



**“IMPACTO DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES EN LA CALIDAD DEL
SERVICIO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y
COMUNICACIONES Y LA ECONOMÍA CIRCULAR”**

**Trabajo de Investigación presentado
para optar al Grado Académico de
Magíster en Supply Chain Management**

Presentado por

Sr. Manuel Angel Horna Camero

Asesor: Mario Gustavo Chong Chong

[0000-0002-1231-0992](tel:0000-0002-1231-0992)

Lima, febrero, 2020

Dedicatoria

A mis hijos, David y Erika, quienes son
mi inspiración para seguir en mi aprendizaje continuo.

Agradecimientos

A la Universidad del Pacífico,
por haberme permitido formar parte del
Programa de Maestría en Supply Chain Management.

A todos los profesores, quienes
con su experiencia han enriquecido,
semana a semana, las clases en las aulas.

Al profesor Mario Chong, por sus recomendaciones
para el logro del presente trabajo de investigación.

Resumen Ejecutivo

El objetivo de esta investigación es aplicar la teoría de restricciones (TOC, *Theory of Constraints*) en toda la cadena de valor empresarial de una empresa de servicios financieros bancarios, desde el nivel más alto (estrategia) hasta las actividades principales de la empresa. Para llevar a cabo el estudio, en una primera etapa, se elige el proceso de desarrollo de productos y servicios (pagos en línea). El análisis de pagos en línea se lleva a cabo mediante un rediseño del componente denominado API (*Application Programming Interface*, Programa de Interfaz de aplicaciones), a partir de la aplicación de la TOC, para mejorar la calidad del servicio de las TIC (tecnologías de la información y las comunicaciones) que respaldan el pago de servicios telefónicos (proceso crítico, cuello de botella). En este sentido, el modelo TOC se propone, considerando un estudio del problema (*Design Thinking*), un análisis relacionado con los procesos de negocio de la línea de pago utilizando *Lean-VSM* (*Virtual Stream Mapping*). Luego, se aplica el método de cuerda de amortiguación de tambor (DBR, *Drum Buffer Rope*) de la TOC, con el fin de definir las amortiguaciones de tiempo y la capacidad en la línea de pago.

Del mismo modo, para concluir, se diseña un proceso que mide el rendimiento total mejorado de la cadena de suministro, mediante la aplicación de la TOC *Throughput*. Como diseño futuro, para aplicar la teoría de restricciones en toda la cadena de suministro, se considera el modelo TOC planteado en la línea digital de pagos y se añaden módulos integrados a la estrategia empresarial a nivel de macroprocesos y de toda la cadena de suministro. Asimismo, se alinean al modelo procesos de gestión de proyectos *Project Management Professional* (PMP), finalizando con la aplicación de un modelo de ciclo cerrado de economía circular. Con el objetivo de aplicar el modelo TOC futuro, se plantea el caso de negocio “Apertura masiva de cuentas DNI”.

Palabras clave: TOC, TOC-DBR, Calidad de las TIC, *Pull-Supermercados*, *Lean-TOC*, *Pull-Kanban*, Ciclo cerrado

Tabla de Contenidos

Resumen Ejecutivo.....	iv
Lista de tablas.....	viii
Lista de figuras.....	x
Lista de apéndices	xi
Introducción	1
Capítulo I: Sector y Organización.....	2
1.1 Descripción del Objeto de Estudio	2
1.1.1 Descripción de la empresa.....	2
1.1.2 Descripción del sector	4
1.1.3 Planeamiento estratégico.....	6
1.1.4 Sincronización de la aplicación de la teoría de restricciones en las tecnología de información y comunicaciones con la estrategia empresarial.....	14
Capítulo II: Marco Teórico.....	18
2.1 Objetivo.....	18
2.1.1 Teoría de restricciones (TOC).....	18
2.1.2 Contribución de <i>Lean</i> a la TOC	23
2.1.3 Mapa de flujo de valor (VSM)	23
2.1.4 Implementación de la teoría de restricciones	24
2.1.5 Mezcla óptima de producción según contabilidad del <i>throughput</i>	25
2.1.6 Economía circular.....	26
2.1.7 Cadena de ciclo cerrado (<i>loop</i>) y sistemas de información distribuida.....	27
2.1.8 TOC para proyectos y cadena crítica	27

Capítulo III: Definición del problema.....	29
3.1 Antecedentes	29
3.1.1 Resumen de los principales problemas identificados.....	30
3.1.2 Sincronización de la estrategia con la problemática, objetivos propuestos	33
Capítulo IV: Diseño de las Propuestas de Mejora	34
4.1 Métodos y procedimientos	34
4.1.1 Caso de estudio.....	34
4.1.2 Métodos	36
Capítulo V: Resultados.....	39
5.1 Objetivos	39
5.1.1 Análisis de la situación actual	39
5.1.2 Análisis de la situación propuesta	41
5.3.1 Resumen de los resultados en la solución del caso de estudio.....	47
Capítulo VI: Caso de Negocio.....	49
6.1 Visión de Futuro – Objetivos	49
6.1.1 Ciclo de vida de la teoría de restricciones (TOC)	49
6.1.2 TOC-DBR en la línea digital.....	51
6.1.3 Ajuste estratégico del macroproceso.....	51
6.1.4 Ajuste estratégico en la cadena de suministro.....	52
6.1.5 Gestión de proyectos	52
6.1.6 Modelo propuesto de ciclo cerrado (economía circular).....	58
Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones	60
7.1 Conclusiones y Resultados del Caso Línea de Servicios de Pago de Telefonía	60
7.1.1 Medición del rendimiento de la línea de pagos de servicios de telefonía, situación actual y propuesta, y una proyección futura, según el modelo TOC- <i>throughput</i>	61

7.1.2	Determinación del tamaño óptimo de líneas digitales.....	64
7.1.3	Análisis de factibilidad y viabilidad con el modelo de VAN y TIR marginal...	67
7.2	Conclusiones del Caso de Negocio.....	68
7.3	Recomendaciones.....	69
7.3.1	Desde el punto de vista estratégico	69
7.3.2	En cuanto a la gestión de proyectos	70
7.3.3	Economía circular.....	72
	Referencias.....	73
	Apéndices	77
	Nota Biográfica.....	92

Lista de Tablas

Tabla 1.	Banco de la Nación: principales funciones	3
Tabla 2.	Cadena de valor – Actividades primarias y secundarias.....	4
Tabla 3.	Evolución de los indicadores de inclusión del sistema financiero	5
Tabla 4.	Variación del indicador de rentabilidad patrimonial ROE.....	8
Tabla 5.	Variación del indicador de rentabilidad del activo ROA	8
Tabla 6.	Cantidad de proyectos orientados a la transformación digital	9
Tabla 7.	Cumplimiento de proyectos en desarrollo	9
Tabla 8.	Grado de madurez en la gestión de la responsabilidad social.....	9
Tabla 9.	Banca financiera: índice de Herfindahl-Hirschman.....	10
Tabla 10.	Variación del PBI.....	10
Tabla 11.	Objetivos estratégicos más importantes	11
Tabla 12.	Cobertura de canales	12
Tabla 13.	Volumen de operaciones.....	12
Tabla 14.	Matriz FODA	14
Tabla 15.	Objetivos estratégicos	15
Tabla 16.	Tabla comparativa de utilidades, reducción costos directos versus incremento del rendimiento	28
Tabla 17.	Tiempos de procesamiento por proceso línea digital de pagos (API).....	29
Tabla 18.	Matriz de consistencia de problemas	33
Tabla 19.	Matriz de consistencia de objetivos estratégicos, objetivos propuestos, problemas y debilidades matriz FODA.....	33
Tabla 20.	Pronóstico de transacciones: período 2019-2022.....	40
Tabla 21.	Tabla comparativa de la situación actual y la propuesta.....	61

Tabla 22. Cálculo del rendimiento total de la situación actual, situación propuesta de la línea de pagos digital de telefonía y proyección a futuro	62
Tabla 23. Resultado de la simulación Montecarlo	65
Tabla 24. Matriz tamaño de sesiones digitales, inversión y beneficios	67
Tabla 25. Análisis de factibilidad y viabilidad VAN, TIR marginal	68

Lista de Figuras

Figura 1.	Crecimiento económico sostenido	5
Figura 2.	Sistema de gestión de la planificación estratégica y la ejecución operativa	6
Figura 3.	Volumen de operaciones	13
Figura 4.	Diseño general de la cadena de suministro digital	16
Figura 5.	Mapa indicadores gestión objetivos estratégicos y teoría de restricciones	17
Figura 6.	Ciclo de desarrollo de la teoría de restricciones	22
Figura 7.	TOC <i>Design Thinking</i>	25
Figura 8.	Actividades en la cadena de suministro inversa.....	27
Figura 9.	Tarjeta KANBAN / TOC (DBR)	28
Figura 10.	Diagrama de árbol de problemas o TOC <i>Design Thinking</i>	31
Figura 11.	Diagrama de Ishikawa por procesos	32
Figura 12.	Arquitectura de la cadena digital para el pago del servicio de telefonía en línea ...	35
Figura 13.	Ciclo de la Metodología aplicada a la Línea de pagos de servicio de telefonía...38	
Figura 14.	Número de transacciones por año, en la línea digital de pagos	40
Figura 15.	Número de transacciones diarias versus restricciones (<i>time out</i>)	41
Figura 16.	Modelo de solución TOC en una empresa de servicios financieros bancarios	41
Figura 17a.	Pago en línea: mapeo del flujo de valor, situación actual. Identificación de la restricción 1 en el proceso de Asignar	43
Figura 17b.	Pago en línea: mapeo del flujo de valor, situación actual. Identificación de la restricción 2 en el proceso de Recibir	43
Figura 18.	Pago en línea: mapeo del flujo de valor, situación propuesta	46
Figura 19.	Simulación Montecarlo - Análisis del Tornado	65
Figura 20.	Análisis de sensibilidad: número de sesiones digitales versus inversión.....	66
Figura 21.	Análisis de sensibilidad: lotes de datos-transacciones versus inversión.....	67

Lista de Apéndices

Apéndice A. Modelo matemático de maximización de la utilidad o <i>throughput</i>	77
Apéndice B: Seudocódigo del API donde se ha incluido la teoría de restricciones (TOC) en todas sus etapas	78
Apéndice C: Ciclo de Vida de la Teoría de Restricciones.....	80
Apéndice D: Ajuste Estratégico del Caso de Negocio “Apertura Masiva de Cuentas DNI” para el Pago del Bono Familiar Universal	80
Apéndice E: Ajuste Estratégico: Estrategia versus Macroprocesos de la Cadena de Valor	81
Apéndice F: Definición del Portafolio, Programas y Proyectos “Bono Familiar Universal”	81
Apéndice G: EDT – Apertura Masiva de Cuentas DNI.....	82
Apéndice H: <i>Lean</i> VSM-TOC Propuesto, Línea Digital “Apertura Masiva de Cuentas DNI”	83
Apéndice I: Procesos para Planificar la Gestión del Cronograma	84
Apéndice J: Lista de Actividades	85
Apéndice K: Cronograma de actividades – Proyecto Apertura Masiva de Cuentas – DNI....	86
Apéndice L: Estructura de Desglose de Riesgos (RBS).....	87
Apéndice M: Factores de Impacto y Probabilidad	87
Apéndice N: Matriz de Riesgos	88
Apéndice O: Curva S-Costos Acumulados.....	89
Apéndice P: Requerimientos del Nuevo Producto.....	89
Apéndice Q: Seguimiento de Gestión de Calidad. Apertura de Cuentas DNI.....	90
Apéndice R: Modelo Estratégico de Ciclo Cerrado de la Empresa de Servicios Bancarios.....	90
Apéndice S: Conclusiones en la Aplicación de TOC-DBR, Línea de Pago de Servicios de Telefonía	91

Introducción

Las aplicaciones de *software* basadas en la teoría de restricciones (TOC, por sus siglas en inglés) se consideran herramientas muy importantes para la planificación, programación e identificación efectiva de las restricciones de producción. Esta teoría fue mencionada por Ferenčíková (2012, p. 474). Asimismo, se han desarrollado diferentes aplicaciones de *software*, para el proceso de planificación en la última década. Por lo general, en el desarrollo de sus respectivos algoritmos, se utiliza los principios de la TOC. Además, Goldratt y Cox (2013, p. 469) afirman que los sistemas son normalmente muy complejos y estos sistemas deben convertirse en la suma de varios subsistemas, con un flujo sincronizado. El flujo debe ser lineal para aumentar la calidad, evitando procesos multitarea. Por otro lado, el 90% de las restricciones no se explotan teniendo en cuenta la filosofía TOC.

En resumen, el trabajo de investigación se centra en aplicar métodos de innovación empresarial TOC en la cadena de suministro de una empresa financiera bancaria, identificando tiempos de espera innecesarios, excesiva información de productos en proceso, falta de capacidad y una total insatisfacción del cliente. El enfoque se centra en la aplicación de la teoría de restricciones (TOC), TOC-DBR, pero acompañada de otras metodologías, como: *Design Thinking*, *Lean manufacturing*-TOC, VSM (*Value Stream Mapping*, Mapa del flujo de valor), Kanban. La integración sincronizada de estas metodologías permite, en sus diferentes etapas, resolver los problemas actuales identificados en la cadena de valor del banco. De manera adicional, con el fin de medir el rendimiento, se desarrolla el concepto de *TOC-Throughput*, mencionado por Goldratt y Cox (2013), mostrando la situación actual y la propuesta, calculando el rendimiento y la utilidad lograda. Se determina el tamaño óptimo con la simulación Montecarlo, según el modelo planteado por Castañeda-Camacho et al. (2015) y un estudio de viabilidad calculando el valor actual neto (VAN), así como la tasa interna de retorno (TIR) marginal.

Capítulo I: Sector y Organización

1.1 Descripción del Objeto de Estudio

El objeto de estudio está representado por una empresa bancaria de servicios, para lo cual se tomó como modelo lo descrito en el plan estratégico del Banco de la Nación para el período 2017-2021 (Banco de la Nación, 2017). En dicho plan, se incluye la descripción de la empresa, del sector empresarial, de la cadena de valor, de las actividades primarias y secundarias, de la estrategia, así como de los productos y servicios que ofrece el banco. Se presenta una declaración de la visión, la misión, los objetivos estratégicos y las metas. Además, se realiza un diagnóstico, externo e interno, y una descripción de la cadena de suministro actual.

1.1.1 Descripción de la empresa

De acuerdo con el plan estratégico del Banco de la Nación (2017), el banco [...] es una empresa estatal con potestades públicas, integrante del Sector Economía y Finanzas de la República del Perú, creada mediante Ley N° 16000 de fecha 28 de enero de 1966, [...] el Decreto Legislativo que promueve la Eficiencia de la Actividad Empresarial del Estado aprobado mediante Decreto Legislativo N° 1031 y supletoriamente por Ley N° 26702, Ley General del Sistema Financiero y del Sistema de Seguros y Orgánica de la Superintendencia de Banca y Seguros.

El Banco [...] tiene como objeto social el de administrar por delegación las subcuentas del Tesoro Público y proporcionar al Gobierno Central los servicios bancarios para la administración de los fondos públicos; actuar como agente financiero del Estado cuando el Ministerio de Economía y Finanzas lo requiera y autorice en el marco de las operaciones del Sistema Nacional de Tesorería; y, recaudar tributos y efectuar pagos por encargo del Tesoro Público o cuando medien convenios

con los órganos de la administración tributaria, entre otras funciones y facultades descritas en su Estatuto. (Banco de la Nación, 2017, p. 9).

Las principales funciones del banco se detallan en la Tabla 1, siendo la función de recaudación materia de análisis detallado en el presente estudio de investigación. A futuro, la función de captación de clientes.

Tabla 1

Banco de la Nación: principales funciones

Funciones	Referencias
Brindar servicios bancarios para el Sistema Nacional de Tesorería.	Dirección Nacional del Tesoro Público
Brindar servicios de recaudación, por encargo del acreedor tributario.	Aprobación del emisor y un convenio específico de recaudación.
Recibir los recursos y fondos que administran los organismos del Estado.	Gobierno Central, los Gobiernos Regionales y Locales.
Actuar por cuenta de otros bancos o financieras.	Canalización de recursos internos o externos a entidades receptoras de crédito.
Participar en las operaciones de comercio exterior del Estado.	Regulaciones que pudiera dictar el Banco Central de Reserva.
Brindar servicios bancarios en calidad de corresponsal de entidades del sistema financiero.	Solicitados por entidades del sistema financiero.
Recibir depósitos a la vista de las personas naturales y/o jurídicas.	Pagos a proveedores, pensionistas, así como a trabajadores del Gobierno.
Recibir depósitos de ahorros, así como en custodia, de personas naturales y/o jurídicas en los centros poblados del territorio.	Incluye la emisión de giros y/o tele giros bancarios y efectuar transferencias de fondos por encargo y/o a favor de dichas personas.
Otorgar créditos y otras facilidades financieras a los organismos del Estado.	Gobierno nacional, Gobiernos Regionales y Locales, y demás entidades del sector público nacional
Emitir dinero electrónico.	Ley N° 29985

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017, pp. 9-10.

Asimismo, la empresa promueve la inclusión bancaria y financiera en beneficio de los ciudadanos, complementa al sector privado y promueve el crecimiento descentralizado en el país, por medio de la eficiencia y gestión autosostenible. El banco promueve, en su plan estratégico 2017-2021, su cadena de valor mediante la identificación de sus procesos, subprocesos y actividades que promueven el aumento de valor para satisfacer las necesidades y los requisitos del cliente.

En la Tabla 2, se representa la cadena de valor, donde se detallan las actividades primarias y las actividades secundarias.

Tabla 2

Cadena de valor – Actividades primarias y secundarias

ACTIVIDADES SECUNDARIAS	Planeamiento institucional	Imagen y Comunicación	
	Desarrollo Organizacional	Control Interno	
	Gestión Presupuestal	Gestión del Efectivo y Valorado	Gestión documentaria
	Gestión Contable	Gestión de las Tecnologías de la información	Gestión de Recuperación
	Gestión de Recursos Humanos	Gestión financiera	Soporte Legal
	Gestión Logística	Gestión de la Seguridad Integral	
ACTIVIDADES PRIMARIAS	Desarrollo de Productos y Servicios	Servicios	Atención al cliente
	Gestión Comercial	Captaciones, Colocaciones e Inversiones	

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017, p. 70.

El proceso de negocio inicial para el presente estudio corresponde al grupo de actividades primarias, macroproceso “Desarrollo de Productos y Servicios”. Este macroproceso está relacionado con la función de “Brindar servicios de recaudación por encargo del acreedor tributario”. El trabajo de investigación contempla un análisis global de la cadena de suministro relacionada con el tema de servicios para identificar las restricciones, desde el más alto nivel hasta el grupo de actividades primarias. Esto implicará la aplicación de la TOC en los diferentes eslabones de la cadena. En una primera etapa se realizará la aplicación de la TOC en el servicio de pagos de telefonía.

1.1.2 Descripción del sector

En la Tabla 3, se especifica la evolución de los indicadores de inclusión del sistema financiero. Claramente, existe una tendencia creciente del número de transacciones en los diferentes canales, considerando una población de 100,000 habitantes adultos.

Tabla 3

Evolución de los indicadores de inclusión del sistema financiero

Acceso a servicios financieros	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Número de oficinas en todo el país	4,324	4,426	4,617	4,653	4,697	4,717
Número de agentes corresponsales	12,226	27,207	24,956	24,892	26,741	30,790
Número de puntos de servicio por cada 100,000 habitantes	362	605	648	757	912	1,044
Número de canales de atención	30	35	39	44	48	157

Nota. Adaptado de *Perú: reporte de indicadores de inclusión financiera de los sistemas financiero, de seguros y de pensiones*, por Superintendencia de Banca y Seguros, 2019, p. 9.

El banco identifica el modelo conceptual “Crecimiento económico sostenido”, el cual está conformado por dos componentes y cinco subcomponentes (ver Figura 1).

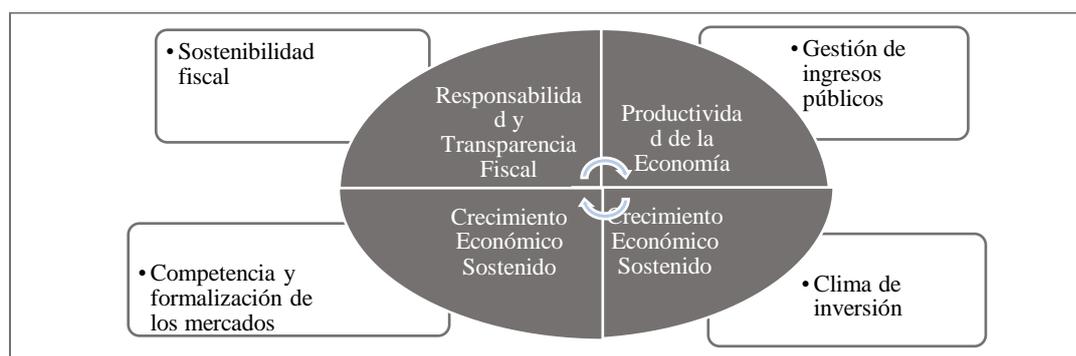


Figura 1. Crecimiento económico sostenido

Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017, p. 11.

Las tendencias del entorno más importantes vinculadas al modelo conceptual del sector son: (1) Expansión de la economía china, (2) Incremento de la competitividad por inversión en innovación y desarrollo tecnológico, (3) Crecimiento de la población urbana, (4) Globalización del mercado de capitales, (5) Incremento de la protección de áreas y recursos naturales, (6) Incremento de la informalidad de los agentes en la actividad económica, (7) Creciente uso de fuentes renovables para la generación de energía eléctrica, (8) Incremento del uso de las TIC (tecnologías de información y comunicaciones) en la sociedad (Banco de la Nación, 2017, pp. 11-12). Algunas de las variables endógenas identificadas son las siguientes: (1) Sostenibilidad de la infraestructura de servicios públicos, (2) Efectividad por la captación de ingresos de servicios

públicos, (3) Efectividad de la recaudación tributaria, (4) Efectividad del patrimonio del Estado (Banco de la Nación, 2017, p. 12). De igual manera, en el plan se identificaron algunas variables exógenas: (1) Nivel de uso de las TIC, (2) Desarrollo de capacidades y habilidades, (3) Nivel de inversión en innovación y desarrollo tecnológico (Banco de la Nación, 2017, pp. 12-13).

1.1.3 Planeamiento estratégico

Se definen los fundamentos estratégicos, los ejes y el mapa estratégico, los objetivos estratégicos institucionales, las acciones estratégicas institucionales, así como la ruta estratégica. Se realiza también un diagnóstico externo e interno.

1.1.3.1 Fundamentos estratégicos. La visión, la misión y los valores institucionales son elementos fundamentales especificados en el Plan estratégico del Banco de la Nación (2017, p. 81). Por otro lado, Kaplan y Norton, en su libro *The Execution Premium: Linking Strategy to Operations for competitive Advantage* (2008), realizaron una ruta estratégica donde vinculan el plan estratégico con los planes y procesos operativos de la cadena de suministro. En la Figura 2 se muestra cómo se alinea la estrategia con los procesos operativos, según Kaplan y Norton (2008).

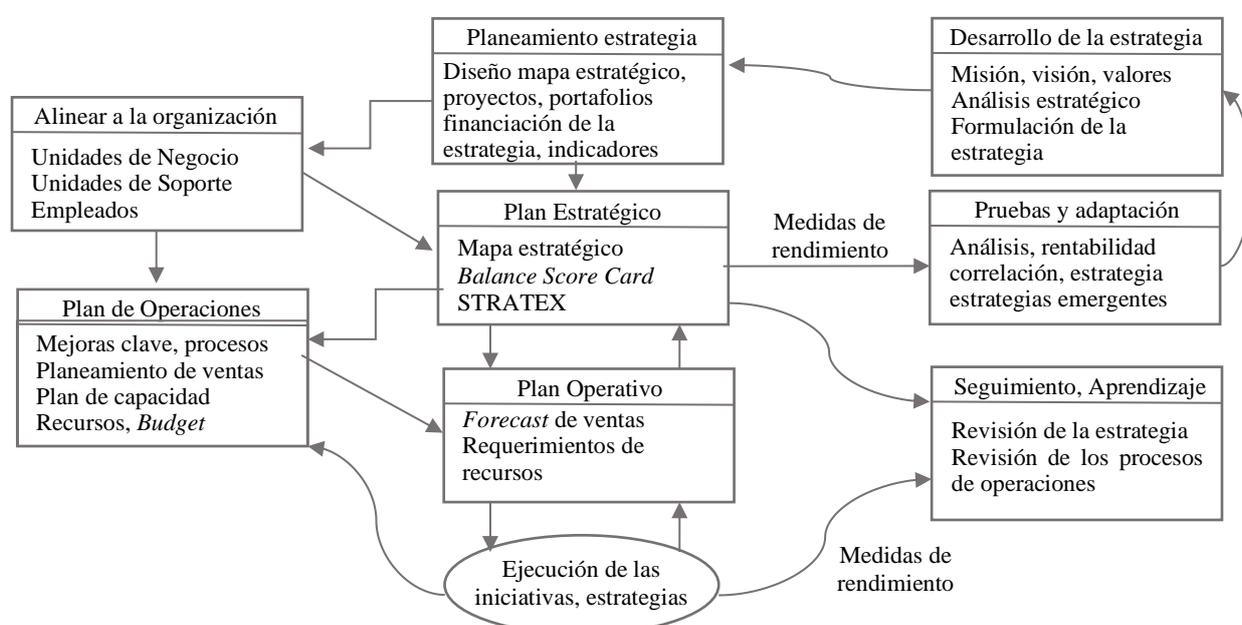


Figura 2. Sistema de gestión de la planificación estratégica y la ejecución operativa Adaptado de *The Execution Premium: Linking Strategy to Operations for competitive Advantage*, por R. S. Kaplan y D. Norton, 2008, p. 8.

1.1.3.2 Estrategia, productos y servicios. De acuerdo con el plan estratégico, los siguientes procesos están incluidos en el macroproceso de actividades primarias: “Desarrollo de productos y servicios”. “Los productos activos (préstamos y líneas de tarjetas de crédito) están orientados al sector público. Los productos pasivos (ahorros) están orientados al pago de activos y sectores donde el banco es la Única Oferta Bancaria Única (UOB)” (Banco de la Nación, 2017, p. 51). Según Weinberger (2009, p. 51), el banco sigue una estrategia de diferenciación porque hace un estudio en profundidad de las preferencias de sus clientes, y coordina, de manera constante, las funciones de marketing e investigación y desarrollo de nuevos productos o servicios.

Una descripción de los productos ofrecidos por el banco es el siguiente: (1) Multired virtual, (2) Compra de deuda de tarjeta de crédito, (3) Estudios económicos, (4) Cuentas bancarias, (5) Cuentas de ahorro, (6) Retiros de cuentas corrientes, (7) Cuentas de depósito a plazo - UOB, (8) Créditos hipotecarios, (9) Compra de vivienda, mejora, expansión (Banco de la Nación, 2017, p. 51). Las ofertas de servicios bancarios son las siguientes: (1) **Pagos:** pago de impuestos, pago Multired, pago con tarjeta, pago de servicios telefónicos, luz; (2) **Cheques:** pago de cheques certificados, cambio electrónico de cheques, cheques de administración; (3) **Transferencias:** servicios adicionales, giro bancario (Banco de la Nación, 2017, p. 51).

Para el análisis inicial del macroproceso “Desarrollo de productos y servicios”, el enfoque radicará en el proceso de pago. El proceso de pago en línea se analizará utilizando la teoría de restricciones (TOC), con una visión global de la cadena; luego, un enfoque detallado para analizar y eliminar todas las restricciones de cada eslabón de la cadena de suministro.

1.1.3.3 La visión y la misión

Visión. “Ser reconocido por brindar soluciones financieras, innovadoras, inclusivas y de calidad al Estado Peruano y la ciudadanía, dentro de un marco de gestión basado en la efectividad de sus procesos y prácticas de Buen Gobierno Corporativo”. (Banco de la Nación, 2017, p. 81).

Misión. “Brindar servicios de calidad a la ciudadanía y al Estado, ampliando nuestra cobertura de servicios y promoviendo la inclusión financiera, a través de una gestión moderna y auto-sostenible”. (Banco de la Nación, 2017, p. 81).

1.1.3.4 Objetivos estratégicos. Algunos objetivos planteados en el plan estratégico de la empresa (Banco de la Nación, 2017, pp. 93-97) son: **Objetivo (1).- Incrementar la creación de valor económico. Indicador (1).-** Renta patrimonial (ROE), “Orientado a obtener la rentabilidad patrimonial y los ingresos brutos del Banco garantizando la sostenibilidad financiera y crecimiento” (Banco de la Nación, 2017, p. 93) (Ver Tabla 4).

Tabla 4

Variación del indicador de rentabilidad patrimonial ROE

Indicador	Unidad de medida	2017	2018	2019	2020	2021	Forma de cálculo
ROE	Porcentaje	28.42	29.22	30.00	31.67	34.33	Resultado neto/ patrimonio x 100

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018, por Banco de la Nación, 2017, p. 93.*

Indicador (2).- Rentabilidad sobre el activo (ROA), “Orientado a mostrar la rentabilidad de los activos garantizando la sostenibilidad financiera y crecimiento” (Banco de la Nación, 2017, p. 93) (ver Tabla 5).

Tabla 5

Variación del indicador de rentabilidad del activo ROA

Indicador	Unidad de medida	2017	2018	2019	2020	2021	Forma de cálculo
ROA	Porcentaje	2.49	2.54	2.56	2.66	2.90	Resultado neto/ Activos x 100

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018, por Banco de la Nación, 2017, p. 93.*

Objetivo (6).- Mejorar el uso de las TIC como soporte al rediseño de los procesos.

Indicador (3).- Número de proyectos gestionados orientados a la transformación digital, con la finalidad de estar a la vanguardia de las innovaciones tecnológicas (Banco de la Nación, 2017, p. 96) (ver Tabla 6).

Tabla 6

Cantidad de proyectos orientados a la transformación digital

Indicador	Unidad de medida	2017	2018	2019	2020	2021	Forma de cálculo
Número de proyectos gestionados orientados a la transformación digital	Número	1	1	2	2	2	Número anual de proyectos gestionados orientados a la transformación digital

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017, p. 96.

Indicador (4).- Mejorar la Gestión de Proyectos, cuya función es “monitorear el cumplimiento promedio de los avances efectuados de los proyectos en cada período” (Banco de la Nación, 2017, p. 96) (ver Tabla 7).

Tabla 7

Cumplimiento de proyectos en desarrollo

Indicador	Unidad de medida	2017	2018	2019	2020	2021	Forma de cálculo
Índice de cumplimiento de los proyectos en el período ROA	Porcentaje	100	100	100	100	100	Promedio del cumplimiento de metas de los proyectos del plan operativo

Nota. Adaptado de *Perú: reporte de indicadores de inclusión financiera de los sistemas financiero, de seguros y de pensiones*, por Superintendencia de Banca y Seguros, 2019, p. 96.

Objetivo (8).- Fortalecer la Gestión de Responsabilidad Social. **Indicador (5).**-

Incrementar el grado de madurez de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), “medirá el Nivel y Puntaje obtenido en la evaluación de Responsabilidad Social realizada mediante la Herramienta para el Monitoreo del grado de madurez de la gestión de Responsabilidad Social en las empresas de la corporación FONAFE” (Banco de la Nación, 2017, p. 96) (ver Tabla 8).

Tabla 8

Grado de madurez en la gestión de la responsabilidad social

Indicador	Unidad de medida	2017	2018	2019	2020	2021	Forma de cálculo
Incrementar grado madurez RSE	Porcentaje	15	18	20	22	24	Puntaje alcanzado

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017, p. 96.

1.1.3.5 Diagnóstico externo.

Factor político. Los principales factores políticos son: (1) Políticas de formalización y reactivación de la economía, (2) Riesgos de estabilidad política. El índice de Herfindahl-Hirschman, expresado en la nota de Rhoades (1993), mide el nivel de concentración en el mercado (ver Tabla 9).

Tabla 9

Banca financiera: índice de Herfindahl-Hirschman

Índice de Hirschman – Herfindahl	
IHH banca múltiple	3,156 puntos
IHH banca de servicios	652 puntos

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017, p. 27.

Si se analiza la distribución de las oficinas de la banca múltiple, esta alcanza los 3,156 puntos, es decir, es altamente concentrada; en tanto, la banca de servicios, con 652 puntos, demuestra que su distribución de oficinas es no concentrada.

Factor económico. La evolución de la economía peruana se consolidará en función del futuro crecimiento del producto bruto interno (PBI) (ver Tabla 10).

Tabla 10

Variación del PBI (en porcentaje)

PBI	2016	2017	2018	2019	2020
Variación real anual	4.0	2.8	4.0	4.0	-3.8

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017, p. 31.

Los objetivos estratégicos más importantes relacionados con los temas de investigación se presentan en la Tabla 11. Es decir, la aplicación de la TOC como una nueva metodología por aplicar en toda la cadena de suministro, con el fin de contribuir al plan de transformación digital propuesto por el banco. Además, la TOC permitirá el mejoramiento del proceso de lanzamiento de nuevos productos y servicios; así como, la ampliación de la

infraestructura tecnológica en el Centro de Datos. Asimismo, mejorar el grado de madurez de las líneas virtuales, con el fin de crear modelos de ciclo cerrado de economía circular y fortalecer la gestión social corporativa.

Tabla 11

Objetivos estratégicos más importantes

	Objetivo 6 - Mejorar el uso de las TIC como soporte al rediseño de los procesos internos
6.1	Formular e implementar el plan para la transformación digital mediante procesos de innovación e implementación de nuevas metodologías
6.2	Fortalecer el centro de datos de respaldo DRP (plan de contingencias)
6.3	Diseñar y mantener la metodología de lanzamiento de productos y servicios
	Objetivo 8 - Fortalecer la gestión de la responsabilidad social empresarial
8.1	Mejorar el grado de madurez de RSE para el crecimiento del índice de sostenibilidad
8.2	Planes y proyectos de RS en temas sociales, económicos y ambientales
8.3	Plan de acción para elaboración del distintivo ESR-Empresa Socialmente responsable

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017, pp. 96-97.

Factor tecnológico. Según el plan estratégico del Banco de la Nación (2017, p. 38), los factores tecnológicos ocasionan avances significativos en los procesos de negocio e incrementan la eficiencia competitiva de las empresas. Armstrong, en su publicación sobre las tecnologías emergentes (2017), mencionó la importancia de implementar respuestas diferentes en las organizaciones, mediante el uso de cadenas de bloques (*blockchain*), inteligencia artificial, nanotecnología; y otros factores externos, tales como economía compartida, la penetración móvil, las cuales se convierten en tecnologías disruptivas que permiten mejorar la toma de decisiones.

Una de las soluciones propuestas por Bellina y Arellano (2016, pp. 22-25) consiste en la omnicanalidad, la robótica o los agentes inteligentes modelados con filosofías de negocio, tales como la TOC, que permiten mejorar el modo mediante el cual las empresas transfieren información, operan e involucran a los consumidores. Las operaciones potencializadas con estos agentes digitales son: (1) Omnicanalidad. (2) Servicios internos, tales como administración de cuentas, procesamiento de transacciones, principales procesos contables. (3) Servicios en línea (*Cloud*), en los cuales se consideran el acceso a terceros, mediante los

servicios de recaudación y convenios. (4) Automatización empresarial, crecimiento y diversificación de canales digitales.

1.1.3.6 Diagnóstico interno. Se detallan los canales de atención y el volumen de operaciones. Los productos y servicios que ofrece el banco, la rentabilidad financiera (ROE), análisis de la inversión bruta de capital, calidad de servicios, tecnologías de la información, matriz y estrategias FODA.

Con relación a los canales de atención, el banco brinda productos y servicios financieros a los diferentes distritos del país mediante sus 7,908 puntos de atención, distribuidos de la siguiente manera: red de oficinas (633), cajeros automáticos (918), cajeros corresponsales (6,357) (Banco de la Nación, 2017, p. 46). (ver Tabla 12).

Tabla 12

Cobertura de canales

Canal de atención	Distritos atendidos por los canales del banco	Distritos a nivel nacional	% de participación
Oficinas	478		25.6%
Cajero automático	266	1,868	14.2%
Cajeros corresponsales	1,269		67.9%
Total	1,324		70.9%

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017, p. 46.

Volumen de operaciones. Al cierre del año 2017, el banco ha realizado un total de 264.5 millones de operaciones. La evolución de los canales de atención se muestra en la Tabla 13 y la Figura 3.

Tabla 13.

Volumen de operaciones (en miles)

Años	Agencias	Oficinas especiales	Oficinas	Cajeros	Cajeros corresponsales	Agencia virtual	Visa	Oficinas telefonía celular	Total
2012	114,404	3,719	118,123	70,389	2,091	17,309	9,152	996	217,067
2013	115,538	4,475	120,014	71,101	24,517	20,780	11,337	1,262	249,512
2014	109,467	12,074	121,541	76,279	43,520	23,687	14,146	22,090	301,266
2015	108,596	12,738	121,336	82,774	62,651	26,925	15,954	33,896	343,538
2016	104,425	15,242	119,668	81,324	94,530	28,685	17,971	44,661	386,840
2017 (ago.)	67,817	9,903	77,721	51,8	72,236	18,488	13,134	31,144	264,536

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017, p. 48.

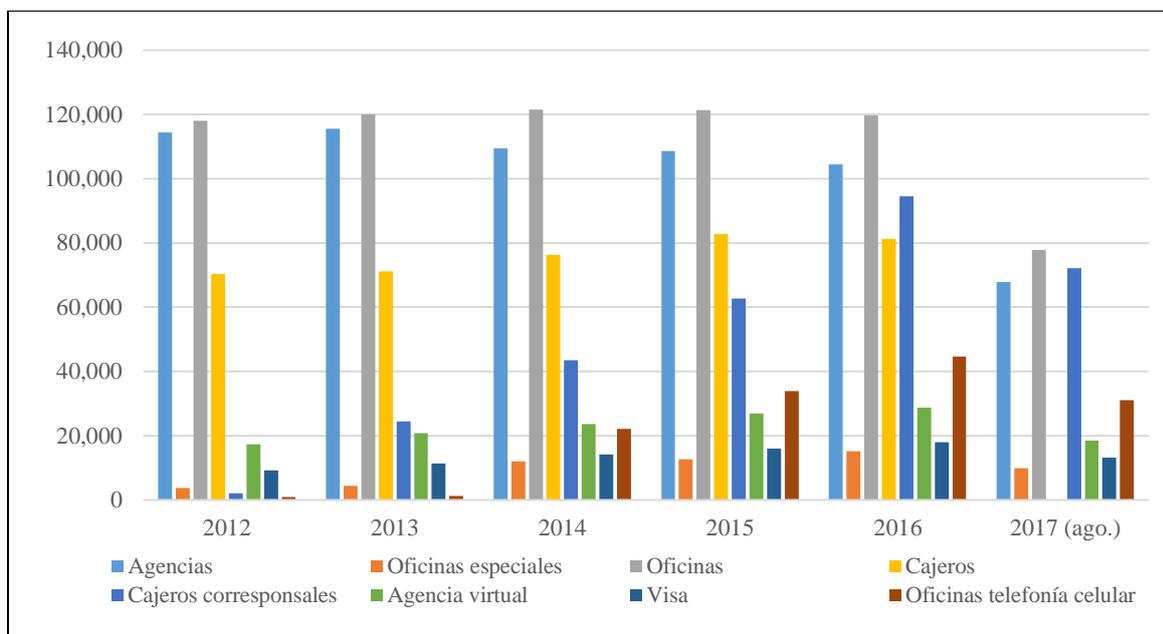


Figura 3. Volumen de operaciones (en miles)

Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017, pp. 48-49.

Productos. Los productos que ofrece el banco son los siguientes: (1) **Préstamos**, Multired clásico y/o convenios, compra de deudas de tarjeta de crédito, descuento por planilla, estudios. (2) **Cuentas bancarias**, cuentas de ahorros de agencias, cuentas de ahorros del sector público, cuenta corriente detracciones, cuentas de depósitos a plazo – UOB. (3) **Créditos hipotecarios**. (4) **Seguros**. (5) **Tarjeta de crédito**. En cuanto a los servicios, el banco ofrece: (1) **Pagos**, pago de tributos, pago Multiexpress, pago de tarjetas de crédito, pago de servicios (telefonía, luz). (2) **Cheques**, cheques de gerencia, canje electrónico, certificación de cheques, pago de cheques en otras plazas. (3) **Telegiros/Giros**, telegiros masivos, telegiro bancario al exterior. (4) **Transferencias**, transferencia interbancaria, remesas, transferencias mismo banco, de fondos al exterior (Banco de la Nación, 2017, p. 41).

Las fortalezas y debilidades relacionadas con los procesos y niveles de servicio ofrecidos por el banco se describen en la Tabla 14. Estos requieren, como parte de los objetivos estratégicos, efectuar una reingeniería para tener una visión de alto rendimiento de la cadena de valor empresarial.

Tabla 14

Matriz FODA

	FORTALEZAS (F) 1. Marca consolidada 2. Mayor cobertura de oficinas del sistema financiero 3. Principal agente financiero 4. Clasificación positiva 5. Interconexión estratégica con nuestro principal cliente (Sistema Integrado de Administración Financiera-SIAF) 6. Bajos niveles de cartera	DEBILIDADES (D) 1. Los sistemas informáticos con los que cuenta el banco necesitan ser actualizados, para soportar adecuadamente el <i>core business</i> y las exigencias de los clientes 2. Personal orientado al cumplimiento de la tarea y no al logro de los resultados de la institución 3. La gestión de procesos no está orientada a niveles de servicios entre áreas y hacia los clientes 4. Limitada perspectiva integral del ciudadano canal, productos-servicios, así como el desconocimiento de sus necesidades 5. Limitada aplicación de los principios de buen gobierno corporativo y responsabilidad social empresarial 6. Inadecuada coordinación y comunicación organizacional que dificulta el entendimiento de la tarea conjunta, orientada al cliente/procesos
OPORTUNIDADES (O) 1. Sistema financiero nacional sólido y estable en un escenario de crecimiento económico 2. Necesidades insatisfechas (personas naturales y microempresas) en zonas no atendidas con productos y servicios financieros 3. Posibilidad de cofinanciar proyectos de infraestructura bajo la modalidad de asociaciones público-privadas	FO 1. Crear modelos tecnológicos de sistemas de información y comunicaciones, que permitan aprovechar la cobertura de oficinas para desarrollar estrategias de bancarización (penetración de mercado). 2. Mejorar los niveles de interconexión estratégica, trasladando actividades de procesos de negocio (captación) a sistemas de información en la nube, con soporte de proyectos de infraestructura tecnológica, a corto y mediano plazo.	DO 1. Rediseño de procesos de actividades primarias del banco, creando líneas de servicio síncronas multifuncionales. 2. Desarrollo de canales virtuales eficaces para captar las necesidades de los clientes 3. Fomentar la inversión en proyectos de “Análisis estratégico de la cadena de suministro”, para la identificación de restricciones y la mejora del servicio al cliente
AMENAZAS (A) 1. Escenario de fuerte competencia con la banca privada y las instituciones de microfinanzas 2. Riesgo del sistema financiero, nacional e internacional, ante una eventual agudización de la crisis financiera internacional 3. Ocurrencia de desastres naturales o siniestros que pueden afectar la operación del banco	FA 1. Aprovechar los bajos niveles de cartera, para gestionar convenios de negociación con la banca privada, relacionada con modelos tecnológicos de transferencia de activos (<i>blockchain</i>) 2. Mejorar el plan estratégico de operaciones, diseñando procesos de soporte preventivos alineados a planes de contingencia operativos que sean aplicables con soporte de infraestructura tecnológica, en cuanto se presenten las contingencias	DA 1. Diseñar proyectos al más alto nivel, para el rediseño de los sistemas de información y comunicaciones del banco 2. Aplicar técnicas modernas de gestión de la cadena de suministro, en los sistemas de información y comunicaciones, para incluir la filosofía de la teoría de restricciones, acompañada de modelos de gestión de mejora de procesos, como <i>Lean</i> , <i>Kanban</i> , <i>TOC Throughput</i>

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017, p. 75.

1.1.4 Sincronización de la aplicación de la teoría de restricciones en las tecnologías de información y comunicaciones con la estrategia empresarial

Esta investigación está relacionada con los objetivos principales establecidos por la compañía de servicios de la banca financiera (detallada en la Tabla 15). La implementación

de un nuevo modelo para gestionar la demanda forma parte de los objetivos de la teoría de restricciones.

Tabla 15

Objetivos estratégicos

	Objetivo 6 - Mejora del uso de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC), para apoyar el rediseño de procesos internos.
6.1	Implementación de un nuevo modelo para gestionar la demanda de productos tecnológicos
6.2	Rediseño de los macroprocesos
6.3	Formular e implementar un plan de transformación digital
	Objetivo 8 - Fortalecimiento de la gestión de la responsabilidad social corporativa
8.1	Apoyo a la gestión del desarrollo de los grupos de interés
8.2	Financiación de acciones de responsabilidad social
8.3	Sinergias en proyectos sociales de grupo de interés

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017.

Asimismo, mediante la aplicación de la TOC, teoría de restricciones, en las TIC, tecnologías de información y comunicaciones, en toda la cadena de suministro, se estaría mejorando los servicios en línea, incrementando la calidad de todos los servicios ofrecidos por el banco.

1.1.4.1 Diseño de la cadena de suministro de la empresa de servicios bancarios. La cadena de suministro del banco considera los eslabones más importantes y su interrelación con clientes, canales y proveedores (ver Figura 4).

En la parte superior de la cadena se aprecia una diversificación de los proveedores de diferentes servicios al banco: *MEF*: Ministerio de Economía y Finanzas, provee al banco el Sistema Integrado de Administración Financiera (SIAF), para la formulación y el seguimiento presupuestal, entre otros servicios. *PCM*: Presidencia del Consejo de Ministros, las políticas de carácter multisectorial. *Fonafe*: Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado, corporación de empresas públicas del Perú, encargada de normar y supervisar la actividad empresarial de las entidades bajo su ámbito. Proveedores de banca y servicios: *empresa Telefónica*, provee la línea asíncrona digital SNA (Arquitectura de redes) para la

comunicación con el Host (Servidor central-Fábrica del servicio) y el pago de servicios de telefonía. *MC Procesos*: provee la interfaz TCP/IP (línea síncrona) para el pago de tarjetas de crédito.

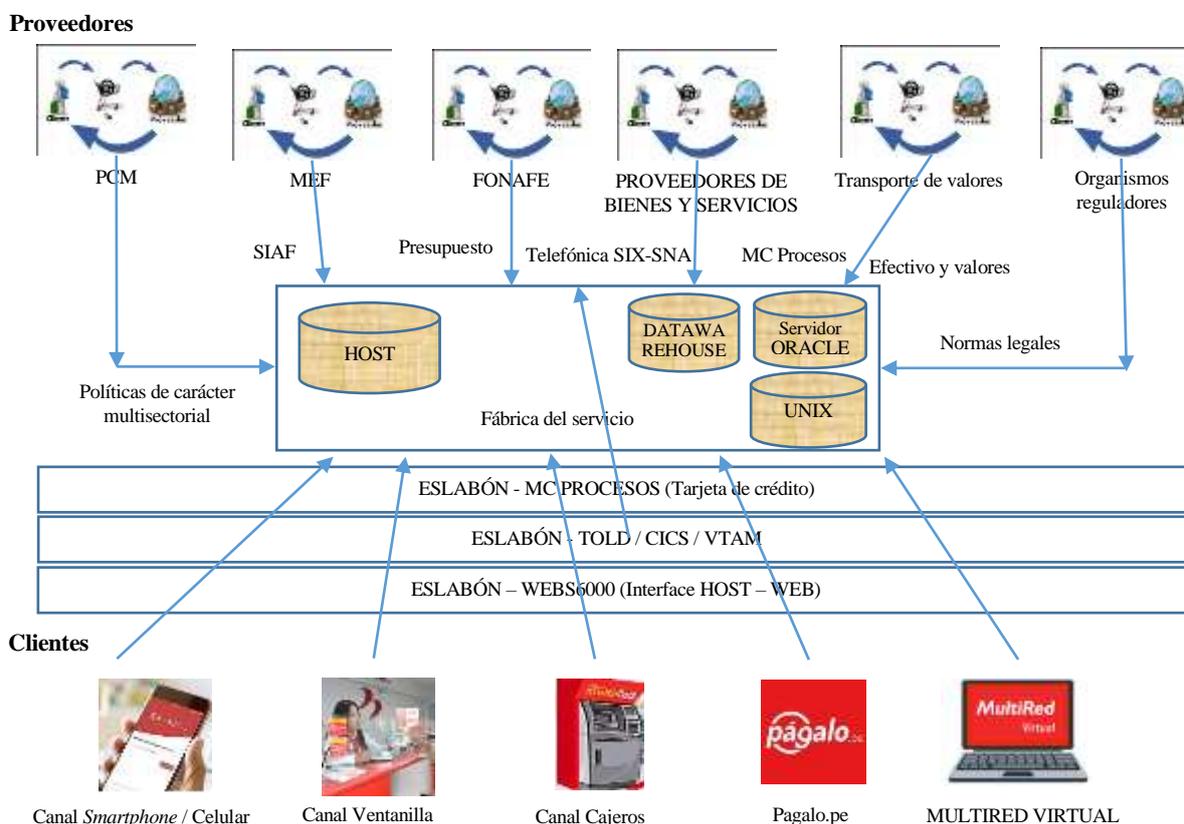


Figura 4. Diseño general de la cadena de suministro digital
Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017.

En la parte inferior, se ubican: la plataforma tecnológica central (Host-Fábrica del servicio), otros eslabones de procesamiento y almacenamiento, como el *Data Warehouse*, con equipos UNIX y otras tecnologías de *Hardware/Software* para el procesamiento y el acopio de información. Con relación a la comunicación con los clientes, el banco está implementando la omnicanalidad y cada canal constituye un eslabón de la cadena, pues se ayudan de otros canales para poder ejecutar los procesos. Esta particularidad origina riesgos de interrupción del sistema o restricciones que tienen impacto en toda la cadena de suministro.

1.1.4.2 Aporte del trabajo la tesis al plan de transformación de digital de la cadena de suministro. Con este trabajo de investigación se demuestra, principalmente, que al usar la filosofía de la teoría de restricciones (TOC), de Goldratt y Cox (2013), se puede contribuir, en forma global y eficiente, con el objetivo estratégico del banco de formular e implementar un Plan de transformación digital ordenado y eficiente, considerando además sus objetivos e indicadores estratégicos. En la Figura 5 se ha representado un mapa de indicadores, en donde se relacionan los indicadores bancarios con los indicadores de la filosofía TOC.

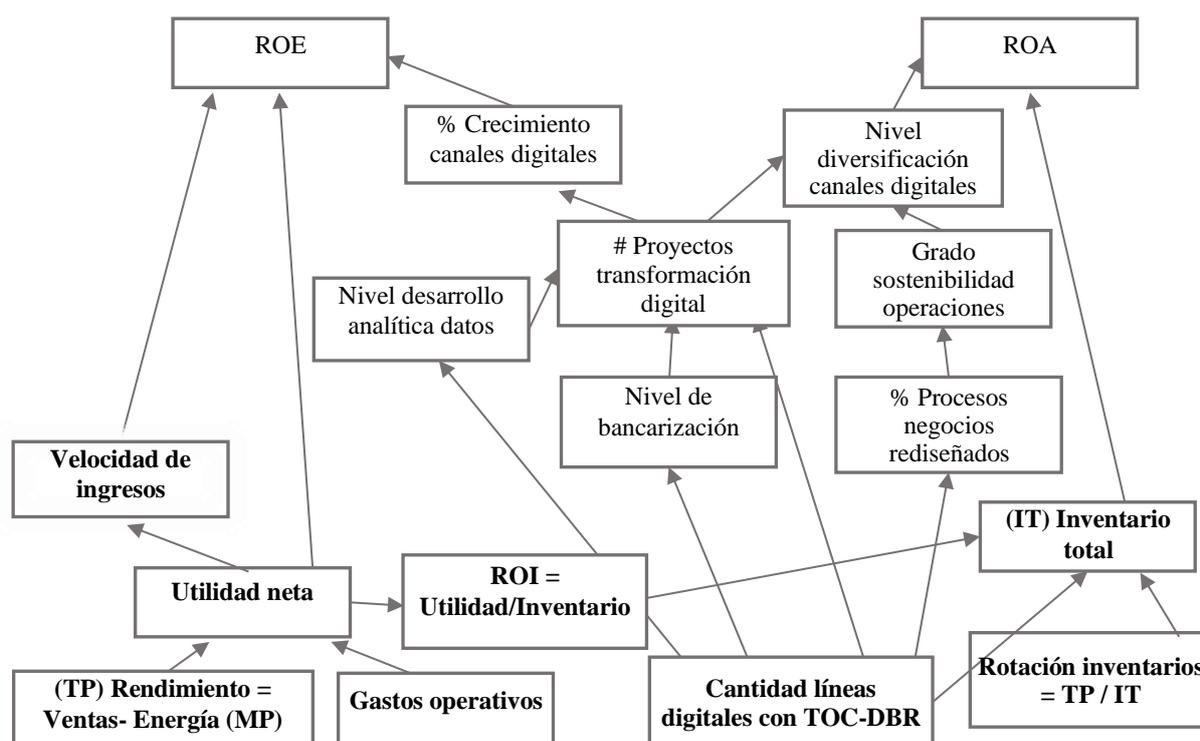


Figura 5. Mapa indicadores gestión objetivos estratégicos y teoría de restricciones
Nota. Los indicadores TOC se han resaltado

Se puede observar la contribución de los indicadores TOC a la eficacia de los objetivos estratégicos del banco. Por ejemplo, el ROI de la TOC tiene influencia sobre el ROE y ROA de los indicadores estratégicos del banco.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Objetivo

El objetivo del capítulo es describir las teorías que respaldan el desarrollo del trabajo de investigación, en especial la filosofía de la teoría de restricciones y su aplicación en los sistemas de información y comunicaciones, las teorías sobre la economía circular y la creación de nuevos modelos de negocio. Asimismo, se detalla información acerca de las metodologías *Lean-Kanban*, *Lean-VSM*, TOC para proyectos donde se aplica la teoría de la cadena crítica.

2.1.1 Teoría de restricciones (TOC)

La metodología para modelar las estrategias y las restricciones de la cadena de suministro se presentó en el libro *La meta. Un proceso de mejora continua*, de Goldratt y Cox (2013). Los autores definieron los siguientes pasos para eliminar restricciones o cuellos de botella: (a) **Identificar** las restricciones del sistema, (b) Decidir cómo **explotar** las restricciones del sistema, (c) **Subordinar** todo lo demás a la decisión del paso anterior, (d) **Superar** la restricción del sistema, (e) ¡Advertencia! En caso se haya identificado otra restricción en los pasos anteriores, regrese al primer paso, para no permitir que la inercia sea la causa de las restricciones en el sistema (Goldratt & Cox, 2013, p. 423).

Acorde con estas actividades, la TOC basa su modelo en verificar cada sistema o entorno complejo; considerando un proceso simple, con un ciclo que permite la mejora del sistema analizado. El ciclo de la TOC, al identificar las restricciones, los considera como puntos de apalancamiento o puntos de soporte para la eliminación de los cuellos de botella. Se debe tener en cuenta que este tipo de enfoque (TOC) es un cambio de paradigma importante. Las personas quieren hacer todo, antes de cambiar su paradigma.

A partir de estas observaciones y aplicando esta teoría, se deben cumplir los siguientes requisitos. El primero, la existencia de una presión real para mejorar, pero por sí solo esto no es suficiente. La segunda condición es que les parezca obvio que no existe una solución dentro del paradigma existente. En otras palabras, ya lo han intentado todo. Y la tercera condición, hay algo para ayudarlos a dar el primer paso; por ejemplo, el método TOC, un simulador o un consultor.

Algunos conceptos propuestos para la aplicación de la TOC son: *Drum, Buffer, Rope* (método DBR). La teoría de las restricciones (TOC) ha permitido conocer la existencia de ciertos procesos con capacidad restringida, que establecen el tiempo de producción. El método DBR reconoce esta restricción y propone un sistema de planificación de producción o de servicios, que busca reducir el tiempo de control en la programación de operaciones y evitar la transmisión de fluctuaciones en el proceso. Esta teoría de las restricciones es una filosofía empresarial, presentada por Goldratt (2012), donde la idea principal es que cualquier sistema siempre está limitado por, al menos, una restricción que debe eliminarse para mejorar el proceso general. A este respecto, Yang, Liu, Huang, Wang y Wang (2016) mencionaron que las empresas, a menudo, deben lidiar con múltiples restricciones y la única forma de resolverlas es utilizando sofisticadas aplicaciones de *software*, donde la restricción se denomina, por lo común, cuello de botella.

Por su parte, Ferenčíková (2012, p. 474) identificó el cuello de botella o *drum*, el cual proviene del método DBR, porque controla el rendimiento de todo el sistema de producción o servicio, el cual es un recurso o proceso con capacidad limitada dentro de un sistema. Al optimizar el sistema, es importante tener en cuenta que cualquier pérdida de tiempo en la actividad sin restricciones no causa un retraso en el sistema total. Por el contrario, cada minuto perdido en una actividad restringida significa una pérdida en la misma cantidad de tiempo en el sistema total. Múltiples restricciones producen grandes cuellos de botella, teoría

mencionada por Yang et al. (2016, p. 1775) en su artículo sobre el proceso de mantenimiento de máquinas múltiples.

Asimismo, la TOC se ha extendido a problemas de programación de servicios, en entornos con múltiples restricciones. Según Marín y Gutiérrez (2013, pp. 68-69), en un estudio de seguimiento, determinaron que se pueden planificar múltiples objetivos para problemas de programación en el sistema de servicio a clientes. Por ejemplo, como maximizar la satisfacción del cliente es el objetivo más alto para las compañías de servicios y también puede reflejar la esencia de los problemas de programación, es beneficioso obtener planes de programación superiores con respecto a maximizar los objetivos. Alcanzar las metas máximas impacta el proceso de maximización del nivel de servicio al cliente (Marín y Gutiérrez, 2013, pp. 68-69). Además, se requiere un análisis de toda la cadena de suministro; para lo cual la teoría de las restricciones se basa en el método DBR: *Drum-Buffer-Rope*, que se refiere a la sincronización de toda la cadena de suministro.

Algunos otros indicadores resultantes de esta sincronización son: la reducción de los costos de inventarios de materia prima, productos finales, aumento de la productividad de la empresa y mejora del cumplimiento de los planes de producción. Del mismo modo, Marín y Gutiérrez (2013) definieron el DBR como amortiguadores de inventarios en proceso y como una herramienta de contabilidad para cuantificar el impacto de la implementación del modelo TOC en el rendimiento. Goldratt (2012) mencionó que el DBR consta de tres elementos: (1) *Drum*, representa el tiempo de producción dictado por la restricción del proceso. Los otros procesos deben respetar este ritmo para evitar crear cuellos de botella o brechas que perjudiquen el desarrollo del plan establecido. Cabe señalar que el ritmo dictado por el “tambor” corresponde al tiempo planificado para la máxima explotación de la restricción de recursos, razón por la cual no puede modificarse. (2) *Buffer*, el desarrollo de cada proceso implica ciertos plazos. Estos pueden tener pequeñas variaciones, también conocidas como

fluctuaciones. Los amortiguadores se usan para evitar que estos pequeños retrasos afecten el ritmo determinado por la restricción del proceso. Estos se calculan como medidas de tiempo. El objetivo es evitar que cualquier circunstancia detenga las funciones del proceso de restricción. (3) *Rope* (cuerda), representa el material o el programa de liberación de entrada, también llamado “inicio de operaciones”. La velocidad con la que se liberan los materiales debe estar alineada con el ritmo de los procesos, determinado por la restricción del proceso.

En este sentido, Antić y Čečević (2015, p. 913) mencionaron técnicas de conceptos ajustados (*Lean*) para superar las limitaciones comerciales. Además, describieron las similitudes entre las teorías TOC + *Lean*: (a) Observar a la empresa como un sistema integral que optimice la mejora continua; (b) El objetivo del negocio es aumentar las ganancias y es definido por el cliente; (c) El flujo de valor - Flujo, es un concepto más alto que el de producción (VSM); (d) La calidad es la clave del éxito; (e) Producción de lotes a pequeña escala; (f) El sistema de producción basado en el sistema de pedidos (hacer a pedido), no para el almacén; (g) Minimización de inventarios; h) Participación de todos los empleados en el éxito de la empresa.

La TOC define una serie de indicadores que permiten medir su aplicación en toda la cadena de suministro de la empresa. Con este fin, algunos autores, como Phruksaphanrat, Ohsato y Yenradee (2011, pp. 219-220), mencionaron que, de acuerdo con la filosofía TOC, se definen tres medidas para evaluar el desempeño de cualquier compañía: (a) Desempeño (TP) = Rendimiento, que es la relación por la cual el sistema genera dinero por medio de las ventas. Se calcula restando las ventas menos el costo de la materia prima. (b) Inventario (IN), cantidad total invertida por el sistema en la compra de artículos que el sistema quiere vender. Incluye productos en proceso, productos finales y materias primas; así como herramientas, edificios, inversión de capital en equipos, muebles. (c) Los gastos operativos (OE, *operating expense*), cantidad total que el sistema usa para transformar el inventario en rendimiento.

Incluyen costos directos, mano de obra indirecta, suministros, contratistas externos y pagos de intereses. Ingresos netos ($NP = TP - OE$), retorno de la inversión ($ROI = NP/IN$), productividad ($PR = NP/OE$), rotación de inventario ($IT = TP/IN$).

A continuación, se representan los cinco pasos a seguir para la implementación de la teoría de restricciones en la empresa de servicios financieros (ver Figura 6).

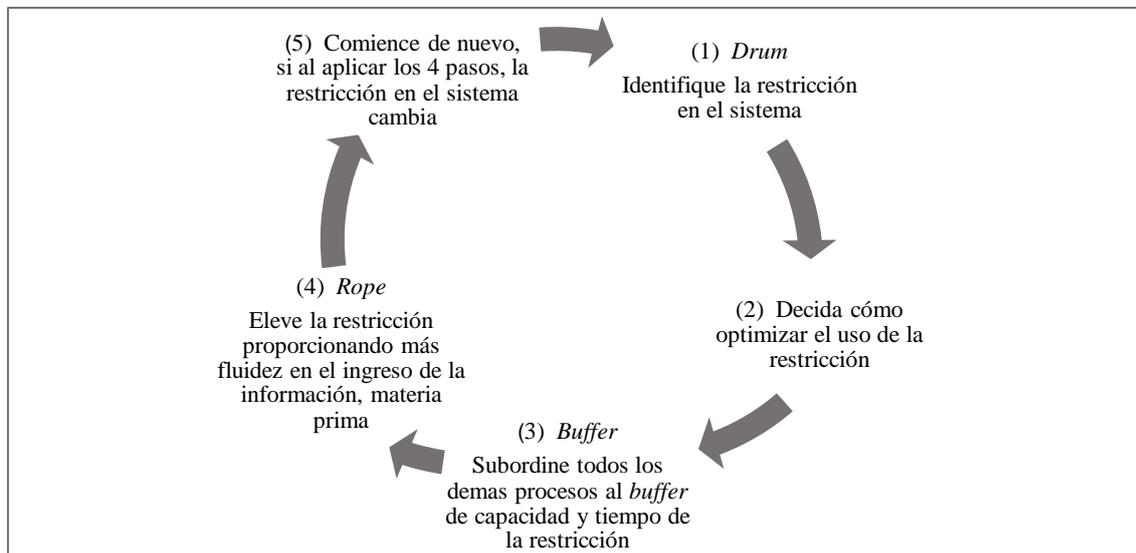


Figura 6. Ciclo de desarrollo de la teoría de restricciones

Nota. Adaptado de Goldratt and the theory of constraints. *The Quantum Leap in Management*, por U. Techt, 2015, pp. 30-33.

Tal como lo mencionó Techt (2015, pp. 44-46), el primer paso es el más importante, porque dependerá de la estrategia utilizada para identificar la restricción (*drum*) más importante en el sistema, la cual será aquella tarea o proceso que tiene el mayor tiempo de ejecución, genera los cuellos de botella y demoras en toda la línea de procesamiento de fabricación o de servicios. En el segundo paso, se trata de realizar un análisis de las capacidades y los tiempos de demora de la restricción relacionados con la oferta del servicio interna, oferta del servicio del proveedor y total de demanda del cliente. En este caso, se debe equilibrar la oferta y la demanda, de tal forma de eliminar los productos en proceso (*pull*). En el tercer paso, se diseña el amortiguador (*buffer*), el cual no permitirá que se generen cuellos de botella en la línea. El amortiguador decide el tiempo máximo de espera en cada estación, antes de continuar con el

siguiente proceso. Entonces, antes de enviar la información o materia prima a la siguiente estación, se debe controlar el estado para verificar si la siguiente estación está disponible para continuar con el proceso. En el cuarto paso, se diseña la cuerda o *rope*, encargada de regular el flujo de la información que se transfiere en la línea de servicios, tomando como referencia el amortiguador de tiempos, capacidad y estado de los procesos en línea. Se realiza el *pull* para el equilibrio entre la oferta y demanda; luego, para transmitir la información se realiza el *push*. En el quinto paso, sobre la base de los cuatro pasos descritos, nuevamente, se verifica si existe alguna restricción adicional para comenzar de nuevo el ciclo de desarrollo e implementación de la teoría de restricciones.

2.1.2 Contribución de *Lean* a la TOC

Antić & Čečević (2015, pp. 920-921) explicaron la contribución de *Lean* a la TOC de la siguiente manera: (a) *Lean* crea una base adecuada, que indica con claridad la existencia de cualquier restricción, y mediante el uso del *Value Stream Map* (VSM), los administradores tendrán una idea clara del rendimiento del proceso del negocio y de los lugares donde se producen las restricciones, respondiendo rápidamente a los cuellos de botella existentes. (b) Proporciona una base para explotar las restricciones, utilizando procedimientos estándar con la participación de todos los empleados en el proceso de mejora empresarial. (c) Para aplicar estos conceptos con éxito, es necesario comenzar desde el nivel estratégico y promover los niveles inferiores de la organización para aceptar los principios básicos de estas teorías. Una de las herramientas visuales para respaldar la mejora del proceso es la gestión del flujo de valor (VSM), la cual se basa en cuatro principios básicos de *Lean Management*:

VALOR -> FLUJO DE VALOR -> FLUJO DE ACTIVIDAD -> TIRON.

2.1.3 Mapa de flujo de valor (VSM)

Según Cuatrecasas, (2010, p. 341), el VSM fue desarrollado por Toyota, que lo llamó “Mapeo de flujo de material e información”, el cual representa, de una manera muy visual, la

situación actual y el ideal por alcanzar. Además, incluyó la secuencia de todos los procesos de negocios, el flujo de insumos y productos, y el flujo de información. La representación considera todo el flujo, desde la provisión hasta el cliente.

La representación VSM sigue algunas reglas y usa símbolos específicos. Cada operación se acompaña de los siguientes datos (Cuatrecasas, 2010, p. 343): (1) Órdenes de proceso, que pueden tomar la forma de tarjetas, Kanban (producto, lote de producción, operaciones del proceso por realizar); (2) Lotes de transferencia (que pueden ser tarjetas Kanban); (3) Tiempo de ciclo de cada unidad del producto; (4) Tiempo asignado a manipulaciones (carga, descarga, transporte); (5) Tiempo de preparación de la máquina; (6) Tiempo del control de calidad por unidad del producto; (7) Tasa o porcentaje del producto bajo prueba; (8) Nivel de defectos de calidad presentes en el lote; (9) Número de trabajadores para la operación; (10) Número de máquinas para la operación; (11) Tiempo de actividad resultante (porcentaje del tiempo de trabajo real utilizado para obtener un producto correcto completo). VSM Kanban sigue las técnicas para el flujo implícito de los supermercados *pull* y el flujo FIFO. El nivel Kanban asegura que el flujo de actividades se centre en lo que el cliente realmente necesita. La información enviada a la siguiente estación de trabajo es justo lo requerido para evitar generar cuellos de botella

2.1.4 Implementación de la teoría de restricciones

Considerando la importancia establecida en la identificación del problema antes de implementar la filosofía TOC, Umble, Umble y Murakami (2006) aplicaron el enfoque recomendado por Goldratt, en su artículo referido al caso Hitachi. En dicho caso se utilizaron las herramientas de *TOC Design Thinking*. El análisis de la Figura 7 muestra que al resolver el problema principal, se solucionan los efectos significativos.

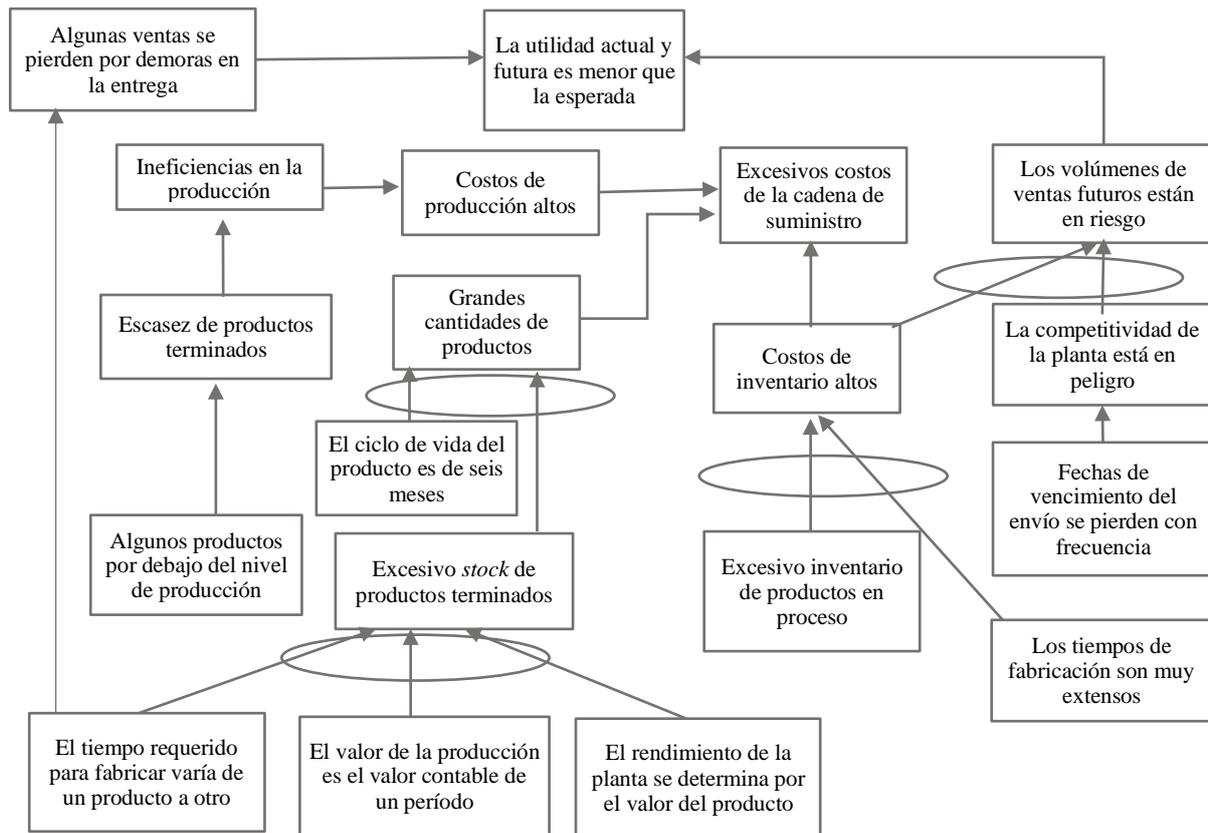


Figura 7. TOC Design Thinking

Nota. Adaptado de Implementing theory of constraints in a traditional Japanese manufacturing environment: The case of Hitachi Tool Engineering, por M. Umble, E. Umble y S. Murakami, 2006, *International Journal of Production Research*, 44 (10), p. 1869.

2.1.5 Mezcla óptima de producción según contabilidad del *throughput*

La contabilidad del *throughput* (Goldratt & Cox, 2013) fue mencionada por Ortiz-T. y Caicedo-R. (2014), en su artículo de investigación, con el propósito de determinar la mezcla óptima de producción, a partir del enfoque mencionado en una pequeña empresa de calzado, ubicada en la ciudad de San José de Cúcuta (Colombia).

Los resultados del diseño del modelo matemático, que representa la mezcla óptima de producción y permite maximizar la utilidad o *throughput*, fueron los siguientes:

- Se identificó la operación de guarnición como el cuello de botella, con una sobreutilización del 39.56%.
- Luego, de explotar la restricción, la operación de soleteado quedó como un recurso restringido de capacidad al 0.93%.

- Una vez terminado el ciclo TOC, se inició uno nuevo y se identificó la demanda como la restricción principal en la organización.
- El establecimiento de las prioridades de producción, mediante la contabilidad de costos y contabilidad del *throughput* por producto, determinó que la utilidad desde el punto de vista del *throughput* otorgaba el mayor valor, representada en un 14.05%.
- Asimismo, para obtener la mejor mezcla de producción se deben fabricar los productos según una prioridad establecida.

En conclusión, se demuestra que el modelo matemático planteado, desde el punto de vista TOC de la contabilidad del *throughput*, permite mejorar la utilidad empresarial y calcular la mejor mezcla priorizada de fabricación del caso planteado (ver el modelo en el Apéndice A).

2.1.6 Economía circular

Jiang y Wu (2013) definieron la economía circular como un modelo de producción y consumo de bienes que promueve la adopción de patrones de circuito cerrado para optimizar el uso de recursos vírgenes; por lo tanto, actúa reduciendo la contaminación y los residuos, garantizando al mismo tiempo el funcionamiento de los ecosistemas y promoviendo el bienestar humano. Jiang y Wu (2013) y Bruel, Kronenberg, Troussier y Guillaume (2019) mencionaron que el objetivo final es promover la economía circular, desacoplando la presión ambiental del crecimiento económico.

Por otro lado, Esposito, Tse y Soufani (2018, p. 5) explicaron que se ha estado viviendo en una economía lineal desde la Revolución Industrial. Además, que los estilos de vida de consumo y de “uso único” han generado un mundo de “recibir, fabricar y poner a disposición del cliente”; y de lo que se trata es de implementar cadenas de suministros ciclo cerrado, *loops*, en las líneas físicas o virtuales.

Según Chong, Lazo y Machuca (2019) y Weetman (2016), uno de los desafíos en el diseño de los modelos de negocio en la economía circular es tener una visión sistemática y

clara, pues estos modelos serán potencialmente más complejos y están orientados a áreas críticas en la administración de logística humanitaria. En este sentido, Stewart y Niero (2018), en los resultados de su investigación, concluyeron que el valor debe maximizarse en cada etapa del desarrollo de la vida de un producto.

2.1.7 Cadena de ciclo cerrado (*loop*) y sistemas de información distribuida

Guide y Van Wassenhove (2009) sostuvieron que la acción de lo remanufacturado no tiene sentido, si no se eliminan los cuellos de botella. Tener una visión tradicional basada en la actividad inversa de la cadena de suministro muestra actividades clave con un enfoque en tareas individuales. La mayor parte de la investigación sobre cadenas de suministro inversas se centra en cuestiones técnicas y operativas. En la economía circular, las tecnologías de la información desempeñan un papel importante, las cuales se explican en la Figura 8.

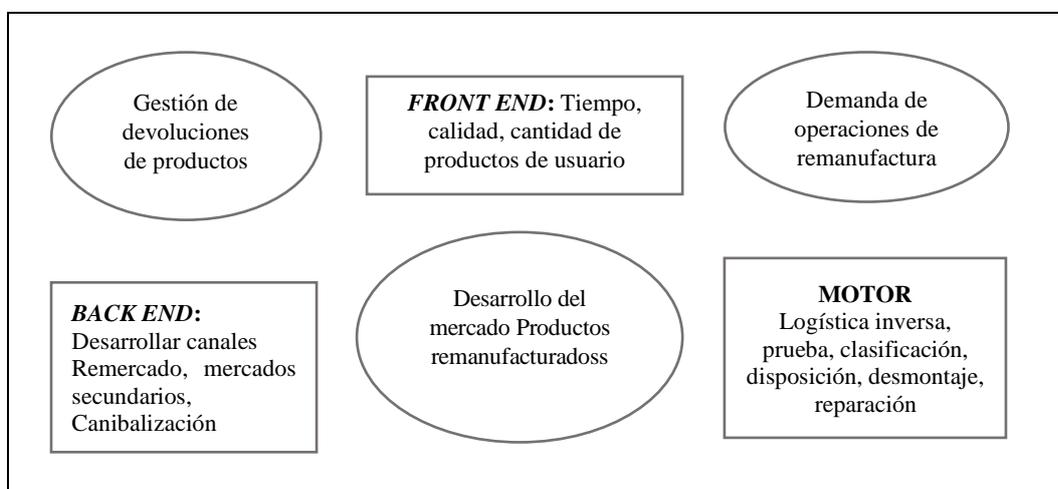


Figura 8. Actividades en la cadena de suministro inversa

Nota. Adaptado de The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research, por V. Guide y L. Van Wassenhove, 2009, *Operations Research*, 57(1), p. 12.

2.1.8 TOC para proyectos y cadena crítica

Leach (2014, p. 266) mencionó que la mayoría de las organizaciones tardan un año o más en adecuar sus procesos a los cambios necesarios para implementar proyectos desde el punto de vista CCPM (*critical chain project management*). A continuación, se presentan algunas reglas para aplicar esta teoría.

Regla 1 – Enfoque de actividades mediante Kanban

Kanban permite trabajar en la reducción del desperdicio de multitarea y reducir el trabajo en curso real, de inmediato. Es mucho más fácil controlar la información de entrada y salida en cada proceso, que cambiar una organización mediante la aplicación de herramientas profesionales de gestión de proyectos. En la Figura 9 se muestra un ejemplo de una tarjeta Kanban.

Nombre del Proyecto: 1. TOC en línea de pagos de servicios. EDT/WBS: 1.5
 Nombre de la Tarea: RECIEVE (Recepción de la respuesta del proveedor del pago realizado en línea)
Administrador de la tarea: Jefe de Producción

Fecha de inicio / Estado inicial/Capacidad: 15-08-2020 / 88
 Fecha de término / Estado final//Capacidad: 15-08-2020 / 90 (*Drum* - Cuello de botella - Tambor)

Límite en *Pull/Buffer* (Amortiguador): 30 (Máximo trabajo en proceso-Wip)
 Información en línea / (*Rope*): Equilibrio de procesos (oferta = demanda)

Figura 9. Tarjeta KANBAN / TOC (DBR)

Nota. Tomado de *Critical Chain Project Management*, por L. P. Leach, 2014, p. 59.

Regla 2 – Buffer - Amortiguación de tiempos con CCPM

El desafío de la TOC consiste en el incremento de la utilidad, mediante un mayor rendimiento (*throughput*), lo cual es más efectivo que la reducción de costos. En la Tabla 16 se muestra un ejemplo de cómo incrementando el rendimiento (*throughput*), se obtiene una mayor utilidad.

Tabla 16

Tabla comparativa de utilidades, reducción costos directos versus incremento del rendimiento

	Situación inicial	Reducción del costo directo	Incremento del <i>throughput</i> (ventas)
Ventas	\$100	\$100	\$120
Materia prima	\$35	\$35	\$42
Mano de obra directa	\$10	\$8	\$10
Otros costos	\$50	\$50	\$50
Costo total	\$95	\$93	\$102
Utilidad neta	\$5	\$7	\$18
Rendimiento		40%	260%

Nota. Tomado de *Critical Chain Project Management*, por L. P. Leach, 2014, p. 266.

Capítulo III: Definición del problema

3.1 Antecedentes

La empresa de servicios financieros, a partir del año 2017, comenzó a experimentar un incremento exponencial en la demanda de servicios de pagos de telefonía. Bajo este esquema, el banco decide incrementar la cantidad de canales físicos y virtuales, mediante los cuales prestaba servicios a sus clientes; entre ellos se encuentran: agencias, ATM-Cajeros, cajeros corresponsales, *smartphone*-APP, tecnología celular (Banco de la Nación, 2017). Sin embargo, a pesar de realizar algunas modificaciones para mejorar, de alguna forma, la capacidad instalada digital transaccional, la oferta tecnológica seguía presentando una serie de restricciones en la atención a clientes. Como consecuencia de este crecimiento transaccional y la inexistencia de una visión global de la cadena de suministro tecnológica de servicios, se presentaron problemas en el proceso crítico de “Pago de Servicios de Telefonía”, del macroproceso “Desarrollo de Productos y Servicios”.

Esta situación se convirtió en una limitación para el funcionamiento óptimo de la cadena. Durante el día, la línea digital se desconectaba unas 10, 15, 20 veces, razón por la cual el área de producción destinaba una persona para que la línea digital sea activada en forma intermitente y no se bloqueen los demás servicios (ver Tabla 17).

Tabla 17

Tiempos de procesamiento por proceso línea digital de pagos (API) (en segundos)

Proceso	1	2	3	4	5	6	7	El mayor
Asignar sesión digital (oferta-demanda)	60	40	45	55	35	50	60	60
Conectar con línea sincrónica SIX	10	8	9	10	9	10	10	10
Enviar sesión + teléfono	15	13	12	15	14	15	15	15
Invitar – confirmar conexión	10	9	11	10	9	11	10	10
Recibir factura de pago	30	28	29	31	32	29	30	30

Nota. Tomado de los resultados del Apéndice B.

Continúa

Continuación

Proceso	1	2	3	4	5	6	7	El mayor
Asignar sesión digital (oferta-demanda)	20	19	20	17	18	17	19	20
Conectar con línea sincrónica SIX	10	11	12	10	11	11	11	10
Enviar sesión + teléfono	15	14	15	15	16	15	15	15
Invitar – confirmar conexión	10	12	11	10	10	11	10	10
<i>Recibir factura de pago</i>	<i>90</i>	<i>87</i>	<i>88</i>	<i>91</i>	<i>88</i>	<i>89</i>	<i>90</i>	<i>90</i>

Tomado de los resultados del Apéndice B.

La primera restricción se ubicaría en el proceso “Asignar” y la segunda restricción, en el proceso “Recibir factura de pago”. Al resolver la primera restricción surgió la segunda restricción. Para un mejor entendimiento causa-efecto de la problemática presentada, en la Figura 10 se muestra el análisis efectuado con un diagrama de árbol de problemas.

En el diagrama se identifican las causas principales del estudio de abajo hacia arriba, considerando que los problemas aguas arriba vendrían a ser los efectos producidos por la no solución de las causas y efectos mostrados aguas abajo. Como conclusión del análisis efectuado, el problema principal sería el impacto en el negocio producido por las “Excesivas interrupciones en la producción del servicio digital de pagos (*time out*, caídas de la línea)”. Los problemas específicos son todos los que contribuyen a este problema principal. Este estudio de investigación se focalizará en la solución de las causas indicadas con los números 1, 2, 3, 4. La causa raíz 1 está relacionada con el proceso “Recibir” y la causa raíz 2, con el proceso “Asignar”.

Como complemento de este análisis, se incluye el diagrama de Ishikawa por procesos, donde se alinean los problemas encontrados en cada proceso de negocio empresarial (ver Figura 11).

3.1.1 Resumen de los principales problemas identificados

Los principales problemas identificados se presentan en la Tabla 18, los cuales se resolverán mediante la aplicación focalizada de la teoría de restricciones.

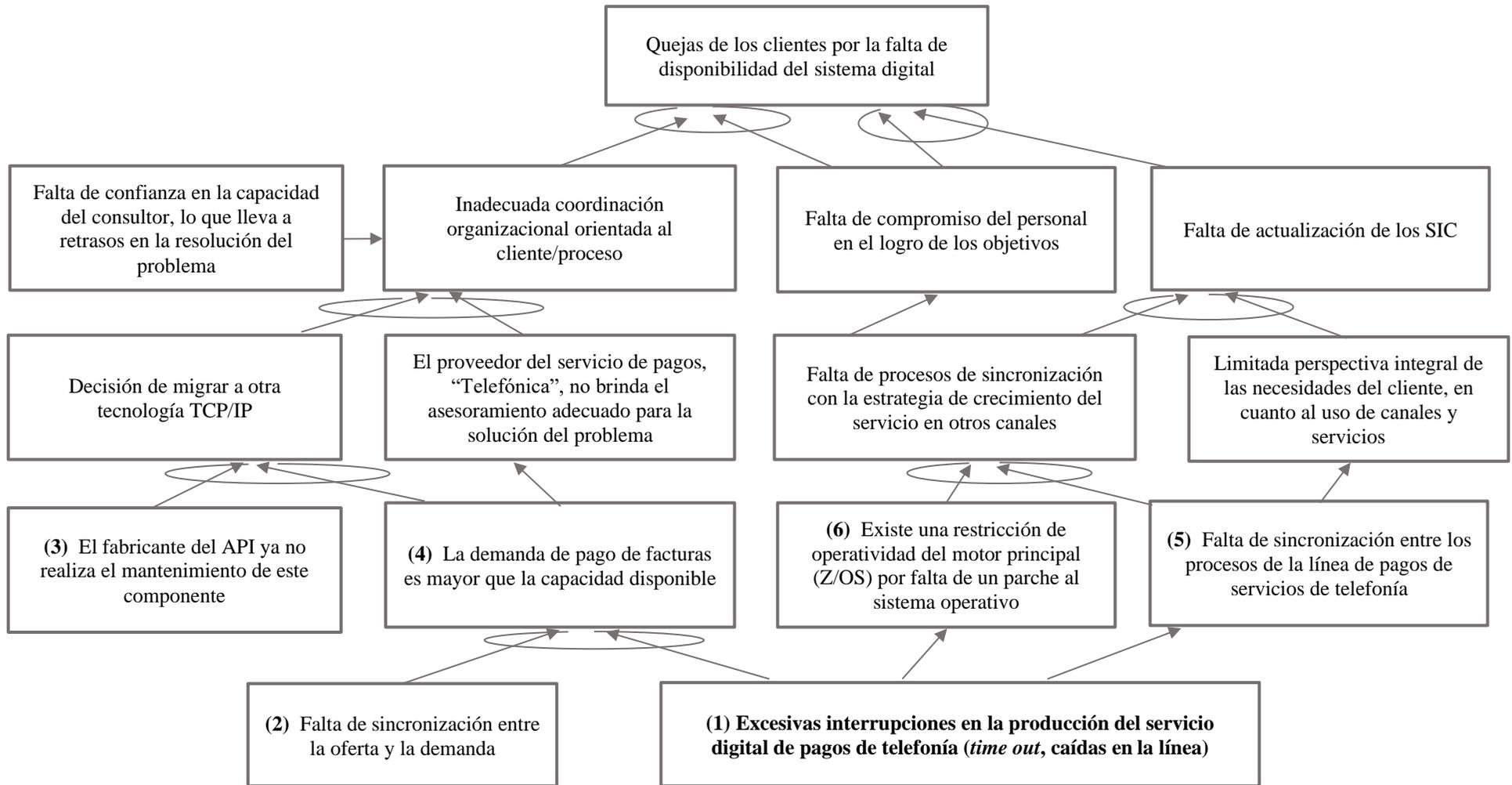


Figura 10. Diagrama de árbol de problemas o TOC Design Thinking

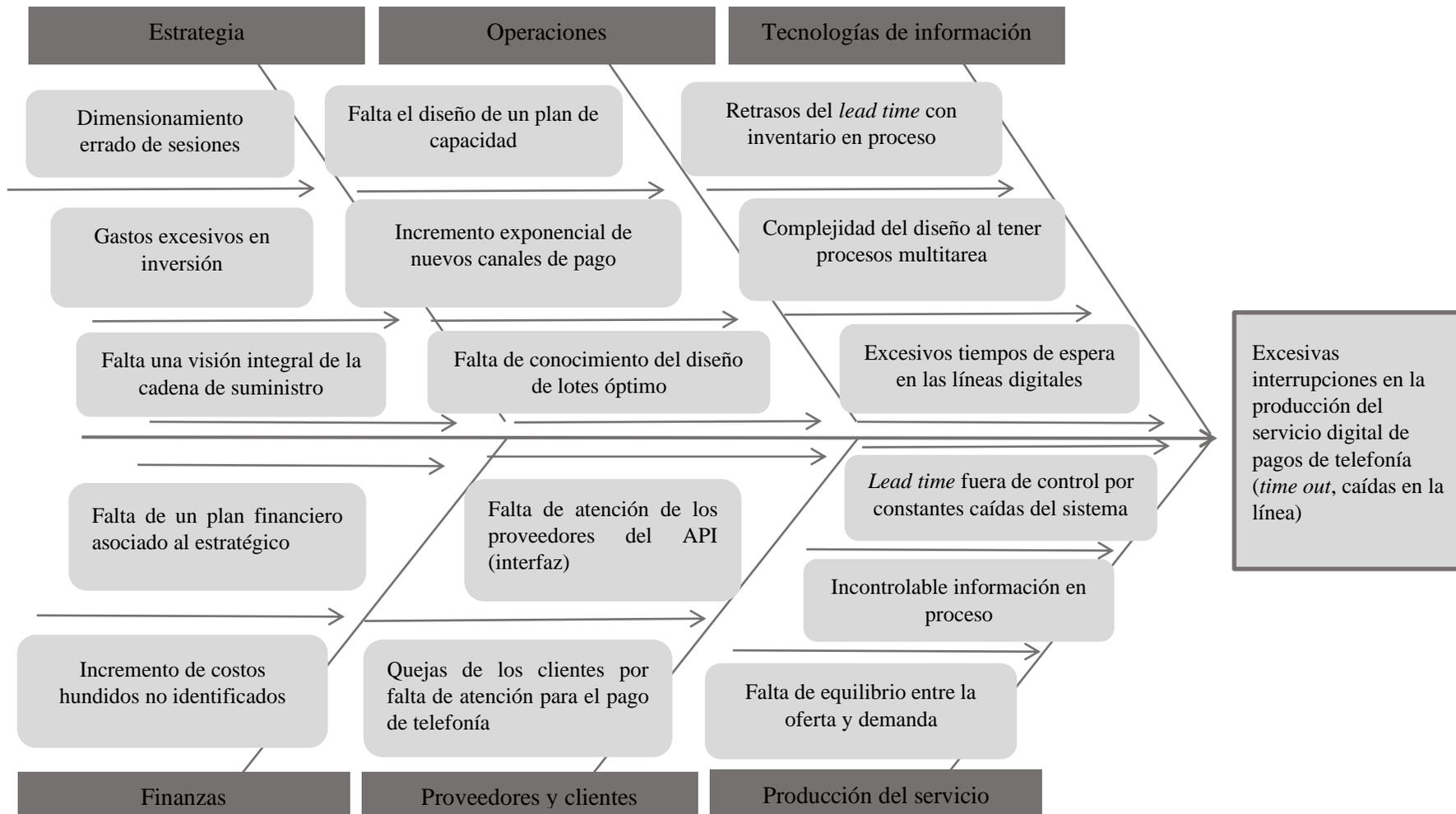


Figura 11. Diagrama de Ishikawa por procesos

Tabla 18

Matriz de consistencia de problemas

N.º	Procesos de negocio	Problemas focalizados identificados	Justificación
1	PRODUCCIÓN DEL SERVICIO	Excesivas interrupciones en la producción del servicio digital de pagos (<i>time out</i> , caídas de la línea).	Retrasos en el <i>lead time</i> y cuellos de botella originados por la incontrolable información en proceso (Wip). Falta de conocimiento en el diseño de lotes óptimos transaccionales.
2	OPERACIONES Tecnologías de la información (TI) Tecnologías de sistemas (TS)	Falta de sincronización (equilibrio) entre la oferta y la demanda.	El número de sesiones digitales ofrecidas por el proveedor y el banco no cubren las necesidades de pago de los clientes.
3	LOGÍSTICA ENTRADA/SALIDA Mantenimiento del API (Interfaz para el transporte de datos)	El fabricante del API ya no realiza el mantenimiento de este componente.	EL API esta desactualizado debido al crecimiento de nuevos canales de servicio al cliente.
4	ESTRATEGIA	La demanda de pagos de facturas es mayor que la capacidad disponible.	Dimensionamiento errado del tamaño de sesiones óptimo para la línea de producción.

3.1.2 Sincronización de la estrategia con la problemática, objetivos propuestos

La alineación de los objetivos estratégicos definidos por el banco con la problemática identificada, debilidades FODA y los objetivos planteados, se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19

Matriz de consistencia de objetivos estratégicos, objetivos propuestos, problemas y debilidades matriz FODA

Objetivos estratégicos	Problemas	Objetivos propuestos	Debilidades Matriz FODA
(Objetivo 6) Mejora del uso de las tecnologías de información y comunicaciones	Excesivas interrupciones en la producción del servicio digital de pagos (<i>time out</i> , caídas de la línea).	Aplicación de la TOC con el fin de eliminar los cuellos de botella e información en proceso en las TIC.	Los sistemas informáticos del banco necesitan ser actualizados para soportar el <i>core business</i> y exigencias de los clientes.
(Objetivo 6.1) Implementación de un nuevo modelo para gestionar la demanda de productos tecnológicos	Falta de sincronización entre la oferta y demanda.	Aplicar el Modelo <i>Lean-VSM</i> , Kanban TOC DBR, para la identificación de procesos, tiempos, capacidades y requerimientos de entrada y salida en cada etapa del proceso.	Inadecuada coordinación y comunicación organizacional que dificulta el entendimiento de la tarea conjunta, orientada a las necesidades del cliente.
(Objetivo 6.2) Rediseño de los macroprocesos	El fabricante del API ya no realiza el mantenimiento de este componente.	Rediseño de los modelos de interfaz de las líneas digitales (API), mediante la aplicación de la TOC-método DBR, para mejorar la calidad de servicio de las TIC.	La gestión de procesos no está orientada a niveles de servicios entre áreas y hacia los clientes.
(Objetivo 6.3) Formular e implementar un plan de transformación digital	La demanda de pagos de facturas es mayor que la capacidad disponible.	Aplicación del modelo TOC <i>Throughput</i> , para determinar el rendimiento financiero a nivel de toda la cadena de suministro.	Limitada perspectiva integral de ciudadano/canal/productos – servicios.

Capítulo IV: Diseño de las Propuestas de Mejora

4.1 Métodos y procedimientos

Este capítulo incluye la definición de un caso de estudio, en el que se aplica el concepto TOC de Goldratt (2012), para resolver la problemática de pago del servicio digital de telefonía de la empresa (Banco de la Nación, 2017, p. 102). Además, se plantea la metodología por usar para la revisión integral de la cadena de suministro del banco, teniendo en cuenta la identificación y la eliminación de las restricciones internas y externas, sobre la base de los resultados logrados en la solución del caso práctico.

4.1.1 Caso de estudio

La empresa de servicios financieros bancarios, a partir del año 2017, comenzó a aumentar la cantidad de canales físicos y virtuales mediante los cuales prestaba servicios a sus clientes; entre ellos, se encuentran: ATM-Cajeros automáticos, cajeros corresponsales, interfaces web, *smartphone*-APP, Multired virtual, tecnología celular (Banco de la Nación, 2017). Sin embargo, el servicio se inicia utilizando la misma oferta tecnológica y considerando las antiguas interfaces de comunicación con las cuales se trabajaba. Además, implementaron algunas modificaciones para mejorar, de alguna forma, la capacidad instalada transaccional ofrecida.

Al incrementarse la demanda de servicios, se comenzaron a producir procesos *time out* (caídas) del sistema. La línea digital de pagos se bloqueaba entre 10 a 30 veces en un día, lo cual impactaba en toda la cadena de suministro del banco. Para restaurar la operatividad de la línea, se realizaban procesos manuales permanentes.

Se programaba pasar de la tecnología SIX a la tecnología TCP/IP, lo cual implicaba un desembolso considerable de inversión para trasladar todos los servicios y licencias establecidas. La comunicación SIX se desarrollaba mediante una interfaz de programación de

aplicaciones (API), que enlaza, en forma síncrona, los servicios del banco con los servicios externos del proveedor de telefonía. Si se realiza un paralelo con el sector de producción y sus líneas de fabricación, el API representa la fábrica donde se ubican cada uno de los procesos de entrada y salida para la producción del servicio. El enfoque, para aplicar la filosofía TOC de Goldratt (2012), será en este “eslabón”.

Los procesos de la interfaz del programa de aplicación (API), donde se aplicará la TOC para dar solución a los problemas presentados, se presentan en la Figura 12. La fábrica del servicio (API) establece la sincronización entre la base de datos del proveedor y el sistema de información del banco, representado por el eslabón central Host (Servidor de datos y comunicaciones centralizado). La fábrica (API) requiere, para su funcionamiento, sesiones digitales virtuales.

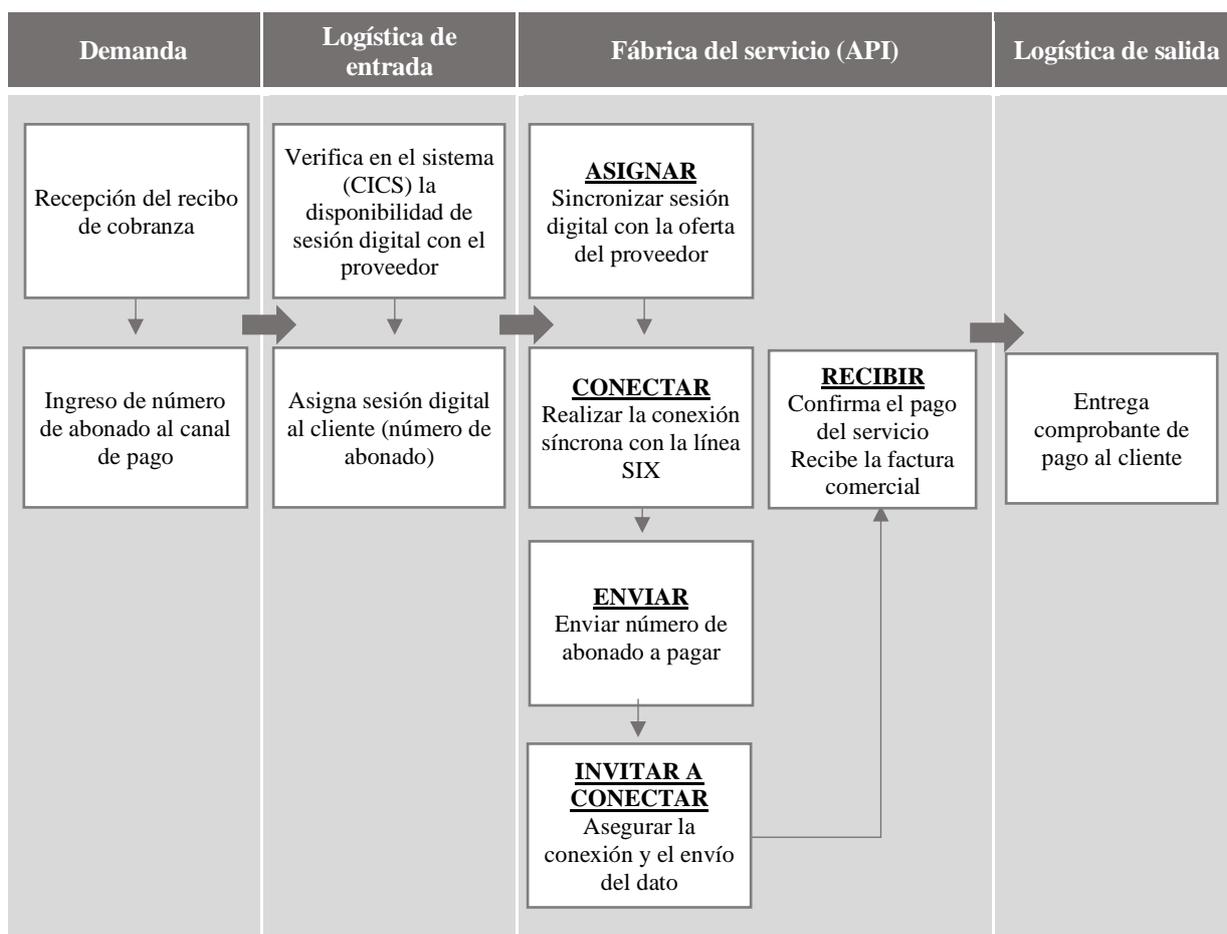


Figura 12. Arquitectura de la cadena digital para el pago del servicio de telefonía en línea

4.1.2 Métodos

En el presente estudio se utiliza un enfoque cuantitativo y cualitativo para la aplicación de la filosofía TOC o Teoría de restricciones en las líneas digitales del sistema de información y comunicaciones de la banca de servicios. En una primera instancia, se aplica la filosofía TOC al caso de estudio planteado y luego, con un enfoque global integral, a toda la cadena de suministro del banco. Para esta propuesta inicial se realiza un rediseño del proceso de pagos, modificando el componente de interfaz API, al cual se le denominará como la “Fábrica del servicio”, de la línea digital SIX de pagos de teléfonos.

Por otro lado, sobre la base de los resultados obtenidos por medio de la aplicación de la TOC en la línea de pagos, se planteará un nuevo modelo de negocio de ciclo cerrado en función de la transferencia de activos reusables, los cuales servirían de entrada a un nuevo modelo de negocio de economía circular. Asimismo, se demostrará la influencia de la aplicación de la TOC para aumentar la calidad del servicio y el rendimiento de los SIC (Sistemas de información y comunicaciones), mediante la aplicación del Modelo TOC de rendimiento. Además, el estudio de investigación tiene un diseño experimental, pues para demostrar el modelo propuesto se lleva a cabo el estudio en una empresa de servicios financieros bancarios.

El trabajo de investigación se basa en un análisis de la información de demanda primaria y secundaria. Para la demanda primaria, se realiza una consultoría en la empresa elegida, a partir de la identificación del problema/s y el análisis de los procesos del negocio actual en las líneas digitales y el planteamiento de una propuesta, mediante la eliminación de restricciones en todas las etapas de la línea de pagos identificada y/u otras líneas de servicios analizadas. El análisis secundario implica la toma de información del planeamiento estratégico del banco (Banco de la Nación, 2017), encuestas y estadísticas, incluidas en este estudio.

4.1.2.1 Métodos para la aplicación de TOC en la solución del caso de estudio. El rediseño de la interfaz del programa de aplicación API (fábrica del servicio) se desarrollará mediante la TOC-método DBR, complementado con otras metodologías, tales como:

- (1) Aplicación de *Design Thinking* en la identificación de las restricciones, desde el nivel más alto de gestión de la cadena de suministro (Estrategia *Supply Chain*) hasta el último eslabón de las diferentes líneas de servicios identificadas. En esta etapa se define un árbol de problemas causa-efecto para comenzar el estudio, lo que permitirá identificar las restricciones existentes. Además, se recurre a un Log (base de datos) del sistema de información y comunicaciones, donde se guardan los errores en cada etapa de la cadena de suministro de la línea de servicios de pago.
- (2) Análisis de procesos utilizando *Lean-Value Stream Mapping* (VSM), con el fin de identificar procesos, actividades, capacidades, tiempos y restricciones de la cadena de suministro. Se realiza un análisis de procesos utilizando la herramienta VSM y se identifican los procesos de cuello de botella.
- (3) Aplicar el método TOC-DBR (tambor, amortiguador, cuerda), para eliminar todas las restricciones de la cadena y dar valor a cada nodo de la línea de producción de servicios. Aquí se emplea el concepto de amortiguación de tiempo y capacidad, explotando y transfiriendo todos los recursos a la restricción principal identificada, mediante el uso de seudocódigos de programación automatizados. Además, del *Lean Kanban* para controlar los estados de los procesos.
- (4) Aplicar la teoría de restricciones (TOC) para el cálculo de la utilidad, a partir del concepto de *throughput* (rendimiento). Esta etapa es el complemento de las otras para establecer el rendimiento alcanzado en toda la cadena de suministro.
- (5) Se plantea, además, un análisis financiero comparando el modelo anterior con la propuesta TOC implementada, para luego realizar una proyección del comportamiento

de la línea por trabajar con diferentes tamaños de oferta del servicio. Para demostrar la viabilidad, se aplica el concepto de VAN marginal, determinando el tamaño óptimo en la capacidad de sesiones digitales y el tamaño de la inversión más adecuado para la infraestructura empresarial.

4.1.2.2 Diagrama resumen de la metodología aplicada para el caso de estudio. El ciclo de vida de la aplicación de la filosofía TOC en la línea digital de Servicios de Pago de Telefonía de la banca de servicios se presenta en la Figura 13. Luego del cálculo del rendimiento (TOC *Throughput*), el ciclo se repite en el caso de que se identifique otra restricción en la línea de pagos de servicio de telefonía. En la actualidad, la aplicación de esta metodología (TOC DBR) ha logrado reducir/eliminar servicios en proceso, mejorar la sincronización de los procesos de la línea de pagos, bajo el concepto de *Rope*.

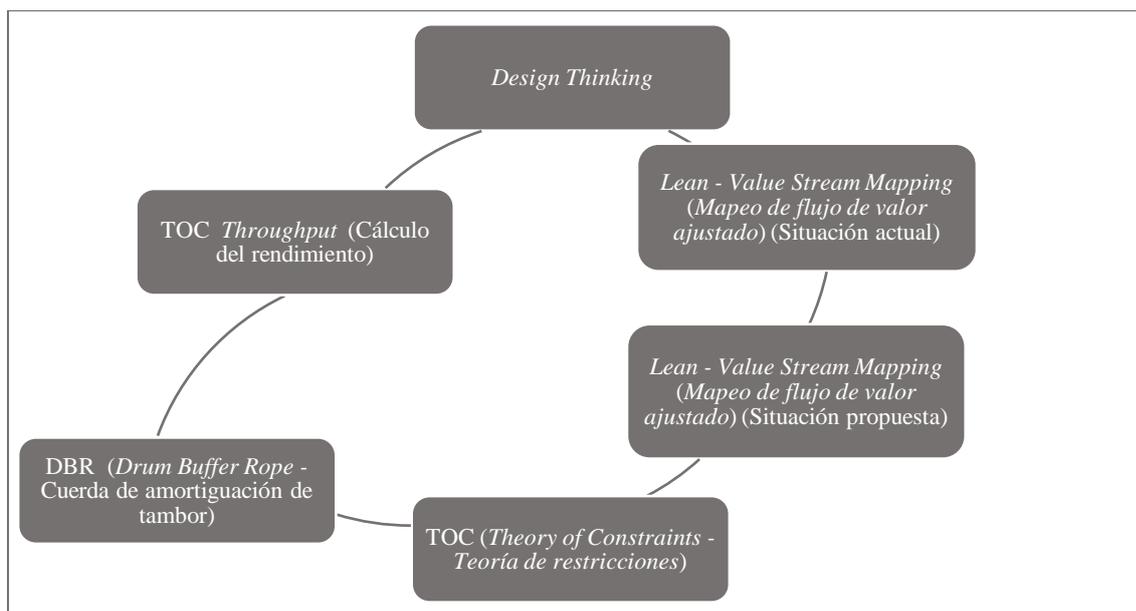


Figura 13. Ciclo de la Metodología aplicada a la Línea de pagos de servicio de telefonía

Capítulo V: Resultados

5.1 Objetivos

Para el análisis de los resultados en la aplicación de la filosofía TOC propuesta, en primer lugar, se presenta la situación actual y, luego, la propuesta con la aplicación de la TOC en la línea de servicio de pagos de telefonía.

5.1.1 Análisis de la situación actual

El crecimiento de la demanda de productos y servicios de la compañía muestra una tendencia exponencial, causando cuellos de botella en la mayoría de los canales, en especial en los canales virtuales (tecnología). De esta forma, la demanda es mayor que la oferta. Esta situación provoca una serie de restricciones operativas, las cuales ya se han identificado en la descripción del problema y se resuelven sin una estrategia global para toda la cadena de suministro. En este sentido, el estudio se llevará a cabo considerando una visión integral de la cadena de suministro, identificando sus restricciones de manera integrada. Una de las limitaciones identificadas es el proceso de servicios de pago en línea por servicios telefónicos.

Esta restricción afecta a toda la línea de pago y, a su vez, genera una contención de servicios (cuello de botella) en toda la red de la cadena de suministro de los servicios tecnológicos del banco. Teniendo en cuenta este problema inicial, se realiza este estudio de investigación. Sin embargo, en un inicio, tendrá algunas limitaciones: las estadísticas de caída de línea y las transacciones realizadas por canal.

En la Figura 14 se muestra el número de transacciones realizadas por año, por día, para el período 2012-2018. Luego, se realiza el pronóstico mediante el simulador de riesgo y el análisis de series de tiempo (ver Tabla 20).

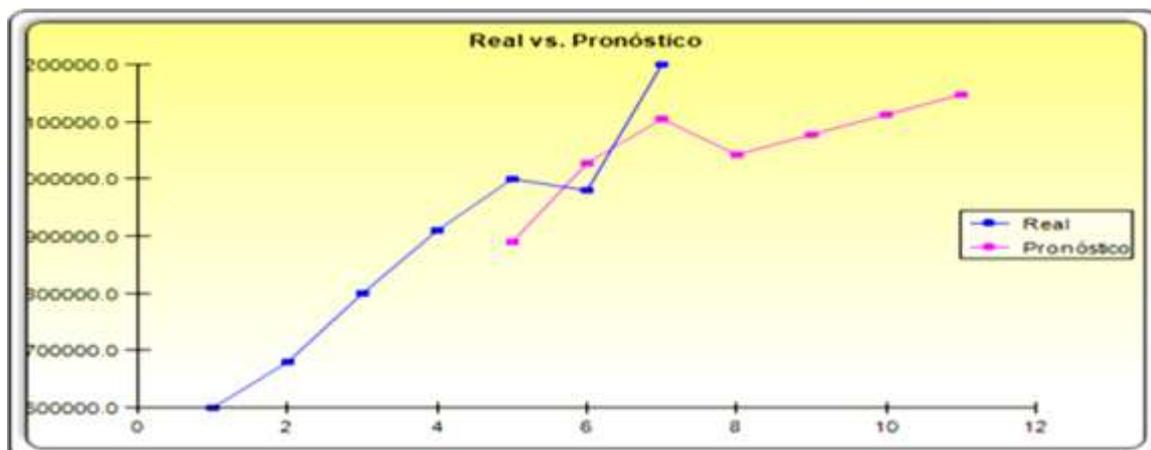


Figura 14. Número de transacciones por año, en la línea digital de pagos

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017.

Tabla 20

Pronóstico de transacciones: período 2019-2022

Periodo	Real	Pronóstico Ajustado
2012	600000.00	
2013	680000.00	
2014	800000.00	
2015	910000.00	
2016	1000000.00	890000.00
2017	980000.00	1027500.00
2018	1200000.00	1105000.00
Pronóstico8		1042500.00
Pronóstico9		1077500.00
Pronóstico10		1112500.00
Pronóstico11		1147500.00

Nota. Adaptado de *Modeling Risk Applying Monte Carlo Risk Simulation, Strategic Real Options Analysis, Stochastic Forecasting, and Portfolio Optimization*, por J. Mun, 2010.

El número de transacciones procesadas por año, por día y las transacciones procesadas por fallas del sistema (tiempo de espera) se representan en la Figura 15. El porcentaje de tiempo de inactividad (tiempo de espera) se estimó en alrededor del 35% por año, y tiene un gran impacto y contención en toda la cadena de suministro de tecnología del banco. El lote promedio de transacciones diarias, considerando los últimos 3 años, es de 3,611 transacciones. El inventario de productos en proceso es de 1,264 transacciones diarias.

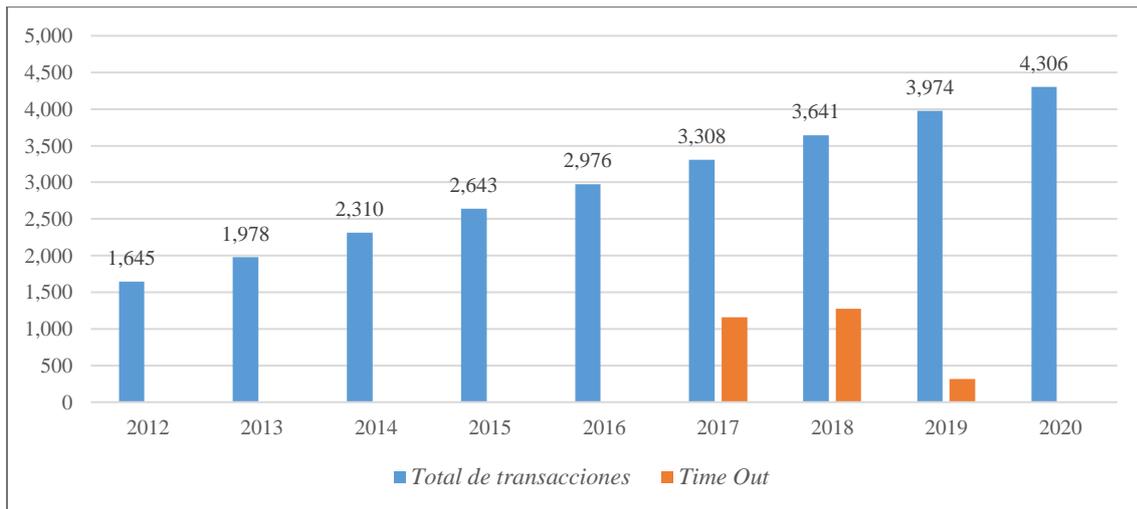


Figura 15. Número de transacciones diarias versus restricciones (*time out*)
Nota. Tomado de los resultados del Apéndice B.

5.1.2 Análisis de la situación propuesta

El análisis se realizó utilizando la metodología propuesta, de acuerdo con el ciclo de desarrollo de la TOC (ver Figura 16). Luego, se desarrolló, en detalle, cómo aplicar el rediseño de la interfaz del programa de aplicación (API), utilizando la TOC-método DBR.

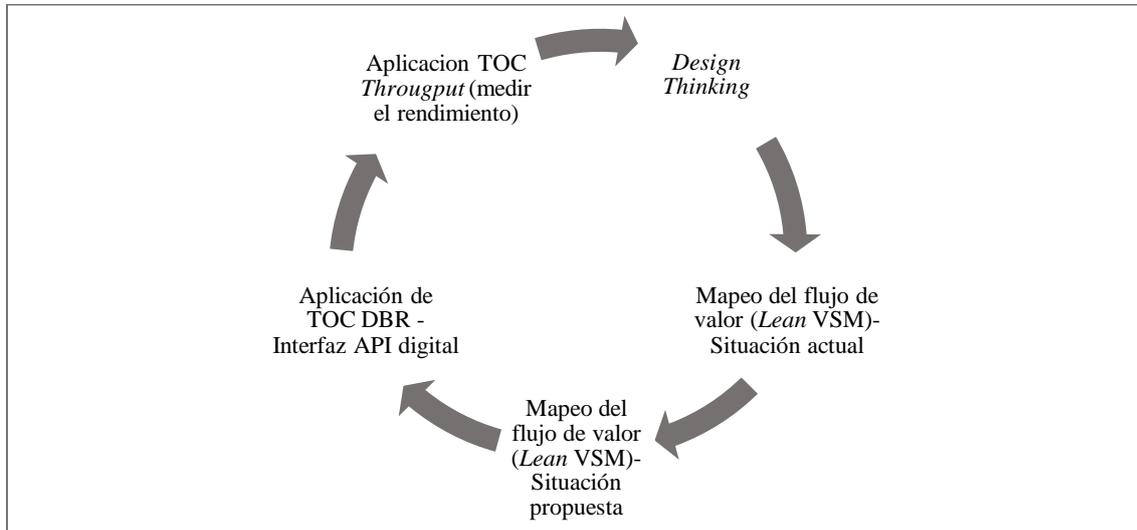


Figura 16. Modelo de solución TOC en una empresa de servicios financieros bancarios

5.1.2.1 Design Thinking. En este proceso se aplicará la técnica del árbol de problemas, para identificar las restricciones de la situación actual en el proceso de pago en línea de los servicios de telefonía del macroproceso Desarrollo de Productos y Servicios.

Entre las restricciones identificadas, se encuentran: (1) Excesivos *time out* - caídas de la línea de comunicación, TIC, al momento de recibir la cancelación de pago del servicio (proceso de recepción). (2) Falta de sincronización entre la oferta y la demanda (proceso asignar). (3) El fabricante del API ya no realiza su mantenimiento, con lo cual el banco deberá realizar el rediseño, facilitando además la aplicación de la TOC en este componente. Los problemas (4) y (5) se resuelven al solucionar los problemas 1, 2 y 3, con la aplicación de la metodología planteada. El uso de esta metodología permite apreciar que los principales cuellos de botella se ubican aguas abajo y, a medida que uno camina aguas arriba, se identifican otras restricciones.

5.1.2.2 Mapeo de flujo de valor Lean (VSM) – Situación actual. Las estaciones virtuales que forman parte del servicio de tecnología de pago en línea se muestran en el diagrama *Value Stream Mapping* (VSM) (ver Figuras 17a y 17b). El proceso se lleva a cabo de la siguiente manera: el cliente utiliza uno de los canales digitales del banco y realiza el pago de un servicio telefónico. En caso de pagar por el canal de ventanilla, el receptor ingresa al sistema y envía la información a la línea de pago digital; sin embargo, en los otros canales, el cliente envía el pedido en forma directa. La secuencia del pago en la línea digital es la siguiente: asignar estación, conectar a la red del proveedor, enviar datos, enviar invitación para preparar el pago del cliente, recibir respuesta del proveedor, indicando si se realizó el abono en forma satisfactoria.

En función del análisis realizado en la fase de *Design Thinking*, el cuello de botella se encuentra en el proceso de recepción de la respuesta del proveedor y en la asignación de una estación disponible. Toda la conversación digital se realiza mediante la red del proveedor (SIX) - Arquitectura de red del sistema, a través de la cual se lleva a cabo toda la ejecución del API con el SIX proveedor. En la Figura 17a se ha representado la situación actual y las

características del proceso. Cuando se produce un error en cada estación, de inmediato, la información se escribe en una base de datos de auditoría (Log).

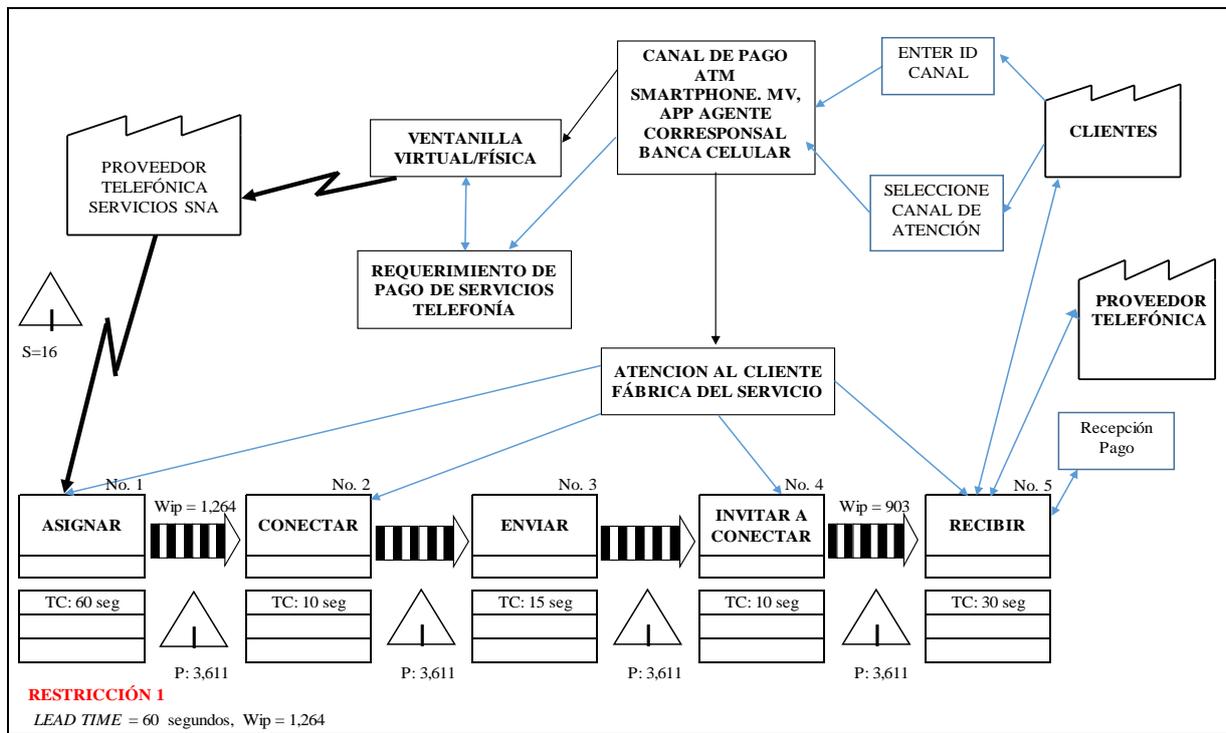


Figura 17a. Pago en línea: mapeo del flujo de valor, situación actual. Identificación de la restricción 1 en el proceso de Asignar

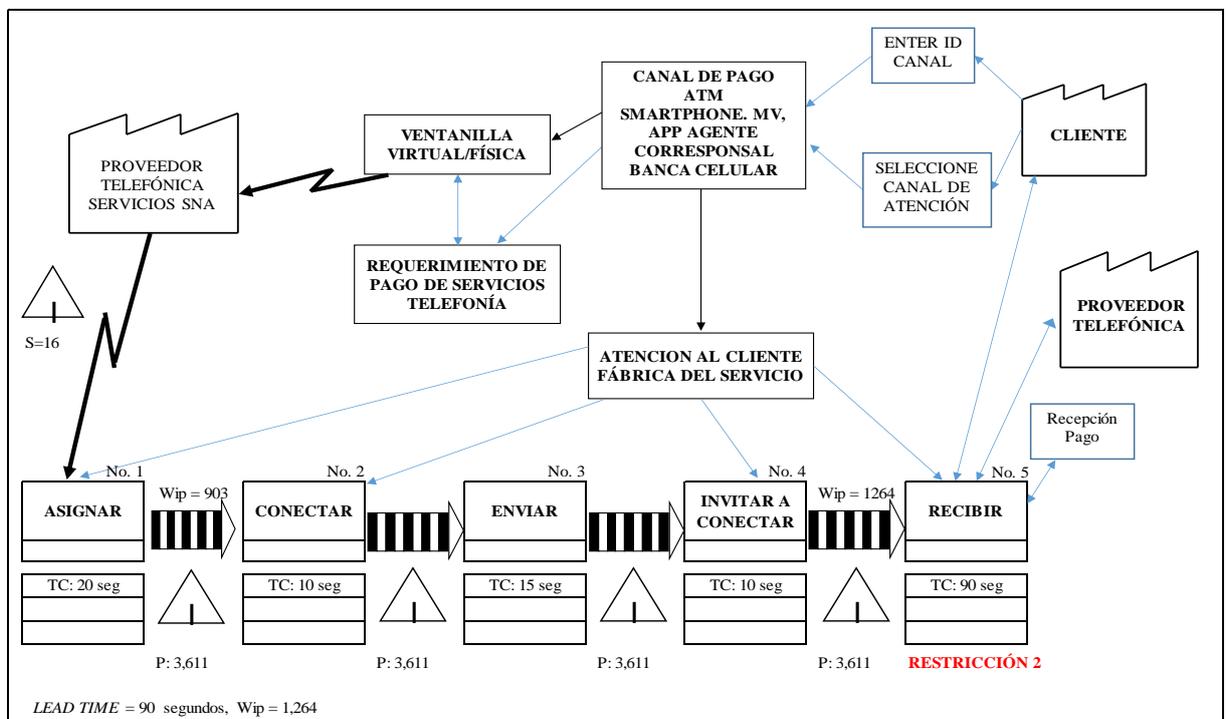


Figura 17b. Pago en línea: mapeo del flujo de valor, situación actual. Identificación de la restricción 2 en el proceso de Recibir

La segunda restricción se ubica en el proceso de recepción (ver Figura 17b) y la primera, la más importante, en el proceso de Asignación, representada por el tiempo de ciclo más largo, 90 segundos. P identifica el número de transacciones diarias (3,611 transacciones) que pasan por el ancho de banda de la red. Wip (trabajo en proceso) representa el trabajo en proceso causado por el cuello de botella. Asimismo, la participación del proceso de Recibir en el lote de servicio equivale al 35% y en el caso de Asignar, al 25%.

5.1.2.2.1 *Identificación y descripción de los procesos críticos de la línea digital.*

- **Asignar.** Consiste en encontrar un espacio disponible en la red para asignar la sesión de trabajo. Esta sesión tiene que estar sincronizada con la capacidad del proveedor disponible. La capacidad instalada de la línea de servicio del proveedor está representada por el número de sesiones fijas reutilizables, establecidas por el proveedor de servicios. El banco, por medio de su plataforma CICS (sistema de control de entrada y salida), debe sincronizar el proceso de sus transacciones a esta capacidad. Como la demanda de servicios era mayor que la ofrecida por el banco, se originaba una primera restricción y luego, al superar esta restricción, se identificaba la restricción más importante, al momento de recibir la respuesta del proveedor para el pago de la factura por servicios.
- **Conectar.** Establece y sincroniza la conexión con la sesión bancaria y la sesión de la línea del proveedor.
- **Enviar.** Envía el registro de datos encapsulados de la sesión al proveedor de servicios, con el fin de informar a la línea de pagos SNA que la conversación digital requiere enviar datos de pago del cliente. El proveedor de servicios escanea en la base de datos el pago pendiente del recibo para preparar la información y, así, realizar el pago.
- **Enviar invitación.** Realiza la misma operación, pero envía un mensaje al proveedor para indicar que recibirán el pago.

- **Recibir.** Es la restricción más importante y es el último proceso de la línea de pagos de telefonía. Este proceso implica que el pago se ha realizado y se emite el recibo por el pago del teléfono. En la actualidad, no se controla la capacidad ni el tiempo de procesamiento ajustado al número de transacciones solicitadas por la demanda de pago.
- Se pueden presentar errores por no encontrar el número de factura a pagar del cliente en la base de datos del proveedor. En ese caso, se recibe un mensaje no satisfactorio con el código de error correspondiente. El error 81 (estado) implica la falta de sincronización y la generación de un cuello de botella, al no recibir respuesta del proveedor.

5.1.2.3 Teoría de restricciones (TOC DBR) – VSM propuesto. En esta fase se aplica la metodología DBR, teniendo en cuenta el análisis del problema realizado y el diagrama VSM actual. El rediseño del API se lleva a cabo mediante la aplicación de amortiguadores de tiempo y capacidad. Estas memorias intermedias se expresan utilizando un lenguaje de programación SIX de alto nivel, con integración a la plataforma SNA y considerando todas las etapas de la metodología TOC. Una vez identificada la restricción, se decide su explotación, alineando todos los recursos en función del ritmo del cuello de botella. Luego, se verifica si se produce otra restricción y se sigue el mismo procedimiento.

En este estudio de investigación, el caso real planteado incluye el amortiguador de tiempo y capacidad en cada subproceso digital de la línea de pagos. De esa manera, será posible eliminar todas las restricciones de la línea de pago con un impacto positivo en toda la cadena de suministro. A continuación, se explica cada elemento de la metodología.

5.1.2.3.1 DBR (tambor, amortiguador, cuerda). En esta etapa se define el modelo de optimización propuesto. Se entiende que es un modelo *Just at time* (Justo a tiempo), a partir de la aplicación de la TOC- método DBR, de tal manera que sincroniza la línea y elimina tanto la pérdida de tiempo de espera como el procesamiento excesivo por la falta de capacidad en el cuello de botella.

- **Drum (tambor).** En esta fase, las metodologías aplicadas previamente y la información del sistema han permitido identificar las restricciones. Por esta razón, se procederá a desarrollar el paso 2 de la TOC: explotar la restricción.
- **Buffer-Damper (amortiguador).** En este enlace se define un tiempo de capacidad, sobre la base del cuello de botella y un *buffer* de estado para sincronizar el proceso del banco con los procesos del proveedor. Luego, se sincroniza la línea completa con la capacidad instalada del enlace del cuello de botella. Además, se agrega un amortiguador de tiempo y condición del estado. El estado le informa a la estación si el siguiente enlace está listo para recibir la información de pago. También se definió un *buffer* de tiempo de 30 segundos, como el límite máximo para evitar que la línea de pagos se bloquee y produzca un impacto en toda la cadena de suministro digital.
- **Rope-Cuerda.** Alinea la demanda justo a tiempo con la oferta de servicio de toda la línea de suministro de pagos. Se aplicaría el concepto de (*Pull-Jalar*). El VSM propuesto, después de aplicar el rediseño de la interfaz del programa de aplicación (API) mediante la filosofía TOC DBR, se aprecia en la Figura 18 (ver Apéndice B).

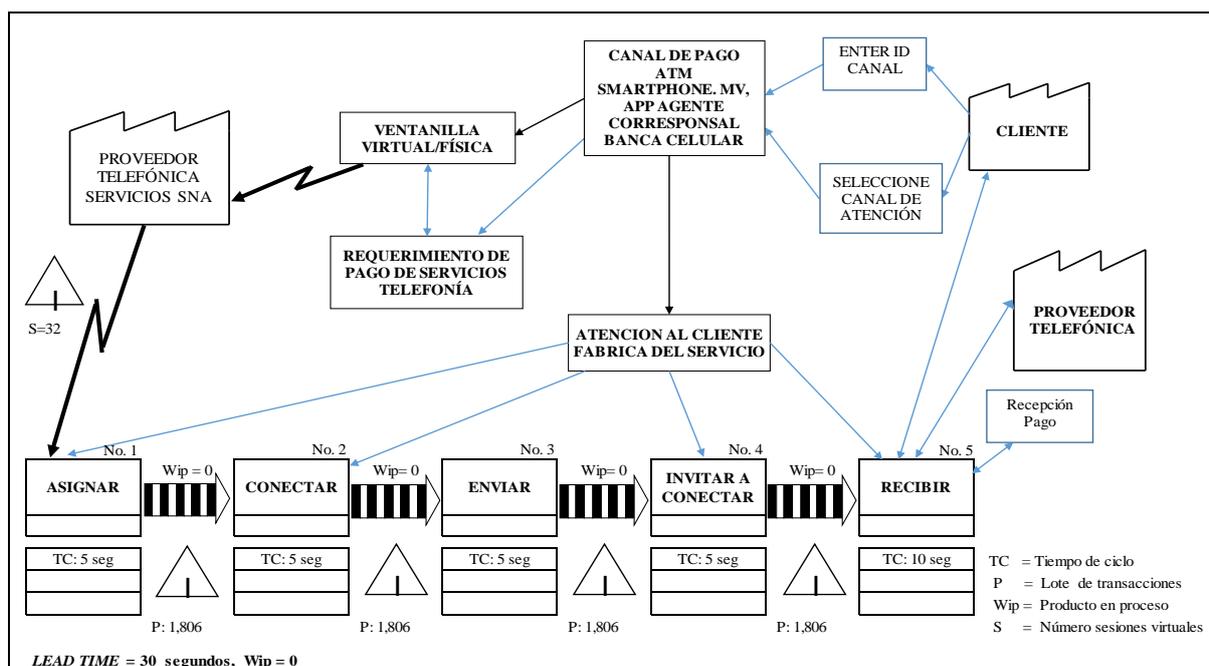


Figura 18. Pago en línea: mapeo del flujo de valor, situación propuesta

5.1.2.3.2 *Programa de interfaz de aplicaciones (API) digital que representa la línea de pagos del servicio de telefonía donde se aplica TOC-DBR (fábrica del servicio).* El modelo representado por el pseudocódigo del componente SIX API (ver Apéndice C) es rediseñado con la aplicación de la TOC-método DBR. El rediseño incluye amortiguadores establecidos de tiempo y capacidad en todas las fases de los servicios de pago de telefonía. En este sentido, el tiempo de amortiguación está representado por la variable WK-VECES (30 segundos), que vendría a ser el tiempo máximo de espera para recibir una respuesta de la siguiente estación; y la capacidad de amortiguación está representada por WK-STATE (90). El valor 90 es el estado máximo donde se registra la restricción y todas las estaciones deben sincronizarse con este valor. La primera restricción que se elimina es la indicada en el proceso de asignar. Luego, se vuelve a correr el modelo TOC y se identifica otra restricción en el proceso de recepción.

5.3.1 Resumen de los resultados en la solución del caso de estudio

La capacidad instalada, expresada en número de sesiones, se sincronizó con la capacidad instalada del número de proveedores (Asignar). Al aplicar la teoría de la restricción (TOC-método DBR), la restricción principal (Recibir) y todas las restricciones anteriores se eliminaron de la línea de servicios de pago de telefonía.

Es importante mencionar que, de acuerdo con la teoría de Goldratt (2012), el tiempo de amortiguación debería ser la mitad del tiempo de entrega del servicio:

$$(Lead\ time = 60\ segundos; Amortiguador = Lead\ time / 2 = 30\ segundos).$$

Según Leach (2014), el amortiguador también se puede representar como un 25% de la capacidad máxima de la restricción:

$$Buffer = 25\% * 90 = 30\ segundos.$$

La teoría de restricciones (TOC) se aplicó con éxito, explotando la restricción principal y asignando todos los recursos al cuello de botella. En este sentido, la aplicación TOC-DBR se inicia colocando un amortiguador de tiempo y un amortiguador de capacidad en la restricción

Recibir, donde la capacidad máxima (estado) es de 90, trabajando al 100% y un amortiguador de tiempo de 30 segundos. Luego, se aplica el mismo procedimiento a todas las estaciones anteriores de la línea de pago tecnológica, para alinear todas las estaciones de trabajo a la capacidad máxima de la restricción (90) y con un bucle de tiempo, para verificar el estado de la próxima estación antes de enviar información.

La aplicación de la TOC-método DBR implica que las funciones y los procesos del API SIX de alto nivel con SNA se rediseñen, definiéndose en cada etapa, a partir de un algoritmo de programación de flujo de pago, amortiguadores de tiempo y capacidad. La automatización de la TOC-método DBR, en la API, garantiza la calidad del servicio en cada estación de las tecnologías de información y comunicaciones. Al aplicar el *buffer* de tiempo, el tamaño del lote de transacción del servicio de pago que fluye en la línea se reduce de manera automática, proporcionando flexibilidad, calidad y sincronización con la demanda.

Capítulo VI: Caso de Negocio

6.1 Visión de Futuro - Objetivos

En los capítulos anteriores se ha planteado un modelo TOC para su aplicación en cada eslabón del macroproceso de desarrollo de productos y servicios. En este capítulo se plantea un modelo estratégico global por seguir, para la implementación de la teoría de restricciones (TOC) en toda la cadena de suministro empresarial. El modelo propuesto sincroniza los macroprocesos de las actividades primarias de la cadena de valor con los objetivos del plan estratégico empresarial.

Para este efecto, se presenta un caso de negocio que sirve de modelo para la elaboración y el desarrollo del planteamiento propuesto. El modelo incluye la etapa de gestión de proyectos para el diseño del portafolio, los programas y los proyectos requeridos. Se desarrollan los procesos o las actividades principales del PMBOK, así como la regla de negocio para incluir la gestión TOC, cadena crítica en la programación de actividades.

Se concluye con una propuesta de un modelo de negocio de ciclo cerrado en la cadena de suministro, basada en la transición de activos con un enfoque *pull* de la demanda. Además, se plantea la transición de activos, como resultado del procesamiento en las líneas digitales, cuyo valor económico del producto final permite realizar el bucle cerrado cooperativo y contribuir al sistema de información distribuido.

6.1.1 Ciclo de vida de la teoría de restricciones (TOC)

En el Apéndice C se plantea el ciclo de vida o modelo de desarrollo futuro para integrar la aplicación de la TOC con la estrategia global empresarial y su aplicación en toda la cadena de suministro. Para este planteamiento, se tomó como base lo especificado por Chopra y Meindl (2013, p. 27) respecto a cómo lograr el ajuste estratégico en la cadena de suministro. La secuencia de pasos para lograr el mencionado ajuste estratégico es la

siguiente: (1) Identificación del caso de negocio de la cadena de valor. (2) Aplicación de la TOC-método DBR en la línea digital. (3) Ajuste estratégico en el nivel de macroproceso. (4) Ajuste estratégico en la cadena de suministro, consiste en alinear las estrategias de la empresa con las estrategias del macroproceso. (5) Gestión de proyectos, se define el portafolio, los programas y los proyectos del caso de negocio de la cadena de valor. (6) Ciclo cerrado de economía circular, para la transferencia de activos a otras líneas digitales y su reuso.

6.1.1.1 Descripción del caso de negocio. El Gobierno autoriza el otorgamiento excepcional y por única vez de un subsidio monetario de S/ 760, denominado Bono Universal. Trasladado este pedido de urgencia al banco, se inicia el proyecto de desarrollo automatizado del proceso denominado “Apertura masiva de cuentas DNI”. A este efecto, se definen mesas de trabajo para la definición funcional y la definición técnica del desarrollo del producto.

La segmentación de clientes se realiza considerando: (1) El Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (Reniec) selecciona los clientes mayores a 18 años, sobre la base de la información existente en sus registros. (2) En el ámbito urbano, el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE) realiza la aprobación de los hogares beneficiarios en el ámbito urbano. (3) El Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Midis) realiza la aprobación de beneficiarios en el ámbito rural, los hogares beneficiarios del Programa Nacional de Apoyo Directo a los más Pobres-Juntos, Programa Nacional de Asistencia Solidaria “Pensión 65” y Programa Nacional de Entrega de la Pensión no Contributiva a Personas con Discapacidad Severa en Situación de Pobreza-Contigo.

La inversión autorizada es de S/ 6,644,102,397, con lo cual la demanda potencial del mercado para el proyecto masivo de cuentas DNI sería igual 8,742,240 (Ocho millones setecientos cuarenta y dos mil doscientos cuarenta) clientes, aproximadamente, el 27% de la población total del Perú. Sobre este porcentaje se aplican los lineamientos, los filtros, con el fin de establecer la demanda potencial real para el proyecto.

6.1.2 TOC-DBR en la línea digital

6.1.2.1 Análisis estratégico del problema. A continuación, considerando las características del caso de negocio, se define la problemática desde el punto de vista estratégico: (1) El caso de negocio tiene una demanda con incertidumbre implícita, impuesta a la cadena actual de la cadena de suministro digital, teniendo en cuenta las necesidades que el cliente espera satisfacer (aproximadamente, 8,742,240 clientes). Es implícita porque es solo una parte de lo que el cliente espera. (2) No se ha definido, con claridad, cuál es el alcance del desarrollo propuesto, justamente por tratarse de una demanda con incertidumbre implícita. (3) Otro de los problemas, teniendo en cuenta el punto (1), es cómo definir el tamaño del lote. (4) Sobre la base de la plataforma de sistemas actual del banco, un problema adicional sería el tiempo de ciclo del lote (*lead time*) hasta la generación de la cuenta, a partir de la línea digital de pagos por definir. (5) Por tratarse también de una demanda incierta, el producto por obtener es uno menos maduro, con lo cual se requiere tiempos adicionales para complementar el desarrollo, con un alcance mayor.

En vista de esta problemática, el siguiente paso consiste en desarrollar el ajuste estratégico en el nivel de macroproceso, identificando alternativas de solución, según la filosofía TOC.

6.1.3 Ajuste estratégico del macroproceso

El caso de negocio “Apertura masiva de cuentas DNI” pertenece al macroproceso de productos y servicios de las actividades primarias de la cadena de valor empresarial. Para realizar el ajuste estratégico del eslabón, se identifican los factores clave del análisis estratégico de la problemática y se plantean soluciones desde el punto de vista de la filosofía TOC, para su aplicación en la solución del caso de negocio. En el Apéndice D, se identifican los factores requeridos en el alineamiento estratégico y para cada factor se propone una solución desde el punto de vista de la filosofía TOC.

6.1.4 Ajuste estratégico en la cadena de suministro

Consiste en alinear las estrategias de la empresa con las estrategias del macroproceso, desde el punto de vista de la filosofía TOC. En el Apéndice E se presenta un cuadro comparativo de los objetivos definidos en el Plan Estratégico de la banca de servicios (Banco de la Nación, 2017, pp. 93-97) y las soluciones propuestas. Estas soluciones son de alto nivel y formarían parte del portafolio de proyectos por desarrollar a futuro. Para efectos de la aplicación del ciclo de vida estratégico, se considerará el desarrollo del proyecto de “Aperturas masivas de cuentas DNI”. En este sentido, se define con más detalle tanto la estructura de desglose del trabajo (EDT) de este producto/servicio como el diseño de su línea digital.

6.1.5 Gestión de proyectos

Con el fin de desarrollar y priorizar, en forma ordenada, las aplicaciones definidas para el ajuste estratégico a nivel del macroproceso, a continuación, se definen los portafolios, programas y proyectos aplicando la guía del PMBOK y lo mencionado por Angulo (2015). Se realiza una planificación gradual sobre la base de lo especificado en la estructura de desglose de trabajo (EDT), con el fin de ir ampliando los módulos por desarrollar, en la medida que el desarrollo del proyecto vaya alcanzando madurez, y es posible la identificación de otras actividades no visualizadas con la incertidumbre de la información.

6.1.5.1 Definición del portafolio, programas y proyectos. En función de lo definido con anterioridad, se procede a especificar el portafolio de programas y proyectos. Las definiciones del portafolio, los programas y los proyectos requeridos para la implementación del Bono Familiar Universal, de tal forma de tener un alcance de los futuros proyectos por desarrollar, se presentan en el Apéndice F.

Uno de los beneficios importantes está relacionado con el rediseño de las líneas digitales para su transformación en líneas digitales por producto. Asimismo, este rediseño

permite la aplicación del método TOC-DBR con el fin de simplificar y eliminar las restricciones en la ejecución de los procesos. En el siguiente subpunto se define la EDT de la aplicación correspondiente al proceso de pago de la apertura masiva de cuentas DNI. Esta aplicación, a diferencia del caso de estudio de pagos de servicios de telefonía, es un sistema de información cuyo proceso se desarrolla en forma de lotes secuenciales, dada la gran cantidad de registros por procesar (fábrica del servicio). El EDT planteado facilitará la elaboración del cronograma de actividades y la medición del alcance del sistema.

6.1.5.2 *Diseño de la estructura de desglose del trabajo de la EDT.* La descripción, el detalle y el alcance de la EDT del Proyecto “Apertura Masiva de Cuentas DNI”, así como el alcance del producto, se presentan en el Apéndice G. Para el alcance del proyecto, se tienen en cuenta las actividades funcionales necesarias para la identificación de los clientes y el cálculo de la demanda potencial; la definición del alcance y la planificación de tiempos, riesgos, costos y control de calidad. En el alcance del producto, se consideran diferentes módulos, tales como: análisis, diseño, construcción, pruebas y pase a producción. En este sentido, a partir de la definición de la EDT, se realizará el estudio de tiempos, mediante la definición de un cronograma de actividades y tomando como referencia información relativa a la cadena crítica e información relevante del PMBOK.

6.1.5.3 *Gestión del producto.* La línea digital propuesta tiene un enfoque de desarrollo modular, ágil y se ha planteado sobre la base de la filosofía de trabajo TOC, tomando como experiencia lo desarrollado en el caso de estudio de la línea digital de pagos de servicios de telefonía, con la diferencia que la apertura de cuentas DNI es un proceso *batch*, es decir, por lotes. Un tema importante en el proceso *batch* es la determinación del tamaño del lote, considerando las restricciones, los costos de la oferta de servicios y la demanda con incertidumbre implícita. Según Shin, Kim, Cho y Hur (2017), el tamaño del lote está en función del *throughput* y el *lead time*. En este sentido, el tamaño del lote se debe

calcular teniendo en cuenta un equilibrio entre los costos de producción o del servicio, el rendimiento de la línea y el *lead time* del servicio.

La descripción de la línea digital, sobre la base de la metodología desarrollada de TOC-DBR en los capítulos anteriores, se puede apreciar en el Apéndice H. Asimismo, en vista de que la línea digital aún se encuentra en proceso de construcción, se realizará una simulación estratégica temporal para el cálculo del lote de datos (demanda), considerando la fórmula de tamaño de lote óptimo de Chopra y Meindl (2013), como sigue:

$$\text{Tamaño de lote óptimo} = Q = \sqrt{2DS/hC}$$

Donde:

D = Demanda de clientes = 8,742,240

S = Inversión marginal por economías de escala = 332,205,120 (*)

(*) = $-6,644,102,400 + 6,976,307,520$ (velocidad en la línea) = 332,205,120

C = Costo unitario = 760 soles

h = Costo de retención en cuenta de ahorros = 1 (no hay cobro de mantenimiento en cuenta de ahorros)

$$\text{Reemplazando en la fórmula} = \sqrt{\frac{2 \times 8,742,240 \times 332,205,120}{1 \times 760}} = 2,764,539$$

$$\text{Inventario de ciclo} = \frac{2,764,539}{2} = 1,382,270$$

En función de este resultado, se simula el lote de datos que se transfiere a través de la línea de apertura masiva de cuentas DNI. El modelo propuesto a desarrollar, el cual permitirá tener un mayor alcance de las actividades por programar en el cronograma, se presenta en el Apéndice H. Los módulos con restricciones, y que se pueden convertir en cuellos de botella para toda la línea de apertura, se han señalado en rojo. La creación de cuentas constituye una de las restricciones identificadas en la línea digital, pues de manera interna se trabaja con múltiples bases de datos.

La línea representada tiene la ventaja de ser multiproducto, es decir, en lugar de tener dos líneas por proceso (una para clientes y otra para cuentas), se ha diseñado una sola línea por producto (Cuenta DNI). El módulo JCL *Batch* realizará la función *pull*, configurando el proceso para el equilibrio entre la oferta y la demanda. Con el fin de optimizar y explotar la restricción “Apertura de cuentas”, en la línea se crea una célula de trabajo, distribuyendo la funcionalidad en tres partes, operada por un solo agente electrónico. Asimismo, la línea contará con procesos Kanban, que sirven de intermediarios para las entradas y salidas de cada módulo. Estos controles están dados por los estados o respuestas en la ejecución de cada módulo, asegurando que no se presenten interrupciones para la creación del producto. El *lead time* o tiempo de ciclo por lote es de 60 minutos, para un tamaño de lote igual a 1,382,270 transacciones de los clientes, a quienes se les debe crear su cuenta DNI.

6.1.5.4 *Gestión del tiempo.* El desarrollo del cronograma de actividades tiene en cuenta lo definido en la EDT, donde se han planeado las actividades para la gestión del proyecto y la gestión del producto. En esta etapa, se considera las limitaciones de tiempo, los recursos disponibles (oferta), la demanda, con el fin de realizar una correcta gestión del alcance.

6.1.5.5 *Planificar la gestión del cronograma.* En el Apéndice I, se detallan las entradas, herramientas técnicas y salidas necesarias para obtener el cronograma de actividades.

6.1.5.6 *Lista de actividades.* A continuación, se detallan las actividades necesarias, la secuencia y el tiempo requerido para la realización de cada una de ellas, con el fin de desarrollar el proyecto de apertura masiva de cuentas DNI.

Según lo indicado por Angulo (2015) y lo recomendado por Oliva (2016), se define una plantilla resumen de todas las actividades planteadas en la EDT. La duración de las actividades se calcula con la herramienta de estimación análoga, debido a que se utiliza

información histórica y el juicio de expertos con vasta experiencia en el tema. La estimación análoga se utiliza, además, para determinar las duraciones más probables, optimistas y pesimistas, según lo siguiente:

$$\frac{tO + (tM \times 4) + tP}{6} = \text{Tiempo estándar duración de tareas (tE)}$$

Donde: tO = tiempo optimista; tM = tiempo probable; tP = tiempo pesimista y

tE = tiempo estándar de duración

La duración total del proyecto es de 85 días, sin considerar el *buffer* programado por la incertidumbre de la demanda (ver Apéndice J). En el Apéndice K se muestra el cronograma de actividades, con la programación de tiempos de cada actividad. Para este efecto, se tienen en cuenta los tiempos estándar calculados (tE) en la lista de actividades del Apéndice J. Al final del cronograma, se aplica la holgura para la cadena crítica, equivalente a 15 días de trabajo adicional. Esta holgura podría haberse calculado como el tercio del tiempo total de duración del proyecto (85/3), es decir, aproximadamente 28 días, con lo cual se llegaría, aproximadamente, a los 5 meses programados para la terminación del proyecto.

6.1.5.7 Gestión de riesgos. A continuación, se elabora la estructura de desglose de riesgos (RBS, *Risk Breakdown Structure*), con el fin de identificar los factores por considerar para la elaboración de la matriz de riesgos de probabilidad e impacto del Proyecto Bono Familiar Universal (ver Apéndice L). Para la asignación de los factores de impacto (I) y las probabilidades de ocurrencia (P), se hace uso de la información mostrada en el Apéndice M. Sobre la base del RBS, se construye la Matriz de Riesgos, en donde se enumeran los distintos riesgos y se indica el impacto y la probabilidad de ocurrencia (ver Apéndice N). En la Matriz de Riesgos se han identificado 5 riesgos críticos y 13 riesgos medios, los cuales son complementarios; es decir, si no se logra eliminar un riesgo, este afecta a otro riesgo de la matriz. Las acciones o tratamiento de los riesgos se detallan en el Apéndice N, las cuales

implican realizar a futuro un “Plan de Contingencias”, para asegurar un desarrollo preventivo y correctivo en caso se presente el riesgo identificado.

6.1.5.8 Gestión de costos. En esta sección se incluye la gestión del valor ganado. Con este fin, se asignan costos a cada uno de los paquetes de trabajo de la EDT y en función de lo que se está trabajando en el proyecto de “Apertura masiva de cuentas DNI”, se calcula el valor ganado (EV), el costo real (AC) y el valor planificado total (PV) para este proyecto. El PV para un proyecto es igual al presupuesto hasta su conclusión (BAC). En el Apéndice O se representa cada uno de estos valores y se describe el presupuesto planificado acumulado total del proyecto (PV). Se observa, claramente, que el proyecto se encuentra en problemas con relación al tiempo y costo, pues el costo real (AC) está por encima del valor planeado (PV) y el valor ganado es menor que el valor planificado (PV).

Esta situación se presenta por la incertidumbre de la demanda y también porque la empresa no tiene experiencia en la aplicación de líneas por producto, sincronizadas mediante la utilización de la filosofía TOC-DBR. Sin embargo, las expectativas de conclusión (BAC), en cuanto al valor del proyecto, estarían cubiertas por el riesgo identificado y la asignación de una reserva de administración, la cual es añadida al valor planificado (PV + reserva de administración). Para un mejor entendimiento, el valor ganado (EV) es el valor del trabajo que ha sido completado. El costo real (AC) es el costo total en el que se incurre realmente por el trabajo realizado hasta la fecha.

6.1.5.9 Gestión de calidad. Con el fin de definir herramientas de control para el aseguramiento de la calidad del nuevo producto “Aperturas masiva de cuentas DNI”, se plantea un diagrama de afinidad para identificar los requerimientos del producto digital por obtener (ver Apéndice P). El requerimiento de madurez es muy importante para el reuso de los productos o servicios de toda la cadena de suministro empresarial. Este proceso permitirá mejorar los índices de responsabilidad social empresarial (RSE) y asegurar la sostenibilidad del servicio prestado al

cliente. La sincronización de la oferta y demanda es muy importante para asegurar el enfoque de la línea por producto hacia la satisfacción total del cliente.

Otro factor importante es la eliminación de los tiempos de espera (*timeout*), de tal forma de controlar las caídas de la línea y, a la vez, un impacto negativo sobre los demás eslabones o líneas digitales de la cadena de suministro. Sobre la base de la información mostrada en el Apéndice P, para cada requerimiento del nuevo producto se define: los objetivos, los procesos de negocio y los indicadores, con el fin de poder efectuar un seguimiento a las políticas de calidad inherentes a estos requerimientos (ver Apéndice Q).

6.1.6 Modelo propuesto de ciclo cerrado (economía circular)

El modelo se desarrolla según la teoría propuesta por Alexandris, Katos, Alexaki y Hatzivasilis (2018), acerca de implementar un sistema cerrado de economía compartida, mediante la transición de activos a otros eslabones de la cadena de suministro, con un enfoque *pull* de la demanda. Asimismo, se considerará el valor económico y las propiedades específicas de cada activo, al momento de ser transferidas a otro nodo de la cadena de suministro, con el fin de generar el ciclo cerrado y, por ende, la economía circular.

Para el caso del presente estudio y tomando como ejemplo los productos finales de la línea de servicios de pago de telefonía y la línea de apertura de cuentas DNI (visión futura), en la primera línea, el activo está representado por la base de datos de facturas comerciales; y en la segunda línea se obtienen dos activos importantes: la base de datos de los clientes (bancarizados, no bancarizados) y la base de datos de las cuentas. Cabe mencionar también que este modelo de transición de activos forma parte de otro de los objetivos estratégicos de la institución financiera acerca de la formulación e implementación de un plan de transformación digital: objetivo 6 (Banco de la Nación, 2017, p. 96). En el Apéndice R, se representa el modelo estratégico de ciclo cerrado.

En el procesamiento de la línea digital de pago de servicios de telefonía, realizado por los clientes en el banco, se obtiene el activo “factura comercial”, que ingresa en el ciclo cerrado al alimentar la línea digital de apertura de cuentas DNI. En esta línea, el sistema identifica si la información del cliente corresponde a un cliente bancarizado o no bancarizado. Si es no bancarizado, se procede a la creación del cliente y de la cuenta. En el caso de estar bancarizado, solo se le deposita el monto asignado en la cuenta correspondiente al cliente. La información de clientes bancarizados reusable ingresa a la línea digital de pagos de servicios de telefonía, para facilitar el pago de dicho servicio por parte del cliente.

La información de cuentas DNI retroalimenta la línea digital de préstamos (colocaciones) en forma automática, para ofrecer al cliente nuevos servicios. Reusar los activos permite al banco simplificar los procesos y contribuir con el medioambiente, pues se reduce el nivel de energía utilizado para el procesamiento de las TIC, los procesos son más ágiles, se reducen los costos y se obtiene un mejor nivel de los indicadores RSE, ROI, ROA y ROE.

Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo se describe, en forma de resumen, los objetivos logrados en los resultados y algunas recomendaciones para mejorar la aplicación de la TOC en la cadena digital de pagos de servicios de telefonía, y la aplicación de dicha teoría con mejoras a toda la cadena de pagos de servicios del macroproceso de desarrollo de productos y servicios de la banca financiera de servicios. Como investigación futura se plantea el diseño de un modelo de ajuste estratégico en el nivel de los macroprocesos y de toda la cadena de suministro. Así como, el diseño de un modelo de ciclo cerrado de economía circular, tomando como entrada el producto digital, resultado de la aplicación del modelo TOC en las líneas digitales.

7.1 Conclusiones y Resultados del Caso Línea de Servicios de Pago de Telefonía

Sobre la base de los resultados obtenidos por la aplicación de la filosofía TOC en la línea de servicios de pago telefónico, el siguiente paso en la investigación consiste en continuar con el análisis de los otros servicios y productos proporcionados por el banco e identificar las otras limitaciones. Esto implica comenzar con la estrategia comercial, hasta identificar aguas abajo las otras restricciones relacionadas con las actividades principales:

- (1) Para gestionar una mayor flexibilidad y adaptabilidad de la cadena de servicio, es importante que las memorias intermedias de tiempo y capacidad se declaren como variables dinámicas en el API, las cuales se puedan ajustar a la cadena de acuerdo con la demanda del servicio. De esta manera, se puede aplicar la reutilización, sin la necesidad de realizar nuevos rediseños en el API. Asimismo, implica que el tamaño del lote se ajuste de manera automática, de acuerdo con la sincronización de la línea y el tiempo *Takt* asociado con la velocidad de producción para cumplir justo a tiempo con las demandas del cliente.
- (2) Al aplicar la TOC en la cadena se optimizan una serie de variables, como el tiempo de ejecución total de una transacción, *lead time* (tiempo de entrega); la reducción del lote de

datos que se transfieren a través de la red, ayudando a mejorar la capacidad de la línea instalada y a eliminar los riesgos de caídas del servicio.

- (3) A continuación, se realiza una comparación entre la situación actual y cómo esta cambia con la propuesta de la línea de servicios de pago de telefonía (ver Tabla 21). Según los resultados, la capacidad del servicio aumentó en 32 sesiones en línea. El *buffer* de tiempo, según el lote de datos, se configuró en 30 segundos; sin embargo, podría caer a 15 segundos. El tiempo de entrega se optimizó en 30 segundos. El tamaño del lote se optimizó a la mitad, al mejorar el tiempo de la línea. Por último, todos los servicios (transacciones en proceso - Wip) fueron eliminados. En el Apéndice S se grafica la información comparativa de las conclusiones.

Tabla 21

Tabla comparativa de la situación actual y la propuesta

Variables	Situación actual	Situación propuesta
Capacidad instalada de la línea	16 sesiones	32 sesiones
Amortiguador de tiempo (<i>Buffer</i>)	Amortiguador = 0 Tiempo de proceso > tiempo permitido en la línea	Amortiguador de tiempo = $Lead\ time / 2 = 30$ segundos
Amortiguador de capacidad	Fuera del límite de capacidad. No se controlan los estados de inicio y fin.	Se considera el estado del proceso en la restricción tambor (<i>Drum</i>) Recibir Se verifica que es igual a 90.
<i>Lead time</i>	<i>Lead time</i> = 60 segundos	<i>Lead time</i> = 30 segundos
Tamaño del lote	3,611 transacciones	1,806 transacciones
Wip – Trabajo en proceso	Wip = 1,264 transacciones	Wip = 0 Líneas sincronizadas con la demanda del cliente

7.1.1 Medición del rendimiento de la línea de pagos de servicios de telefonía, situación actual y propuesta, y una proyección futura, según el modelo TOC-throughput

La comparación del desempeño de la situación actual y la propuesta, aplicando los indicadores y la metodología de Goldratt y Cox (2013), se presenta en la Tabla 22. Los resultados obtenidos se resumen en: el rendimiento en la situación actual es de 176,025 y el rendimiento en la propuesta asciende a 227,520. El beneficio neto es de 4,721 soles en la situación actual y 62,568 soles en la propuesta. El ROI es 1.06% y 21.22% en la situación actual y propuesta, respectivamente. La productividad (PR) es 0.03 en la situación actual y 0.38

en la situación propuesta. La rotación de inventarios es de 0.40 en la situación actual y en la situación propuesta, 0.77.

Tabla 22

Cálculo del rendimiento total de la situación actual, situación propuesta de la línea de pagos digital de telefonía y proyección a futuro

SUPUESTOS	Situación actual	Situación propuesta	PROYECCIÓN A FUTURO LÍNEAS DIGITALES			
CAPACIDAD INSTALADA DE LA LÍNEA (NÚMERO DE SESIONES VIRTUALES)	16	32	40	48	56	64
VELOCIDAD DE DESEMPEÑO	1	2	2	2	3	3
COSTOS DE TRANSMISIÓN NUEVAS TECNOLOGÍAS	34	34	31	28	25	22
TAMAÑO DE LOTE DE DATOS (CANTIDAD DE TRANSACCIONES)	3,611	1,264	1,327	1,394	1,463	1,536
LEAD TIME - TIEMPO DE ENTREGA (SEGUNDOS)	60	30	30	30	30	30
Wip - TRABAJO EN PROCESO (CANTIDAD DE TRANSACCIONES)	1,264	0	0	0	0	0
PROMEDIO DE INTERÉS DE COBRANZAS POR RECIBO	2	2	2	2	2	2
PRECIO PROMEDIO COBRANZA DE RECIBOS (S/)	70	70	84	101	121	145
DISPONIBILIDAD DE LA LÍNEA DE COMUNICACIÓN (%)	35%	100%	100%	100%	100%	100%
DISPONIBILIDAD DIARIA DE LA LÍNEA DE COMUNICACIÓN (SEGUNDOS)	10,080	28,800	28,800	28,800	28,800	28,800
TOTAL DE CANALES DE COMUNICACIÓN (CANTIDAD)	7,908	7,908	8,699	9,569	10,526	11,578
COSTO UNITARIO POR DÍA DE LA LÍNEA SNA - PAGOS DE TELEFONÍA (S/)	35	35	28	22	18	14
COSTO DIARIO POR RESTABLECER LA COMUNICACIÓN (S/)	200	0	0	0	0	0
COSTO DIARIO DE LA ENERGÍA UTILIZADA (S/)	30	30	27	24	22	20
COSTO UNITARIO CONTROL DE CALIDAD (S/)	25	60	42	29	21	14
ROE	34.33%	34.33%	54.40%	47.87%	52.66%	57.93%
ROA	2.90%	2.90%	3.34%	2.93%	2.58%	2.27%
PROMEDIO DE CAÍDAS DE LA LÍNEA DE PAGOS (CANTIDAD)	30	0	0	0	0	0
VENTAS (S/)	246,435	265,440	334,454	421,413	796,470	1,003,552
COSTO DE LA MATERIA PRIMA (ENERGÍA) (S/)	70,410	37,920	35,834	33,864	32,001	30,241
THROUGHPUT (TP) - RENDIMIENTO	176,025	227,520	298,620	387,549	764,469	973,311
INVENTARIO (IN)						
PRODUCTOS EN PROCESO (S/)	88,480	0	0	0	0	0
PRODUCTOS TERMINADOS (RECIBOS ELECTRÓNICOS PAGADOS)	164,290	176,960	222,970	280,942	530,980	669,035
MATERIA PRIMA (ENERGÍA) (S/)	70,410	37,920	35,834	33,864	32,001	30,241
SUBTOTAL (S/)	323,180	214,880	258,804	314,805	562,981	699,276
INVERSIÓN DE CAPITAL (S/)	110,948	73,768	140,789	150,704	296,461	405,056
EQUIPOS (S/)	9,372	6,232	8,631	9,239	14,540	15,892
INVENTARIO TOTAL	443,500	294,880	408,224	474,748	873,982	1,120,224
			113,345	66,523	399,234	246,242
GASTOS OPERATIVOS (OE) (S/)						
COSTOS DIRECTOS	28,751	44,240	37,162	31,216	26,221	22,026
COSTOS INDIRECTOS	560	0	0	0	0	0
COSTOS DE TRANSMISIÓN (SUMINISTOS)	79,798	42,976	40,612	38,379	36,268	34,273
INTERESES PAGADOS	3,521	1,896	1,991	2,090	2,195	2,305
CONTROL DE CALIDAD Y CONCILIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	58,675	75,840	55,742	40,971	30,113	22,133
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS (S/)	171,304	164,952	135,507	112,655	94,797	80,737
UTILIDAD NETA: NP = (TP - OE)	4,721	62,568	163,113	274,894	669,671	892,574
RATIO SOBRE LA INVERSIÓN: ROI = (NP / IN)	1.06%	21.22%	39.96%	57.90%	76.62%	79.68%
PRODUCTIVIDAD: PR = (NP / OE)	0.03	0.38	1.20	2.44	7.06	11.06
ROTACIÓN DE INVENTARIOS: IT = (TP / IN)	0.40	0.77	0.73	0.82	0.87	0.87
MARGEN THROUGHPUT DE LA RESTRICCIÓN: MT = (TP / Lead Time)	2,934	7,584	9,954	12,918	25,482	32,444

Nota. Adaptado de Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018, por Banco de la Nación, 2017.

A efectos de la aplicación de la simulación Montecarlo, la inversión total marginal incremental es igual a 825,344 ¿soles.? A partir de la situación propuesta, está compuesta por las siguientes cantidades incrementales: 113,345, 66,523, 399,234, 246,242 soles.

Según los resultados, los beneficios son los siguientes: lotes de datos más pequeños, disminución del tiempo de entrega, ahorro de energía, velocidad de la línea. Asimismo, se ha realizado una proyección a futuro para evaluar el crecimiento de las líneas digitales y su impacto en los demás procesos. Para la proyección futura y el análisis de factibilidad, se parte de la situación propuesta y luego se realizan proyecciones considerando el crecimiento de la capacidad instalada de las sesiones digitales, partiendo de 32 sesiones hasta llegar a 64 sesiones virtuales. El costo de oportunidad COK considerado es del 10%.

Se asume que el costo de transmisión de datos a lo largo del tiempo por la aplicación de la TOC tiene una tendencia a bajar del -10%. El tamaño del lote de datos se incrementa en 5% para cada tamaño digital. El promedio de cobranza por recibo se incrementa en 20%. El crecimiento de los canales físicos virtuales de pago es de 10%. El costo unitario por el uso del sistema de arquitectura de datos SNA de líneas digitales se reduce en 20% y el costo de la energía en 10%, en la medida que crece el tamaño de sesiones digitales por la aplicación de la TOC.

De la misma forma, el control de calidad de la información a transferir al proveedor se reduce en 30%. El ROA crece 15% y luego decrece 12%, en la medida que crece la capacidad instalada por el riesgo de no utilización de sesiones digitales. El ROE aumenta entre 10% y 12% en la medida del crecimiento de las sesiones digitales. Los demás factores se mantienen estables (*lead time*, precio promedio de interés de cobranza por recibo).

A continuación, se realizan los cálculos para determinar el tamaño óptimo siguiendo el modelo de simulación Montecarlo (Castañeda-Camacho et al., 2015). Luego, se calculará

el VAN y la TIR marginal, de acuerdo con la propuesta de Beltrán y Cueva (2018), para corroborar el tamaño óptimo calculado con el modelo de simulación Montecarlo.

7.1.2 Determinación del tamaño óptimo de líneas digitales

Con el fin de determinar el tamaño óptimo (máximo) de las sesiones digitales para diferentes valores de inversión y/o lote de datos que se transfieren a través de la línea digital, según el modelo de rendimiento *throughput* propuesto por Goldratt y Cox (2013), se realiza el análisis de sensibilidad con la simulación Montecarlo, tomando como referencia el artículo de investigación de Castañeda-Camacho et al. (2015) y el informe *Risk Simulator* (Mun, 2019) procesado en Excel, sobre la base del monto total de inversión marginal (inventario) de la Tabla 25, equivalente a 825,344 soles. Para efectuar la simulación, se transfieren al sistema las siguientes fórmulas de evaluación, las cuales se toman de la Tabla 22 y del modelo de rendimiento *throughput*, propuesto por Goldratt y Cox (2013):

$$V = (ld - wip) * p * i * vl$$

$$TP = V - Cmp$$

$$INV = Cwip + Cpt + Cmp + Cic + Cie$$

$$OE = cd + ci + ct + ip + cc$$

$$NP = TP - OE$$

$$ROI = \frac{NP}{INV}$$

$$IT = \frac{TP}{INV}$$

Donde: V = ventas, ld = tamaño del lote de datos, wip = lote de datos en proceso, p = precio, i = interés, vl = velocidad de transmisión, C= costo, mp = materia prima, pt = producto terminado, ic = inversión de capital, ie = inversión en equipos. TP = *throughput* (rendimiento), OE = gastos operativos, INV = inventario, cd = costos directos, ci = costos indirectos, ct = costos de transmisión datos, ip = intereses pagados, cc = costos de control de calidad. NP = utilidad neta, ROI = ratio sobre la inversión, IT = rotación de inventarios.

Los resultados del proceso de la simulación de Montecarlo (análisis del tornado) se muestran en la Tabla 23 y Figura 19.

Tabla 23

Resultado de la simulación Montecarlo

Celda precedente	Valor base: 825,344			Cambio de ingreso		
	Resultado inferior	Resultado superior	Rango de efectividad	Ingreso inferior	Ingreso superior	Valor caso base
H4. Velocidad de desempeño	718,166	932,522	214,356	2.7	3.3	3
D10. Precio cobranza promedio de recibos (S/)	742,451	908,238	165,787	63	77	70
D6. Tamaño lote datos (cantidad de transacciones)	742,810	907,879	165,069	1,138	1,390	1,264
E18. ROE	784,839	865,850	81,011	48.96%	59.34%	54.40%
D19. ROA	824,378	826,310	1,932	2.61%	3.19%	2.90%
D16. Costo diario de la energía utilizada (S/)	825,704	824,985	718	27	33	30

Nota. Adaptado de Montecarlo Simulation Applied to Measurement of the Impact of the Smart Antenna Technology in Digital Cellular Systems, por J. Castañeda-Camacho et al, 2015, *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16 (2), 207-212; y de *Modeling Risk: Applying Monte Carlo Risk Simulation, Strategic Real Options Analysis, Stochastic Forecasting, and Portfolio Optimization*, por J. Mun, 2010.

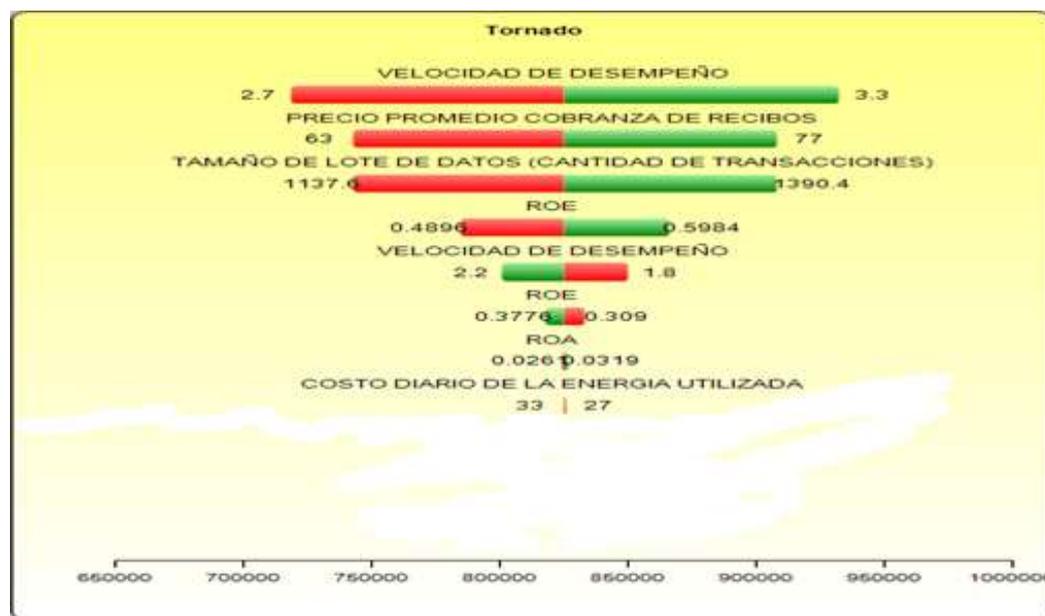


Figura 19. Simulación Montecarlo - Análisis del Tornado

Adaptado de Montecarlo Simulation Applied to Measurement of the Impact of the Smart Antenna Technology in Digital Cellular Systems, por J. Castañeda-Camacho et al, 2015, *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16 (2), 207-212; y de *Modeling Risk: Applying Monte Carlo Risk Simulation, Strategic Real Options Analysis, Stochastic Forecasting, and Portfolio Optimization*, por J. Mun, 2010.

Por ejemplo, de la Tabla 23 y la Figura 19 se puede deducir que, en una situación pesimista, el lote de datos debe ser 1,138; en una situación optimista (ingreso superior), el valor del lote debe ser 1,390; y en una situación normal, 1,264 (valor base). En la Tabla 23 se observa que la línea

digital, relacionada con el tamaño del lote más cercano al valor obtenido en el proceso de simulación de Montecarlo (1,390), es de 48 sesiones, la cual tiene un lote calculado de 1,393. Se concluye que el tamaño óptimo estaría representado por: 48 sesiones y 1,390 transacciones como lote de datos. Las 48 sesiones se toman como referencia de la Tabla 22, al comparar los resultados obtenidos en la Tabla 23 con la información consignada en ella.

En las Figuras 20 y 21 se representan estos valores comparados con la inversión por efectuar; por ejemplo, para el lote óptimo, la inversión sería de 907,879 soles. Asimismo, la velocidad de desempeño óptima superior sería de 3.3 y el costo diario con ingreso superior del uso de la energía ascendería a 33 soles. Además, la rentabilidad óptima sobre el capital ROE es igual a 59,84% y la inversión asociada con este indicador, 865,850 soles. Para efectos del estudio, el análisis se enfocará en el tamaño del lote de datos y la cantidad de sesiones digitales por configurar en el sistema de información de la línea de pagos de servicios de telefonía.

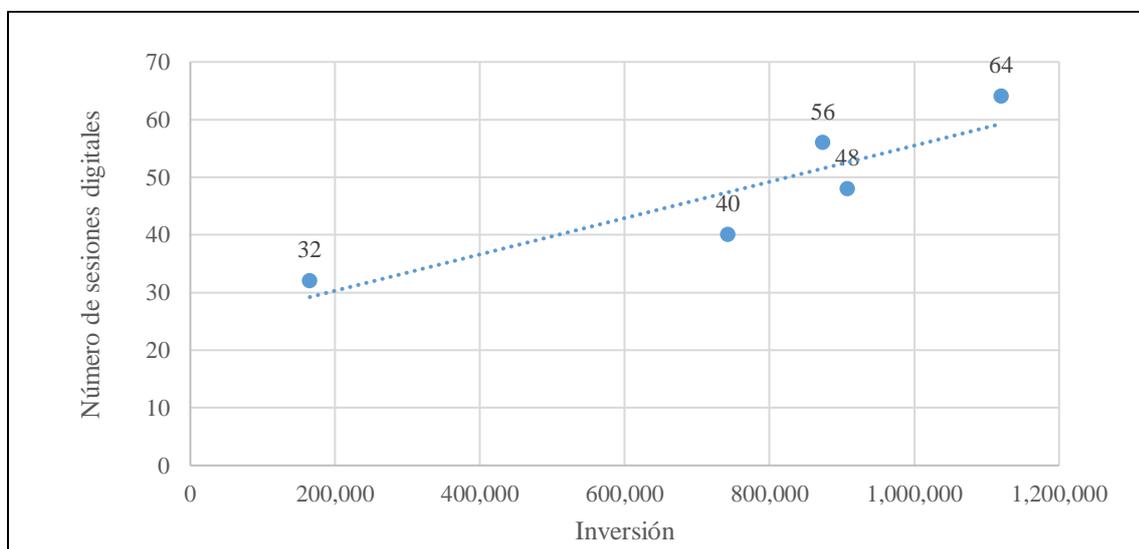


Figura 20. Análisis de sensibilidad: número de sesiones digitales versus inversión
Adaptado de Montecarlo Simulation Applied to Measurement of the Impact of the Smart Antenna Technology in Digital Cellular Systems, por J. Castañeda-Camacho et al, 2015. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16 (2), 210-211; y Tabla 22.

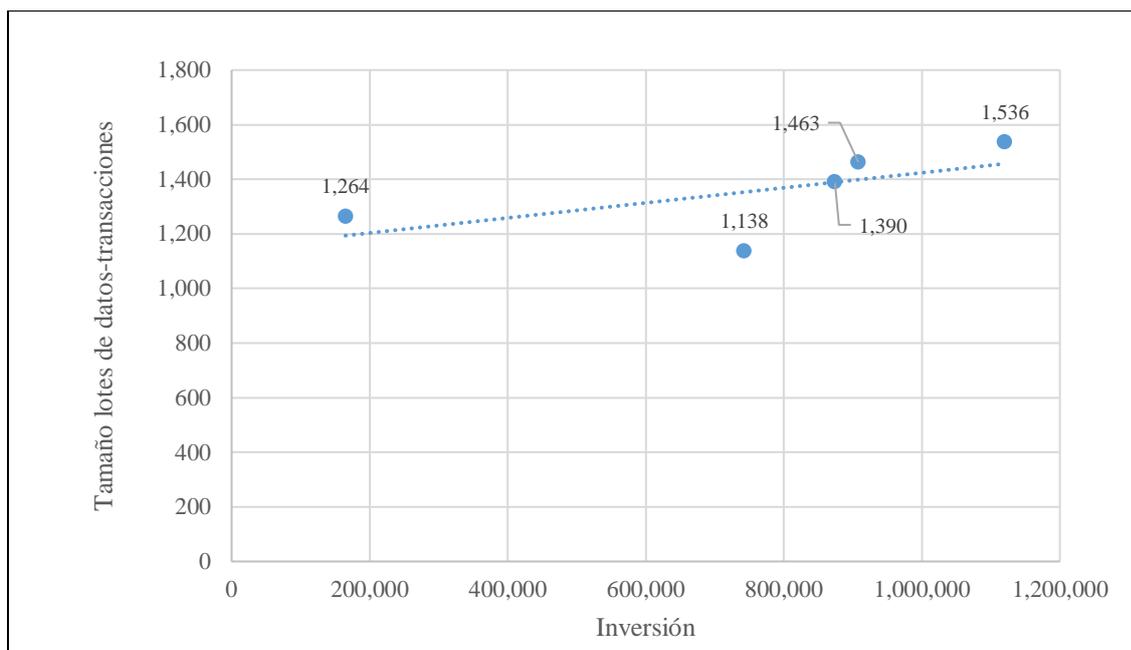


Figura 21. Análisis de sensibilidad: lotes de datos-transacciones versus inversión
Adaptado de Montecarlo Simulation Applied to Measurement of the Impact of the Smart Antenna Technology in Digital Cellular Systems, por J. Castañeda-Camacho et al., 2015. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16 (2), 210-211 y Tablas 22 y 24.

7.1.3 Análisis de factibilidad y viabilidad con el modelo de VAN y TIR marginal

En forma complementaria al análisis y simulación de Montecarlo, a continuación, se desarrolla el método de cálculo del VAN y la TIR marginal, propuesto por Beltrán y Cueva (2018, p. 401). Los tamaños de las sesiones digitales, la inversión y los beneficios (ver Tabla 24) serán útiles para calcular la marginalidad de la inversión y los beneficios para cada tamaño.

Tabla 24

Matriz tamaño de sesiones digitales, inversión y beneficios

Tamaño	Inversión óptima-superior modelo Montecarlo	Beneficios (FC)
32	165,069	62,568
40	742,809	163,113
48	907,879	274,894

Nota. Adaptado de *Evaluación privada de proyectos*, por A. Beltrán y H. Cueva, 2018. Lima: Universidad del Pacífico, pp. 398-401.

Los resultados de los cálculos para determinar el tamaño óptimo, según la factibilidad y viabilidad del proyecto, se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25

Análisis de factibilidad y viabilidad VAN, TIR marginal

Tamaño	△ Inversión	△ Beneficios	VAN marginal	TIR marginal
32				
40	577,740	100,545	-403,241	-49%
48	165,070	111,781	28,930	23%

Nota. Adaptado de *Evaluación privada de proyectos*, por A. Beltrán y H. Cueva, 2018, p. 401.

7.2 Conclusiones del Caso de Negocio

- El caso de negocio real planteado “Apertura masiva de cuentas DNI” se logró implementar en el tiempo, alcance, costos y calidad programados, según lo realizado en este trabajo de investigación.
- Con respecto a la incertidumbre de la demanda, se establecieron convenios de participación en el proyecto con la banca comercial y una empresa externa. Los interesados en el proyecto se ubicaban en el más alto nivel, por tratarse de decisiones de Gobierno. En este sentido, se logró sincronizar la oferta y la demanda en el primer proceso de la línea de apertura masiva de cuentas DNI, aplicando además la filosofía TOC-DBR.
- En la definición del alcance del producto se trasladó la apertura de cuentas a procesos *cloud*, en la nube, y la apertura de clientes a procesos internos *batch*, por lotes, en la banca de servicios.
- El diseño del producto se realizó según lo planificado, implementando la TOC-método DBR, bajo un enfoque de línea multiproducto, sin accesos a otros subsistemas, logrando eliminar restricciones de sincronización y cuellos de botella. En una sola línea se diseñaron procesos de creación de clientes y creación de cuentas, en forma sincronizada.
- Se dio inicio a una primera etapa para un plan de transformación digital, mediante el rediseño de procesos, al aplicar el caso de negocio en el eslabón del macroproceso de

captaciones, con transferencias de activos digitales a otros procesos internos y externos, aplicando procesos de economía circular.

- La gestión del producto, en la definición de los procesos y el diseño de la línea digital, fue exitoso. La primera corrida en la línea, considerando el lote transaccional de 1,382,270 clientes, definido para la apertura de clientes, se realizó con un *lead time* de 30 minutos
- Se logró concluir el proyecto según el cronograma planteado, antes del 9 de diciembre de 2020, teniendo en cuenta los plazos y gestionando la cadena crítica en función de lo planificado.
- Todos los riesgos definidos en el RBS, en cuanto al diseño del producto, es decir, sincronización de la demanda con interfaces web (*cloud*) y los sistemas *Back Office* de la banca de servicios, se eliminaron. Además, se estandarizaron los repositorios que intervenían en el caso de negocio de apertura masiva de cuentas DNI. Por otro lado, mediante una visión modular TOC-DBR, se eliminaron procesos de duplicidad de información.
- La calidad de la línea diseñada permitió, a partir de la aplicación de la TOC-DBR y otras metodologías (*Design Thinking*, *Lean*, *Kanban*) asociadas a una visión estratégica para toda la cadena de suministro, implementar los siguientes conceptos: integridad de datos, asociando y sincronizando el código de cliente a la cuenta DNI digital, y eliminación de productos en proceso, mediante la aplicación de amortiguadores de capacidad (estado) y tiempo.

7.3 Recomendaciones

7.3.1 Desde el punto de vista estratégico

Es importante mencionar que, para el éxito del objetivo planteado por la empresa referente a la implementación de un plan de transformación digital, se sugiere lo siguiente:

- Recomendar a la Oficina de Proyectos la aplicación de la metodología planteada (ver Apéndice C) y estandarizarla a nivel de toda la cadena de suministro del banco, implementándola en forma paulatina, sobre todo por los resultados encontrados en el presente estudio de investigación.
- Continuar con el rediseño de los procesos de la cadena de valor para tener productos más maduros y convertirse en activos que se puedan reutilizar y transferir a otros eslabones de la cadena de suministro, aplicando los beneficios de la economía circular.
- En cuanto al proceso de diversificación, innovar el ciclo de vida de desarrollo, mediante el diseño de líneas digitales TOC-DBR multiproducto, flexibles ante cambios de la demanda.
- Respecto de la penetración de mercado, para el proceso continuo de bancarización, el crecimiento de los canales debe centrarse en consultar una sola plataforma digital (cadena de valor asociada a líneas digitales multiproducto, flexibles y dinámicas), para evitar duplicidad de información y la multiplicación de líneas digitales con restricciones y cuellos de botella que impactan en la cadena de suministro.

7.3.2 En cuanto a la gestión de proyectos

Gestión de tiempos

- Implementar gestión de cronogramas de actividades, bajo el método de cadena crítica TOC-DBR, desarrollando y asignando tareas precedentes. Evitar la asignación de multitareas, pues originan restricciones y cuellos de botella.
- Considerar, en todos los casos, la asignación solo del 50% del tiempo programado para cada tarea, eliminando las holguras en cada una. Al final del cronograma, incluir la holgura para la cadena crítica, cuyo valor normal es 1/3 de la duración total del proyecto.

Gestión de riesgos

- Diseño de un plan de capacidad instalada para el rediseño de la actual infraestructura tecnológica del banco, considerando tener sistemas distribuidos que minimicen el espacio concentrado en un solo servidor. El plan está asociado al rediseño de procesos de la cadena de valor, a la construcción de líneas digitales bajo el concepto TOC-DBR.
- Estandarizar el criterio de identificación de restricciones causa-efecto, mediante el uso de procesos de *Design Thinking*, de tal forma de agilizar y eliminar eslabones innecesarios en la cadena de suministro del banco.

Gestión de calidad

- En la línea digital, considerar su diseño bajo la metodología planteada en este trabajo de investigación: TOC-DBR, así como las metodologías complementarias, para lograr un alto nivel de servicio, lotes transaccionales pequeños con una mayor velocidad. Además, aplicar técnicas Kanban para eliminar restricciones y cuellos de botella.
- Definir en todas las interfaces *buffers*-amortiguadores de tiempo y capacidad, que permitan la fluidez de las líneas digitales, logrando un mejor tiempo de servicio al cliente, eliminando productos en proceso Wip, los cuales impactan en la ejecución de toda la cadena de suministro.
- Definir procesos que aseguren la madurez del producto final para obtener activos transferibles, y reusables, a otros eslabones de la cadena de suministro.

Gestión de costos

- Se recomienda aplicar la metodología del valor ganado (EV), pues expresa mejor la productividad y eficiencia en cuanto al uso de los recursos-presupuestos asignados a cada proyecto. En la actualidad, existen constantes reprogramaciones

de actividades que cambian el valor planificado (PV), resultando, en la mayoría de los casos, el costo real (AC) muy superior al PV. Esta situación desaparecería, si se implementaran las actividades recomendadas en la gestión de tiempos.

- En un escenario TOC-DBR cadena crítica y con la implementación de la metodología propuesta en el trabajo de investigación, la variación del costo ($CV = EV - AC$) será siempre positiva, por la cantidad de recursos que se ahorran al usar métodos ordenados y que dan buenos resultados, tal como se ha demostrado en el presente trabajo.

7.3.3 Economía circular

- Tal como se ha recomendado en líneas anteriores, con el desarrollo de productos maduros, al implementar la metodología propuesta se logran activos con un valor económico alto, que pueden ser transferidos a otras líneas digitales para su reutilización en beneficio de la cadena integrada de suministro. Esta situación queda demostrada en el caso del negocio planificado y ejecutado, donde se logra transferir el producto-activo “creación de clientes en la banca financiera” a líneas digitales en la nube (*cloud computing*), al utilizar convenios con proveedores externos, cuya plataforma web permite realizar esta integración de datos.

Referencias

- Alexandris, G., Katos, V., Alexaki, S., & Hatzivasilis, A. (2018). Blockchains as Enablers for Auditing Cooperative Circular Economy Networks. En: *IEEE 23rd International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD)*. Barcelona, España: IEEE.
- Angulo, L. (2015). *Preparación para la Certificación PMP basado en la guía del PMBOK* (2nd). Lima, Perú: Empresa Editora Macro.
- Antić, L., & Novičević, B. (2015). Lean Concept Techniques for overcoming constraints of business. *Casopis za Društvene Nauke*. 39(3), 905-923.
- Armstrong, P. (2017). *Disruptive Technologies: Understand, Evaluate, Respond* (1st ed.). Londres, Nueva York: Kogan Page.
- Banco de la Nación. (2017). *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*. Lima, Perú: Banco de la Nación.
- Bellina, J. C., & Arellano, N. (Eds.). (2016). *Los retos que traen las nuevas tecnologías en el sector financiero*. Lima, Perú: EY. Recuperado de https://www.ey.com/es_pe/banking-capital-markets/retos-nuevas-tecnologias-sector-financiero
- Beltrán, A., & Cueva, H. (2018). *Evaluación privada de proyectos*. Lima: Universidad del Pacífico.
- Bruel, A., Kronenberg, J., Troussier, N., & Guillaume, B. (2019). Linking Industrial Ecology and Ecological Economics: A Theoretical and Empirical Foundation for the Circular Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1-2), 12-21.
- Castañeda-Camacho, J., Mino-Aguliar, G., Cortez, L., Gutiérrez-Arias, J. E., Guerrero-Castellanos, J. F., & Muñoz-Hernández, G. A. (2015). Montecarlo Simulation

- Applied to Measurement of the Impact of the Smart Antenna Technology in Digital Cellular Systems. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16(2), 207-212.
- Chong, M., Lazo, J. C., Pereeda, M. C., & Machuca, J. M. (2019). Goal Programming Optimization Model Under Uncertainty and the critical areas characterization in humanitarian logistics management. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 9(1), 82-107.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro - Estrategia, planeación y operación* (5th ed.). Estado de México: Pearson Education.
- Cuatrecasas, L. (2010). *Lean Management - La gestión competitiva por excelencia*. Barcelona, España: Profit.
- Esposito, M., Tse, T., & Soufani, K. (2018). Introducing a Circular Economy: New Thinking with New Managerial and Policy Implications. *California Management Review*, 60(3), 5-19.
- Ferenčíková, D. (2012). Theory of Constraints Based Information Systems in Production Management. *Proceedings of the European Conference on Management, Leadership and Governance* (474-480). Pafos: Academic Conferences and Publishing International (ACPI).
- Goldratt, E. M. (2012). The Gestalt of TOC [Video file]. Recuperado de https://www.toc.tv/TV/video.php?id=572&o=tv_menu&l=&a=click&mtr=tv&ac=sus#.X_uMsthKjIU
- Goldratt, E. M., & Cox, J. (2013). *La meta. Un proceso de mejora continua*. Buenos Aires, Argentina: Granica S.A..
- Guide, V., & Van Wassenhove, L. (2009). The Evolution of Closed-Loop Supply Chain Research. *Operations Research*, 57(1), 10-18.

- Jiang, X.-Y., & Wu, H.-H. (2013). Optimization of setup frequency for TOC supply chain replenishment system with capacity constraints. *Neural Computing & Applications*, (23)6, 1831-1838. <https://doi.org/10.1007/s00521-013-1376-0>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. (2008). *The Execution Premium: Linking Strategy to Operations for competitive Advantage*. Boston, Massachussets: Harvard Business School Publishing.
- Leach, L. P. (2014). *Critical Chain Project Management*. Boston, Londres: Artech House.
- Marín, W. G., & Gutiérrez, E. (2013). Desarrollo e implementación de un modelo de teoría de restricciones para sincronizar las operaciones en la cadena de suministro. *Revista EIA*, (10)19, 67-77.
- Mun, J. (2010). *Modeling Risk: Applying Monte Carlo Risk Simulation, Strategic Real Options Analysis, Stochastic Forecasting, and Portfolio Optimization* (2nd ed.). Wiley.
- Oliva, A. (2016). Tema 4. Gestión de la integración del proyecto. En: A. Oliva. *Preparación de la certificación PMP-PMI. Jornada Virtual* (p. 95). España: EIGP.
- Ortiz-T., V. K., & Caicedo-R., A. J. (2014). Mezcla óptima de producción, desde el enfoque gerencial de la contabilidad del *throughput*: el caso de una pequeña de calzado. *Cuadernos de Contabilidad*, 15(37), 109-133.
- Phruksaphanrat, B., Ohsato, A., & Yenradee, P. (2011). Aggregate Production Planning with fuzzy Demand and Variable System Capacity based on Theory of Constraints Measures. *International Journal of Industrial Engineering*, 18(5), 219-231.
- Rhoades, S. A. (1993). The Herfindahl-Hirschman Index. *Federal Reserve Bulletin*, 188-189.
- Shin, D., Kim, J., Cho, G., & Hur, S. (2017). A Model for determining optimal Batch sizes of Multi-featured products with random processing accuracies under quality and cost constraints. *International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice*, 24(1), 1-11.

- Stewart, R., & Niero, M. (2018). Circular economy in corporate sustainability strategies: A review of corporate sustainability reports in the fast-moving consumer goods sector. *Business Strategy & the Environment*, 27(7), 1005-1022.
- Superintendencia de Banca y Seguros-SBS. (2019). *Perú: reporte de indicadores de inclusión financiera de los sistemas financiero, de seguros y de pensiones*. Lima, Perú: SBS. Recuperado de <https://intranet2.sbs.gob.pe/estadistica/financiera/2019/Diciembre/CIIF-0001-di2019.PDF>
- Techt, U. (2015). *Goldratt and the theory of constraints. The Quantum Leap in Management*. Stuttgart, Alemania: ibidem.
- Umble, M., Umble, E., & Murakami, S. (2006). Implementing theory of constraints in a traditional Japanese manufacturing environment: The case of Hitachi Tool Engineering. *International Journal of Production Research*, 44(10), 1863-1880.
- Weetman, C. (2016). *A Circular Economy Handbook for Business and Supply Chains: Repair, Remake, Redesign, Rethink* (1st ed.). Nueva York: Kogan Page.
- Weinberger, K. (2009). *Estrategia para lograr y mantener la competitividad de la empresa*. Lima, Perú: USAID PERU, MYPE Competitiva.
- Yang, Q., Liu, J., Huang, Y., Wang, Y., & Wang, T. (2016). The dynamic 4S auto maintenance shop scheduling in a multi-constraint machine environment based on the theory of constraints. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 83, 1773-1785.

Apéndices

Apéndice A. Modelo matemático de maximización de la utilidad o *throughput*

1. Definición de variables de decisión del programa óptimo de producción, donde:

C_{ij} = Cantidad de producto tipo i a fabricar en el período j

i = Índice que identifica el tipo de producto a fabricar, donde $i = 1, 2, \dots, \dots, N$

j = Índice que identifica el período de producción, donde $j = 1, 2, \dots, \dots, N$

2. Definición de parámetros constantes del modelo, donde:

U_i = Utilidad o *Throughput* por producto tipo i fabricados, donde $i = 1, 2, \dots, \dots, M$

D_{ij} = Demanda de producto tipo i , en el período j , donde $i = 1, 2, \dots, \dots, M$,

$j = 1, 2, \dots, \dots, \dots, N$

P_{ij} = Cantidad mínima de pedido de productos tipo i , en el período j , donde

$i = 1, 2, \dots, M$ y $j = 1, 2, \dots, \dots, \dots, N$

T_{it} = Tiempo requerido en minutos por producto tipo i , para cada operación

tipo t , donde $i = 1, 2, \dots, \dots, M$, $t = 1, 2, \dots, \dots, T$

T_{tj} = Tiempo total disponible en minutos para cada operación tipo t , en el período

j , donde $t = 1, 2, \dots, \dots, \dots, N$

t = Índice que identifica el tipo de operación a realizar, donde $t = 1, 2, \dots, \dots, T$

C_{pij} = Cantidad de productos tipo i que el subcontratista puede procesar en el

período j , donde $i = 1, 2, \dots, \dots, M$, $j = 1, 2, \dots, \dots, \dots, N$

TM_{ki} = Consumo de cada material tipo k requerido, en sus respectivas unidades,

por par de zapatos tipo i , donde $k = 1, 2, \dots, \dots, k$, $i = 1, 2, \dots, \dots, M$

k = Índice que identifica el tipo de material requerido, donde $k = 1, 2, \dots, \dots, K$

M_{ki} = Cantidad disponible de cada material tipo k , en sus respectivas unidades,

para la fabricación de calzado en el período j , donde $k = 1, 2, \dots, \dots, K$,

$j = 1, 2, \dots, \dots, N$

3. Función objetivo. El objetivo del modelo es maximizar la utilidad o *throughput*, dada por la siguiente fórmula:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N U_i * C_{ij}$$

**Apéndice B: Seudocódigo del API donde se ha incluido la teoría de restricciones (TOC)
en todas sus etapas**

API CONNECT API SEND

2100-APPC-CONNECT.

```
*-----*
MOVE 'CON' TO WK-LOG-COMANDO-CICS
PERFORM 6000-FECHA-Y-HORA
MOVE ZEROS TO WK-VECES
MOVE ZEROS TO WK-STATE-C
PERFORM 2101-HACER-CONNECT
UNTIL WK-VECES GREATER THAN 30 OR
      WK-STATE-C EQUAL 90
IF WK-VECES GREATER THAN 30
MOVE 1925 TO WK-LOG-LINEA-PROGRAMA
MOVE 010 TO RESPONSE
PERFORM 8500-TERMINA-SIN-ABEND
END-IF
```

2101-HACER-CONNECT.

```
*-----*
IF WK-STATE-A EQUAL 81
EXEC CICS CONNECT PROCESS CONVID (WK-CONVID)
                  PROCNAME (WK-PROGID)
                  PROCLENGTH (LENGTH OF WK-PROGID)
                  SYNCLEVEL (1)
                  STATE (WK-STATE-C)
                  RESP (RESPONSE)
                  NOHANDLE

      END-EXEC
END-IF
ADD 1 TO WK-VECES 2210-APPC-SEND.
```

=====

*====> PARA ENVIAR DATA AL SIX DESTINO <====

```
MOVE 'SND' TO WK-LOG-COMANDO-CICS
PERFORM 6000-FECHA-Y-HORA
MOVE WK-TRAMA-IDA (1: LONGITUD) TO BUFFER
MOVE LONGITUD TO SEND-LENGTH
MOVE ZEROS TO WK-VECES
MOVE ZEROS TO WK-STATE-S
PERFORM 2211-HACER-SEND
UNTIL WK-VECES GREATER THAN 30 OR
      WK-STATE-S EQUAL 90
```

```
* EVALUA SI ESTA EN TIME OUT
IF WK-VECES GREATER THAN 30
MOVE 1997 TO WK-LOG-LINEA-PROGRAMA
MOVE 010 TO RESPONSE
PERFORM 8500-TERMINA-SIN-ABEND
END-IF
```

2211-HACER-SEND.

```
*-----*
IF WK-STATE-C EQUAL 90
EXEC CICS SEND CONVID (WK-CONVID)
            FROM (BUFFER)
            LENGTH (SEND-LENGTH)
            STATE (WK-STATE-S)
            RESP (RESPONSE)
            NOHANDLE

      END-EXEC
END-IF
ADD 1 TO WK-VECES.
```

Continúa

Continuación

API SEND INVITE API RECEIVE

2215-APPC-SEND-INVITE.

```

*-----*
*====> PARA ENVIAR DATA AL SIX DESTINO <====

      MOVE 'SNI'          TO WK-LOG-COMANDO-CICS
      MOVE ZEROS         TO WK-VECES
      MOVE ZEROS         TO WK-STATE
      PERFORM 2218-HACER-SEND-INVITE
                UNTIL WK-VECES GREATER THAN 30 OR
                WK-STATE EQUAL 88

* EVALUA SI ESTA EN TIME OUT
  IF WK-VECES GREATER THAN 30
    MOVE 2039          TO WK-LOG-LINEA-PROGRAMA
    MOVE 010           TO RESPONSE
    PERFORM 8500-TERMINA-SIN-ABEND
  END-IF

```

2218-HACER-SEND-INVITE.

```

*-----*
  IF WK-STATE-S EQUAL 90
    EXEC CICS SEND CONVID (WK-CONVID)
                RESP (RESPONSE)
                STATE (WK-STATE)
                INVITE
                WAIT
                NOHANDLE

    END-EXEC
  END-IF
  ADD 1          TO WK-VECES.

```

2300-APPC-RECEIVE.

```

*-----*
*====> PARA RECIBIR DATA DEL SIX DESTINO <====

      MOVE ZEROS         TO WK-VECES
      MOVE ZEROS         TO WK-STATE-R

      MOVE 'REC" TO WK-LOG-COMANDO-CICS
      PERFORM 6000-FECHA-Y-HORA
      MOVE 4096          TO REQUESTED-LENGTH

      PERFORM 2305-HACER-RECEIVE
                UNTIL WK-VECES GREATER THAN 30 OR
                WK-STATE-R EQUAL 90

* EVALUA SI ESTA EN TIME OUT
  IF WK-VECES GREATER THAN 30
    MOVE 2139          TO WK-LOG-LINEA-PROGRAMA
    MOVE 010           TO RESPONSE
    PERFORM 8500-TERMINA-SIN-ABEND
  END-IF

```

2305-HACER-RECEIVE.

```

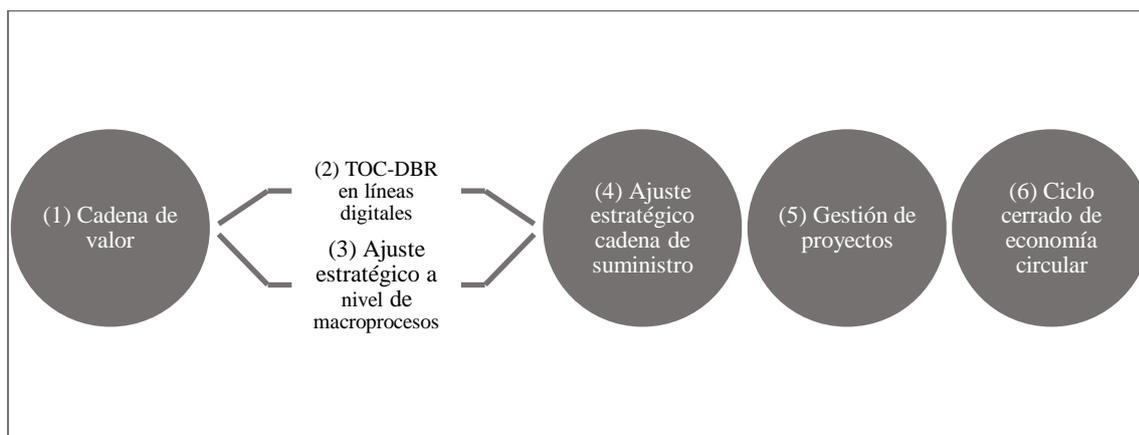
*-----*
  IF WK-STATE EQUAL 88
    EXEC CICS RECEIVE CONVID (WK-CONVID)
                INTO (BUFFER)
                LENGTH (REQUESTED-LENGTH)
                STATE (WK-STATE-R)
                RESP (RESPONSE)
                NOHANDLE

    END-EXEC
  END-IF
  ADD 1          TO WK-VECES.

```

Nota. Adaptado de las librerías de componentes de producción de la banca de servicio financieros.

Apéndice C: Ciclo de Vida de la Teoría de Restricciones



Apéndice D: Ajuste Estratégico del Caso de Negocio “Apertura Masiva de Cuentas DNI” para el Pago del Bono Familiar Universal

Factor estratégico que influye en la problemática	TOC cadena de suministro integrada
Demanda con incertidumbre implícita	Equilibrar la oferta con la demanda (<i>pull</i>). Sincronización de datos con el proveedor Reniec, asegurando confiabilidad y calidad de la información.
Alcance	Identificar los eslabones asociados al macroproceso de productos y servicios para su definición global.
Madurez del producto final (Cuenta DNI digital)	Identificar los requerimientos de los servicios o productos de los demás eslabones, de tal forma de producir un producto que alimente de manera eficiente los demás eslabones y fomentar la economía circular, mediante procesos de ciclo cerrado, <i>loop</i> .
Diseño del producto Estrategia de diseño	Definir la línea de apertura masiva de creación cuentas DNI, con un enfoque multiproducto. Es decir, tener un enfoque modular donde, por ejemplo, la creación de clientes y cuentas se realice en una sola línea por producto, eliminando los subsistemas.

Nota. Adaptado de *Administración de la cadena de suministro - Estrategia, planeación y operación*, por S. Chopra y P. Meindl, 2020, p. 30.

Apéndice E: Ajuste Estratégico: Estrategia versus Macroprocesos de la Cadena de Valor

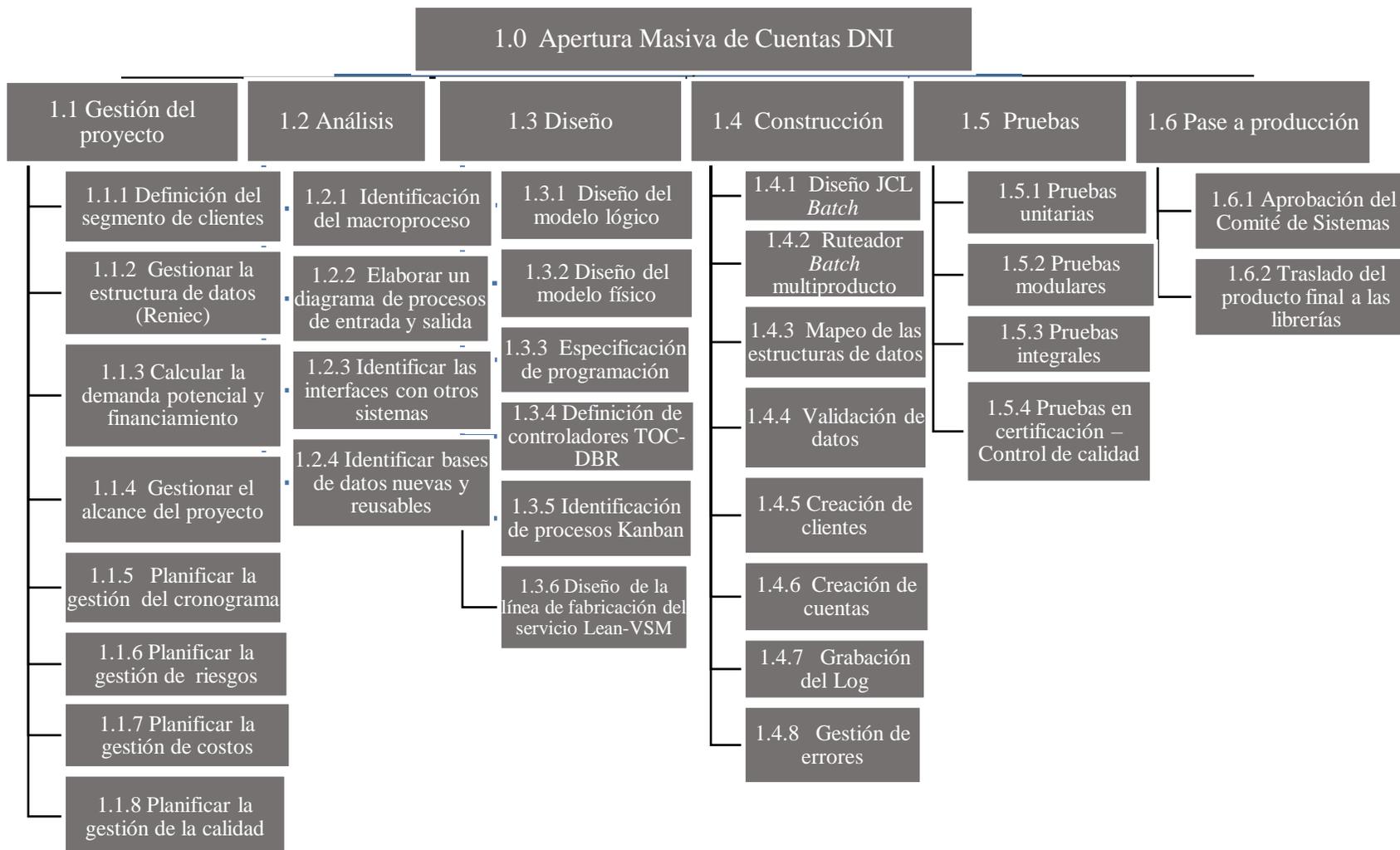
Objetivos del Plan estratégico	Ajuste estratégico a nivel de macroproceso
Implementación de un nuevo modelo para gestionar la demanda servicios/productos	Implementación del proceso de pago de apertura masiva de cuentas DNI (proceso <i>Batch</i>), canal <i>Host</i> . Implementación del proceso de Afiliación y retiro de efectivo de cuentas DNI (proceso <i>on line</i>), canal <i>Web</i> .
Rediseño de los macroprocesos	Diseño de líneas digitales con un enfoque multiproducto. Fomentar la economía circular, mediante procesos de ciclo cerrado <i>loop</i> , para el desarrollo de productos con alto grado de madurez.
Formular e implementar un plan de transformación digital	Formulación de un plan para implementar el ajuste estratégico de los eslabones de servicios, captaciones, colocaciones e inversiones.
Fortalecimiento de la gestión de la responsabilidad social corporativa	Implementar estrategias TOC en la cadena de suministro, para reducir el nivel de energía que se consume en el uso de las TIC.
Apoyo a la gestión del desarrollo de los grupos de interés	Fomentar el crecimiento de canales de pago, mediante la integración de eslabones de la cadena de suministro (Web, SMP, ATM).

Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018*, por Banco de la Nación, 2017.

Apéndice F: Definición del Portafolio, Programas y Proyectos “Bono Familiar Universal”

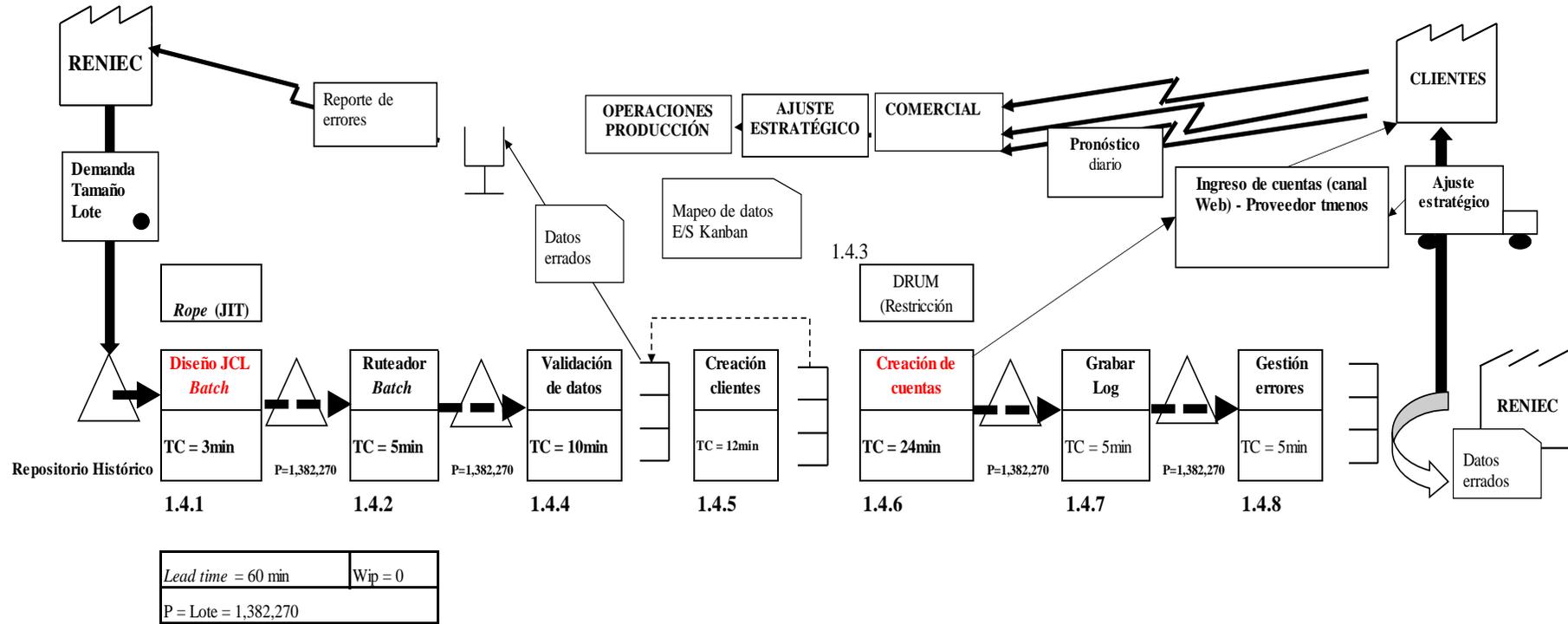
Portafolio (Ajuste macroproceso)	Programas (Beneficios)	Proyectos
Implementación del proceso de pago de apertura de cuentas DNI.	Otorgar un subsidio a la población del ámbito urbano, rural. Apoyo directo a los más pobres, beneficiarios de pensión 65 y personas con discapacidad.	Implementación del proceso de pago de apertura masiva de Cuentas DNI (proceso <i>batch</i>), canal <i>Host</i> . Implementación de retiros de dinero por canal digital (ATM, billetera electrónica).
Diseño de líneas digitales con un enfoque multiproducto.	Transformar líneas digitales por procesos en líneas digitales por producto. Disminuir los tiempos de procesamiento y dar velocidad	Rediseño de macroprocesos de la cadena de valor, mapa de procesos.
Implementar estrategias TOC en la cadena de suministro para dar madurez a los productos terminados y permitir su reusabilidad.	Optimización del tiempo de ciclo (lead time) en la ejecución de las tecnologías de información y tecnologías de sistemas.	Diseño de servicios Web, que permitan aplicar los conceptos de la teoría de restricciones TOC-DBR.
Fomentar el crecimiento de canales.	Facilitar al cliente la disponibilidad de canales de para realizar depósitos, retiros, pagos.	Rediseño de los sistemas de información, para ampliar el alcance del servicio a otros canales digitales.

Apéndice G: EDT – Apertura Masiva de Cuentas DNI



Nota. Adaptado de *Plan estratégico institucional 2017-2021*. Aprobado mediante Acuerdo de Directorio N° 002-2018/001-FONAFE de fecha 24 de enero de 2018, por Banco de la Nación, 2017.

Apéndice H: *Lean VSM-TOC Propuesto, Línea Digital “Apertura Masiva de Cuentas DNI”*



Apéndice I: Procesos para Planificar la Gestión del Cronograma

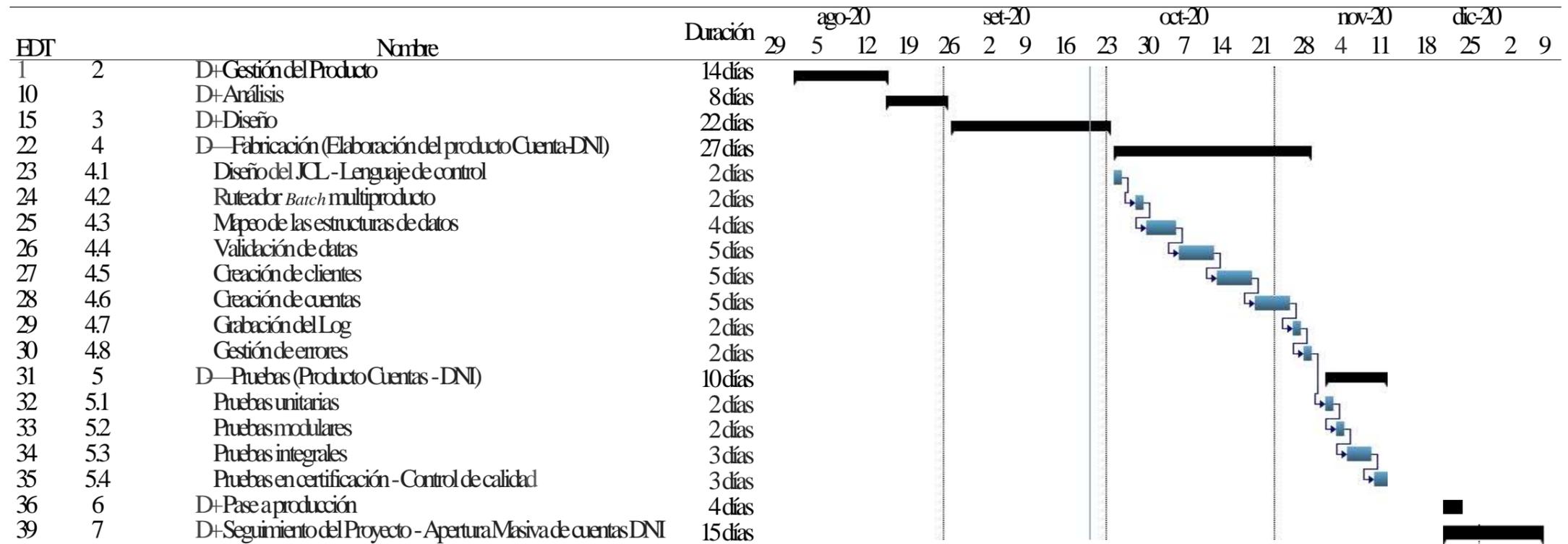
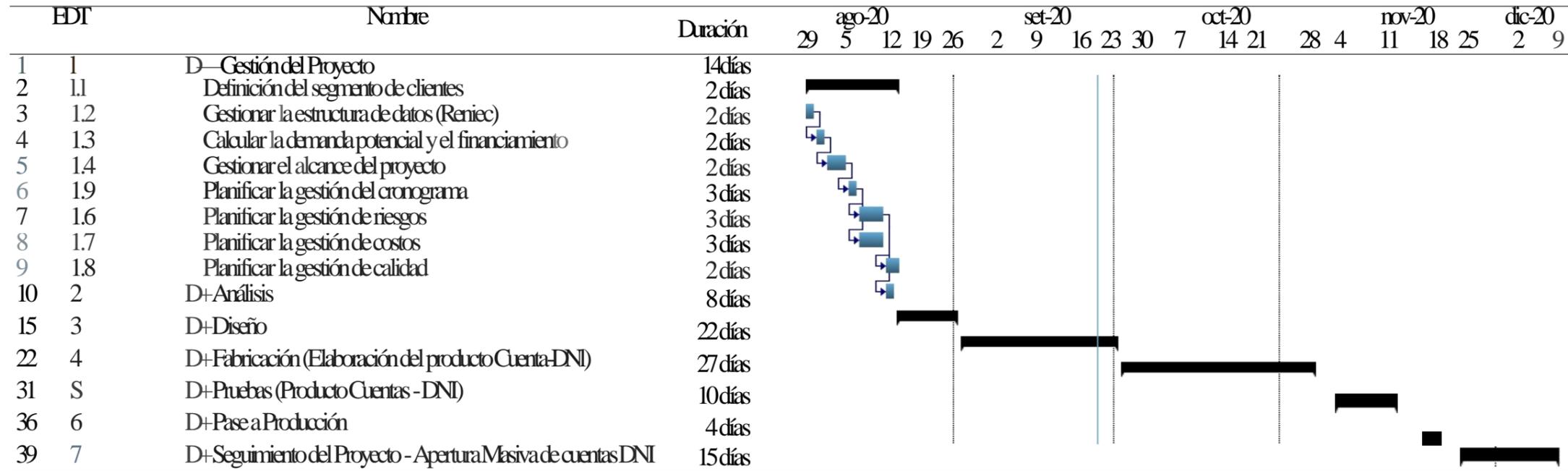
Entradas	Herramientas y técnicas	Salidas
<p>Plan de Gestión del proyecto</p> <p>Alcance: 5 meses Riesgos: Demanda con incertidumbre implícita (afecta la duración de las actividades) Requerimientos de clientes: Facilidad para el retiro de los 760 soles en cualquier canal digital del banco. Espera recibir servicios adicionales al bancarizarse.</p>	<p>Juicio de expertos Consultor con amplia experiencia en la gestión de proyectos, análisis, diseño y construcción de sistemas de información. Experiencia en aplicación de técnicas de gestión TOC-DBR, <i>Lean-VSM</i>, rediseño de procesos de negocio.</p> <p>Técnicas analíticas Árbol de problemas <i>Lean-VSM</i> SCRUM TOC-DBR Kanban Cadena crítica</p> <p>Reuniones Plantear reuniones interdiarias para verificar el avance de los requerimientos. Verificar que no se altere el alcance del proyecto. Realizar ajustes para cumplir con los <i>sprints</i> definidos en el <i>backlog</i>.</p>	<p>Plan de gestión del cronograma</p>
<p>Acta de constitución del proyecto</p> <p>Tiene el apoyo financiero y político del Gobierno central. El presupuesto asignado para la entrega del Bono Universal es de 6,644,102,400 soles, el cual no incluye el costo de desarrollo del proyecto, inversión que debe realizar el banco con recursos propios o mediante <i>outsourcing</i>.</p>		
<p>Factores ambientales o restricciones</p> <p>Restricciones del personal por falta de habilidades para la construcción de la línea digital propuesta “Apertura masiva de cuentas DNI”. Restricciones en el ajuste estratégico de los eslabones de la cadena por falta de integración de los procesos, excesivos subsistemas e incompatibilidad de las bases de datos.</p>		
<p>Activos de los procesos de la organización</p> <p>Plataforma con amplia capacidad de oferta. Sin embargo, se requiere realizar un Plan de capacidad instalada para equilibrar la oferta y la demanda. Procesos multicanal, que permiten flexibilidad en la entrega del producto final (760 soles). Experiencia en el uso de herramientas ágiles (SCRUM), para el desarrollo de proyectos.</p>		

Nota. Adaptado de *Preparación para la Certificación PMP basado en la guía del PMBOK (2nd)*, por L. Angulo, 2015. Lima, Perú: Empresa Editora Macro.

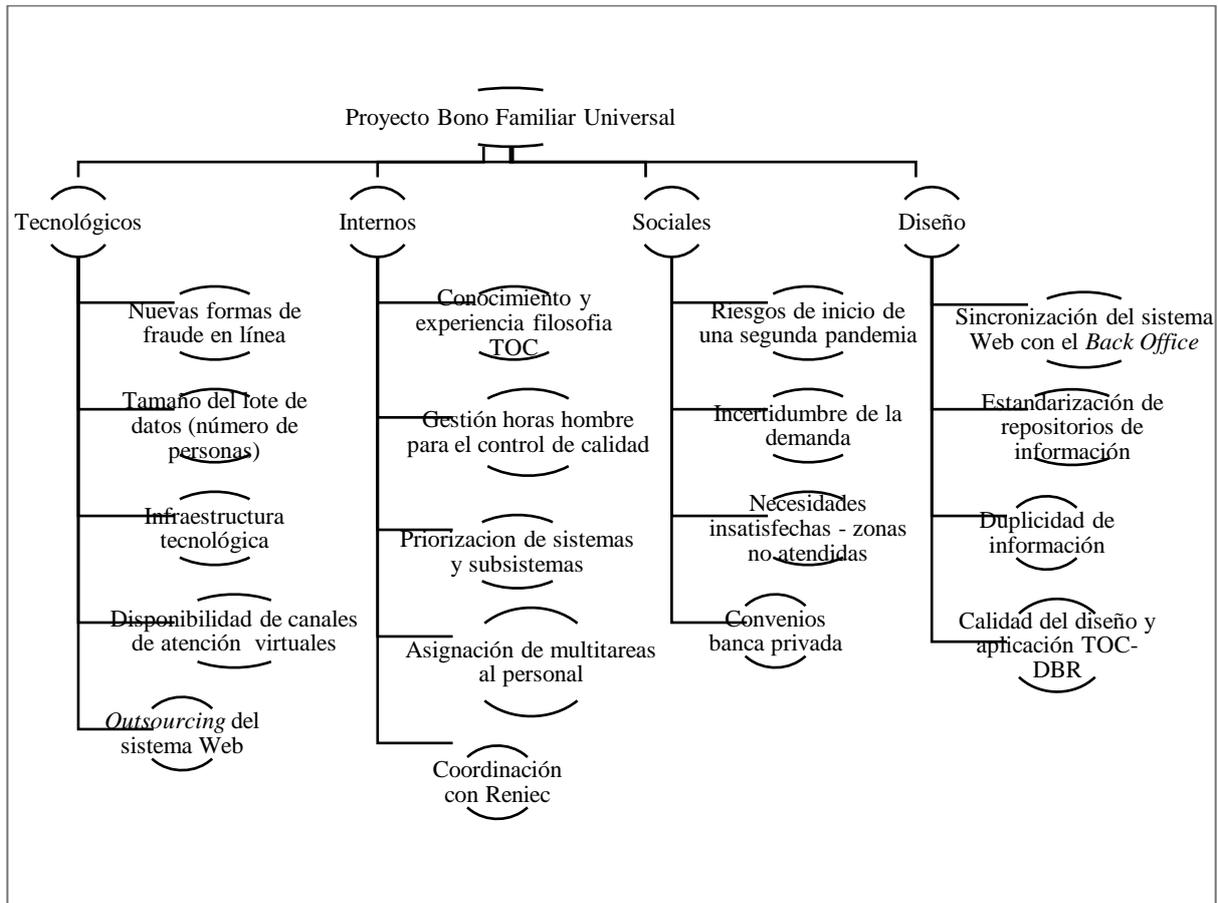
Apéndice J: Lista de Actividades

Identificador EDT	Descripción	Actividad predecesora	tO	tM	tP	tE
1.1	Gestión del proyecto					
1.1.1	Definición del segmento de clientes	1.1	1	2	3	2
1.1.2	Gestionar la estructura de datos (Reniec)	1.1.1	1	2	4	2
1.1.3	Calcular la demanda potencial	1.1.2	1	2	5	2
1.1.4	Gestionar el alcance del proyecto	1.1.3	1	2	4	2
1.1.5	Planificar la gestión del cronograma	1.1.4	2	3	4	3
1.1.6	Planificar la gestión de riesgos	1.1.5	2	3	4	3
1.1.7	Planificar la gestión de costos	1.1.5	1	3	3	3
1.1.8	Planificar la gestión de calidad	1.1.5	1	2	5	2
1.2	Análisis					
1.2.1	Identificación del macroproceso	1.2	1	2	3	2
1.2.2	Elaborar diagrama de procesos de E/S	1.2.1	4	3	6	4
1.2.3	Identificar las interfaces con otros sistemas	1.2.2	3	2	4	3
1.2.4	Identificar bases de datos nuevas reusables	1.2.3	3	2	5	3
1.3	Diseño	1.2.4				
1.3.1	Diseño del modelo lógico	1.2.4	2	3	5	3
1.3.2	Diseño del modelo físico	1.3.1	5	7	8	7
1.3.3	Especificación de programación	1.3.2	6	5	7	6
1.3.4	Definición de controladores TOC-DBR	1.3.3	2	3	4	3
1.3.5	Identificación de procesos Kanban	1.3.4	2	3	5	3
1.3.6	Diseño de la línea de fabricación del servicio <i>Lean-VSM</i>					
1.4	Construcción (línea de fabricación operativa del servicio)	1.3.5				
1.4.1	Diseño del JCL (Lenguaje de control) <i>Batch</i>	1.3.5	1	2	3	2
1.4.2	Ruteador <i>Batch</i> - Multiproducto	1.4.1	2	3	4	2
1.4.3	Mapeo de las estructuras de datos	1.4.2	4	3	5	4
1.4.4	Validación de datos	1.4.3	3	5	7	5
1.4.5	Creación de clientes	1.4.4	3	5	7	5
1.4.6	Creación de cuentas	1.4.5	3	5	8	5
1.4.7	Grabación del Log	1.4.6	1	2	3	2
1.4.8	Gestión de errores	1.4.7	1	2	4	2
1.5	Pruebas	1.4.7				
1.5.1	Pruebas unitarias	1.4.7	1	2	3	2
1.5.2	Pruebas modulares	1.5.1	2	2	4	2
1.5.3	Pruebas integrales	1.5.2	3	2	5	3
1.5.4	Pruebas en certificación - Control de calidad	1.5.3	2	3	5	3
1.6	Pase a producción	1.5.4				
1.6.1	Aprobación del Comité de Sistemas	1.5.4	1	2	4	2
1.6.2	Traslado del producto final a las librerías	1.6.1	1	2	3	2

Apéndice K: Cronograma de actividades – Proyecto Apertura Masiva de Cuentas – DNI



Apéndice L: Estructura de Desglose de Riesgos (RBS)



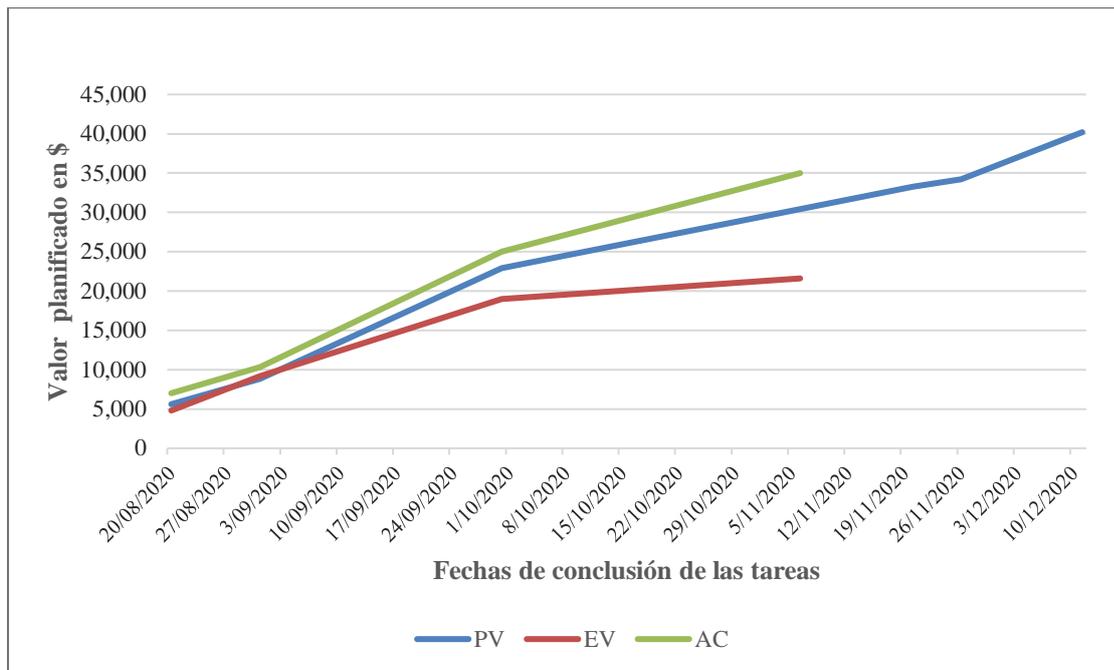
Apéndice M: Factores de Impacto y Probabilidad

		IMPACTO				
		1 Insignificante	2 Bajo	3 Medio	4 Alto	5 Grave
5	Cierto	5	10	15	20	25
4	Muy probable	4	8	12	16	20
3	Probable	3	6	9	12	15
2	Improbable	2	4	6	8	10
1	Remoto	1	2	3	4	5
	CRÍTICO	16-25				
	MEDIO	5-15				
	BAJO	1-4				

Apéndice N: Matriz de Riesgos

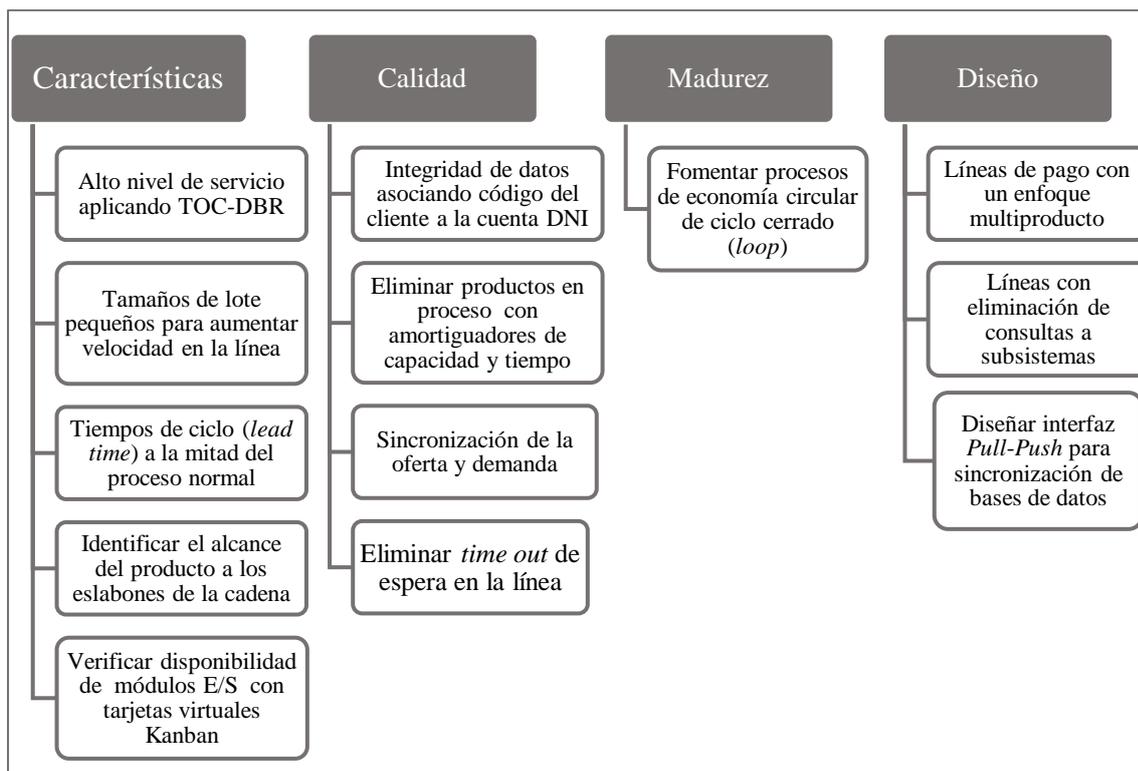
Riesgos	Descripción de las consecuencias	I	P	I x P	Tratamiento de los riesgos
Tecnológico					
Nuevas formas de fraude en línea	Robo cibernético del BFU	4	4	16	Diseño de alto nivel de la página Web
Tamaño del lote de datos (número de personas)	Retrasos en el tiempo de apertura de cuentas DNI	3	3	9	Cálculo del tamaño del lote óptimo
Infraestructura tecnológica	Oferta < Demanda, incapacidad para procesar los 8,000,000 clientes	5	4	20	Diseño de un plan de capacidad instalada
Disponibilidad de canales de atención virtuales	Retrasos en la entrega del Bono familiar universal	4	3	12	Diversificación de canales virtuales
<i>Outsourcing</i> sistema Web	Incompatibilidad con el Sistema <i>Back Office</i>	3	5	15	Gestión de compras eficiente
Internos					
Conocimiento y experiencia filosofía TOC	Retrasos en el análisis y diseño de la línea digital	4	2	8	Capacitación, consultor con experiencia TOC
Gestión horas-hombre para el control de calidad	Retrasos en el pase a producción	3	2	6	Priorizar atención por sistemas, sin multitareas
Priorización de sistemas y subsistemas	Retrasos en el cronograma	3	3	9	Revisión periódica del plan (ajustes tiempo)
Asignación de multitareas al personal	Retrasos en la finalización de las tareas	3	4	12	Gerencia de proyectos TOC-DBR
Coordinación con Reniec	Demoras significativas en la validación de la información	5	3	15	Mejorar el Convenio de entrega de la información
Sociales					
Riesgos de inicio segunda pandemia	Retrasos en el depósito del BFU	4	5	20	Innovar uso de billetera digital, transferencias inmediatas
Incertidumbre de la demanda	Segmento poblacional sin recibir el BFU	5	5	25	Diseño de líneas digitales TOC-DBR flexibles ante cambios en la demanda
Necesidades insatisfechas-zonas no atendidas	Grupo poblacional sin recibir el BFU	4	3	12	
Convenios banca privada	Cuentas bloqueadas impiden retiro de BFU	2	3	6	Optimizar la gestión de contratos
Diseño					
Sincronizar sistema Web <i>versus back office</i>	Sistema <i>back office</i> desactualizado. Reprocesos de información	3	4	12	Mejorar los criterios, factores de selección del producto
Estandarización de repositorios de información	Incompatibilidad de bases de datos en las líneas digitales	4	3	12	Aplicar TOC-DBR en las líneas digitales
Duplicidad de información	Demoras en la ejecución de las interfaces	3	4	12	Normalizar, rediseñar procesos cadena valor
Calidad del diseño y aplicación TOC-DBR	Demoras en el pase a producción	4	5	20	<i>Design Thinking</i> . Mejorar la identificación de restricciones

Apéndice O: Curva S-Costos Acumulados



Nota. Adaptado de *Preparación para la Certificación PMP basado en la guía del PMBOK (2nd)*, por L. Angulo, 2015, pp. 205-206. Lima, Perú: Empresa Editora Macro.

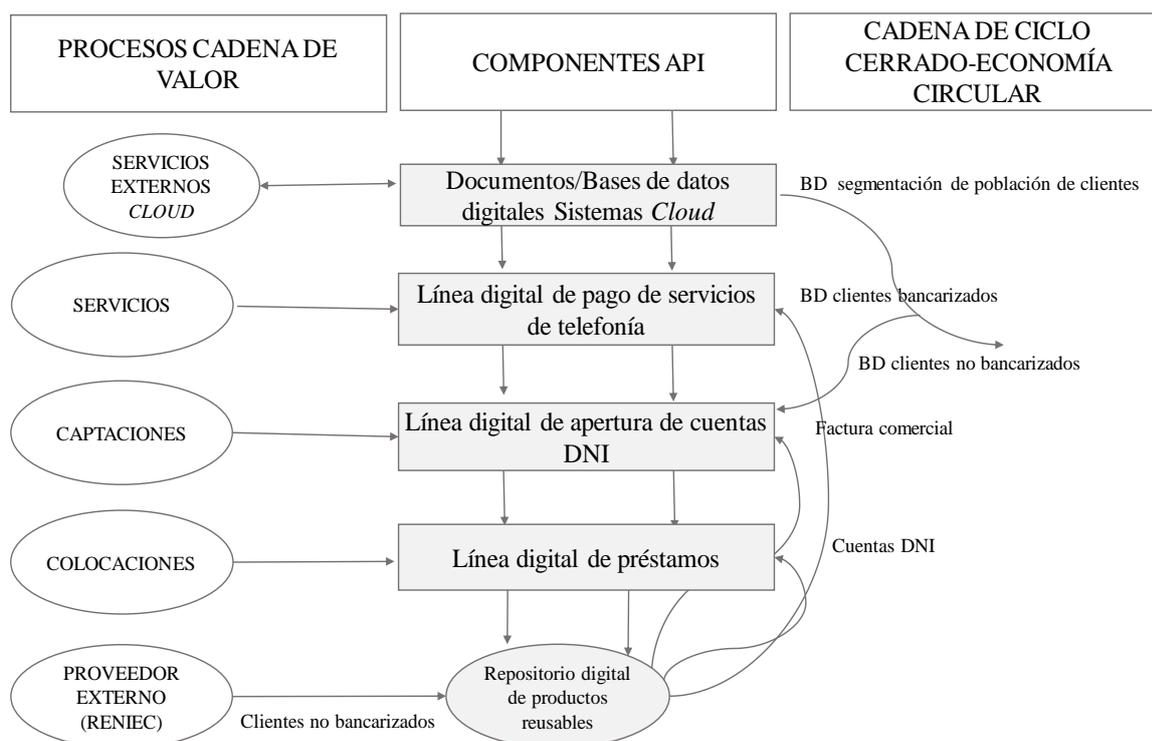
Apéndice P: Requerimientos del Nuevo Producto



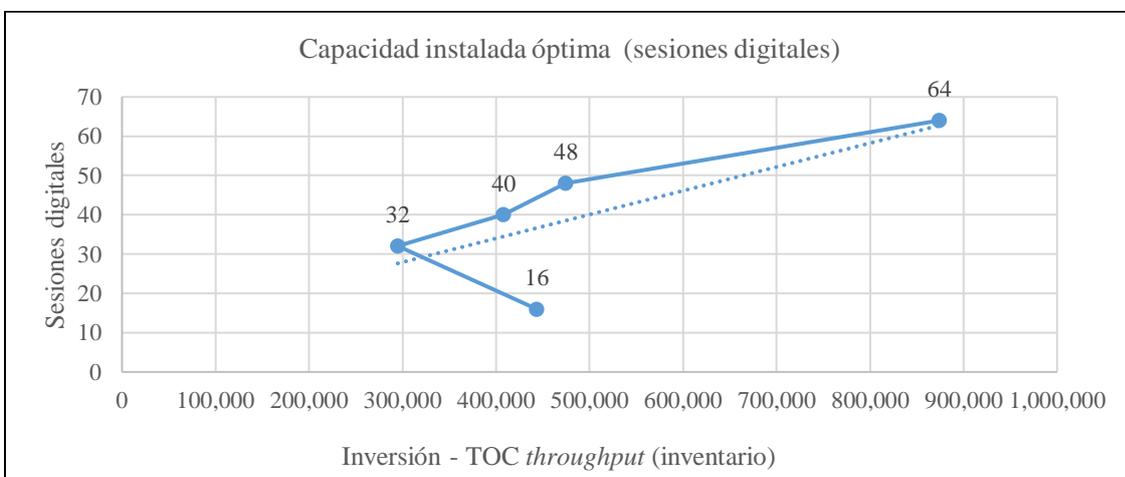
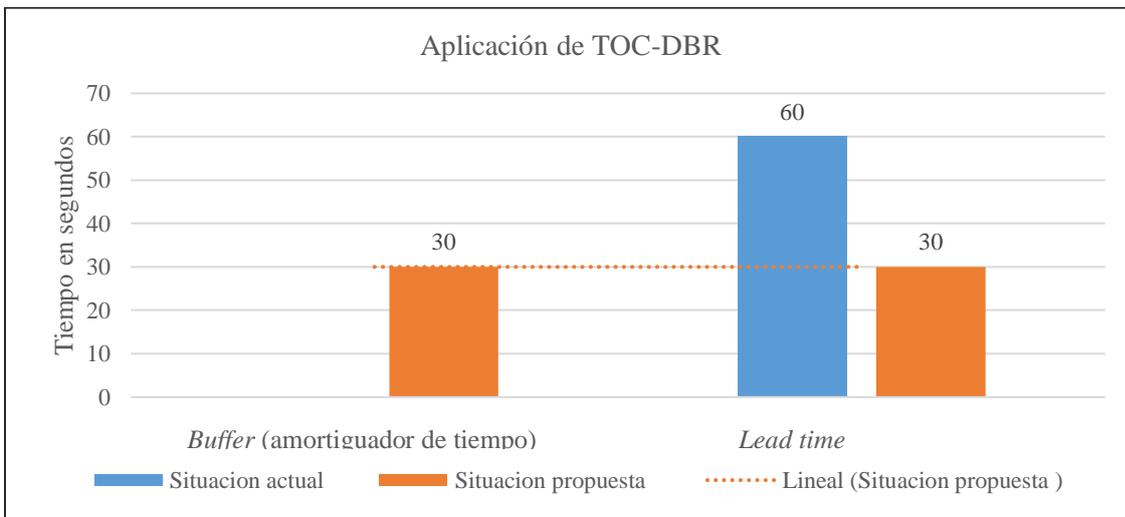
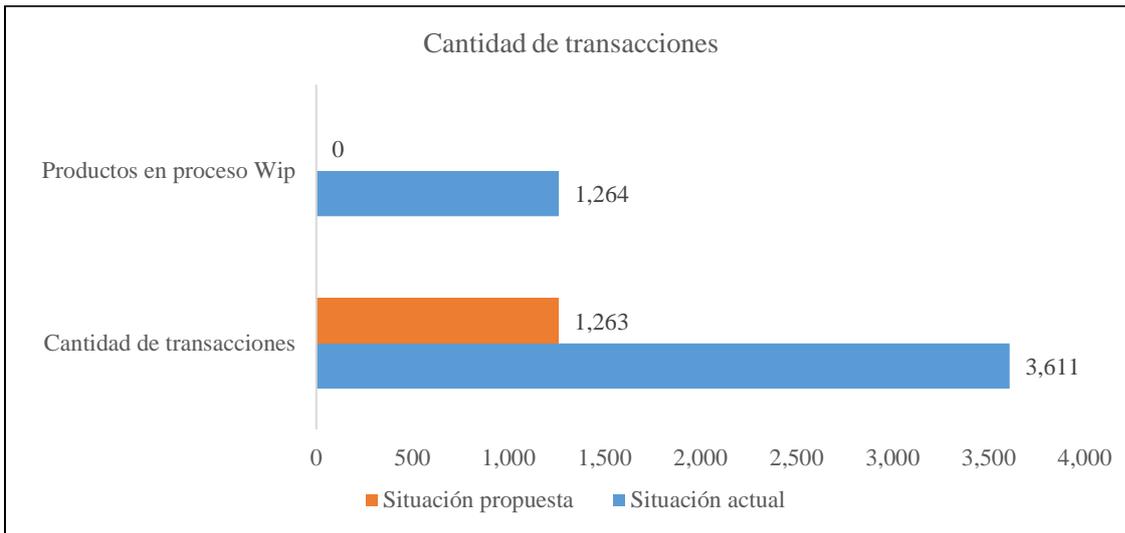
Apéndice Q: Seguimiento de Gestión de Calidad. Apertura de Cuentas DNI

Objetivos	Procesos Cadena de Valor	Indicadores
Alto nivel de servicio aplicando TOC-DBR	Captaciones	# de restricciones Nivel de satisfacción cliente
Tamaños de lote pequeños para aumentar velocidad	Atención al cliente	Tamaño lote óptimo Q Velocidad de ingresos
Tiempos de ciclo (<i>lead time</i>), la mitad del proceso normal	Servicios	Tiempo de servicio Gastos operativos totales
Identificar alcance del producto a los eslabones de la cadena	Colocaciones	Cantidad de líneas digitales TOC-DBR
Verificar disponibilidad de los módulos de E/S - Kanban	Desarrollo de productos y servicios	% Control estado estación % Disponibilidad estación
Integridad de datos: código de cliente + cuenta DNI	Gestión de seguridad integral	Nivel de integración % redundancia de datos
Eliminar productos en proceso (Wip)	Gestión logística	% Wip Tiempo amortiguación Inventario total
Sincronización de la oferta y la demanda	Inversiones	Amortiguador de tiempo Amortiguador de capacidad
Eliminar <i>time out</i> de espera	Captaciones Servicios	# de sesiones virtuales Cantidad de caídas # transacciones <i>time out</i>
Fomentar procesos de economía circular	Planificación institucional	Nivel RSE, ROI Nivel de madurez

Apéndice R: Modelo Estratégico de Ciclo Cerrado de la Empresa de Servicios Bancarios



Apéndice S: Conclusiones en la Aplicación de TOC-DBR, Línea de Pago de Servicios de Telefonía



Nota. La configuración del número de sesiones digitales puede realizarse en forma dinámica, mediante el conocimiento en línea de la demanda para su sincronización con el *takt time (pull)* de entrega del servicio.

Nota Biográfica

Manuel Angel Horna Camero

Ingeniero Industrial por la Universidad Nacional Federico Villarreal y MBA por la Universidad de San Martín de Porres.

Consultor Senior de procesos y sistemas, con más de diez años de experiencia en reingeniería y modelamiento de procesos de gestión comercial, logísticos, financieros y administrativos.

Especialista en gestión e integración de procesos de negocio con aplicación de metodologías/filosofías de negocio empresarial y de proyectos. En la actualidad, se desempeña como Consultor de procesos y sistemas del Banco de la Nación y docente de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería de sistemas.