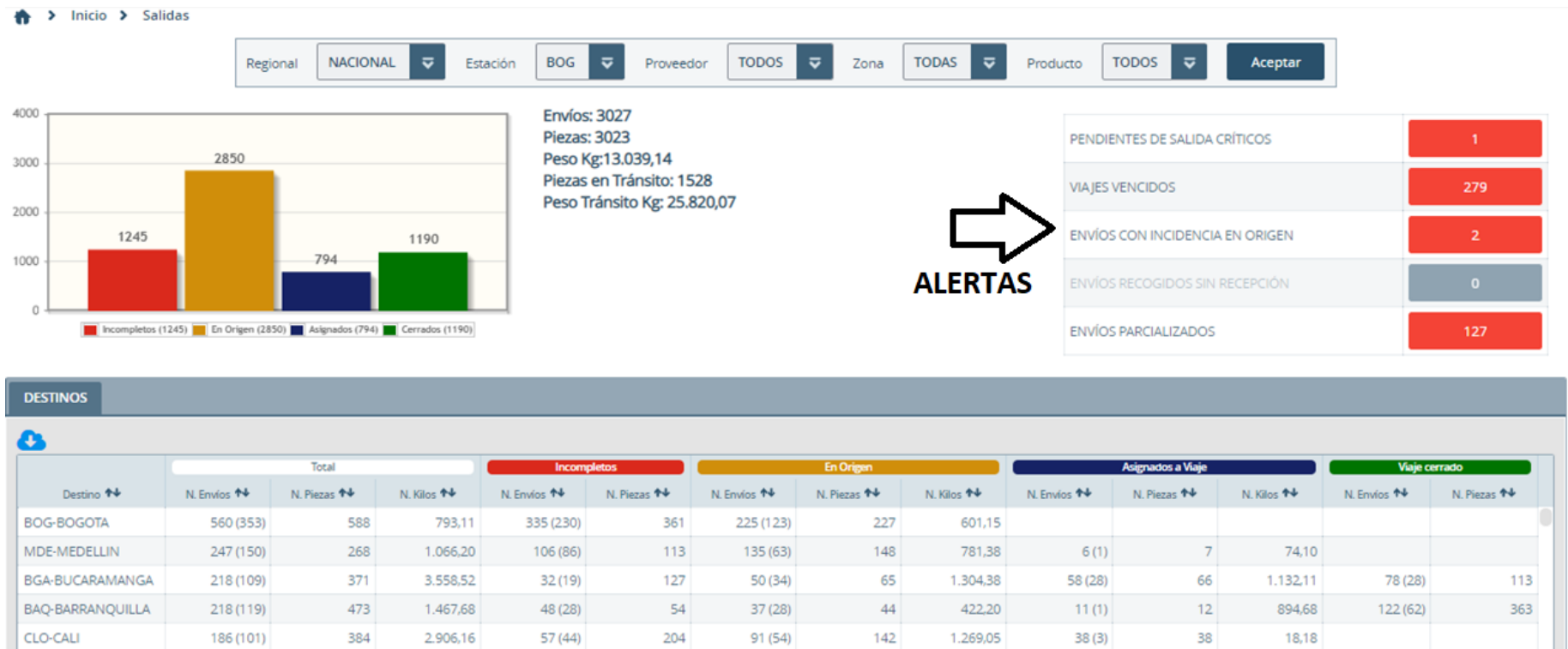
Regional NACIONAL Estación TODAS Proveedor TODOS Zona TODAS Producto TODOS Aceptar

FILTROS



Fuente. Elaboración propia.

APÉNDICE G - Detalle ejemplo gestión proceso de salidas - Layout propuesto



Fuente. Elaboración propia.

APÉNDICE H - Detalle ejemplo gestión proceso de distribución - *Layout* propuesto



Fuente. Elaboración propia.

APÉNDICE I - Detalle ejemplo gestión de guía - Layout propuesto

Detalle Distribución: Con novedad / incidencia ✕



Distribución clientes prioritarios

Courier ↕	Envío	Origen	FAlta	Obj. ↑	Asignación ↑	EA	Tipo Cliente ↕	Cliente ↕	Nombre ↕	Teléfono remitente ↑	E-mail ↕	Documento ↕
BAQ203	000049945029	BOG	18/02/19	19/02/19	20/02/19		14 - RECUPERACIÓN CLIE...	00007941-01	BIOCARRIER COLOMBIA S...	3174274403		9007518138
BAQ211	999049966841	MDE	19/02/19	20/02/19	20/02/19		11 - BRONCE	99999999-99	HORACIO DE JESUS OQUE...	3002095970		70576582
BAQ203	000049971270	BOG	19/02/19	20/02/19	20/02/19		14 - RECUPERACIÓN CLIE...	00007941-01	BIOCARRIER COLOMBIA S...	3174274403		9007518138
BAQ203	000049971271	BOG	19/02/19	20/02/19	20/02/19		14 - RECUPERACIÓN CLIE...	00007941-01	BIOCARRIER COLOMBIA S...	3174274403		9007518138
BAQ203	999049968401	BOG	19/02/19	20/02/19	20/02/19		11 - BRONCE	00009880-01	SIEMENS HEALTHCARE S.A...	2942400		9009313050
		5										

Ruta BOG(BOGOTA)-BAQ(BARRANQUILLA) Detalle del envío 000049971270 VOLVER VER IMAGEN TRACKING TEÓRICO												
Generales	Piezas	Incidencias	Lecturas	Eventos	Tracking	Tasación	Reembolso	Recogida	Facturación	Costes	P.O.D. B	
Referencia	9066233951 CRP	Fecha exp.	19/02/19	Fecha Teórica Entrega	20/02/19 12:00	Fecha lleg.	20/02/19 04:57	Código CUN				
Remitente	BIOCARRIER COLOMBIA S.A.S (NACIO)			Destinatario	CLINICA GENERAL DEL NORTE			CC				
Dirección	VI CARRERA 47 # 132-54 B/ PRADO VERANIEG			Dirección	CLL 70 # 48-35 BODEGA JANETH NAVARRO AUX ADMINISTRATIVO							
Población	057 111111 BOGOTA			Población	057 080002 BARRANQUILLA							
Teléfono	3174274403			Teléfono	3176441955							
NIT	9007518138			NIT	9.007518138E9							
Piezas	2	PR Kg	14.250	Portes	f	Producto/Servicio	3002- 11 AM	Reembolso		Reserva		
Observaciones	BIOCARRIER PREMIUM CON RETORNO 9066233951 CRP											
Observaciones2												
EA		F										
FECHA	DEL	USUARIO	INCIDENCIA	AMPLIACION	GESTOR	CIERRE	ACCIONES					
20/02/19 09:33	BAQ	DIANA	V 211 REQUIERE ENTREGA CON CONDICIONES ESPECIALES	08:00 A 16:00 21/02/2019	A52993902	SI	CL					
20/02/19 16:10	BAQ	A52993902	V 106 DATOS NUEVOS PARA ENTREGA	08:00 A 16:00 21/02/2019	A52993902							
20/02/19 09:33	BAQ	DIANA	V DIAN No Entregada Móvil, Orden Trabajo 4032157, Repartidor BAQ203, Clave N, Fecha 20/02/19 09:33									
20/02/19 19:47	BOG	A80139540	V 511 SOLICITUD CAMBIO DE DIRECCION Y/O DESTINAT...	EL CLIENTE SOLICITA ENTREGAR EN LA ESTACION BAQ...		NO	RI CL					

Fuente. Elaboración propia.

©Universidad Ean: SNIES 2812 | Vigilada Mineducación | Personería Jurídica Res. n°. 2898 del Minjusticia - 16/05/69

El Nogal: Cl- 79 n°. 11 - 45 | NIT: 860.026.058-1

Centro de contacto: (+57-1) 593 6464 | Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia, Suramérica
universidadean.edu.co



APÉNDICE J: Dashboard cumplimiento de recolección - Layout propuesto

Inicio > Reporte Calidad Recolecciones

Regional: NACIONAL | Estación: TODAS | Proveedor: TODOS | Zona: TODAS | Producto: TODOS

Fecha desde: 12/02/2019 | Fecha hasta: 16/02/2019

[Consultar](#) [Limpiar](#)

BASE ↕	EFECTUADAS		NO EFECTUADAS		FALLIDAS	CANCELADAS	OTROS	TOTAL		TOTAL SIN CANCELADAS ↕	CALIDAD RECOLECCIONES ↕	CALIDAD COMERCIAL ENTREGAS ↕
	CUMPLE ↓	NO CUMPLE ↕	CUMPLE ↕	NO CUMPLE ↕	NO CUMPLE ↕	NO CUMPLE ↕	NO CUMPLE ↕	CUMPLIENDO ↕	NO CUMPLIENDO ↕			
BOG	3887	1233	1295	565	3	732	5	5182	1806	6988	74,16%	79,81%
MDE	1528	100	413	30	53	237	103	1941	286	2227	87,16%	79,76%
PEI	996	154	99	42	2	89	0	1095	198	1293	84,69%	92,07%
CLO	913	189	420	95	6	244	127	1333	417	1750	76,17%	72,40%
CTG	860	23	236	9	7	25	61	1096	100	1196	91,64%	78,91%
BAQ	802	124	192	30	5	10	0	994	159	1153	86,21%	82,83%
BGA	578	187	199	47	4	86	0	777	238	1015	76,55%	79,36%

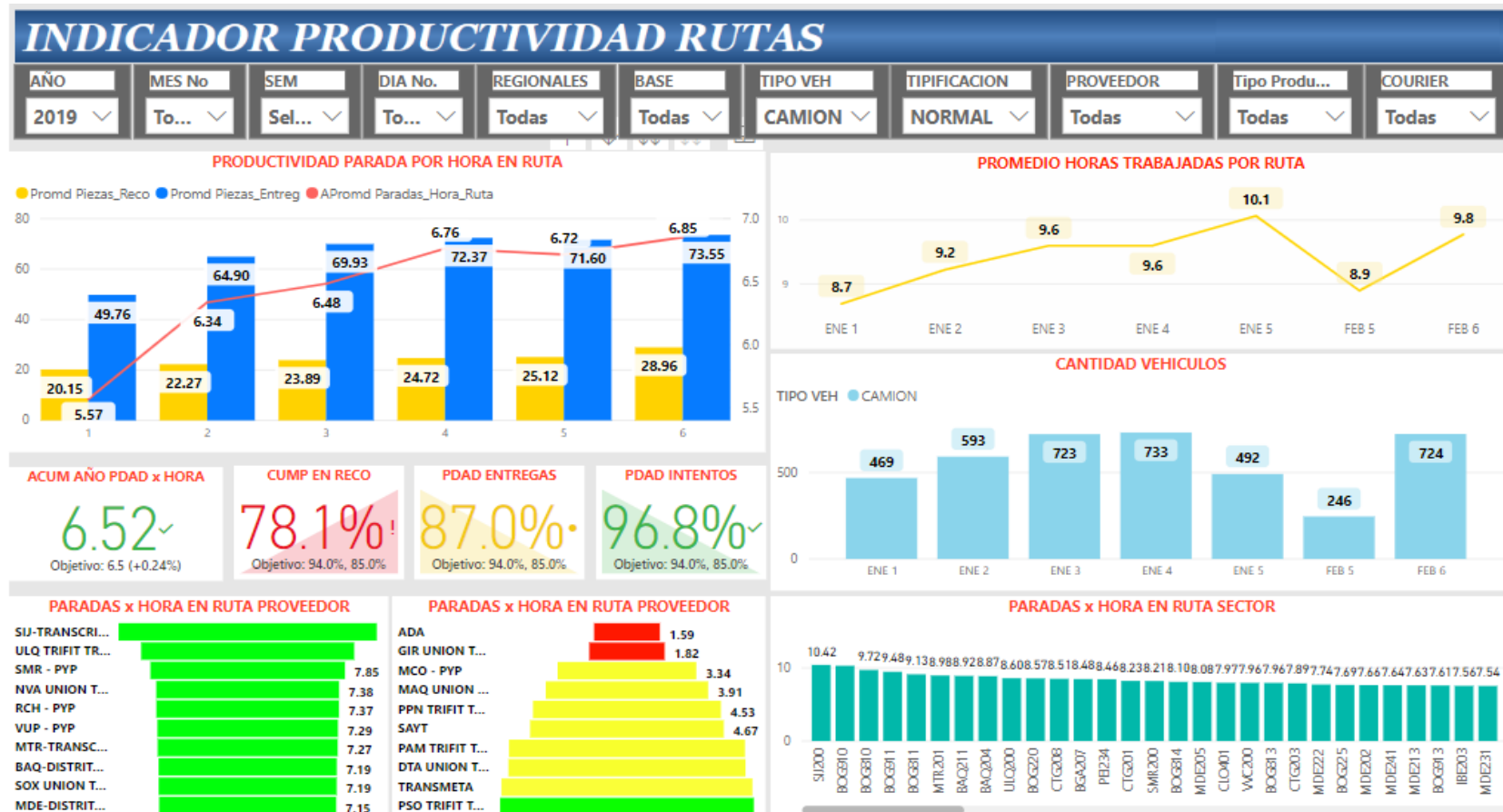
Fuente. Elaboración propia.

APÉNDICE K Dashboard calidad de entregas - Layout propuesto



Fuente. Elaboración propia.

APÉNDICE L Dashboard productividad rutas - Layout propuesto



PARADAS x HORA EN RUTA PROVEEDOR

SIJ-TRANSCRI...	7.85
ULQ TRIFIT TR...	7.38
SMR - PYP	7.37
NVA UNION T...	7.29
RCH - PYP	7.27
VUP - PYP	7.27
MTR-TRANSC...	7.19
BAQ-DISTRIT...	7.19
SOX UNION T...	7.19
MDE-DISTRIT...	7.15

PARADAS x HORA EN RUTA PROVEEDOR

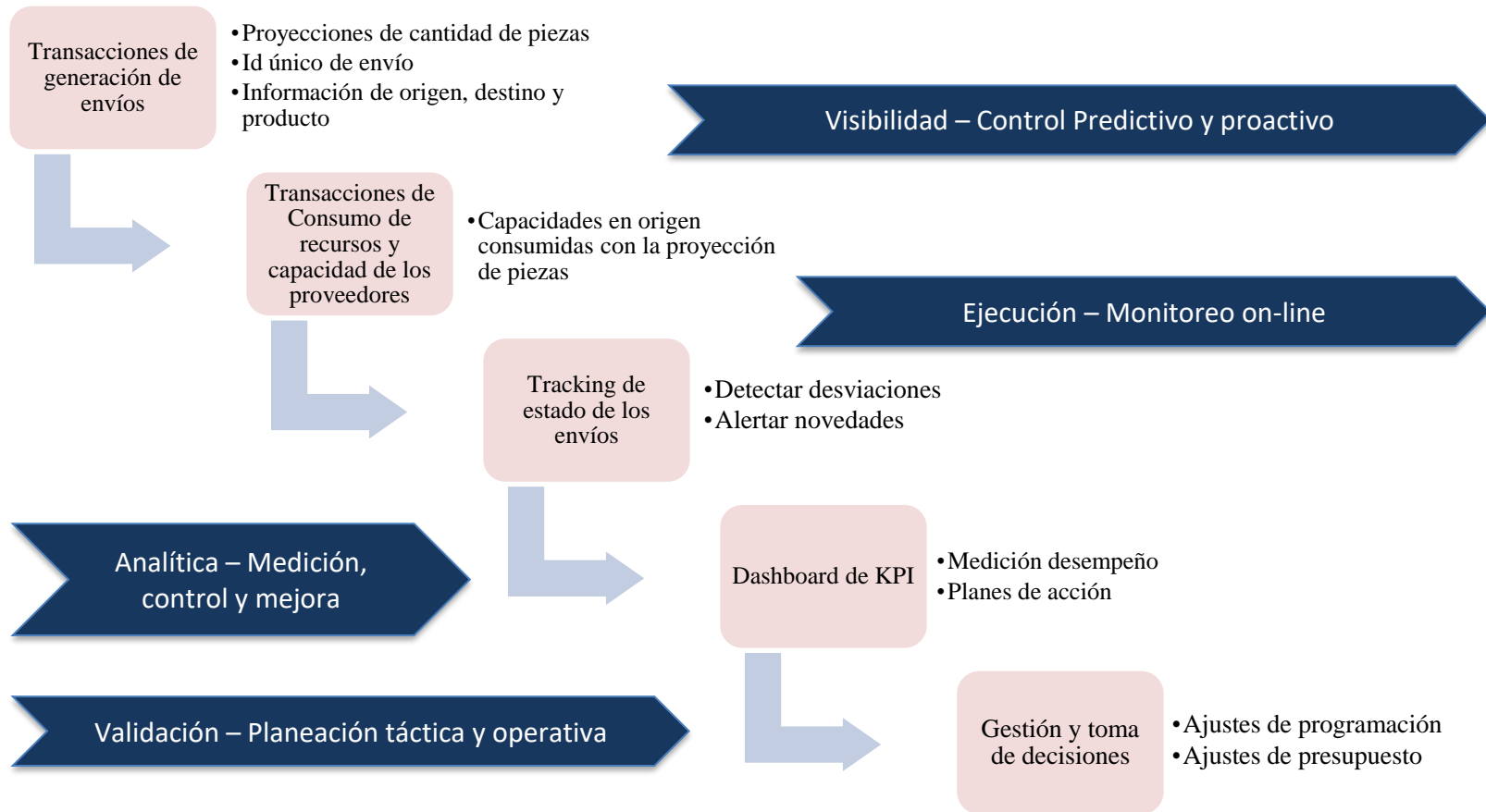
ADA	1.59
GIR UNION T...	1.82
MCO - PYP	3.34
MAQ UNION ...	3.91
PPN TRIFIT T...	4.53
SAYT	4.67
PAM TRIFIT T...	
DTA UNION T...	
TRANSMETA	
PSO TRIFIT T...	

PARADAS x HORA EN RUTA SECTOR

SIJ200	10.42
BOG810	9.72
BOG810	9.48
BOG811	9.13
BOG811	8.98
MTR201	8.92
BAQ211	8.87
BAQ204	8.60
UIQ200	8.57
BOG220	8.51
CTG008	8.18
BOG207	8.48
PIE234	8.46
CTG001	8.23
SMR200	8.21
BOG814	8.18
MDE205	8.10
CLO401	8.08
WVC200	7.97
BOG813	7.96
CTG003	7.97
MDE222	7.89
BOG225	7.74
MDE202	7.69
MDE241	7.66
MDE213	7.64
BOG813	7.63
IBE203	7.61
MDE231	7.54

Fuente. Elaboración propia.

APÉNDICE M – Estructura secuencial del instrumento



Fuente. Elaboración propia.

©Universidad Ean: SNIES 2812 | Vigilada Mineducación | Personería Jurídica Res. n°. 2898 del Minjusticia - 16/05/69

El Nogal: Cl- 79 n°. 11 - 45 | NIT: 860.026.058-1

Centro de contacto: (+57-1) 593 6464 | Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia, Suramérica
universidadean.edu.co