



TECNOLOGÍAS 4.0 PARA EL
DESARROLLO Y EVALUACIÓN
DE INDICADORES EN UNA
EMPRESA DE SERVICIOS: SU
IMPACTO EN LA TOMA DE
DECISIONES ESTRATÉGICAS
Y LA SERVITIZACIÓN DE LA
INFORMACIÓN



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Universidad Nacional
de Mar del Plata



TECNOLOGÍAS 4.0 PARA EL DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE
INDICADORES EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS: SU
IMPACTO EN LA TOMA DE DECISIONES ESTRATÉGICAS Y LA
SERVITIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Bensadon, Tomas
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, abril de 2022

TECNOLOGÍAS 4.0 PARA EL DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE INDICADORES EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS: SU IMPACTO EN LA TOMA DE DECISIONES ESTRATÉGICAS Y LA SERVITIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

- Autor: Tomas Bensadon
- Director: Mg. Ing. Antonio Morcela
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería, UNMDP
- Co-Director: Ing. Ignacio Daniel Boloquy
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería, UNMDP
- Evaluadores: Mg. Ing. María Victoria D´Onofrio
Esp. Ing. José Ignacio Nicolao García
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería, UNMDP

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Situación problema	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Metodología	3
1.3.1. La auditoría de TI	3
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. La industria 4.0 y la cuarta revolución industrial	9
2.2. El Internet de las Cosas	10
2.2.1. Aplicaciones de la IoT	11
2.3. Inteligencia de Negocios	12
2.3.1. Inteligencia de Negocios como un Sistema de Información.....	13
2.3.2. Inteligencia de Negocios como un proceso cíclico.....	13
2.3.3. Inteligencia de Negocios como una plataforma tecnológica	13
2.3.4. Inteligencia de Negocios como una cadena de valor.....	13
2.4. Analítica.....	13
2.4.1. Analítica descriptiva	15
2.4.2. Analítica predictiva	16
2.4.3. Analítica prescriptiva	17
2.5. Analítica para la gestión del recurso humano: <i>People analytics</i>	17
2.5.1. People analytics e Internet de las Cosas (IoT)	17
3. RELEVAMIENTO DE PROCESOS PRINCIPALES.....	20

3.1.	Descripción de la organización.....	20
3.2.	La organización en Argentina.....	21
3.3.	El proceso de Venta de Servicios.....	23
3.3.1.	Actores involucrados	24
3.3.2.	Descripción del proceso	27
3.3.3.	Proceso de información.....	34
3.4.	Indicadores Clave de Proceso.....	36
3.4.1.	Definición	36
3.4.2.	Características básicas	37
3.4.3.	Indicadores de recursos.	37
3.4.4.	Indicadores orientados al flujo.....	39
3.4.5.	Tecnologías implementadas.....	39
3.5.	Relación de los procesos principales con el Mapa de Procesos de la empresa	45
4.	AUDITORÍA DE TI DE LOS PROCESOS RELEVANTES	46
4.1.	Propósitos y objetivos de la auditoría	46
4.2.	Alcance de la auditoría.....	46
4.3.	Identificación del cliente de la auditoría.....	46
4.4.	Identificación de los participantes de la auditoría	46
4.5.	Criterios especificados para la auditoría.....	46
4.6.	Hallazgos de la auditoría.....	47
4.7.	Conclusiones de la auditoría	48
5.	MODELO PROPUESTO PARA EL USO DE IOT EN EL PROCESO DE VENTA DE SERVICIOS	52
5.1.	Conjunto de tecnologías IoT (IoT <i>Stack</i>)	53
5.2.	Proceso de recolección de datos	53
5.3.	Proceso analítico jerárquico	56
6.	CONCLUSIONES	61
7.	ÚLTIMO FOLIO	62
	BIBLIOGRAFÍA.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principales fases y actividades de un proceso de auditoría de TI, desde el punto de vista del ciclo PVHA de Deming. Fuente: Adaptado de Gantz (2014, p. 150).	4
Figura 2: Desarrollo de una auditoría de TI. Fuente: Adaptado de Gantz (2014, p. 156)	6
Figura 3: Inteligencia de Negocios como una cadena de valor de actividades informativas. Fuente: Tomado de Davenport y Harris (2007).....	14
Figura 4: Relación entre la Unidad Comercial Regional y las Sucursales (Concesionarios). Fuente: Elaboración propia.....	22
Figura 5: Organigrama de la Unidad Comercial Regional. Fuente: Elaboración propia	23
Figura 6: Organigrama típico de una sucursal (concesionario) de la red de Scania Argentina. Fuente: Elaboración propia.	23
Figura 7: Proceso General de Venta de Servicios. Fuente: Elaboración propia.	26
Figura 8: Diagrama del subproceso “Realizar prospección”. Fuente: Elaboración propia	28
Figura 9: Diagrama del subproceso “Venta Reactiva”. Fuente: Elaboración propia.	29
Figura 10: Diagrama del subproceso “Presupuestar servicio”. Fuente: Elaboración propia.....	29
Figura 11: Diagrama del subproceso “Planificar el servicio”. Fuente: Elaboración propia	30
Figura 12: Diagrama del subproceso “Recibir la unidad”. Fuente: Elaboración propia.	31
Figura 13: Diagrama del subproceso “Ejecutar servicio”. Fuente: Elaboración propia.	32
Figura 14: Diagrama del subproceso “Facturar servicio”. Fuente: Elaboración propia.	33
Figura 15: Diagrama del subproceso “Liberar unidad”. Fuente: Elaboración propia	33
Figura 16: Mapa de procesos de la empresa. Fuente: Tomado del Manual de Calidad Scania Argentina (2015).....	45
Figura 17: Evolución de los principales componentes del control de <i>stamping</i> , periodo enero 2021 – febrero 2022, para la sucursal de Jujuy. Fuente: Plataforma Dealer Performance.	49
Figura 18: Evolución del Ratio de Uso en el periodo enero 2021 – febrero 2022 para la sucursal de Jujuy. Fuente: Plataforma <i>Dealer Performance</i>	49

Figura 19: Marco de trabajo para la recolección de datos en tiempo real. Fuente: Adaptado de Gaur et al. (2019, p. 559).	52
Figura 20: Segmentos de los conjuntos de tecnologías IoT. Fuente: Adaptado de Gaur et al. (2019, p. 559).	53
Figura 21: Proceso de recolección y agregación de datos con un sensor IoT. Fuente: Adaptado de Gaur et al. (2019, p. 559).	54
Figura 22: Diagrama propuesto del subproceso “Ejecutar servicio” después de implementar una banda IoT con sensor para el proceso de <i>stamping</i> . Fuente: Elaboración propia.	55
Figura 23: Diagrama del problema planteado como un árbol jerárquico Fuente: Elaboración propia.	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Aplicabilidad de métodos de auditoría para diferentes tipos de evidencia. Fuente: Tomado de Gantz (2014, p. 157).....	6
Cuadro 2: Estructura del grupo Volkswagen. Fuente: Adaptado de Volkswagen AG (2021).....	20
Cuadro 3: Tipos de cubos en el módulo SSAS del SBA. Fuente: Adaptado de SCANIA CV AB SWEDEN (2016, p. 9).....	36
Cuadro 4: Indicadores (KPI) utilizados para medir el proceso de Venta de Servicios. Fuente: Elaboración propia.	42
Cuadro 5: Categorización de los registros de tiempo en el proceso de venta de Servicios. Fuente: Elaboración propia.	43
Cuadro 6: Escala fundamental según el modelo de Saaty. Fuente: Elaboración propia.	57
Cuadro 7: Matriz de comparación A. Fuente: Elaboración propia.	57
Cuadro 8: Matriz de comparación criterio Calidad. Fuente: Elaboración propia.	57
Cuadro 9: Matriz de comparación criterio Tiempo de entrega. Fuente: Elaboración propia.	57
Cuadro 10: Matriz de comparación criterio Soporte. Fuente: Elaboración propia.	58
Cuadro 11: Matriz de comparación criterio Precio. Fuente: Elaboración propia.	58
Cuadro 12: Vector de ponderación de los elementos de decisión. Fuente: Elaboración propia.	58
Cuadro 13: Vector de ponderación de los elementos de decisión. Fuente: Elaboración propia.	59
Cuadro 14: Índices de consistencia de la matriz de criterios. Fuente: Elaboración propia.	59
Cuadro 15: Índices de consistencia de la matriz de criterios con cada alternativa. Fuente: Elaboración propia.	59
Cuadro 16: Jerarquización del AHP para las alternativas de decisión propuestas. Fuente: Elaboración propia.	60

LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

3D: representación tridimensional de datos geométricos

AB: tiempo ausente (*absence*)

AHP: proceso analítico jerárquico (*Analytic Hierachy Process*)

ALPR: cámaras de reconocimiento automático de matrículas (*Automatic License Plate Recognition*)

BPI: portan de inteligencia de negocios (*bussines portal intelligence*)

BPMN: Modelo y Notación de Proceso de Negocio (*Business Process Model and Notation*)

CCTC: cámara circuito cerrado de Televisión

CI: índice de consistencia de la matriz de comparación

CR: nivel de consistencia de la matriz de comparación

DT: tiempo directo o tiempo en orden de trabajo (*direct time*)

DW: almacén electrónico (*data warehouse*)

HUB: dispositivo que concentra y comunica el cableado de una red para ampliación

IA: inteligencia artificial

ILT: tiempo de espera de facturación (*invoiced lead time*)

IoT: Internet de las cosas (*internet of things*)

IP: etiqueta numérica de manera lógica y jerárquica (Internet Protocol)

IT: tiempo indirecto o tiempo disponible (*indirect time*)

KPI (*Key Performance Indicator*): Indicadores claves de desempeño

MPP: Portal de Planificación de Mantenimiento (*Maitenance Planning Portal*)

NVR: grabadora digital de video (*Network Video Recorder*)

OT: orden de trabajo

PC: computadora personal (*personal computer*)

PoE: energía sobre ethernet (*power over ethernet*)

PVHA: ciclo de mejora continua, Planificar (P), Verificar (V), Hacer (H), Actuar (A)

RFID: identificación de radio frecuencia (*Radio Frequency Identification*)

RI: índice de consistencia aleatoria

RPA: automatización robótica de procesos (*robotic process automation*)

SBA: motor de análisis de datos del negocio (*Scania Bussines Analyzer*)

SIP: ventas de repuestos en paneles de ventas abiertos (*sales in progress*)

SQL: lenguaje de programación para gestionar bases de datos (*Structured Query Language*).

SSAS: cubos de datos de procesamiento analítico en línea (*system server análisis services*)

SSRS: sistema de software de generación de informes (*server reporting services*)

TI: Tecnología Informática

TMS: tiempo de mejora continua o capacitación

TRR: Solicitud de tiempo de reserva (*time request reservation*)

UTP: cable par trenzado no apantallado (*Unshielded twisted pair*)

WIP: trabajos en proceso con órdenes de trabajo abiertas (*work in progress*)

TECNOLOGÍAS 4.0 PARA EL DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE INDICADORES EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS: SU IMPACTO EN LA TOMA DE DECISIONES ESTRATÉGICAS Y LA SERVITIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

RESUMEN

Frente a una realidad de transformación empresarial orientada a la implementación de tecnologías 4.0 como parte de la llamada *cuarta revolución industrial*, el presente trabajo indaga, haciendo uso de una auditoría de Tecnología de la Información (TI), el proceso de Venta de Servicios de una de las sucursales de Post Venta de la empresa SCANIA en Argentina, con el fin de identificar las tecnologías 4.0 que posee, los detalles de sus subprocesos, actores y actividades, así como los indicadores clave de rendimiento (KPI) que se generan a partir de los datos recolectados en campo, visualizados en una analítica de tipo descriptivo.

Se identificaron tres sistemas de información principales: *Dealer performace*, *Scania Business Analyzer* y *Automaster*, y un conjunto de KPI desarrollados por la casa matriz de SCANIA e implementados en cada sucursal. Los principales hallazgos de la auditoría apuntan a la falta de implementación de tecnologías 4.0 que capturen automáticamente datos relevantes del negocio (como el stamping por parte de los técnicos del taller), y el impacto que esto tiene en la confiabilidad de los indicadores que se construyen a partir de ellos (como el Ratio de Utilización de Recursos). Otro hallazgo es la ausencia de analítica predictiva o prescriptiva dentro del conjunto de herramientas existentes en la organización y utilizadas por los colaboradores dentro del alcance de la auditoría. Como solución, se propone la adopción de una tecnología IoT portable con sensor para capturar de forma automática el stamping de los técnicos, y con ello mejorar la confiabilidad de los datos recolectados e incorporar nuevos datos para refinar los indicadores ya existentes. También se presenta una propuesta de diagrama de proceso tras la implementación de la banda IoT en el proceso de “ejecutar servicio”.

PALABRAS CLAVE: *Servicio, Proceso, Tecnologías 4.0, Inteligencia de Negocios, Auditoría de TI, People Analytics, IoT, KPI.*

4.0 TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT AND EVALUATION OF INDICATORS IN A SERVICE INDUSTRY: ITS IMPACT ON STRATEGIC MAKING'S DECISIONS AND SERVITIZATION OF INFORMATION

ABSTRACT

Within a reality of business transformation oriented to the implementation of 4.0 technologies, as part of the so-called 4th industrial revolution, this paper investigates, through an (Information Technology) IT auditing, the Service Sales Process Standard, of one of the SCANIA's branches company's in Argentina, in order to identify the 4.0 technologies applicable, the details of its sub-processes, actors and activities, as well as the key performance indicators (KPI) that are generated from the data collected in the field, visualized in a descriptive analytics.

Three main information systems were identified: Dealer performance, Scania Business Analyzer and Automaster, and a set of KPIs developed by SCANIA's commercial unit and implemented in each branch. The main findings of the auditing are directed to the lack of implementation of 4.0 technologies that automatically capture relevant business data (such as stamping by workshop technicians), and the impact this has on the reliability of the indicators that are built from them (such as the Utilization Rate). Another finding is the absence of predictive or prescriptive analytics within the set of existing tools in the organization and used by the collaborators within the scope of the auditing. As a solution, the adoption of a portable IoT technology with a sensor is proposed to automatically capture the stamping of the technicians, and thereby improve the reliability of the data collected and incorporate new data to adjust the existing indicators. A process diagram proposal is also presented after the implementation of the IoT band in the "execute service" process.

KEYWORDS: *Service, Process, 4.0 Technologies, Business Intelligence, IT Audit, People Analytics, IoT, KPI.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación problema

Las organizaciones, privadas y públicas, se encuentran bajo presiones que las fuerzan a responder rápidamente a condiciones cambiantes, a la par de ser constantemente innovadoras en sus operaciones. Dichas actividades requieren que las organizaciones sean ágiles y tomen decisiones rápidas y frecuentes a nivel estratégico, táctico y operativo, algunas de las cuales son muy complejas. Tomar estas decisiones puede requerir cantidades considerables de datos relevantes, información y conocimiento. Su procesamiento, en el marco de la necesidad de toma de decisiones, debe hacerse rápido -frecuentemente en tiempo real-, y normalmente requiere soporte computarizado (Sharda, Delen y Turban 2018, p. 3).

La Cuarta Revolución Industrial, conocida también como la Industria 4.0, está cambiando la forma en la cual las empresas funcionan y, por extensión, los elementos mediante los cuales están forzadas a competir. Las organizaciones deben decidir cómo y dónde invertir en nuevas tecnologías e identificar cuáles de ellas se ajustan más a sus necesidades. Sin una comprensión completa de los cambios y oportunidades que trae la industria 4.0 consigo, las empresas tienen el riesgo de ceder terreno frente a la competencia (Cotteleer y Sniderman 2017, p. 2).

Mientras la industria 4.0 ha crecido para abarcar las operaciones empresariales, la fuerza de trabajo, y la sociedad en su conjunto, sus raíces en la cadena de suministro y la manufactura constituyen la columna vertebral del mundo tal y como lo conocemos. Qué cosas se fabrican y como, de qué están hechas y cómo llegan a nosotros, y a donde van cuando necesitamos repararlas o cuando terminamos de usarlas: todas estas cosas son parte del ciclo de vida del producto, y se ven permeadas por la Industria 4.0 (Cotteleer y Sniderman 2017, p. 5).

En una sociedad cada vez más digitalizada, el aumento del interés en el uso de los datos es cada vez mayor. Las técnicas de analítica de datos, de sofisticación variable, se usan para entender fenómenos sociales, evaluar políticas, ajustar el *marketing* hacia los consumidores, predecir comportamientos de votantes, mejorar la precisión de la medicina y ser parte de otras aplicaciones en el mundo real. Entender y optimizar la fuerza laboral es una parte fundamental de esta tendencia. A pesar de que muchos líderes y teóricos de las organizaciones reconocen que estas son sistemas sociotécnicos complejos y adaptativos, el interés en el uso de analítica de datos y herramientas de visualización para simplificar esta complejidad en una forma más comprensible está creciendo, tal y como lo afirman Tursunbayeva et al. (2018, p. 224).

Dentro de este contexto, el término *People Analytics* aparece con cada vez más frecuencia en el liderazgo ejecutivo y la gestión de recursos humanos. La *People Analytics* promete ayudar a las organizaciones a entender a su fuerza de trabajo como un todo, a nivel de departamentos o grupos de trabajo, y como individuos, al hacer más accesibles, interpretables y accionables los datos sobre las características de los empleados, su comportamiento y su desempeño. Esto incluye el uso de sistemas de información, herramientas de visualización y analítica predictiva, lo cual depende de los perfiles de los empleados y los datos sobre su rendimiento.

La empresa, objeto de estudio es uno de los principales proveedores de vehículos y servicios en el transporte de cargas y pasajeros a nivel mundial. La organización posee más de 130 años de experiencia en la comercialización de camiones, buses, y motores industriales y/o marinos. Su red de servicios abarca un total de 27 puntos de atención a nivel nacional, con el objetivo de dar un tiempo máximo de operación a un costo mínimo para los clientes.

En el marco de la Industria 4.0, la empresa ha decidido implementar el sistema de información "*Dealer performance*", el cual incorpora una metodología ágil de trabajo, con el único objetivo de mejorar la rentabilidad operativa de los talleres. Lo hace definiendo indicadores clave de desempeño (KPI), los cuales se analizan y estudian sistemáticamente para armar planes de acción. Los equipos de trabajo encargados de esto se encuentran conformados por personal clave del proceso de cada sector. Esas personas son las que deben intervenir y dar soporte al proceso para que se haga de forma controlada.

Por tales motivos se busca explorar nuevas técnicas y herramientas para aportar al desarrollo del puesto, determinando los factores del proceso que alteran el rendimiento del servicio, y así definir posibles medidas a implementar en el centro de trabajo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Analizar el Sistema de Información y las Tecnologías 4.0 de adquisición de datos para el desarrollo de indicadores efectivos en el proceso de toma de decisiones estratégicas de una empresa que realiza el *service* de los vehículos de transporte que fabrica.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Relevamiento de los procesos involucrados en la realización de los *service* y su inserción en el mapa de procesos de la empresa.
2. Descripción y evaluación de indicadores claves del proceso. Análisis de causas para determinar los factores que afectan la medición y resultados en torno a los indicadores críticos.

3. Descripción y evaluación de las tecnologías 4.0 utilizadas para la adquisición de datos de proceso, cuantificación de la disponibilidad de información relevada y subutilización para la toma de decisiones.
4. Descripción de la estrategia para la toma de decisiones y propuesta de optimización del proceso de servitización de información.

Es importante indicar que el objetivo número 1 se abordará a lo largo del capítulo 5, mientras que los objetivos 2 y 3 se desarrollarán durante el capítulo de auditoría tecnología capítulo 5, y finalmente el objetivo número 4 corresponde al capítulo 6 de esta numeración.

1.3. Metodología

1.3.1. La auditoría de TI

Una auditoría es un examen sistemático y objetivo de uno o más aspectos de una organización que lo compara lo que ésta hace frente a un conjunto definido de criterios o requerimientos. La auditoría de TI examina procesos, activos de TI y controles en múltiples niveles al interior de la organización para determinar hasta qué punto se adhiere a los estándares o requerimientos aplicables (Gantz 2014).

1.3.1.1. Alcance de una auditoría de TI

Según Gantz (2014, p. 105), el alcance de las auditorías de TI incluye tanto los componentes técnicos como los no técnicos. El rango de elementos de TI susceptibles de ser auditados se expande a todo tipo de controles físicos, administrativos y técnicos implementados a cualquier nivel de la granularidad dentro de la organización.

1.3.1.2. Fases de una auditoría de TI.

De acuerdo con Gantz (2014, p. 147), a pesar de las muchas guías disponibles para diseñar el proceso de auditoría de TI, los procesos centrales y las actividades desarrolladas en una auditoría de TI son muy similares, y comprenden las etapas de planeación de la auditoría, ejecución de la auditoría, reporte de los hallazgos y respuesta a los hallazgos con acciones correctivas. Aunque se usen diferentes nombres para designar estos pasos en diferentes metodologías, la naturaleza de las actividades a llevar a cabo y sus resultados pueden ser rastreados hasta el ciclo de Deming y su proceso de cuatro etapas (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) para el mejoramiento continuo. En la Figura 1 se resumen las fases y actividades a realizar en una auditoría de TI.

La fase de planeación de la auditoría agrupa todas las actividades necesarias para asegurar que la auditoría se llevará a cabo de forma eficiente, completa, y que logrará los objetivos que se esperan de esta. Las actividades asociadas a la planeación son la

determinación del alcance y los objetivos, la asignación de recursos, la elección o diseño de los procedimientos, y la recaudación de datos de soporte para la auditoría.

- *Determinación del alcance y los objetivos:* Cada tipo de auditoría de TI tiene diferentes motivaciones, resultados esperados y objetivos organizativos. Muchas auditorías tienen criterios explícitos, estándares o protocolos asociados. Estos factores conducen a la definición del alcance de la auditoría. Como tal, *el alcance de la auditoría* es una explicación de qué será examinado (y que no, de ser necesario) durante la auditoría. Por su parte, los *objetivos de la auditoría* son aquello que la compañía espera obtener como resultado de la auditoría.



Figura 1: Principales fases y actividades de un proceso de auditoría de TI, desde el punto de vista del ciclo PVHA de Deming. Fuente: Adaptado de Gantz (2014, p. 150).

- *Asignación de recursos:* Dependiendo del alcance y la complejidad de la auditoría a realizar, se pueden requerir muchos recursos. Los planes de auditoría deben establecer el inicio y final estimados para el proceso, así como cualquier hito intermedio o punto de control durante la misma, por lo que se sugiere establecer una línea base para poder hacer seguimiento al uso de los recursos y las fechas estimadas. Dependiendo de si existe un límite de tiempo estricto para la entrega

de la auditoría o no, se pueden requerir más o menos recursos con mayor o menor intensidad para poder ejecutar las tareas necesarias.

- *Procedimientos y protocolos de la auditoría:* Una de las diferencias entre la auditoría y otros tipos de revisión es que comparan las características organizativas con unos criterios formales de auditoría. Sin importar si los estándares, reglas o regulaciones estén publicados o sean desarrollados a nivel interno, los criterios de la auditoría deben ser definidos explícitamente, de tal modo que permite a los auditores usarlos como base para el examen de los procesos, controles, capacidades o comportamientos organizativos que entren en el alcance de la auditoría. La selección de los criterios de la auditoría depende de su alcance y sus objetivos.
- *Recaudación de datos preliminares:* La recolección de evidencias es uno de los focos principales para desarrollar auditorías de TI, pero la organización puede ayudar a asegurar una auditoría efectiva y a tiempo al recolectar información durante la fase de planeación que los auditores necesiten examinar durante la auditoría. Dependiendo del alcance y tipo de auditoría, las fuentes relevantes de información pueden incluir:
 - Políticas, procedimientos, estándares y lineamientos;
 - Sistemas o documentación de aplicación, incluidos los manuales operativos;
 - Configuraciones de servidores, dispositivos o componentes tecnológicos;
 - Descripción de controles implementados, incluidos controles de seguridad;
 - y
 - Reportes de auditoría y planes de acción correctivos de auditorías realizadas previamente.

La fase de desarrollo de la auditoría es el proceso en el cual el equipo auditor ejecuta el plan desarrollado para la auditoría y lleva a cabo un examen detallado de los procesos, activos de TI, y controles, comparando la evidencia recolectada de la organización, sus capacidades y prácticas, con los requerimientos especificados en los criterios de la auditoría. Las actividades incluyen el examen de los auditores de toda la documentación y la información disponible sobre la organización objeto de la auditoría, la recolección de evidencia a través de la observación, las entrevistas y las pruebas, y el análisis de dicha evidencia para identificar debilidades, controlar deficiencias u otros problemas. En la Figura 2 se hace una descripción gráfica del proceso.

El propósito principal de recolectar evidencia es permitir a los auditores contrastar la evidencia con los criterios aplicables de auditoría, y analizar la evidencia para determinar

hasta qué punto estos criterios son satisfechos. Las prácticas para analizar la evidencia de auditoría agrupan a un amplio rango de métodos; el auditor selecciona los métodos más apropiados basados en el tipo de control bajo examen y el tipo de auditoría, su propósito y objetivos. En el cuadro 1 se listan algunos métodos representativos y la fuente de evidencia para la cual aplican.

Métodos	Aplicabilidad
Examen	Documentación del sistema, especificaciones, diagramas
	Planes, políticas, procedimientos, instrucciones, guías
	Estándares, marcos de trabajo, metodologías
Entrevista	Empleados con responsabilidades operativas sujetos de auditoría
	Funcionarios responsables del gobierno, riesgo y cumplimiento
	Clientes, personal de soporte, usuarios finales de los sistemas
Observación	Funcionalidades de software o hardware
	Actividades operativas, procesos, prácticas, ejercicios
	Comportamientos del personal
Prueba	Componentes tecnológicos
	Dispositivos de hardware
	Sistemas y aplicaciones de software
	Procedimientos de control y capacidades técnicas

Cuadro 1: Aplicabilidad de métodos de auditoría para diferentes tipos de evidencia. Fuente: Tomado de Gantz (2014, p. 157)



Figura 2: Desarrollo de una auditoría de TI. Fuente: Adaptado de Gantz (2014, p. 156)

Usualmente, los criterios usados en la auditoría de TI incluyen requisitos que pueden ser determinados objetivamente, así como algunos que incluyen el juicio de los auditores quienes recolectan y analizan la evidencia. El foco de los auditores de TI suele incluir características técnicas, como la configuración del sistema y el dispositivo y la implementación de controles, que pueden ser comprobados mediante métodos de prueba automatizados. Por otro lado, la revisión de la documentación o el análisis de información recolectada mediante las entrevistas o la observación necesita de estándares de la práctica profesional en cuanto a objetividad, competencia y debido cuidado.

Los hallazgos de auditoría resultan de comparar la evidencia con los criterios de auditoría. Dependiendo del tipo de auditoría y sus objetivos, el reporte de los hallazgos puede incluir todos los criterios o solo aquellos elementos que el auditor determine que son deficientes o insuficientes, soportado por la evidencia. Adicionalmente al resumen general de la auditoría y sus resultados, un reporte de auditoría suele contener (Gantz 2014, p. 158–159):

- Propósitos y objetivos para llevar a cabo la auditoría;
- Alcance de la auditoría, incluyendo los elementos organizativos, funcionales o técnicos en los cuales aplica la auditoría;
- Identificación del cliente de la auditoría;
- Identificación de los participantes de la auditoría, incluyendo a los auditores y aquellos sujetos de la auditoría;
- Lapso en el cual la auditoría lleva lugar;
- Ubicaciones donde ocurre la auditoría, incluyendo las instalaciones de la organización y los sitios de trabajo del auditor fuera de la organización, si los hay;
- Criterios especificados para la auditoría;
- Hallazgos de la auditoría y evidencia de soporte;
- Conclusiones de la auditoría, incluyendo las recomendaciones del auditor; y
- Resultados de la auditoría, que pueden incluir la determinación general del éxito o fracaso o la medida en la que la organización satisface los criterios de auditoría.

Hay que aclarar que existe una diferencia entre los *hallazgos* y las *conclusiones* de una auditoría. Los hallazgos corresponden directamente al criterio de auditoría e indica si el sujeto de la auditoría cumple con cada criterio. Las conclusiones suelen incluir inferencias sobre el por qué ocurren los hallazgos, recomendaciones para mitigar los riesgos o remediar las deficiencias indicadas en los hallazgos, o mejorar la efectividad de las capacidades organizativas bajo examen.

La última fase, la respuesta a los hallazgos de la auditoría, representa la forma en la cual la organización se encarga de tratar con los hallazgos encontrados en la auditoría, ya

que estos traen consigo problemas y riesgos para la operación de esta. El conjunto de posibles respuestas al riesgo incluye la mitigación, la transferencia o la aceptación. La transferencia y la aceptación del riesgo no requieren de cambios directos en la operación y los controles de la organización, pero la mitigación requiere la adición o mejoramiento de los controles.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La industria 4.0 y la cuarta revolución industrial

Según Leone y Barni (2020, p. 99), el concepto de Industria 4.0 fue introducido al público por primera vez en el 2011, por un grupo de representantes de diferentes campos, bajo una iniciativa para mejorar la competitividad de la industria de la manufactura alemana. La idea de una industria integrada digitalmente fue hecha pública en la Feria Comercial e Industrial de Hannover, en donde se demostró cómo un sistema cibernético-físico (CPS, por sus siglas en inglés), hacía posible un cambio de paradigma en el sector de la automatización industrial.

Desde ese momento, el mundo académico e industrial trabajó en transformar esta visión en un cambio de paradigma industrial concreto, extendiendo el concepto a lo que hoy puede ser descrito como una digitalización y automatización en constante incremento en los ambientes de manufactura, así como la creación de una cadena de valor digital que permite la comunicación entre productos, su entorno y los participantes del negocio. Es así que la futura creación de valor estará localizada en fábricas digitalizadas, inteligentes, conectadas y autónomas (fábricas inteligentes”), así como en sus redes de producción (Leone y Barni 2020, p. 99).

La idea de la Industria 4.0 se ha propagado rápidamente y se ha transformado en un enfoque que abarca mucho más que los procesos de producción convencionales. De hecho, la Industria 4.0 se ha transformado de un discurso especializado a un elemento mencionado por cualquier persona conectada con el fenómeno (Zanfrillo et al, 2020). La idea ha generado el nacimiento de numerosos conceptos adicionales, como el Trabajo 4.0, las Cadenas de Suministro 4.0, etc., y es visto en gran medida como el futuro de la manufactura (Jassem y Razzak 2021, p. 128).

De acuerdo con Schwab y Davis (2018): “La cuarta Revolución Industrial es un nuevo capítulo en el desarrollo humano, conducido por la disponibilidad e interacción cada vez mayores de un conjunto de tecnologías extraordinarias, construidas a partir de las anteriores tres revoluciones industriales.” Estos autores clasifican los desarrollos tecnológicos que impulsan la Cuarta Revolución Industrial en cuatro categorías: *extensión de las tecnologías digitales* (que incluyen las nuevas tecnologías en computación, el *blockchain* y las tecnologías de libro mayor distribuido, y el Internet de las Cosas -IoT-), *reforma del mundo físico* (compuesto de la Inteligencia Artificial y la robótica, los materiales avanzados, y la manufactura aditiva e impresión multidimensional), *alteración del ser humano* (que incorpora los temas de biotecnología, neuro tecnología, y realidad virtual y aumentada), y la *integración*

con el entorno (como la captura, almacenamiento y distribución de energía, la geoingeniería, y las tecnologías espaciales).

2.2. El Internet de las Cosas

Palma et al. (2014, p. 7000) identifican las siguientes características esenciales para que un dispositivo sea considerado una “cosa” en términos del Internet de las Cosas (IoT):

- El dispositivo debe ser capaz de recolectar y transmitir datos: los dispositivos de IoT requieren existir en ambientes donde la información pueda ser recolectada y enviada a otros dispositivos o directamente a través de la Internet.
- El dispositivo debe tener la habilidad de operar en respuesta a acciones: Los dispositivos de IoT pueden ser programados para actuar según condiciones particulares.
- El dispositivo debe tener la capacidad de recibir información: Los dispositivos de IoT deben ser capaces de recibir información desde la red.
- El dispositivo debe poder soportar comunicaciones: Los dispositivos de IoT por naturaleza pertenecen a una red de dispositivos que pueden comunicarse entre sí y con otros mediante nodos en la misma red.

Dash et al. (2019, p. 16) indican que, en esencia, el IoT está compuesto de tres capas. La primera, se llama *capa física*, en la cual se usan identificadores por radiofrecuencia (RFID), sensores (conectados e inalámbricos) y actuadores. Los dispositivos en esta capa operan en el espacio físico para recolectar información y actuar dentro de y en respuesta al entorno.

La segunda capa es la *capa de red*, la cual está compuesta por pequeñas redes celulares y redes LAN, así como sistemas mucho más grandes de computación y almacenamiento en la nube. Para lograr que se manifiesten los beneficios, los sistemas IoT requieren comunicarse a través de un protocolo común, generalmente mediante un *middleware* o software que permite la comunicación y almacenamiento de los datos, de tal forma que se pueda dar la interpretación de los datos y estos puedan ser desplegados en las aplicaciones IoT. Cuando se activa este *middleware*, los datos se vuelven útiles para los humanos y los bienes de consumo son imbuidos con nuevos significados. Esto forma parte de la capa final, la *capa de aplicación*, la cual comprende las aplicaciones o tecnologías de comunicación digital que “vemos”, cuyos ejemplos incluyen a *Alexa*, *Google Home* y *Fitbit*. En conjunto con las otras capas, esto permite que las máquinas interactúen con el entorno y “hablen” con otras máquinas, así como con las personas. Es este proceso, ellas promulgan¹ los datos recopilados y los procesan y transmiten a otras máquinas y a los humanos,

¹ *Enact*, en el texto original.

usualmente por medio de dispositivos inteligentes. Los humanos son capaces de tomar dicha información y tomar decisiones en su cotidianidad o automatizar áreas particulares de sus vidas de tal forma que no tengan que participar activamente en dichas decisiones.

El IoT es un concepto que se conecta todos los dispositivos a la *Internet* y les permite comunicarse entre ellos por medio de la *Internet*. El IoT es una red gigante de dispositivos conectados, todo de los cuales recopilan y comparten datos sobre cómo son usadas y los entornos en los cuales operan (Sinha 2021). Los requisitos de *hardware* para preparar una solución de IoT deben esencialmente, incluir: en primer lugar, los sensores que han de “sentir” el entorno; segundo, un tablero o panel ubicado remotamente para monitorear los resultados de una forma clara y sencilla de entender; y, por último, es necesario un dispositivo con la capacidad de servir y asegurar el enrutamiento de comunicaciones seguras entre los dispositivos y el tablero de control. La tarea básica de un sistema de solución de IoT debe ser detectar las condiciones específicas y tomar acciones adicionales apropiadamente.

Según Dash et al. (2019, p. 16), hoy en día las personas están rodeadas de una variedad de *hardware* de IoT que hace la vida y el trabajo más simples. Este *hardware* suele estar compuesto por sensores como acelerómetros, sensores de temperatura, magnetómetros, sensores de proximidad, giroscopios, sensores de imágenes, sensores acústicos, sensores lumínicos, sensores de presión, sensores de gas RFID, sensores de humedad, sensores de micro flujos, etc., y dispositivos portátiles² como *smartwatches*, zapatos y gafas 3D, etc., los cuales son los mejores ejemplos de una solución inteligente. No obstante, los celulares son los dispositivos que han cambiado la forma de vida en la era digital debido a su tremenda contribución al ecosistema de IoT. Los celulares y los *smartphones* con sus características por defecto han traído la muy necesaria revolución tecnológica en el mundo. El IoT ha acelerado el concepto de automatización avanzada y hace uso de múltiples tecnologías como el *Bluetooth*, *WiFi*, *NFC*, *RFID*, *Protocolos de Radio* y *WiFi-Direct* para comunicarse con dispositivos locales y remotos en base a necesidades.

2.2.1. Aplicaciones de la IoT

Siguiendo lo expresado por Dash et al. (2019, p. 17) y por Sinha (2021), el IoT tiene un gran número de aplicaciones en diferentes industrias y en diferentes tipos de usuarios. Estos autores exponen algunos ejemplos de aplicaciones de la IoT en diferentes industrias:

- En la industria energética, medidores inteligentes monitorean el consumo de energía, lo que permite reducir y controlar el consumo.

² *Wearable devices* en el texto original

- En aplicaciones de cuidado sanitario, los smartwatches y los dispositivos de *fitness* no solo permiten monitorear la salud, sino que, al momento en el que una persona llega al hospital por una emergencia médica, los médicos diagnostiquen su estado de salud y el hospital esté listo en todos los aspectos para atender rápidamente para iniciar el tratamiento.
- En aplicaciones educativas, el IoT ha ayudado a incrementar la calidad de la educación al optimizar los costos y mejorar la gestión educativa, al considerar las respuestas y el desempeño de los estudiantes.
- En aplicaciones de transporte, el IoT ha liderado el cambio en el sector. Ahora, se tienen vehículos autónomos, semáforos que pueden detectar el tráfico y cambiar automáticamente, asistentes de parqueo, aplicaciones que avisan de espacios libres para parquear, etc. Adicionalmente, varios sensores dentro del vehículo indican el estatus actual del mismo, así no se tienen que enfrentar problemas de dicha índole mientras se viaja.

2.3. Inteligencia de Negocios

El ambiente actual para la gestión de la información empresarial se hace cada vez más y más complejo por diversas razones. Existen muchas presiones para las organizaciones desde los entornos dinámicos de los negocios, y la consecuente necesidad de tomar las acciones apropiadas crea retos importantes de información. Diversos factores de negocio ejercen presión en las organizaciones, entre los que se encuentran (Skyrius 2021, p. 7):

- Factores globales: migración de capital y laboral, mercados financieros y de *commodities*.
- Regulaciones gubernamentales, o reglamentaciones por parte de organismos internacionales.
- Fuerzas del mercado: necesidades y demanda por parte de los clientes, competencia, dinámicas del mercado.
- Marco tecnológico: innovaciones, sustitutos, tecnologías disruptivas.
- Aumento del dinamismo, tasa de innovaciones, cambios y necesidades que responder, etc.

Según Skyrius (2021, p. 9), muchos trabajos publicados sobre inteligencia de negocios han buscado agrupar varias definiciones para lograr la definición más específica posible. Dichos intentos solo han logrado demostrar la complejidad y las múltiples dimensiones que acompañan al concepto de inteligencia de negocios, lo que deriva en la pregunta de si es posible generar una definición perfecta de inteligencia de negocios después de todo. Este autor, después de una exhaustiva revisión bibliográfica, identifica cuatro

categorías en las que se puede entender a la inteligencia de negocios: como un *sistema de información*, como un *proceso cíclico*, como una *plataforma tecnológica* o pila de tecnología, o como una *cadena de valor*.

2.3.1. Inteligencia de Negocios como un Sistema de Información

Bajo esta perspectiva, la Inteligencia de Negocios tiene como función principal presentar una multitud de resultados de inteligencia a los usuarios. El sistema está diseñado para cubrir un amplio espectro de fuentes de información, incluidas fuentes internas (como ERP, CRM, SCM, y otros sistemas) y fuentes externas. Mediante procedimientos ETL (Extraer, Transformar y Cargar) se cargan los datos internos en una bodega de datos (*data warehouse*), y su contenido es integrado con datos externos de ser necesario. El paso de analítica ejecuta una serie de procedimientos analíticos, simples o sofisticados, y generan resultados en forma de reportes, consultas, tableros de control o gráficas combinadas.

2.3.2. Inteligencia de Negocios como un proceso cíclico

En este caso, el proceso de Inteligencia de Negocios es visto como un bucle iterativo en el cual se cubre el proceso de inteligencia en una serie de pasos, desde una definición inicial de las necesidades de información, hasta el uso de los resultados y la retroalimentación sobre posibles mejoras.

2.3.3. Inteligencia de Negocios como una plataforma tecnológica

El enfoque de la Inteligencia de Negocios como una plataforma tecnológica ubica los recursos de esta en varias capas, iniciando con una capa de datos en el fondo, la cual contiene datos en bruto, continuando con la capa de analítica o de “acción” en la cual las aplicaciones de analítica convierten los datos en información e indicadores, y por último una capa de presentación, la cual “entrega” al usuario final los resultados en un formato fácil de entender.

2.3.4. Inteligencia de Negocios como una cadena de valor

Como se puede ver en la figura 1, la Inteligencia de Negocios bajo esta perspectiva es un proceso informativo que cruza diferentes niveles de complejidad incremental, tanto en el tipo de preguntas como en los resultados relacionados. Se considera que este proceso es un reflejo de la cadena de valor de la Inteligencia de Negocios, la cual inicia con necesidades y enfoques simples, y avanza hasta las necesidades más complejas y los medios para satisfacerlas.

2.4. Analítica

Mientras las empresas siguen necesitando líderes y tomadores de decisiones con intuición, éstos dependen de los datos para validar sus intuiciones. En este sentido, los datos

se convierten en una guía estratégica que ayuda a los ejecutivos a ver patrones que no podrían notar de otra forma (Sherman 2014, p. 7). Es aquí donde se encuentra la importancia de la analítica.

Según Davenport y Harris (2007), por analítica se entiende el uso extensivo de datos, estadísticas y análisis cuantitativos, modelos explicativos y predictivos, y gestión basada en los datos para tomar decisiones y encaminar acciones. La analítica puede ser un insumo para las decisiones humanas o puede conducir a decisiones totalmente automatizadas. La analítica hace parte de la inteligencia de negocios (BI). En la figura 1, se muestra la relación de la inteligencia de negocios con la analítica. La inteligencia de negocios incluye tanto el acceso y el reporte de los datos, como el análisis de éstos. Cada una de estas aproximaciones suma un conjunto de preguntas sobre las actividades de la organización. Las preguntas que puede responder la analítica representan las de mayor valor y las más proactivas del espectro.

Tal y como lo plantean Liberatore y Luo (2010, p. 314), a partir de la definición de Davenport y Harris, la analítica es más que simplemente metodologías o técnicas usadas para un análisis lógico. Es un proceso de transformación de datos en acciones a través del análisis y la generación de indicadores en el contexto de la toma de decisiones y resolución de problemas. Un proceso como este puede iniciarse por el deseo de resolver un problema en particular o la necesidad de explorar y aprender de los datos ya existentes.

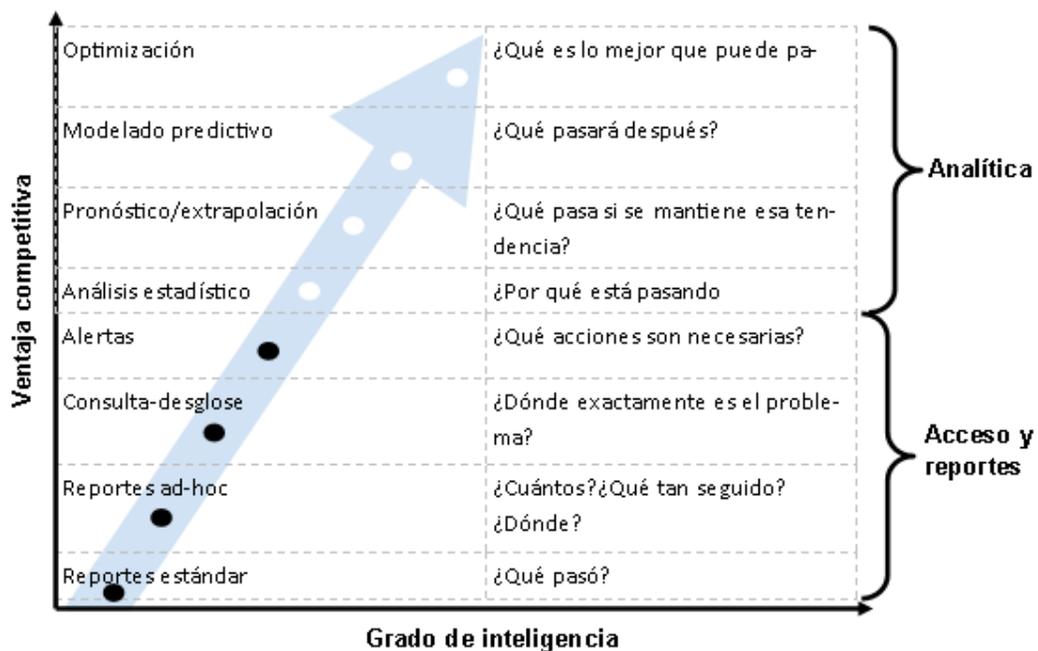


Figura 3: Inteligencia de Negocios como una cadena de valor de actividades informativas.
Fuente: Davenport y Harris (2007)

Sharda, Delen y Durban (2018, p. 23) indican que las organizaciones han propuesto sus propias interpretaciones y motivaciones para la analítica, y es por ello que el *Institute for Operations Research and Management Science* (INFORMS) ha encapsulado estas necesidades en tres niveles de analítica. Estos niveles se identifican como analítica descriptiva, predictiva y prescriptiva. Todas las tres categorías parten de la idea subyacente de que los datos y la información son activos estratégicos (Gray 2013, p. 137).

2.4.1. Analítica descriptiva

La analítica descriptiva (también conocida como analítica de reportes) es la forma más clásica de analítica, y a su vez es la percepción más sencilla de la Inteligencia de Negocios. Al hacer uso de esta analítica se busca conocer qué es lo que está pasando en la organización, y comprender algunas tendencias y causas de dichos eventos (Sharda, Delen y Turban 2018, p. 24). En términos simples, la analítica descriptiva es el análisis de los datos para entregar la descripción de estos de una forma que permita a los usuarios entender la situación o contexto de los datos de una forma clara. Los parámetros estadísticos como lo son la media o promedio, mediana, cuartiles, máximos, mínimos, rangos, varianzas y desviaciones estándar describen a los datos de forma muy clara. Un solo aspecto de los datos puede que no entregue toda la claridad necesaria, pero muchos parámetros relacionados pueden entregar una mayor claridad relacionada con los datos o su contexto (Hodeghatta y Nayak 2017).

La analítica descriptiva inicia examinando, consolidando y clasificando datos. Las fuentes de datos incluyen información proveniente de los departamentos de la organización (marketing, ventas, operaciones, contabilidad), sistemas empresariales (ERP, CRM, y SCM), así como hojas de cálculo, otras bases de datos, y fuentes externas. Estos resultados permiten gestionar y monitorear los procesos de negocio. Usualmente la analítica descriptiva suele ser un insumo para la analítica predictiva y prescriptiva (Gray 2013, p. 137).

La analítica descriptiva comprende diversas funciones estadísticas, así como regresiones lineales. Las siguientes son las funciones que operacionalizan la analítica descriptiva (Sharma et al. 2022):

- 1) *Métricas del negocio y KPI*: Esto incluye la identificación de indicadores clave de desempeño (KPI) que deben ser medidos y su conexión con los objetivos del negocio, como la reducción de costos, el incremento de los ingresos o una mejor comprensión de la producción. Por ejemplo, un KPI para calcular el ingreso puede ser los artículos vendidos.

- 2) *Captura y agregación de los datos*: Después de identificar los objetivos de negocio y los KPI relevantes, la siguiente fase es determinar las fuentes de los

datos para dicha información dado que los datos de la organización se encuentran localizados en diferentes ubicaciones, como bases de datos, equipos de cómputo y demás. Esto genera la necesidad para las organizaciones para catalogar los datos.

3) *Extracción de los datos:* La extracción de los datos es una tarea tediosa. Incluye la transformación de los datos, la limpieza de los datos, la replicación de los datos, entre otras actividades. Para llevarlas a cabo, se suelen utilizar herramientas de automatización de datos.

4) *Análisis de datos:* Después de que los datos se organizan de forma apropiada, se requiere de su análisis. Para ofrecer información, el análisis de datos generalmente conecta el número con la métrica de negocio.

5) *Presentación de los datos:* Una vez que se tienen el análisis de la información, este debe ser compartido con los interesados para tomar decisiones. La presentación de los datos se lleva a cabo mediante herramientas para la visualización y presentación, por medio de tablas y gráficas.

2.4.2. Analítica predictiva

La analítica predictiva combina los datos por medio de una variedad de procedimientos matemáticos para crear modelos que expliquen y/o predigan el desempeño. Se basa en las relaciones inherentes entre los insumos de datos y los resultados. La analítica predictiva usa datos de lo que ocurrió en el pasado para detectar patrones y relaciones con el fin de realizar pronósticos (Gray 2013, p. 137).

Cada vez más organizaciones están utilizando la analítica predictiva para modelar casi cualquier cosa. Patrones en el comportamiento de los consumidores, pronósticos del clima, predicción de eventos políticos, predecir el curso de las enfermedades en pacientes, solo por nombrar unos pocos ejemplos. La analítica predictiva está basada en hechos y datos, así como de información, lo que indica que es científico y metódico, y no está basado en los instintos y los rumores.

La analítica predictiva tiene algunos usos frecuentes, como lo son (Sharma et al. 2022):

- Mejorar la gestión de mercadeo, al determinar las respuestas de los clientes frente a los movimientos del mercado o su comportamiento.
- Mejorar los procesos para administrar eficientemente las cuentas y otros medios, o para fijar los costos de los servicios
- Mitigar los riesgos. Hoy en día, los proveedores, como los comerciantes de automóviles, utilizan elementos como los registros de manejo y los reclamos de seguros, además de la puntuación de crédito, para definir si financiarán a alguien.

2.4.3. Analítica prescriptiva

La analítica prescriptiva se refiere a las técnicas matemáticas que ofrecen una mayor comprensión o cursos de acción alternativos en los cuales se inscriben objetivos competitivos, requerimientos, y restricciones. Involucra tanto la optimización estática como la estocástica. La optimización estática busca determinar el mejor resultado, mientras que la optimización estocástica considera los efectos de la incertidumbre en los datos para mejorar las decisiones. Dado el incremento en la velocidad y potencia de las computadoras, la mejora en el desempeño de los algoritmos, y la calidad de los datos, la analítica prescriptiva puede ejecutarse casi en tiempo real, así que puede influir tanto en decisiones operativas como estratégicas (Gray 2013, p. 137).

2.5. Analítica para la gestión del recurso humano: *People analytics*

Marler y Boudreau (2017, p. 15) definen la analítica para los recursos humanos (*people analytics*) de la siguiente forma: “Una práctica de recursos humanos habilitada por las Tecnologías de la Información, que utiliza análisis descriptivos, visuales y estadísticos de datos relacionados con procesos de recursos humanos, capital humano, desempeño organizacional y puntos de referencia económicos externos para establecer el impacto en el negocio y permitir la toma de decisiones basada en datos”. Por su parte, Dash et al. (2019, p. 24) definen a este tipo de analítica como una técnica basada en datos para la gestión del personal en el sitio de trabajo. Los individuos son informados de las prácticas, programas y procesos organizativos, y la *people analytics* ayuda en el examen de la efectividad de dichas prácticas, procesos y programas. También ayuda a comprender cómo los conocimientos de las ciencias sociales y de datos pueden ser de ayuda para tomar decisiones informadas e incluso específicas sobre las personas.

Otra definición relevante la ofrecen Tursunbayeva et al. (Tursunbayeva, Di Lauro y Pagliari 2018): “La *people analytics* es un área de la práctica, investigación e innovación de la gestión de recursos humanos, enfocada en el uso de tecnologías de la información, analítica de datos descriptivos y predictivos, y herramientas de visualización para generar indicadores accionables acerca de las dinámicas de la fuerza laboral, el capital humano, y el desempeño individual y de equipo, que puede ser utilizado de forma estratégica para optimizar la efectividad, eficiencia y resultados de la organización, y mejorar la experiencia de los trabajadores”.

2.5.1. *People analytics* e Internet de las Cosas (IoT)

La *people analytics* es utilizada como un elemento fundamental que alerta de todas las cosas que las personas están haciendo. El método analítico incorpora los hechos y la

ciencia, lo que da como resultado soluciones y decisiones más eficientes y justas. El IoT forma una red digital de varios dispositivos y sensores, que es capaz de vincular varios dispositivos entre sí y con las personas. El IoT, entonces ofrece el balance perfecto de las habilidades esenciales avanzadas, como la colaboración, la agilidad, el desarrollo organizativo, la flexibilidad cognitiva e incluso la creatividad. También educa y prepara a la organización para absorber el *big data* del IoT que actuará como la máquina de datos, haciendo que la analítica de las personas cambie al repensar las formas de recopilar y analizar la información. Las organizaciones recibirán grandes cantidades de datos de dispositivos conectados. Si bien las personas comprenden la cantidad de información que genera el IoT, la evaluación de la inteligencia de negocios estará lejos de su esfera de aprendizaje.

No hay duda de que el IoT generaría una cantidad sin precedentes de datos asociados con las personas y sus procesos relacionados, lo que es muy útil para los estrategas y los responsables de la toma de decisiones. El IoT mejora la experiencia de los empleados. Los empleados, gerentes y recursos humanos que llevan dispositivos móviles con acceso a Internet están conectados entre sí las 24 horas del día. Por ejemplo, pueden en una fracción de segundo reservar una sala de reuniones, hablar con cualquier colega o miembro del equipo, intercambiar pensamientos y hacer mucho más. En este sentido, el IoT optimiza la eficacia de los empleados, la jornada laboral y ofrece una mayor compenetración con el trabajo (Dash et al. 2019, p. 25). Gaur et al. (2019, p. 556–557) indican que el IoT usado para la gestión de los recursos humanos permite alcanzar la excelencia operacional en los siguientes aspectos:

- Mejora de la productividad de los empleados: Los dispositivos de detección habilitados para IoT se pueden conectar a los empleados y a todos los equipos utilizados por los empleados para registrar todos los aspectos de la experiencia de los empleados en la organización. Esto permite a los tomadores de decisiones hacer elecciones más apropiadas para mejorar la productividad de los empleados. Esto ayudará a reducir el error humano, ya que las decisiones se toman en función de los datos de los empleados y no de la intuición de los gerentes.
- Bienestar de los empleados: El estrés, menos movimiento físico, la comida chatarra, entre otros, están relacionados con muchos problemas de salud como diabetes, obesidad y problemas cardíacos. Los empleadores pueden realizar un seguimiento del estado físico de los empleados dándoles rastreadores de estado físico. Esto también ayuda a los empleadores a diseñar programas de bienestar para sus empleados para mejorar su salud y sus niveles de productividad.
- Adquisición e incorporación de talento: La mayoría de las organizaciones están haciendo uso de herramientas de IoT para la contratación de recursos humanos

para eliminar el riesgo de los sesgos de percepción. El IoT ha optimizado cada etapa del proceso de contratación, aumentando así drásticamente la calidad de las decisiones de contratación. Los candidatos pueden colocarse en una situación virtual en el momento de la entrevista para analizar su comportamiento y reducir los sesgos en la toma de decisiones.

- **Gestión del desempeño:** Las organizaciones pueden usar los datos acumulados por las herramientas de IoT para desarrollar una relación más cercana con los empleados y empoderarlos. Los gerentes pueden usar la analítica para establecer objetivos concretos para los empleados. Esto hace más sencillo el control y genera mejores resultados generales a la par de mejorar los niveles de productividad de los empleados.
- **Planeación de promociones y ascensos:** El IoT utiliza información personal y relacionada con el trabajo de cada empleado para calificarlo en varias dimensiones con el fin de planificar su promoción. Esto permite a los gerentes obtener información práctica sobre los empleados que están listos para las promociones en los próximos seis meses o un año.
- **Entrenamiento y desarrollo:** Las herramientas de IoT también pueden ayudar a personalizar los programas de entrenamiento a los empleados. Los gerentes pueden planificar, organizar y coordinar un programa de capacitación para todos los empleados mediante la captura de datos significativos relacionados con la evaluación del desempeño de los empleados.
- **Gestión de nóminas:** Las herramientas de IoT también pueden ayudar a los gerentes con la nómina y los gastos. Ahora no se requiere que los empleados llenen formularios para documentar los gastos de transporte, sino que pueden informar al área correspondiente utilizando tecnología móvil y éste se encarga de informar al gerente para obtener su aprobación.

3. RELEVAMIENTO DE PROCESOS PRINCIPALES

3.1. Descripción de la organización

Scania se define como un líder mundial en soluciones de transporte, como camiones y autobuses para aplicaciones de transporte pesado, combinadas con una oferta de servicios relacionados con el producto. Ofrece financiación de vehículos, seguros y servicios de alquiler para que sus clientes se centren en su negocio principal. Scania también es un líder en motores industriales y marinos.

Scania forma parte del grupo Traton. Bajo el cual, se encuentran las marcas Scania, MAN y Volkswagen para Camiones y Autobuses (Truck&Buses), que trabajan en estrecha colaboración con el objetivo de convertir a Traton y sus marcas en las líderes del mercado. En el cuadro 2 se muestra la estructura del grupo Volkswagen, y como se integra Scania en él mismo.

DIVISIÓN AUTOMOTRIZ			DIVISIÓN DE SERVICIOS FINANCIEROS
Área de Negocio de autos de pasajeros	Área de negocio de autos comerciales	Área de negocio Power Engineering	Financiamiento
Autos de pasajeros Volkswagen	Vehículos y servicios Scania	Power Engineering	Leasing
Audi	Vehículos comerciales MAN		Banca directa
Skoda			Seguros
SEAT			Gestión de flotas
Bentley			Ofertas de movilidad
Porsche			
Vehículos comerciales Volkswagen			
Otros			

Cuadro 2: Estructura del grupo Volkswagen. Fuente: Adaptado de Volkswagen AG (2021)

Scania tiene presencia en más de 100 países a nivel mundial, y cuenta con 50.000 empleados distribuidos estratégicamente en toda su red donde operan la gran parte de sus clientes. Las actividades de investigación y desarrollo están concentradas en la casa matriz en Suecia. La producción se lleva a cabo en un 60% en Europa y en un 40% en Latinoamérica, con una capacidad anual de 95000 unidades, las cuales son asistidas para sus mantenimientos en más de 1600 talleres y 14000 técnicos de servicio expertos en todo el mundo.

El propósito de Scania es impulsar el cambio a un medio de transporte sustentable, creando un mundo de movilidad que sea mejor para las empresas, la sociedad y el medio ambiente.

Acercándose al cliente, buscan desarrollar soluciones para alcanzar resultados tangibles en la reducción de la huella de carbono, al mismo tiempo que buscan satisfacer las demandas del mercado creciente, de manera rentable y sustentable.

3.2. La organización en Argentina

Scania en Argentina ha sido una de las marcas más comercializadas en los últimos 45 años, es considerada como una de las más importantes en el mercado del transporte de cargas generales. Hoy en día, su participación en el mercado argentino ronda el 37%, liderando en el *market share* en el segmento de transporte pesado de más de 300 CV (poner fuente).

Existe una división principal de dos ramas de negocios organizacionales: Producción y Comercial.

a) *Producción*: Presente desde 1976 con la inauguración de la fábrica en San Miguel de Tucumán, con una dotación actual directa e indirecta de 985 empleados. La misma forma parte del sistema de producción global de Scania, y exporta componentes de la cadena cinemática y transmisión a otras plantas de ensamblaje como las de Brasil principalmente y Bélgica en Europa. Sus productos estrella elaborados son piezas que requieren de un alto nivel de mecanizado y tecnología, como lo son ejes, palieres y trabas de diferenciales, porta coronas, engranajes rectos y cónicos de caja y sincronizados.

Algunos datos de la planta son:

- Área total: 323.116 m²
- Área construida: 44.600 m²
- Dotación directa: 526 empleados
- Inicio de operaciones: 26 de marzo de 1976
- Exportaciones: 180.000.000 USD/año

b) *Comercial*: esta área se compone de dos grupos con funciones específicas:

- *Unidad comercial*: es la casa matriz del país, que concentra todos los departamentos de soporte y a los que reporta la red de concesionarios. Es la encargada, entre otras cosas, de definir políticas y estrategias de negocio a largo plazo para Argentina, consolidar resultados, desarrollar puntos de venta, y analizar procesos, logística de repuestos y unidades.

La unidad comercial trabaja dando soporte a la red de concesionarios. Esta relación se explica en la figura 4. Algunos datos de la unidad comercial son:

- Área total: 20.000 m²
- Área construida: 6.000 m²
- Dotación: 114 empleados
- Despacho de repuestos: Aproximadamente 300.000 artículos, equivalente a 1.000.000 kg anuales.

En la figura 5 se presenta el organigrama de la Unidad Comercial.

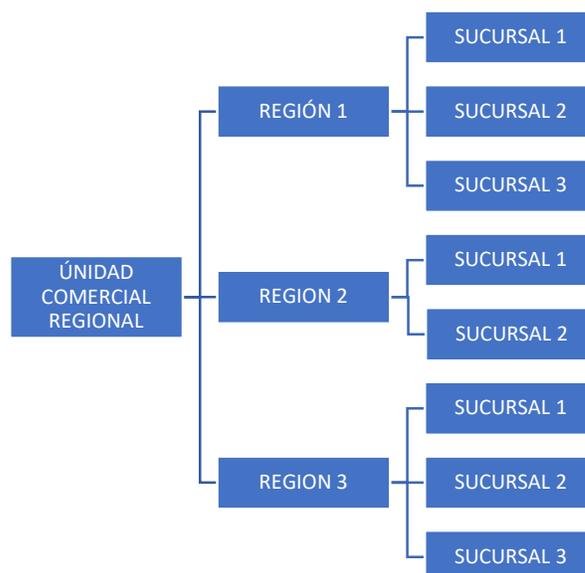


Figura 4: Relación entre la Unidad Comercial Regional y las Sucursales (Concesionarios).

Fuente: Elaboración propia

- *Red de concesionarios propios*: Es un conjunto de puntos de venta encargados de brindar al cliente los productos y servicios. Compuesto por talleres y atención al público exclusivo de la marca, pensados y diseñados para que sus expertos resuelvan cualquier incidente o dificultad técnica, sugiriendo mejoras y soluciones de transporte que garanticen el menor tiempo de parada y, consecuentemente, la mayor disponibilidad de la flota del cliente para una mayor rentabilidad. Algunos datos de la red de concesionarios propios son:
 - Cantidad de talleres: 28
 - Servicio de asistencia en ruta 24 horas 365 días del año
 - Contratos de reparación y mantenimiento
 - Venta de repuestos y mano de obra

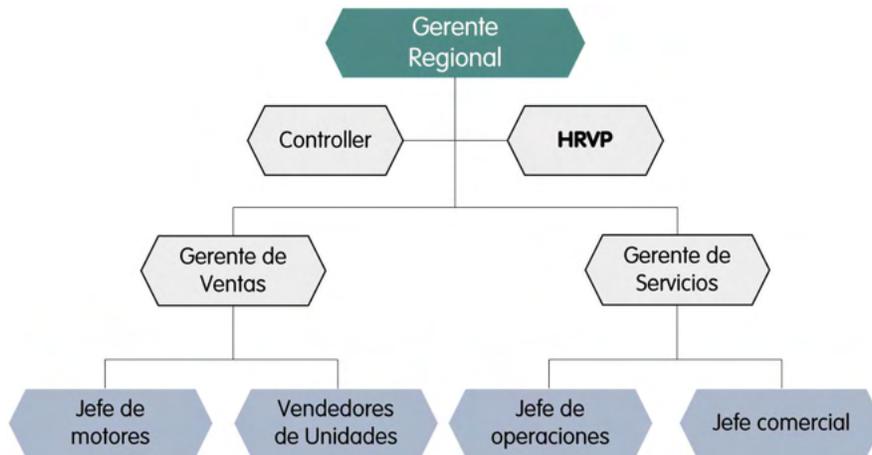


Figura 5: Organigrama de la Unidad Comercial Regional. Fuente: Elaboración propia

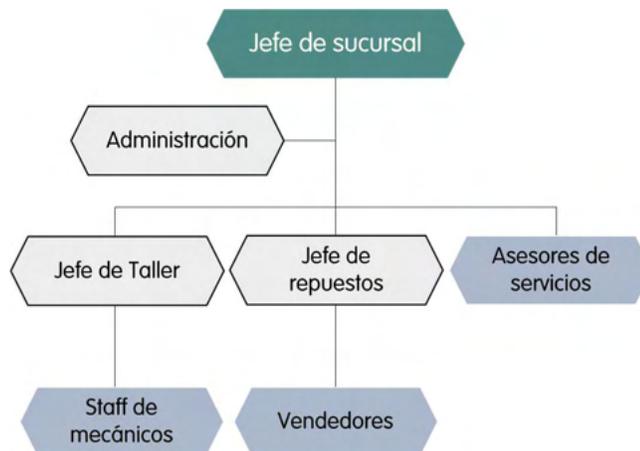


Figura 6: Organigrama típico de una sucursal (concesionario) de la red de Scania Argentina. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que SCANIA Argentina ya ha sido analizada en diversos trabajos previos en el contexto de investigación del Departamento de Ingeniería Industrial (Ballestrín, 2014; Zárate et al, 2016) que han servido como insumo para evitar el diseño redundante del trabajo planteado.

3.3. El proceso de Venta de Servicios

Los vehículos Scania están diseñados para proporcionar una buena economía de transporte. El mantenimiento periódico es decisivo para garantizar la vida útil del mismo, y también es necesario para mantener un buen rendimiento y un funcionamiento fiable, así como para evitar paradas imprevistas.

Como se describió anteriormente, una de las divisiones del área comercial de la compañía Scania en Argentina es la red de concesionarios propios, la cual se encarga de

prestar los servicios de reparación y mantenimiento junto a la venta de repuestos y contratación de mano de obra.

Para cada uno de los concesionarios pertenecientes a la red el proceso más importante es el conocido como la “Venta de Servicios”, estándar orientado al cliente, que concentra todas las actividades que se realizan para prestar el servicio de mantenimiento preventivo o correctivo de las unidades que así lo necesiten.

Garantizar la calidad y continuidad de este proceso es fundamental, ya que es uno de los que genera una mayor reputación en los clientes, quienes tienen una muy buena percepción de los servicios de postventa, disponibilidad de repuestos y calidad en los servicios de mantenimiento. Es esta la razón por la que se decide realizar el análisis de este proceso con el fin de identificar cuáles son sus actividades y flujo de información, buscando así la mejor forma de usar dicha información para tomar decisiones. A continuación, se describirán los principales componentes de este proceso.

En la figura 7 se muestra el proceso general de Venta de Servicios, diagramado usando el modelado BPMN, notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocios.

3.3.1. Actores involucrados

Se han identificado los siguientes grupos de interés (clientes internos y externos) del proceso de Venta de Servicios. De acuerdo con la figura 4, el proceso se puede dividir en dos actores principales: los clientes y el área de postventa de Scania. No obstante, como el análisis se ha realizado de forma holística (con una visión global del proceso), se definieron los siguientes grupos de interés con sus necesidades:

- Clientes: Son aquellos quienes poseen unidades Scania y las utilizan como herramientas de trabajo para el transporte de carga u otras operaciones, por lo que su negocio depende directamente de tener operativa dicha unidad. Sus principales necesidades son:
 - Tener operativa la unidad el mayor tiempo posible
 - Un alto grado de calidad en los trabajos de mantenimiento y reparación, de tal forma que se eviten retrabajos
 - El menor costo de servicio asociado
 - Reducción de las paradas imprevistas
 - Continuidad de piezas y repuestos para su unidad, que le permitan conservar la originalidad
 - Condiciones favorables de financiación, y descuentos.

- Asesores de servicios: Sus exigencias deben coincidir con las de los clientes, ya que son los principales interesados en cumplir con los tiempos y costos asociados al servicio y/o reparación. Sus principales necesidades son:
 - Suficiente capacidad de recursos de Taller necesarios para atender la demanda de los clientes.
 - Respeto de los horarios de los turnos para realizar los trabajos, por parte de los clientes
 - Contratar a terceros que cumplan en tiempo y forma con lo presupuestado
 - Condiciones comerciales y precios competitivos para ofrecer a los clientes
 - Promociones de servicios para ofrecer a los clientes
 - Tener conocimiento actualizado permanentemente de los avances en los trabajos, si surgen desvíos o trabajos adicionales con el fin de informárselos al cliente.
 - Eficiencia en la ejecución de las órdenes de trabajo, comentarios claros y calidad de la información.

- Supervisores de Taller: Supervisa las actividades diarias del Taller, garantiza la programación de estas de forma consensuada con los Asesores de Servicios, y asegura el cumplimiento de las tareas en el tiempo estándar, bajo las políticas de calidad y eficiencia del taller. Sus necesidades son:
 - Tener un equipo de trabajo formado, con los conocimientos y habilidades técnicas necesarias para realizar los trabajos. Armar planes de desarrollo individuales para mejorar el rendimiento técnico de su equipo.
 - Cantidad de mecánicos suficiente para atender las demandas del mercado.
 - Organización de las vacaciones, cursos y demás ausencias de los mecánicos de tal forma que se minimice el impacto en las horas disponibles.
 - Herramientas y equipos especializados para que los mecánicos puedan realizar su trabajo de forma eficiente, y puedan cumplir con los tiempos estándar.
 - Infraestructura del taller adecuada en materia de espacio y diseño según el tipo de reparaciones y servicios que se deban realizar
 - Disponibilidad de repuestos para realizar los trabajos. El inventario debe asegurar un nivel de servicio adecuado para el cumplimiento de los tiempos prometidos para la reparación y/o servicio.

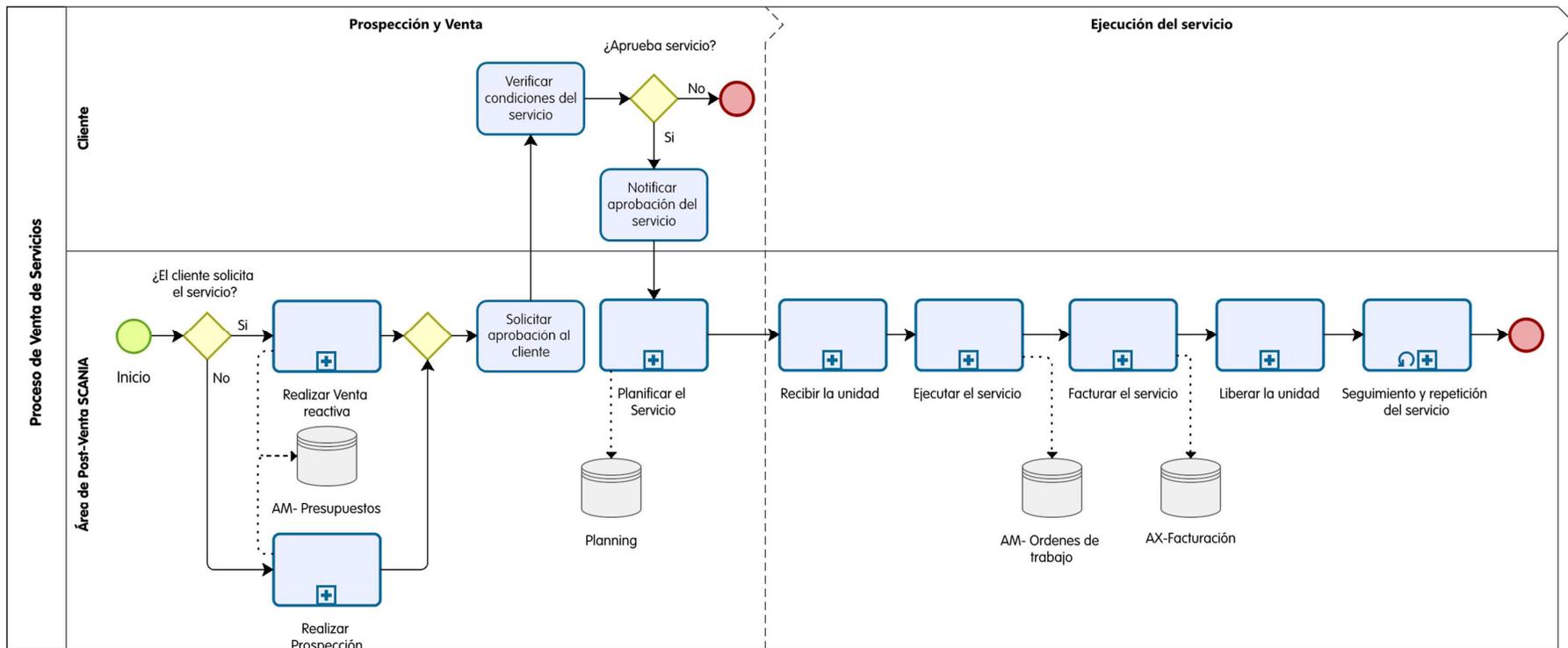


Figura 7: Proceso General de Venta de Servicios. Fuente: Elaboración propia.

- Técnicos (mecánicos): Son los responsables de la ejecución de los trabajos de reparación. Sus necesidades son:
 - Suficiente capacitación y conocimiento técnico de los productos para la realización de los trabajos
 - Equipos y herramientas especializados para la ejecución de los trabajos
 - Soporte del supervisor
 - Higiene del trabajo adecuada (ropa de trabajo, iluminación, ventilación, áreas de servicios, infraestructura general)

3.3.2. Descripción del proceso

Como se pudo ver en la Figura 7, el proceso general de Venta de Servicios se puede dividir en dos etapas principales y varias actividades y subprocesos dentro de cada una. La primera etapa, prospección y venta, contiene las actividades relacionadas con el contacto inicial con el cliente, la prospección del servicio requerido y la planificación de este. La segunda parte, ejecución del servicio, contiene las actividades relacionadas con la correcta y eficiente prestación del servicio, junto al seguimiento de este una vez entregado al cliente. Como puede verse, existen dos posibles finalizaciones del proceso en el diagrama principal, ya sea porque el cliente no aprueba el presupuesto y las condiciones del servicio, o cuando ya se entrega el mismo y se entra en un proceso continuo de seguimiento. En los siguientes numerales se hace un detalle de las actividades y subproceso más relevantes.

Prospección y planificación

En esta etapa se busca preparar la fuerza de ventas de forma proactiva y realizar el contacto con el cliente, antes de que lo haga él. Se pretende ayudar a los clientes a darse cuenta de sus necesidades cotidianas, asistiéndoles para evitar costos excesivos, como gastos en reparaciones adicionales, averías y tiempos muertos. La necesidad del Servicio nace a partir de dos situaciones, paradas preventivas o correctivas de mantenimiento.

Las tareas preventivas buscan evitar la rotura o avería repentina de la unidad, se definen a partir del funcionamiento del camión, el tipo de operación y otros parámetros externos, mientras que las tareas correctivas suceden una vez que el daño fue generado. Existe un sistema que se llama MPP (*Maintenance Planning Portal*) en el cual se carga la información de los chasis de los clientes dentro de contratos de mantenimiento (M, M plus, Reparación y Mantenimiento), y su secuencia de mantenimiento periódica o flexible. Es ese sistema se determinan las paradas en función al consumo de combustible, el % de ralentí, carga transportada, velocidad media, calidades de aceites, lubricantes y combustibles, etc. Ese modo de conducción define los kilómetros y fechas proyectadas en las cuales debería realizarse el mantenimiento. Al estar conectado con cada chasis, este sistema puede

monitorear constantemente el kilometraje y determinar la necesidad de hacer el mantenimiento. En este punto el sistema MPP genera una TRR (*time request reservation*), con las tareas y repuestos necesarios para dicho mantenimiento. Posteriormente, se busca contactar al cliente para programar un mantenimiento por estar dentro de un contrato de servicio con plan de mantenimiento.

En caso de que no se pueda contactar al cliente, se reintentará la comunicación, a menos que se de alguna de estas condiciones:

- El cliente presente un comportamiento inadecuado respecto a la cuenta corriente,
- El cliente no posea un estado financiero contable adecuado para operar con regularidad,
- El cliente no posee más la unidad,
- El cliente cambió de negocio, y no se dedica más a la explotación de la unidad para transporte.

En la figura 8 se muestran las actividades de este proceso.

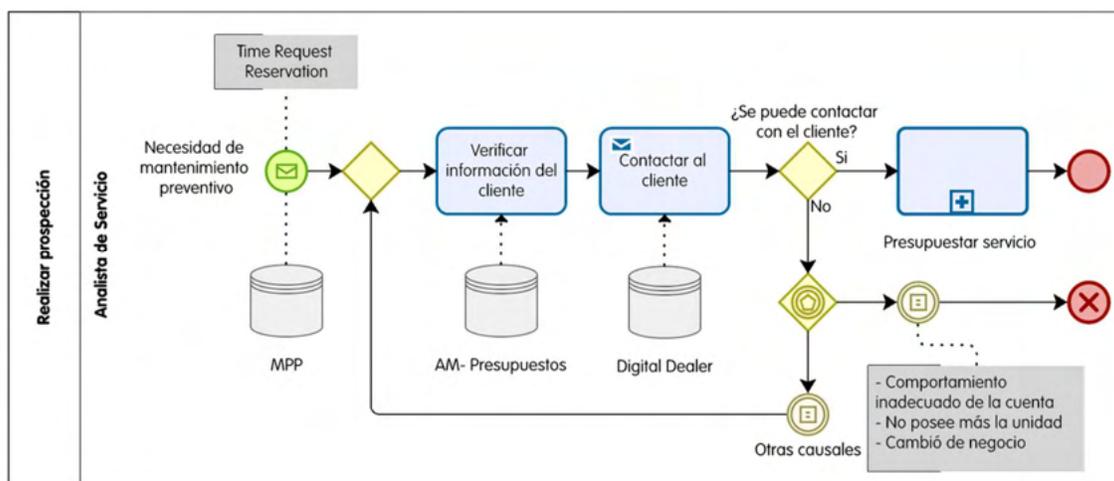


Figura 8: Diagrama del subproceso “Realizar prospección”. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, la venta reactiva, sucede cuando el cliente solicita por sus propios medios un turno para el servicio, ya sea porque él mismo controla la planificación de los servicios, o debido a que las alertas del camión le notifican al chofer ante una necesidad de parada preventiva. No existe una plataforma concreta para que el cliente solicite el servicio, puede ser a través de la página web donde se cargue el pedido de turno, por teléfono, *WhatsApp*, o cualquier otro medio de comunicación, o bien asistiendo al concesionario a solicitar una reserva. En la Figura 9 se hace una breve descripción de las actividades que aquí se llevan a cabo.

El siguiente subproceso es presupuestar el servicio. Sus actividades son realizadas a través de una postura de asistencia al cliente, es decir el objetivo es mantener las unidades en operación y con capacidad de producción plena para el cliente. En esta etapa se examina la situación de cuenta del cliente, y cuáles son las condiciones de pago preestablecidas para él. Si es un cliente nuevo, se le debe solicitar al departamento de crédito y cobranza que evalúe las condiciones de pago del cliente y que especifique cuál será el límite de crédito concedido para operar. Se define un presupuesto en base al tipo de trabajo, y un primer diagnóstico realizado por los Asesores de Servicios. Se calculan los tiempos de trabajo estándar, los repuestos a utilizar y la necesidad de contratar trabajo de terceros.

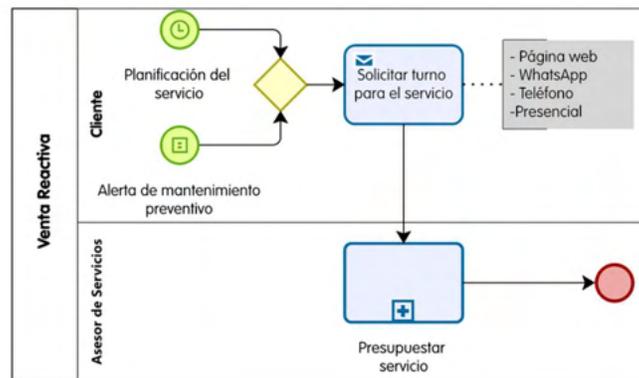


Figura 9: Diagrama del subproceso "Venta Reactiva". Fuente: Elaboración propia.

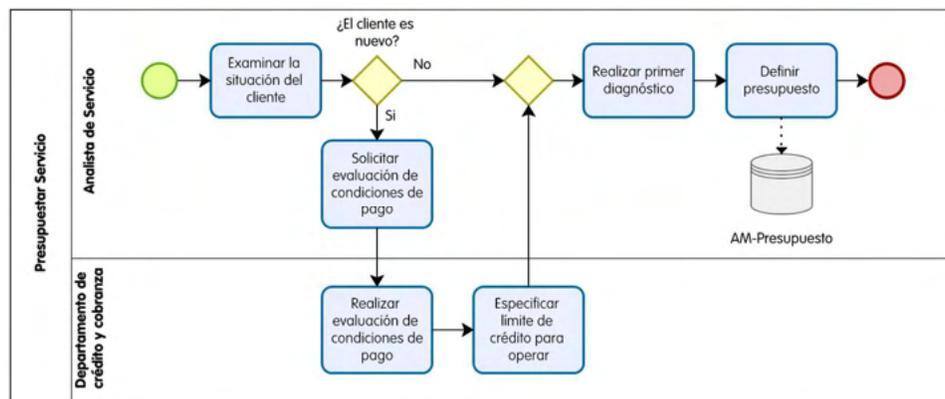


Figura 10: Diagrama del subproceso "Presupuestar servicio". Fuente: Elaboración propia.

Después de realizar el presupuesto, este se le hace llegar al cliente, quien decide si lo aprueba o no, tal y como se ve en la figura 7. En caso de que el cliente no lo apruebe, se da por finalizado el proceso. En caso de que el cliente apruebe el presupuesto, sigue la fase de planificación del servicio. La planificación tiene la función de programar los recursos necesarios para la realización de cualquier servicio que haya recibido aprobación de ejecución por parte del cliente. Se analiza la disponibilidad de recursos para la confirmación del tiempo

reservado con el cliente. El asesor de servicios debe verificar que los repuestos a ser utilizados están en stock, de manera de asegurar la eficacia del trabajo.

En esta etapa se asigna un técnico para realizar el trabajo, y se reserva el tiempo estándar del trabajo a realizar. Se verifica que el técnico esté capacitado para la tarea, que cuente con las herramientas necesarias y el área de servicios disponible. El Asesor de Servicios deberá garantizar la calidad de la orden de trabajo, asegurando que toda la información necesaria para realizar el trabajo esté disponible antes de que ingrese la unidad al taller. La intención es que todos los servicios a ser realizados en el taller sean planificados, entre los cuales podemos citar los acuerdos de mantenimiento (que pueden ser planificados con mayor anticipación) y los servicios de venta espontánea (cuyo tiempo de planificación es menor), así como también siniestros y otros. En la figura 11 se representa este proceso.

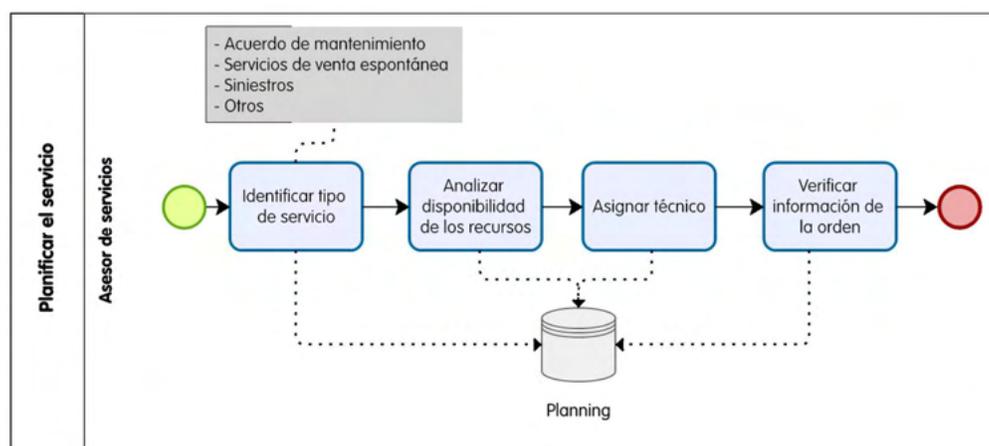


Figura 11: Diagrama del subproceso "Planificar el servicio". Fuente: Elaboración propia

Ejecución del servicio

Esta etapa se define por ser aquella en la que se realiza la intervención física a la unidad que requiere de un servicio. Se compone de los subprocesos de recibir la unidad, ejecutar el servicio, facturar el servicio, liberar la unidad y realizar el seguimiento al servicio.

El primero de estos subprocesos, recibir la unidad, es donde el vehículo ingresa al taller para dar inicio al servicio, la orden de trabajo es registrada de acuerdo con lo que fue planificado y se inicia la reparación. Se controla la unidad, junto al chofer, mediante un *checklist* de inspección, y el diagnóstico del vehículo por el Asesor de Servicios. El propósito es validar las actividades a realizar y detectar nuevas necesidades en caso de que surjan. Si del *checklist* surgen nuevas oportunidades de realizar trabajo, deberá ser presupuestado adicionalmente al trabajo y analizado junto al cliente para hacerlo en ese momento o en otro. Existe una aplicación desarrollada a medida en la que el Asesor de Servicio pone el número

de chasis y elige un formulario de inspección corto o largo. En ese, aparecen todos los puntos de control a realizar recorriendo la unidad de izquierda a derecha de manera optimizada, en un flujo ordenado, para verificar el estado (rojo, amarillo, verde) de los componentes básicos periféricos estéticos, no de funcionamiento en su mayoría. Este documento está sincronizado con la base de datos *AutoMaster*, en la cual, al abrir una orden de trabajo con ese chasis se puede descargar y adjuntar este formulario de *checklist*, y generar una tarea nueva haciendo referencia a la necesidad del cliente de lo que estaba en rojo. En la figura 12 se representa este subproceso mediante un diagrama.

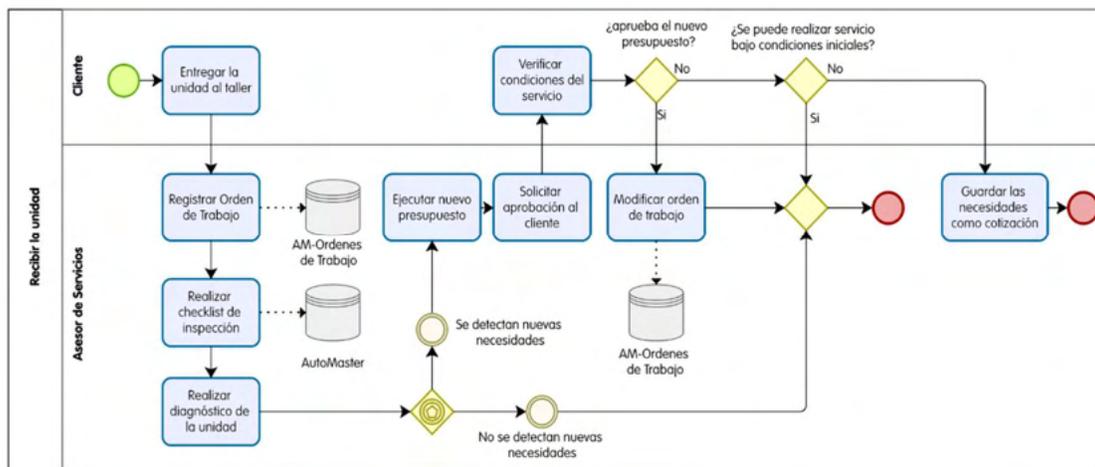


Figura 12: Diagrama del subproceso “Recibir la unidad”. Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente subproceso, la ejecución del servicio, el técnico se prepara para el trabajo, deberá recopilar la información relevante para el servicio, la orden de trabajo y las llaves de la unidad. Se cuenta con un sistema de marcación (*stamping*) en el que cada vez que se realiza un trabajo u otra actividad, el mecánico queda registrado en el sistema. Durante la reparación pueden surgir adicionales a la reparación que no pudieron ser definidas de antemano. En estos casos, el asesor de servicios deberá definir qué repuestos y mano de obra son requeridos para el adicional de trabajo y armar un nuevo presupuesto para el cliente. Se notifica al cliente sobre la situación del adicional del trabajo y la variación en el precio y tiempo de entrega del servicio acordado. Esto requiere repetir los procesos anteriores del servicio.

Cuando finaliza el trabajo, el técnico retira la unidad del taller en el sector de vehículos terminados, realiza el orden y limpieza del área de servicio, y se desconecta de la orden de trabajo mediante el *stamping* por computadora. El supervisor de taller verifica la calidad del trabajo, realiza la prueba de funcionamiento y libera la unidad al asesor de servicios para la entrega. En la figura 13 se hace una descripción de este subproceso.

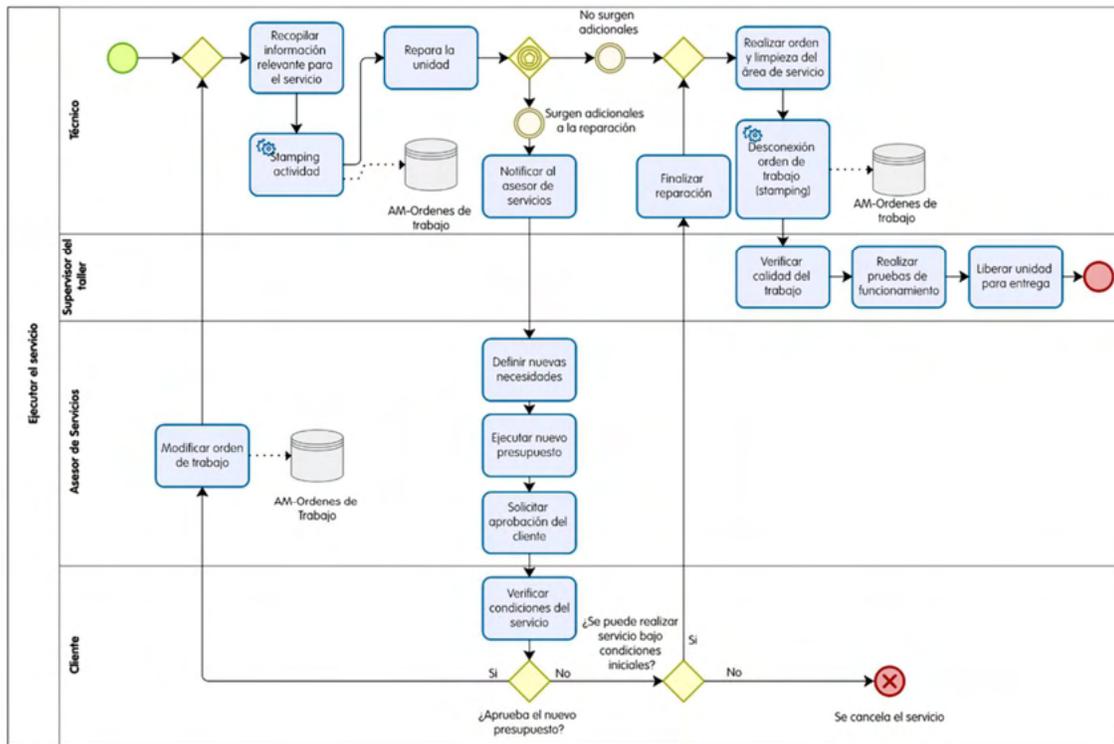


Figura 13: Diagrama del subproceso "Ejecutar servicio". Fuente: Elaboración propia.

El siguiente subproceso es la facturación, en el cual la orden de trabajo debe ser contrastada con el presupuesto presentado al cliente, y se debe actualizar la información de servicio de la unidad en el sistema. Se verifica si en la orden de trabajo están todos los repuestos utilizados, y los tiempos utilizados del técnico correspondan a las tareas realizadas. Si no se utilizaron repuestos, se deberán regresar al *stock* y eliminar de la orden de trabajo para no cobrar al cliente piezas no reemplazadas. Una vez verificado esto, la factura está lista para ser impresa y enviada al cliente. En la figura 14 se diagrama este subproceso.

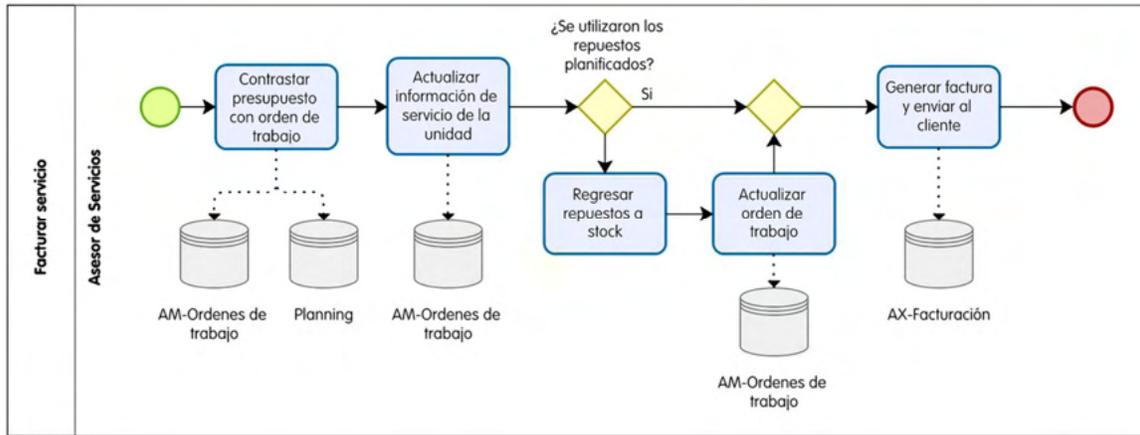


Figura 14: Diagrama del subproceso “Facturar servicio”. Fuente: Elaboración propia.

El siguiente subproceso es el que corresponde a la liberación de la unidad, es decir, cuando regresa el chofer al concesionario y se realiza la entrega técnica de la unidad para fortalecer los vínculos con el cliente. Se procede a entregar la factura, explicando detalladamente los repuestos utilizados y tareas realizadas. Se debe informar al cliente sobre próximas inspecciones o necesidades de mantenimiento, y de campañas técnicas pendientes de realizar en caso de que existan. Una vez validada la factura por el cliente, se le entregan las llaves y se le acompaña hasta el sector de estacionamiento de unidades terminadas para retirar su vehículo. En la figura 15 se diagrama este subproceso.

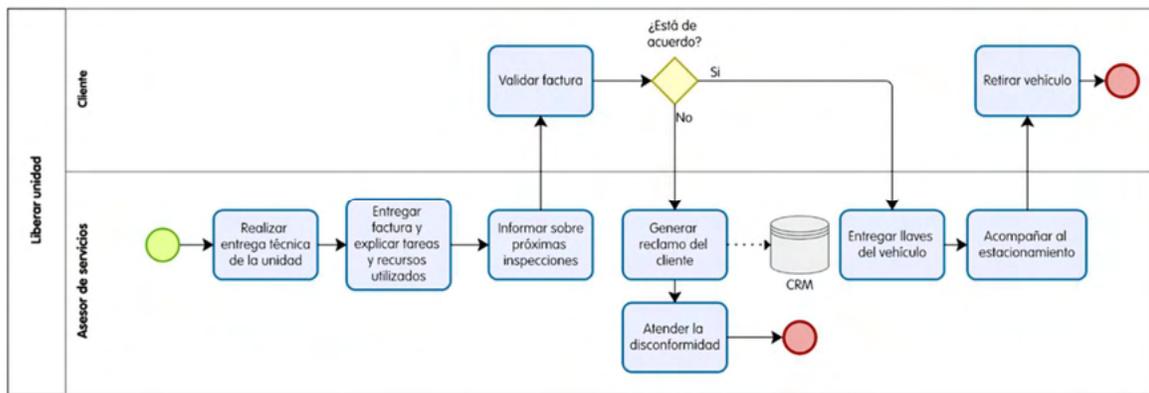


Figura 15: Diagrama del subproceso “Liberar unidad”. Fuente: Elaboración propia

El último subproceso es el seguimiento y repetición del servicio, el cual se trata del seguimiento del servicio anterior, y se verifica la satisfacción del cliente. Se realiza una breve encuesta de satisfacción, para analizar el nivel o grado de cumplimiento del servicio en función de las expectativas del cliente. Se explica que esta información es usada para la mejora continua de los procesos operativos de los servicios.

3.3.3. Proceso de información

El conjunto de herramientas tecnológicas disponibles en la empresa permite organizar, transformar y relacionar la información. De esta manera, se pretende obtener un elemento de análisis de mejora continua, y de valor agregado para el modelo de negocio de la empresa.

En el proceso de toma de datos se utilizan diferentes sistemas informáticos para registrar información cruda que nace de cada etapa del servicio. En ellos se registran datos de clientes, números de chasis y dominios, kilometrajes, historiales de servicios, tiempos de trabajo estándar, repuestos utilizados y toda información útil que resulte como salida de las etapas del proceso.

Para la adaptación de las bases de datos, el proceso de transformación recopilados y la visualización de datos se utiliza la herramienta *Microsoft SQL Analysis Services*, el cual funciona como un motor analítico de información en línea que convierte los datos en mediciones relevantes para la toma de decisiones, la generación de informes y gráficos dinámicos. El objetivo de la visualización de estos datos es brindar información clave, táctica y estratégica a quienes sean los encargados de buscar la mayor calidad de atención en el servicio, la eficiencia y rentabilidad de los talleres.

La temática de los datos está compuesta principalmente por la actividad de los trabajos en el taller, detallada por la generación de horas facturadas por mecánico y los consumos de tiempos de cada trabajo realizado.

AutoMaster

El Sistema *Automaster* es el principal sistema informático que permite controlar las operaciones en el taller. En este sistema se pueden generar presupuestos, ordenes de trabajo, cargar piezas, cargar trabajos de terceros, reservar, realizar el *stamping*, facturar, definir parámetros como los turnos, los técnicos, los calendarios, así como realizar la planeación del taller, y hacer modificaciones a las órdenes de trabajo.

Una de las actividades más importantes es el *stamping*, en la cual se anota el tiempo real en el que un técnico inicia su operación. No existe un “*stamp-out*” para cerrar un *stamping*, para realizar esta función se debe ejecutar el *stamping* de la siguiente actividad. Las pausas y los almuerzos no se marcan como *stamping*, están incluidos como descansos de los turnos de trabajo en el calendario del sistema.

Al ingresar al taller al inicio de la jornada, el técnico debe marcar su *stamping* en una categoría, en caso de tener asignada una orden de trabajo, y en caso de no tener, se debe asignar en el estado “disponible”. Al final de la jornada debe marcar su *stamping* en “salida”.

Scania Business Analyzer for AutoMaster

El *Scania Business Analyzer for AutoMaster cube and report descriptions*, conocido como SBA, es un sistema de información basado en almacenamiento de datos (*Data Warehouse*) y servicios de cubos de análisis de servidor SQL -SSAS-, a la vez que posee un portal de Inteligencia de Negocios -BIP- y un esquema de reportes genéricos configurados en un servicio de reportes SQL -SSRS.

Con respecto a la bodega de datos (DW), los cubos implementados en el SBA usan diferentes dimensiones que hacen posible el elegir y ver los datos desde diferentes perspectivas. Casi todas las dimensiones en la DW están compartidas, esto significa que es posible utilizar dimensiones de muchos cubos diferentes. No obstante, no todas las dimensiones pueden ser utilizadas en todos los cubos. Esto se debe al hecho de que no todas las tablas usadas en un cubo tienen una conexión lógica con la dimensión de otro cubo. Los cubos de análisis de servidor SQL -SSAS- disponibles para su uso en el portal BIP, en Excel o en otras herramientas, están agrupados de acuerdo con su propósito como se muestra en el cuadro 3.

Por otro lado, el portal de inteligencia de negocios BIP es una herramienta modificada y personalizada del Portal de Inteligencia de Negocios de *Microsoft* (versión previa al actual *Microsoft PowerBI*). Este portal divide la información en 5 categorías:

- A. *Workshop*: Reportes de las ventas del taller y procesos de *stamping*
- B. *Over Counter*: Informes de las ventas en el mostrador
- C. Almacén: Informes de la actividad del almacén
- D. Análisis de clientes: Informe de las ventas combinadas del taller y del mostrador
- E. Gestión: Informes para comparar valores reales con los valores presupuestados.

Tipo de cubo	Nombre del cubo
Análisis de ventas del Taller	Ventas del taller
	WIP (Trabajo en proceso)
	Facturación neta por hora
	Taller y <i>stamping</i>
	Días hasta factura
	Productividad y eficiencia
Análisis de ventas en mostrador	Venta de repuestos
	SIP (Ventas en proceso)
Análisis de control de almacén	Órdenes de compra
	Valor de las existencias
	Diario de las existencias
	Tasa de rotación

Análisis de clientes	Ventas por chasis
	ventas totales
	KPI impulsados por el flujo
Análisis de presupuestos	Objetivo de existencias
	Objetivos
Análisis de ventas de vehículos	Venta de vehículos

Cuadro 3: Tipos de cubos en el módulo SSAS del SBA. Fuente: Adaptado de SCANIA CV AB SWEDEN (2016, p. 9)

Como complemento de los cubos SSAS, existen un conjunto de reportes SSRS estandarizados que hacen parte del SBA para *Automaster*, los cuales presentan los siguientes tipos de reportes:

- A. Reportes de oferta: Son reportes conectados a los procesos de venta a despacho. Incluye un reporte de márgenes por unidad de negocio, margen por vendedor, órdenes y anotaciones, entre otros
- B. Reportes de gestión: Aquí se encuentran reportes de gestión de ventas, como las ventas en el taller, ordenes de trabajo abiertas y ventas por taller agrupadas.
- C. Reportes de *stamping*: Son reportes que consideran el *stamping* por taller. Contienen reportes que miden el uso del tiempo estándar y del tiempo estampado por taller y por sitio, y reportes de lead time.
- D. Reportes comunes: Aquí se incluyen reportes como el de la información de los chasis de vehículos.

3.4. Indicadores Clave de Proceso

A continuación, se expone tanto la definición como las características básicas de los indicadores clave de desempeño (KPI) establecidos en la compañía SCANIA, y relacionados con el proceso de negocio relevado.

3.4.1. Definición

La mejora de procesos implica su conocimiento exhaustivo, su medición constante y el control de su evolución. Para realizar esto se utilizan sistemas de indicadores llamados KPI (*Key Performance Indicator*), cuyos valores numéricos se obtienen comparando datos relacionados a la actividad durante un periodo de tiempo determinado.

Estas variables sirven para medir el proceso y su desempeño, tanto en el tiempo, como comparándolos con los mismos procesos realizados por equipos de trabajo diferentes.

Permiten detectar desvíos del proceso, y analizar el grado de impacto de dicho cambio en determinada etapa del proceso para verificar posteriormente su corrección.

Los KPI se utilizan también para definir objetivos a corto y largo plazo, orientados a entregar información relevante para la toma de decisiones, que podrán ser comparables y discutibles con otros mercados.

3.4.2. Características básicas

Para obtener indicadores útiles deberán:

- Representar una actividad o proceso crítico
- Estar directamente relacionados con el proceso en cuestión
- Ser cuantificables, valorables y clasificables (porcentaje, cantidad, ratio, etc.)
- Se deben ajustar al criterio de costo/beneficio
- Ser comparables en el tiempo que les permita marcar y definir tendencias
- Ser fiables y aceptables
- Ser fáciles de definir y utilizar
- Tener usuarios y clientes identificables

Cada uno de los indicadores deberá tener definido los siguientes conceptos

- *Misión:* el propósito por el cual es creado
- *Tareas:* todas las actividades del proceso que alteren el resultado
- *Responsables:* involucrados directos e indirectos del proceso
- *Fuente de información:* de dónde se extraen los datos cuantificables
- *Método:* la manera de extraer los datos para ser procesados
- *Forma de cálculo:* fórmula para su valorización y resultado
- *Forma de presentación:* formato en el cual serán presentados y agrupados para su análisis.

3.4.3. Indicadores de recursos.

Estos indicadores se dividen en tres agrupaciones:

1. Crecimiento del mercado
 - a. Horas vendidas: Son las horas vendidas al cliente cuando una orden de trabajo se crea y es previamente aprobada. Las horas vendidas, o presupuestadas, se deben basar en los tiempos estándar, o en precios basados en el valor que agregan. Las horas vendidas deben ser iguales a las horas facturadas, entendiendo que las órdenes deben estar cerradas y ningún trabajo en proceso quedará sin finalizar.

- b. Horas facturadas: Son las horas que se le cobran al cliente, una vez que el trabajo ha finalizado. Se verifica que ninguna hora vendida quede pendiente en alguna orden de trabajo sin facturar.

Es importante diferenciar cuántas horas están siendo facturadas por el área de servicios, así como destacar cuántas de estas son internas, y cuántas son externas. Este indicador ayudará a identificar el nivel de actividad de venta, y la relación entre trabajo externo vendido a los clientes, y los trabajos internos absorbidos como gasto.

2. Capacidad

- a. Horas compradas: Es el total de horas disponibles por parte de los técnicos, el cual da una idea aproximada de cuántas horas disponemos para producir trabajo, es decir, vender y facturar. Al realizar esto, es posible analizarla demanda y si existe la necesidad de aumentar la cantidad de técnicos, o si se deben generar acciones de ventas para incrementar el nivel de actividad.
- b. Horas disponibles: Resultan de la sustracción de las horas que no pueden ser producidas por naturaleza a las horas compradas, es decir, separando las vacaciones, feriados, licencias por accidentes o enfermedades, y capacitaciones. Suponen la cantidad de horas disponibles efectivamente para producir, de las cuales saldrán las horas a facturar.

3. Utilización de recursos

- a. Horas productivas: Es la cantidad de horas de trabajo registradas por los técnicos en órdenes de trabajo. Las horas productivas son horas efectivamente trabajadas por los técnicos, las cuales dan una idea real del grado de utilización del taller
- b. Eficiencia: el objetivo a través de este indicador es verificar que el trabajo esté siendo realizado en un tiempo razonable, en función al tiempo estándar de trabajo determinado por Fábrica y los Manuales de Servicios. También, puede llevar a conclusiones relacionadas a las capacidades de los técnicos, necesidades de capacitaciones, de compra de herramientas o cambios de *layout* del taller.
- c. Horas de retrabajo: horas usadas para realizar retrabajo, buscando identificar la calidad del trabajo realizado y así evitar la repetición de las tareas. Esto genera doble pérdida, por un lado, comercial ya el cliente debe regresar al taller y volver a dejar la unidad parada, y por

otro, el gasto interno de reutilizar mano de obra para un trabajo que no será facturado al cliente.

- d. Productividad de los técnicos: se utiliza para medir si existe suficiente trabajo disponible para el personal productivo. Indica el nivel de actividad para el personal disponible

3.4.4. Indicadores orientados al flujo

4. Trabajo en progreso: el trabajo en progreso es considerado como las horas trabajadas pendiente de ser facturadas. Estas horas serán consideradas en *stock* en la hoja de balance hasta que sean facturadas. Se debe medir para saber el volumen de trabajo en órdenes abiertas e identificar las causas de esto.
5. Tiempo de espera para facturación (ILT): se mide el tiempo desde el final del último registro del técnico hasta el momento que se factura la orden de trabajo. El objetivo será que se realice la facturación al momento de retirar la unidad una vez finalizado el servicio. Esto mide el grado de implementación del proceso, dado que la facturación sólo puede ser preparada por el asesor de servicios si el técnico entrega una orden que cumple con el estándar esperado. El técnico solo puede entregar una orden que cumple con los estándares, si esta fue creada correctamente desde el inicio, por ende, la responsabilidad vuelve a ser del asesor de servicios.

En el cuadro 4 se muestra un detalle de estos indicadores.

3.4.5. Tecnologías implementadas

La adquisición de datos consiste en la extracción de información del proceso de trabajo, mediante el empleo de componentes electrónicos que permiten generar datos de manera masiva, que luego puedan aportar un mayor control al proceso, y dar una respuesta más ágil y rápida a los desvíos que se pueden producir. Adquirir los datos constituye una de las dificultades más grandes en cualquier empresa, aunque son estos el insumo para las herramientas principales de información para la toma de decisiones.

El proceso de adquisición de datos realiza una medición, a través de un dispositivo, de una magnitud física del proceso de servicio como pueden ser las horas de los técnicos. En definitiva, este proceso se puede dividir en tres etapas, las cuales consisten en la adquisición de datos por medio de sensores hasta la digitalización de estos:

- Conversión: de la variable a medir a una señal electrónica.
- Adaptación: de la señal a un formato de lectura digital.

- Adquisición: a través de un hardware, generalmente una computadora.

En la actualidad, la metodología para la adquisición de datos consiste en registrar de manera manual, por computadora y mediante un software desarrollado a código cerrado las horas de los técnicos a lo largo del proceso de servicios. El técnico debe interactuar con la máquina y el programa en cada etapa del proceso, indicando el tipo de tarea que esté realizando en cada momento. Los registros de tiempo que los técnicos pueden seleccionar en el software se clasifican de la siguiente forma:

- Disponible: se utiliza cuando el técnico inicia la jornada de trabajo de manera que el sistema reconozca que está presente en el taller listo para realizar un trabajo. Se mide el tiempo de ingreso hasta el comienzo de un trabajo en un vehículo, como también se utiliza para indicar los tiempos de espera durante el proceso de servicio. Los tiempos disponibles suceden cuando el técnico:
 - Prepara el área de servicio
 - Realizar orden y limpieza que no agregan valor al trabajo
 - Espera por repuestos
 - Espera por aprobación de los clientes
 - Realiza movimientos internos de entrada y salida de vehículos.
- En Orden de Trabajo: Se debe utilizar cuando el técnico está ejecutando un trabajo en un vehículo, es decir, que efectivamente ha iniciado las actividades de servicio y reparación. Al momento de finalizar, el técnico deberá cambiar el tipo de registro de su tiempo a disponible hasta que el supervisor le asigne otra orden de trabajo.
- Salida: Al finalizar la jornada de trabajo, el técnico deberá marcar su salida para que el sistema reconozca que no está presente en el taller.
- TMS: Se utiliza este registro de tiempo para indicar que se está capacitando al técnico, o se encuentra recibiendo algún tipo de formación interna, es decir, que el técnico se encuentra presente en el taller, pero no disponible para ser utilizado en un trabajo. Este registro de tiempo se considera como disponible, al igual que los tiempos de espera de los procesos, pero se lo diferencia del resto para separar los tiempos muertos por demoras de los utilizados para capacitación.

ID	Nombre del Indicador	Definición	Información para determinarlo	Fórmula	Objetivo	
1	a	Horas facturadas por mecánico	Promedio de horas facturadas con base a la cantidad de mecánicos del taller	Módulo de <i>Automaster</i> Taller	Horas facturadas del taller total / cantidad de mecánicos	Mayor a 120 horas por mecánico
				Reporte dotación de empleados		
1	b	Horas Externas	Es la proporción de horas vendidas y facturadas de manera externa a los clientes	Módulo de <i>Automaster</i> Taller <i>Scania Business Analyzer</i>	(Horas Externas / Total Horas Facturadas) x 100%	Mayor a 90%
		Horas Internas	Es la proporción de horas vendidas y facturadas de manera interna al Taller, absorbida como gasto	Módulo de <i>Automaster</i> Taller <i>Scania Business Analyzer</i>	(Horas Internas / Total Horas Facturadas) x 100%	Menor a 10%
2	a	Horas estampadas sobre compradas	Mide el grado de uso del sistema de marcación de los mecánicos, comparando las horas teóricas compradas de las horas reales reflejadas en el sistema	Módulo de <i>Automaster</i> Taller	Total de horas estampadas / Total horas compradas teóricas	Igual a 100%
				<i>Stamping</i> de los mecánicos		
2	b	Horas disponibles no trabajadas	Son las horas de trabajo disponibles para trabajar que no fueron productivas utilizadas en ordenes de trabajo	Módulo de <i>Automaster</i> Taller	Horas disponibles / horas estampadas totales	Menor a 25%
				<i>Stamping</i> de los mecánicos		
3	a	Utilización de las horas	Es la cantidad de horas trabajadas de mecánicos comparada con las horas totales compradas	Módulo de <i>Automaster</i> Taller	Horas en ordenes de trabajo directas / horas estampadas totales	Mayor al 65%
				<i>Stamping</i> de los mecánicos		
3	b	Eficiencia de los trabajos	Muestra el número de horas trabajadas en ordenes de trabajo de las horas facturadas	Módulo de <i>Automaster</i> Taller	Horas Facturadas / horas trabajadas	Mayor a 100%
				<i>Stamping</i> de los mecánicos		

ID	Nombre del Indicador	Definición	Información para determinarlo	Fórmula	Objetivo
c	Horas de retrabajo	Mide el nivel de calidad del taller con base en la cantidad de horas usadas por retrabajo	Módulo de <i>Automaster</i> Taller	Horas de retrabajo usadas / horas productivas	Nulas o lo menor posible
			<i>Stamping</i> de los mecánicos		
d	Productividad del taller	Compara las horas trabajadas en ordenes de trabajo con el número de horas disponibles en el taller para trabajar	Módulo de <i>Automaster</i> Taller	Horas de órdenes de trabajo directas / horas disponibles totales	Mayor al 85%
			<i>Stamping</i> de los mecánicos		
4	Órdenes de trabajo abiertas a más de 30 días	Muestra la cantidad de horas en ordenes de trabajo sin facturar a más de 30 días	Módulo de <i>Automaster</i> Taller	Suma de horas ordenes abiertas	Nulas
			Scania <i>Business Analyzer</i>		
		Muestra la cantidad de dinero en repuestos en ordenes de trabajo sin facturar a más de 30 días	Módulo de <i>Automaster</i> Taller	Suma en dólares en repuestos en órdenes abiertas	Nulas
			Scania <i>Business Analyzer</i>		
5	Tiempo de facturación ILT	Es el número de días promedio entre que se termina el trabajo y se realiza la facturación al cliente	Módulo de <i>Automaster</i> Taller	Fracción de días entre el último stamping del mecánico y la fecha de factura	Menor a 2 días
			<i>Stamping</i> de los mecánicos		
			Fecha de factura		
6	Órdenes por día por asesor de servicios	Mide el volumen de ordenes de trabajo procesadas por día pro cada asesor de servicios	Módulo de <i>Automaster</i> Taller	Total de Ordenes de Trabajo facturadas / (días hábiles del mes * cantidad de asesores de servicios)	Menor a 5
			Scania <i>Business Analyzer</i>		
7	Horas facturadas por soporte	Mide el volumen de horas facturadas en el mes por cada asesor de servicios para dimensionar la capacidad utilizada	Módulo de <i>Automaster</i> Taller	Horas facturadas del taller total / cantidad de asesores de servicios	Menor a 300
			Scania <i>Business Analyzer</i>		

Cuadro 4: Indicadores (KPI) utilizados para medir el proceso de Venta de Servicios. Fuente: Elaboración propia.

También existen los registros de tiempos para las ausencias planificadas e imprevistas los cuales se deben cargar en el sistema manualmente de la siguiente forma:

- **VACACIONES:** son los días por vacaciones anuales ordinarias del personal en función a la antigüedad correspondiente.
- **FERIADOS:** son los días no laborables con base en el calendario anual publicado por el Ministerio del Interior.
- **DESCANSO MÉDICO:** son los días perdidos de licencia por enfermedad o accidentes laborales.
- **PERMISO:** son días otorgados por la empresa como beneficio al empleado para darle flexibilidad a realizar trámites personales, incluye el día del mecánico por convenio colectivo.
- **CAPACITACIONES:** son los días asignados a capacitaciones presenciales a cada técnico para desarrollar y formar sus habilidades y conocimientos técnicos.
- **AUSENCIA:** son los tiempos por llegada tarde, desde la hora definida para el inicio de las actividades y la entrada como disponible para trabajar del técnico en el sistema.

Para ordenar los tipos de registros de tiempos, se agrupan en tres grandes grupos para su clasificación y posterior análisis. Esto se muestra en el cuadro 5.

ID		Grupo	Tipo
AB	Tiempo ausente	Hora No Disponible	CAPACITACIÓN
			PERMISO
			DESCANSO MÉDICO
			FERIADO
			VACACIONES
			AUSENCIAS
IT	Tiempo Indirecto	Hora Disponible	DISPONIBLE
			TMS
			ADMINISTRATIVO
			TRAVEL TIME
DT	Tiempo Directo	Horas Productivas	EN OT

Cuadro 5: Categorización de los registros de tiempo en el proceso de venta de Servicios.
Fuente: Elaboración propia.

A partir de la clasificación mostrada en el cuadro 4, se pueden calcular las horas compradas de un técnico en un mes mediante la suma de todos los registros de tiempo realizados, lo cual se presenta en la ecuación 1.

$$Hs. compradas = Hs. No Disponibles + Hs. Disponibles + Hs. Productivas \quad (1)$$

El resultado de la ecuación 1 se considera como horas compradas del sistema, al cual se llama también *horas estampadas*. De igual forma, se puede calcular teóricamente cuáles deberán ser esas horas compradas de un técnico en el mismo mes. Esto se resume en la ecuación 2.

$$\text{Horas Compradas Teóricas individual} = \text{Días lab. del mes} \times \text{Hs. diarias efectivas} \quad (2)$$

Por ejemplo, si se considera como jornada normal laboral un día de 8:00 a 18:00 horas con una pausa de almuerzo de 1 hora, y dos descansos intermedios de 15 minutos, las horas compradas diarias efectivas, de acuerdo con la ecuación 1, serían:

$$\text{Horas diarias efectivas} = 10 - (1 + 2(0.25)) = 8.5 \text{ horas}$$

Por ende, las horas compradas teóricamente mensuales por técnico resultan, según la ecuación 2, de la siguiente forma:

$$\text{Horas Compradas Teóricas individual} = 8.5 \text{ horas} \times \text{días laborables del mes}$$

Dicha cantidad debe coincidir con las horas registradas totales del sistema, es decir, cada hora comprada deberá tener un sello en el sistema. Para conocer la cantidad de horas compradas totales se deben multiplicar las horas teóricas compradas por la cantidad de técnicos en el Taller, lo cual se indica en la ecuación 3.

$$\text{Horas compradas totales} = \text{Horas compradas teóricas} \times \text{Número de técnicos} \quad (3)$$

El sistema puede calcular el índice de uso de los sellos de tiempos usando la ecuación 4:

$$\text{Ratio de uso} = \frac{\text{Horas estampadas}}{\text{Horas compradas totales}} \quad (4)$$

Existe una restricción en la ecuación 4, y es que el valor de Ratio de Uso debe ser mayor o igual a 100%, es decir, que para asegurar que el sistema posee el total de los datos para el análisis del proceso, el indicador de utilización de *stamping* debe estar por encima del 100%.

En caso de que el resultado sea significativamente mayor, se puede concluir la presencia de horas extras adicionales a lo previsto en lo teórico que fueron compradas, requeridas para la actividad. Una vez conseguido el Ratio de Uso del *stamping*, se puede avanzar con el procesamiento de dichos datos en el sistema de análisis de datos. Lamentablemente, la forma de adquirir dichos datos es 100% manual. Esto quiere decir que son los técnicos quienes deben registrar sus horas a través de la computadora en el sistema de gestión durante el trabajo.

3.5. Relación de los procesos principales con el Mapa de Procesos de la empresa

Si bien la empresa se destaca por su calidad en la post venta, disponibilidad de repuestos y calidad en los servicios, existe una excelente oportunidad para mejorar el nivel de resultados de los servicios brindados al cliente mediante las actividades en los procesos principales, orientados a la gestión y mejora continua.

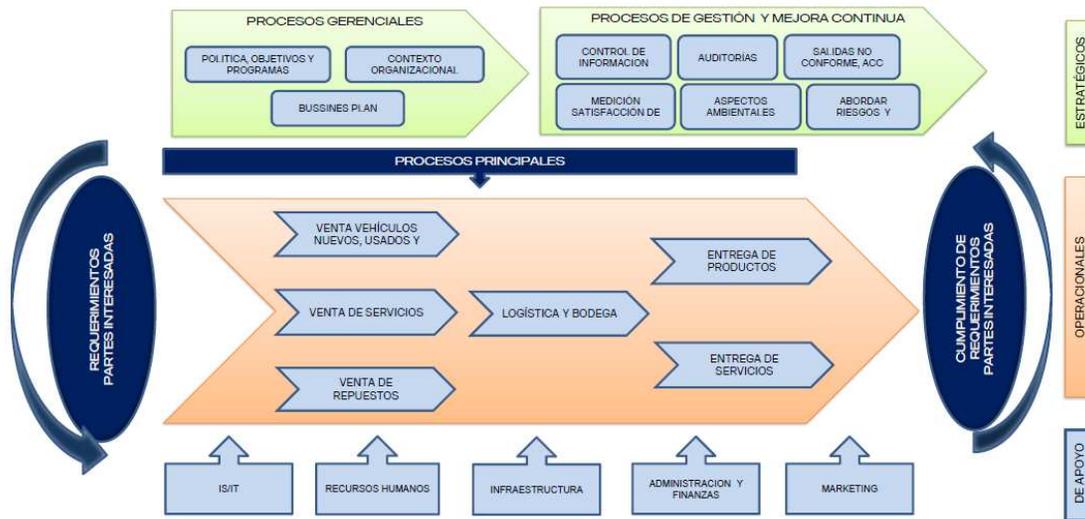


Figura 16: Mapa de procesos de la empresa. Fuente: Manual SGI de Calidad Scania Argentina (2015)

4. AUDITORÍA DE TI DE LOS PROCESOS RELEVANTES

4.1. Propósitos y objetivos de la auditoría

El propósito de esta auditoría es verificar el estado actual de los procesos de adquisición, tratamiento y uso de los datos para la generación de indicadores clave de desempeño (KPI) en el proceso de venta de servicios del área postventa de la empresa Scania Argentina, con énfasis en las tecnologías 4.0 utilizadas en el proceso, y a partir de los hallazgos identificados proponer planes de acción orientados a la estandarización y optimización de los procesos.

4.2. Alcance de la auditoría

El alcance de la auditoría es la revisión de las tecnologías 4.0 que se encuentran implementadas y las actividades que soportan en el proceso de Venta de Servicios en las sucursales de Scania en Argentina.

4.3. Identificación del cliente de la auditoría

El cliente de la auditoría es el área de post venta de la empresa Scania Argentina, a nivel de sucursal dentro de una región específica.

4.4. Identificación de los participantes de la auditoría

Los actores en este proceso son: el auditor tecnológico, los asesores de servicios, los técnicos de mantenimiento y el jefe de taller, según el organigrama presentado en la figura 6.

4.5. Criterios especificados para la auditoría

En la sección 3.3. del presente documento se hace la descripción del proceso de Venta de Servicios, el cual está diagramado de forma resumida en la figura 7.

Esta información se contrasta con la gestión del conocimiento existente actualmente en la compañía, la cual se compone de los siguientes documentos fundamentales:

- Introducción al programa de mantenimiento periódico. Series P, G, R y T (manual interno)
- Secuencia de actividades (*Position Standard*) proceso de Venta de Servicios (manual interno)
- Manual módulo *AutoMaster* Taller (manual interno)
- Instructivos de llamadas al cliente (instructivo interno)
- Instructivo Planificación del Taller (instructivo interno)
- Instructivo *Pre.picking* (instructivo interno)
- Instructivo Reuniones diarias (instructivo interno)
- Instructivo entregas del vehículo (instructivo interno)

- Instructivo de calidad en la orden de trabajo (instructivo interno)
- Instructivo monitoreo del plan de mantenimiento (instructivo interno)
- Descripción de la posición: Asesor de Servicio
- Definiciones de los KPI – *Workshop Operations* (manual interno)

4.6. Hallazgos de la auditoría

- Con respecto a las tecnologías 4.0:
 - No se encontró en la documentación ni descripciones relevadas, o durante la ejecución de la auditoría una aplicación de tecnologías 4.0 (por ejemplo: IoT, *Blockchain*, Impresión 3D, IA, Robótica, etc.), diferente a los sensores incorporados en los chasis de los vehículos que permiten el diagnóstico del estado de estos durante el proceso analizado.

- Con respecto a los KPI:
 - El informe de los KPI se construye y descarga a través del sistema *Dealer Performance* y del sistema BPI de Scania, lo que indica una falta de integración a la hora de construir los indicadores en una sola herramienta, ya que la información de las dos fuentes debe ser complementada en una hoja de Excel, la cual es la base final para la presentación y análisis de los indicadores. Lo que provoca la ausencia de KPI dinámicos, aquellos que se puedan consultar en tiempo real para tomar decisiones en el momento adecuado, más oportuno, y no *a posteriori*.

El diagrama de tablero que se analizó resulta ser un híbrido entre índices estáticos y dinámicos, y esto se da por la falta de integración de las herramientas de origen con un integrador de los datos, que automatice el proceso de visualización mediante analítica descriptiva.

A modo de ejemplo, muchos de los indicadores presentados en el *dashboard* del *Dealer Performance*, dependen de cálculos que se deben alimentar manualmente en la hoja de Excel estudiada, como son los pronósticos de ventas, y el estado de resultado financiero real. Si bien existen varios indicadores importantes que están conectados, se puede mejorar la analítica descriptiva mediante en una herramienta como PBI (*Power BI*), donde todas estas operaciones se hacen de forma automática y alimentan asimismo los indicadores visuales del *dashboard* que esas herramientas presentan.

- Uno de los indicadores más importantes a nivel operativo es el Ratio de Uso, el cual, tal y como se menciona en la Sección 3.3, tiene una restricción de tener un valor menor o igual al 100%, para garantizar su confiabilidad. No obstante, para la sucursal de Jujuy, de acuerdo con la figura 16, se puede ver que existe

una gran variabilidad, al menos desde el periodo de enero del 2021. Como puede verse, el Ratio de Uso se encuentra fuera de control, y una de las causas asignables es la forma de adquisición de los datos del *Stamping*, la cual es 100% manual. Al analizar los componentes del Ratio de Uso, se puede comprobar que en la mayoría de los meses existe una variación importante entre las horas compradas y las medidas a través del *stamping*. En la figura 17 se muestra un ejemplo para el caso de la sucursal de Jujuy.

4.7. Conclusiones de la auditoría

- Con respecto a los KPI:
 - No se identifica un lineamiento o proceso que se detone en caso de que los valores reales de un KPI difieran del valor objetivo (un ejemplo se presenta en los hallazgos, con el Ratio de Uso). No se logra identificar en la documentación un proceso que describa las actividades o pasos a seguir en el caso de que un indicador se desvíe de su valor objetivo. La incorporación de este proceso es vital para que la organización tenga claro su proceso de toma de decisiones basada en datos y hechos, así como los responsables de tomar dichas decisiones y evaluar sus resultados en términos de la mejora de los indicadores con respecto a los objetivos establecidos. Igualmente, también debe existir un proceso que permita evaluar la pertinencia de los objetivos parametrizados, ya que estos pueden variar dadas las condiciones cambiantes del entorno y de la organización.

Se debería poder determinar un proceso en el cual, luego de reconocer un desvío del valor objetivo, los tomadores de decisiones puedan:

- Dar seguimiento en el campo de trabajo
- Hacer una doble validación de las cifras
- Determinar la estabilidad a pesar del desvío
- Identificar los técnicos o trabajos que generar la diferencia

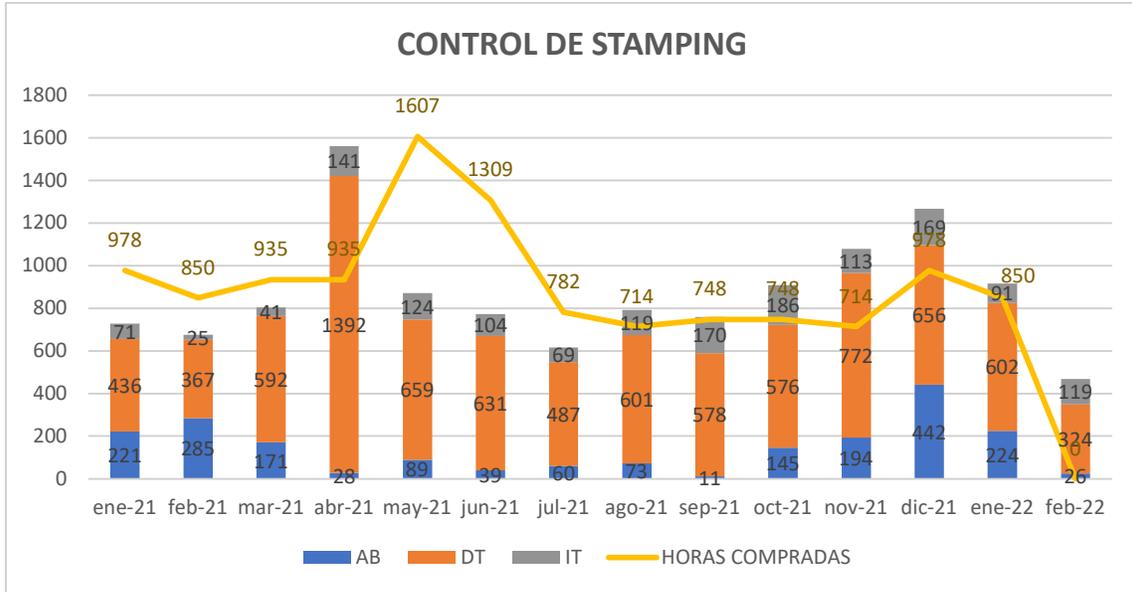


Figura 17: Evolución de los principales componentes del control de *stamping*, periodo enero 2021 – febrero 2022, para la sucursal de Jujuy. Fuente: Plataforma Dealer Performance.

- Al no contar con una utilización del *stamping* plena del 100%, se determina el cálculo manual teórico de las horas compradas, en lugar de confiar en que cada hora comprada ha sido estampeada correctamente. Esto provoca, la distorsión de varios indicadores que dependen de las horas compradas, como por ejemplo el *Utilization Rate* (capacidad usada sobre capacidad instalada):

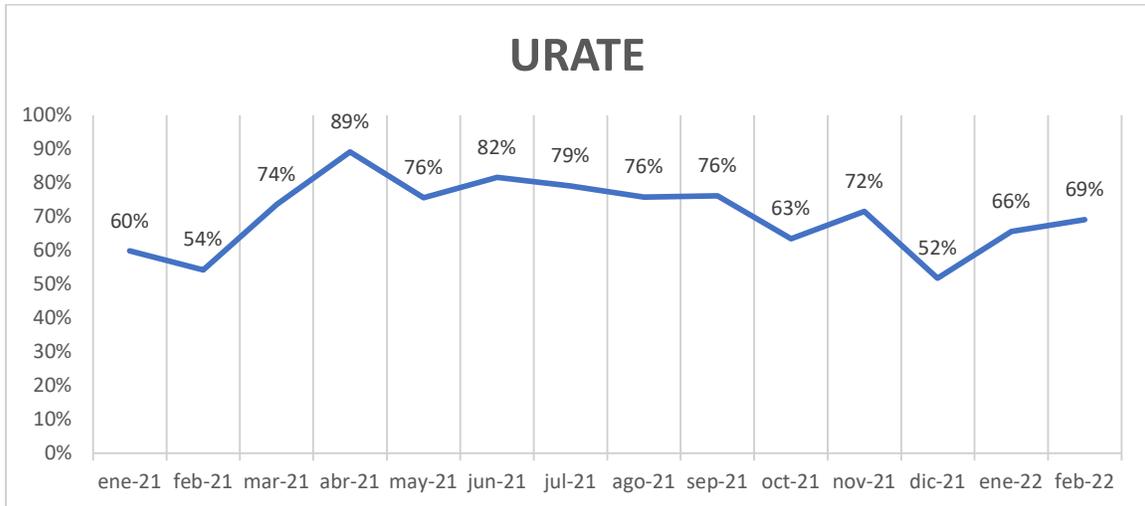


Figura 18: Evolución del Ratio de Uso en el periodo enero 2021 – febrero 2022 para la sucursal de Jujuy. Fuente: Plataforma Dealer Performance.

- Al revisar el *dashboard* de indicadores que presenta *Dealer Performance*, se identifica una aplicación de analítica predictiva que se hace por fuera del *dashboard* (valores objetivos de las ventas), y el cual debe incluirse manualmente en el reporte final de Excel para que alimente los diferentes gráficos del tablero de control. Dicho análisis hace uso de modelos matemáticos básicos, principalmente estadísticos, para generar una predicción de eventos futuros a partir de los históricos de ventas. En conclusión, a pesar de no estar integrada en el tablero del *Dealer Performance*, se realiza por fuera y debe incluirse manualmente para alimentar el *dashboard* sin permitir indicadores dinámicos.

Por otro lado, no se identifican aplicaciones de analítica prescriptiva en el proceso, lo cual es llamativo, ya que herramientas de prospectiva como los análisis de sensibilidad pueden ayudar a la organización al establecimiento de planes a largo plazo y la construcción de escenarios alternativos de trabajo, fundamentales en tiempos de cambios disruptivos como los presentados por la pandemia del *COVID-19*. Esto permitiría la visualización de como impactarían decisiones actuales en eventos futuros. Por ejemplo, que pasaría si se decide duplicar la mano de obra de técnicos o ampliar la franja horaria, como impactaría en la eficiencia del proceso. Qué pasaría si se encuentran preparados para un aumento súbito de la demanda o una renuncia masiva de los trabajadores.

- Con respecto a las Tecnologías 4.0:
 - Si bien existen tecnologías basadas en sensores conectadas a los chasis de los vehículos para monitorear su estado, no se encuentra una automatización basada en IoT para las actividades del taller. Por ejemplo, el *stamping* sigue siendo una actividad realizada por el técnico mediante una interacción directa con una computadora, pese a que puede automatizarse mediante el uso de tecnología 4.0 basada en IoT, como sensores portátiles de banda o sistemas biométricos.
 - Otros ejemplos de actividades susceptibles de ser automatizadas mediante tecnologías 4.0 son: la prospección y la venta reactiva pueden agilizarse mediante la aplicación de tecnologías RPA y *chatbots* para reducir la interacción humana y maximizar el papel de los asesores de servicios en actividades que adicionan valor. Con una correcta programación de las reglas subyacentes en el proceso de evaluación de las condiciones de pago, se podrían automatizar mediante RPA u otra tecnología análoga para simplificar el proceso de presupuesto de los servicios. De la misma forma, al validar las

reglas que se evalúan en la planificación del servicio, se puede hacer uso de herramientas que permitan automatizar los procesos de análisis y asignación de recursos, para que el sistema automáticamente haga la programación de las ordenes de trabajo, sin la intervención de los asesores de servicios, excepto para la verificación final de la información de la orden.

5. MODELO PROPUESTO PARA EL USO DE IOT EN EL PROCESO DE VENTA DE SERVICIOS

Gaur, Shukla y Verma (2019, p. 558–559) establecen un marco de referencia para la captura de datos en tiempo real de un empleado. Conocer más sobre un empleado es siempre un activo para cualquier organización. Los datos en tiempo real sobre un empleado pueden estar relacionados con la salud del empleado, la gestión del tiempo o donde invierte más su tiempo. Todos estos datos son de gran utilidad.

Una de las opciones que pueden utilizarse es un dispositivo IoT portátil (pulsera) que se activaría en las instalaciones de la sucursal. La activación de la pulsera IoT solo se daría después de que el empleado pueda iniciar sesión correctamente con su biométrico en la red de la compañía. Al mismo tiempo, cuando el empleado cierre la sesión con su biométrico, el dispositivo portátil no funcionaría. En la figura 18 se representa el marco conceptual del modelo.

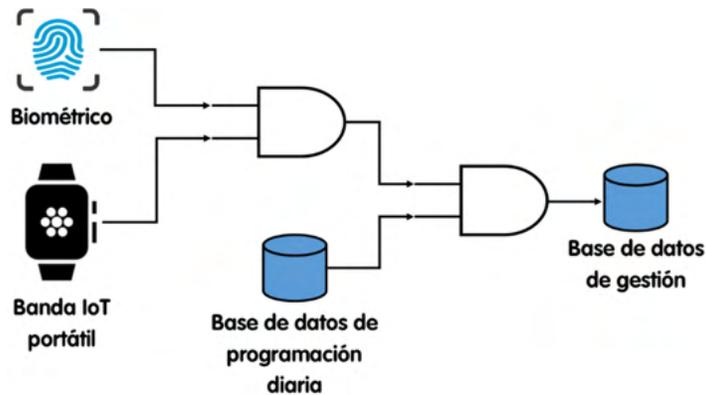


Figura 19: Marco de trabajo para la recolección de datos en tiempo real. Fuente: Adaptado de Gaur et al. (2019, p. 559).

Una vez la banda IoT está activada, se pueden acceder a los datos con la ayuda de la ubicación en tiempo real o la información de reuniones o trabajo programados. Estos datos se pueden transmitir fácilmente a puntos de acceso cercano, y después los mismos datos se pueden registrar en la base de datos. Incluso la misma banda IoT portátil puede ayudar a comprender más sobre la salud de los empleados, dado que una parte importante en el desempeño de los técnicos es su condición física. Así que al usar la banda IoT portátil no solo ayudará a saber dónde está el empleado sino también ayudará a saber cómo está, sus pulsaciones, calorías consumidas y otra información útil para gestionar y prevenir lesiones.

Los datos basados en la ubicación pueden representar un desafío de privacidad, por lo que requiere ser implementado previo consentimiento de los empleados.

5.1. Conjunto de tecnologías IoT (IoT Stack)

El *stack* IoT es un conjunto de tecnologías relacionadas las cuales, juntas, hacen posible recopilar los datos con la ayuda de los dispositivos IoT habilitados. La capa de sensores permite la detección de datos y se coordina con la siguiente capa, que es un *HUB* conectado localmente (computadora, centro de datos, *smartphone*), según la configuración. Este, a su vez, comunica los datos a la red, los cuales se almacenan en la nube o en la base datos local (Gaur et al., 2019; ROZO-GARCÍA, 2020)

En la figura 19 se representan estos segmentos:



Figura 20: Segmentos de los conjuntos de tecnologías IoT. Fuente: Adaptado de Gaur et al. (2019, p. 559).

5.2. Proceso de recolección de datos

En empresas donde los empleados hacen uso de dispositivos portátiles como las bandas IoT se logra recolectar datos en tiempo real de sus diferentes sensores, que permiten conocer la ubicación, el ritmo cardíaco e incluso la temperatura corporal de los empleados. Estos datos pueden ser enviados para su agregación, la cual permite representar los datos recolectados de forma resumida y la cual es utilizada para analítica descriptiva, principalmente. Después de esto los datos pueden ser divididos apropiadamente y guardados en bases de datos relacionales (local o en la nube), mediante un proceso de catalogación de los datos. En la figura 20 se explica este proceso de recolección de los datos con la ayuda de la banda IoT, la cual está equipada con los sensores requeridos.

En el caso particular de la propuesta, la idea es poder utilizar el sensor basado en la ubicación incorporado en la banda IoT para automatizar el proceso de *stamping*, ya que el dispositivo permitiría asignar automáticamente el estado del técnico basándose en la información contenida en el sistema *AutoMaster* con respecto a las órdenes de trabajo que tiene asignadas y la programación del Taller. De la misma forma, el sistema de adquisición de información basada en la ubicación permitiría capturar datos que actualmente no se están registrando, como las pausas y los almuerzos. Con el *stamping* automatizado, se puede tener

un indicador más aproximado a la realidad de indicadores como el Ratio de Uso, y de allí se pueden tomar medidas más efectivas para controlar y mejorar las actividades que están realizando los técnicos con el fin de lograr el objetivo del 100% deseado.

Como ejemplo, en la figura 21 se muestra un diagrama de cómo se incorporaría el uso de la banda IoT en la secuencia de actividades del subproceso “Ejecutar servicio”.

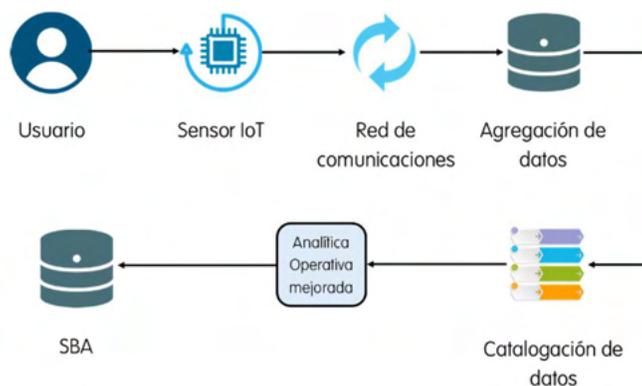


Figura 21: Proceso de recolección y agregación de datos con un sensor IoT. Fuente: Adaptado de Gaur et al. (2019, p. 559).

Se propone, además, la instalación de cámaras de video tipo CCTV, para el análisis de tiempo y movimientos de las unidades dentro del predio del taller, de manera de vincular automáticamente el dominio del chasis, con la orden de trabajo y el tiempo del técnico.

Adicionalmente, se podrá contar con una base de datos que permita realizar la trazabilidad tanto en tiempo y espacio de las unidades que ingresan al predio para su reparación y/o mantenimiento.

Esto permitirá evaluar a través del dominio, ubicación y marcas temporales, aquellos lugares en donde se encuentran las mayores demoras desde que el cliente accede al predio hasta el momento en el que retira la unidad, pudiendo localizar y optimizar procesos.

Para generar la base de datos antes mencionada, se recomienda aplicar una serie de tecnologías basadas en reconocimiento por imágenes y acercamiento:

- Lectura de patentes (ALPR)
- Reconocimiento de imágenes (personas y vehículos)
- Mapas de calor
- Reconocimiento de rostros, y pulseras RFID

Para la captura de imágenes se podrían utilizar diversas cámaras IP tipo CCTV de 4 Mpx a 8 Mpx, ubicadas estratégicamente sobre el predio, interconectadas por cable UTP a

una distancia a definir entre las cámaras y el rack donde se concentrarán los equipos de análisis.

El centro de análisis consistirá en un *rack* en donde se ubicará:

- Una NVR, para concentrar la entrada de las cámaras y realizar la grabación de las imágenes capturadas.
- Un switch de distribución que permitirá conectar las cámaras con los diversos equipos como así también alimentarlas vía PoE (solo las UTP).
- Un servidor de reconocimiento de imagen
- Un servidor web que permita visualizar la información capturada y analizada.

Por último, dispondremos de una PC ubicada en cada área de servicio, con pantallas táctiles tipo *totém* capaz de recolectar información del *stamping*, y otros datos adicionales como estado del trabajo, demora por repuestos o aprobación del cliente. A su vez, el *totém* tendrá una cámara de reconocimiento de rostros que permitirá reconocer al técnico que está realizando la anotación para su validación.

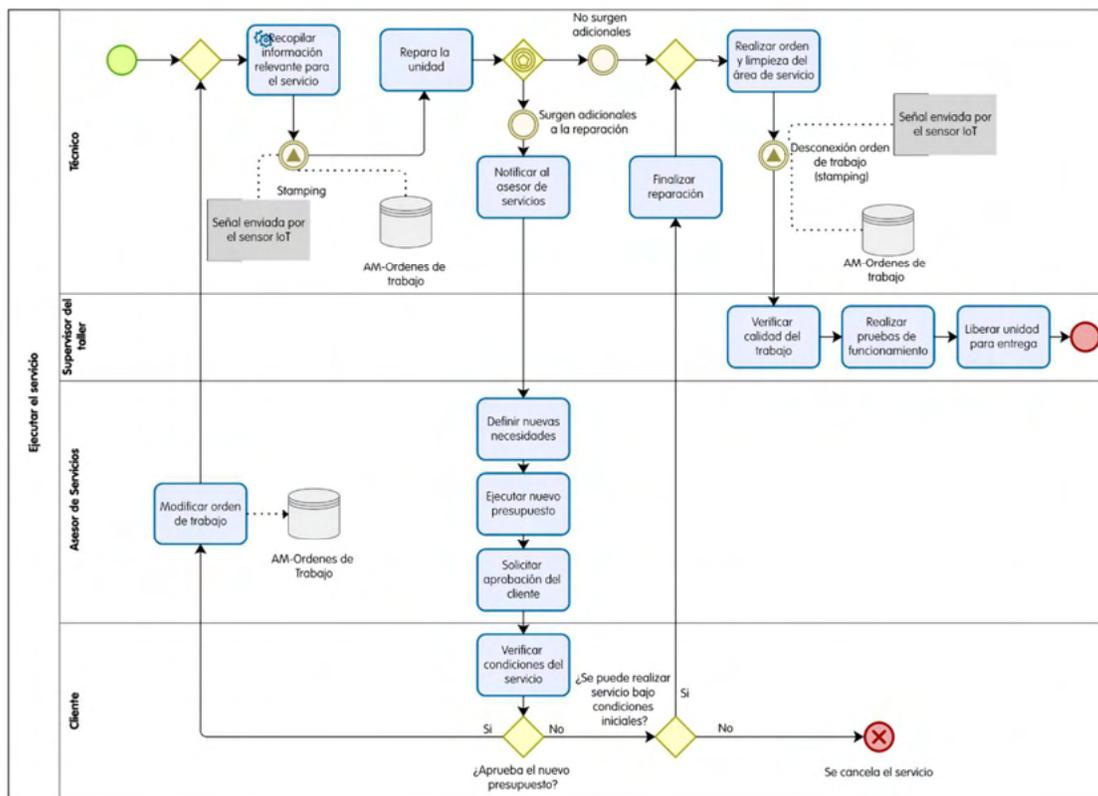


Figura 22: Diagrama propuesto del subproceso “Ejecutar servicio” después de implementar una banda IoT con sensor para el proceso de *stamping*. Fuente: Elaboración propia.

5.3. Proceso analítico jerárquico

Para la definición de que tecnología y que proveedor se recomienda aplicar, se utiliza una técnica estructurada para tratar con decisiones complejas (Tabone et al, 2020).

A partir de las tecnologías planteadas en el capítulo anterior, por decisión de la empresa, se va a buscar la contratación de un especialista que provea una solución de IT integral llave en mano. Es por eso, que se aplica el método de AHP diseñado para resolver problemas complejos que tienen múltiples criterios para la búsqueda de proveedores, no de una herramienta específica de Industria 4.0. El resultado del proceso es la jerarquización con prioridades que muestra la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión.

Se consideran 4 proveedores de soluciones IT como candidatos a la contratación, los cuales fueron entrevistados previamente para que desarrollen una propuesta acorde al alcance y objetivos del nuevo proceso de recolección de datos planteado.

En el Figura 22 se elabora una representación gráfica del problema en términos de una meta global, los criterios y las alternativas de decisión construyendo el árbol de lo más general a lo particular.

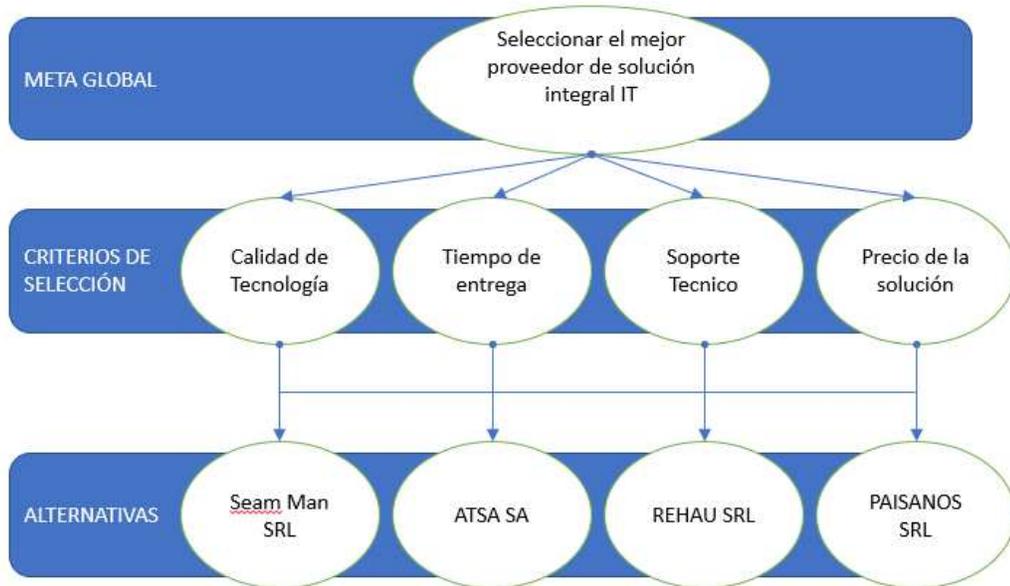


Figura 23: Diagrama del problema planteado como un árbol jerárquico Fuente: Elaboración propia.

El proceso requiere que los involucrados en la toma de decisión realicen evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, luego, especifique su preferencia respecto a cada una de las alternativas planteadas para cada criterio.

En la siguiente etapa se realiza la comparación pareada entre los elementos de decisión, es decir, extraer información del decisor mediante comparaciones de a pares entre los criterios y las alternativas. En el cuadro 6 se realiza la comparación mediante una escala propuesta por el modelo Saaty, llamada escala fundamental.

Valor de escala Saaty	Relación de intensidad
1	igualmente, importante o preferible
3	moderadamente importante
5	notablemente más importante
7	importancia muy fuerte o demostrada
9	importancia o preferencia absoluta

Cuadro 6: Escala fundamental según el modelo de Saaty. Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 7 se establece prioridades de los cinco criterios en términos de la meta global.

Matriz A	Calidad	Tiempo de entrega	Soporte	Precio
Calidad	1,00	1,00	2,00	5,00
Tiempo de entrega	1,00	1,00	3,00	4,00
Soporte	0,50	0,33	1,00	2,00
Precio	0,20	0,25	0,50	1,00
Integración	0,11	0,11	0,14	0,11

Cuadro 7: Matriz de comparación A. Fuente: Elaboración propia.

Luego se comparan en los cuadros 8,9, 10 y 11 las alternativas entre sí, con respecto a cada criterio, utilizando la metodología anterior en términos a lo que contribuye a cada criterio.

CALIDAD	Seam Man SRL	ATSA	REHAU SRL	PAISANOS SA
Seam Man SRL	1,00	2,00	3,00	4,00
ATSA	0,50	1,00	3,00	3,00
REHAU SRL	0,33	0,33	1,00	2,00
PAISANOS SA	0,25	0,33	0,50	1,00

Cuadro 8: Matriz de comparación criterio Calidad. Fuente: Elaboración propia.

TIEMPO ENTREGA	Seam Man SRL	ATSA	REHAU SRL	PAISANOS SA
Seam Man SRL	1,00	0,20	0,25	0,33
ATSA	5,00	1,00	4,00	0,50
REHAU SRL	4,00	0,25	1,00	0,50
PAISANOS SA	3,00	2,00	2,00	1,00

Cuadro 9: Matriz de comparación criterio Tiempo de entrega. Fuente: Elaboración propia.

SOPORTE	Seam Man SRL	ATSA	REHAU SRL	PAISANOS SA
Seam Man SRL	1,00	0,50	0,25	0,20
ATSA	2,00	1,00	0,33	0,33
REHAU SRL	4,00	3,00	1,00	0,50
PAISANOS SA	5,00	3,00	2,00	1,00

Cuadro 10: Matriz de comparación criterio Soporte. Fuente: Elaboración propia.

PRECIO	Seam Man SRL	ATSA	REHAU SRL	PAISANOS SA
Seam Man SRL	1,00	0,25	0,17	0,14
ATSA	4,00	1,00	0,50	0,50
REHAU SRL	6,00	2,00	1,00	0,33
PAISANOS SA	7,00	2,00	3,00	1,00

Cuadro 11: Matriz de comparación criterio Precio. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente etapa se deben estimar las ponderaciones o pesos relativos de los elementos de decisión, es decir los criterios y las alternativas.

	Calidad	Tiempo de entrega	Soporte	Precio
CRITERIOS	0,37	0,39	0,16	0,08

CALIDAD	0,46	Seam Man SRL	SOPORTE	0,08	Seam Man SRL
	0,30	ATSA		0,14	ATSA
	0,15	REHAU SRL		0,31	REHAU SRL
	0,09	PAISANOS SA		0,47	PAISANOS SA

TIEMPO	0,08	Seam Man SRL	PRECIO	0,05	Seam Man SRL
	0,36	ATSA		0,19	ATSA
	0,18	REHAU SRL		0,27	REHAU SRL
	0,38	PAISANOS SA		0,48	PAISANOS SA

Cuadro 12: Vector de ponderación de los elementos de decisión. Fuente: Elaboración propia.

Para la verificación de consistencia se deben calcular los diferentes índices de consistencia de la matriz de comparación, índice de consistencia aleatoria y el nivel de consistencia total, el cual debe ser menor a 0,1.

- CI: índice de consistencia de la matriz de comparación A donde n_{max} es la suma del vector resultantes de multiplicar la matriz A y el vector W, y n es el número de criterios a utilizar.

$$CI = \frac{n_{max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

- IA: índice aleatoria ya calculado para matrices cuadradas de orden n, siendo alguno de los siguientes valores en el cuadro 13.

Número de alternativas	Valor
2	0
3	0,58
4	0,9
5	1,12
6	1,24

Cuadro 13: Vector de ponderación de los elementos de decisión. Fuente: Elaboración propia

- CR: nivel de consistencia de la matriz de comparación A, el cual debe dar menor a 0,1 para que el vector de criterios sea consistente.

$$CR = \frac{CI}{IA} \quad (6)$$

A partir de los cuadros anteriores se determina la consistencia de la matriz de comparación de criterios A, la cual se puede decir que no presenta inconsistencias serias con un $CR < 0,1$.

CI	0,01
IA	0,9
CR	0,01

Cuadro 14: Índices de consistencia de la matriz de criterios. Fuente: Elaboración propia.

Se repite el procedimiento anterior con los cuadros de ponderación de las alternativas para demostrar que no presentan inconsistencias serias con un $CR < 0,1$.

CALIDAD	
CI	0,03
IA	0,90
CR	0,03

SOPORTE	
CI	0,02
IA	0,90
CR	0,02

TIEMPO	
CI	0,07
IA	0,90
CR	0,08

PRECIO	
CI	0,05
IA	0,90
CR	0,05

Cuadro 15: Índices de consistencia de la matriz de criterios con cada alternativa.

Fuente: Elaboración propia.

Luego, en la etapa final se genera la evaluación global de cada alternativa por medio de una ponderación lineal con los valores obtenidos en la etapa del cuadro 12, de la cual surgirá la “mejor alternativa” para la decisión.

De esta manera en el cuadro 16, se obtiene la ordenación final a partir de la utilidad global de cada alternativa, dando como mejor opción calificada según el método AHP la alternativa de PAISANOS SRL.

Alternativas	Clasificación global
PAISANOS SA	0,296
ATSA	0,290
Seam Man SRL	0,216
REHAU SRL	0,198

Cuadro 16: Jerarquización del AHP para las alternativas de decisión propuestas.

Fuente: Elaboración propia.

6. CONCLUSIONES

El uso de la metodología de auditoría de TI permitió realizar un análisis sistemático y objetivo de varios aspectos de la organización, frente a un conjunto de criterios o requisitos, para identificar los diferentes componentes del sistema tecnológico y así poder evaluar si están cumpliendo con los propósitos para los cuales se han desplegado. En el caso particular de SCANIA, se pudo identificar un desequilibrio en indicadores KPI, como el Ratio de Uso. Sin embargo, al presentarse un problema en el carácter manual de la recolección de los datos de *stamping* de los técnicos, la confiabilidad de estos datos es cuestionable.

La implementación de tecnologías 4.0 como las bandas portables con sensores IoT o los sistemas de biometría, son soluciones viables que hacen uso de nuevas tecnologías para solucionar problemas de los negocios. Gracias al acelerado avance de la industria 4.0, cada vez hay más soluciones en el mercado y a menor costo que permiten la recolección automática de datos de los trabajadores. Esto permite tener datos en tiempo real y con mayor confiabilidad que, junto a un correcto sistema de analítica, ayuda a tomar las decisiones adecuadas a tiempo.

El proceso de auditoría de TI de las tecnologías implementadas en la compañía SCANIA también permitió identificar oportunidades adicionales de implementación de tecnologías como RPA en actividades en las cuales los trabajadores no están adicionando suficiente valor, como la planificación o el contacto inicial con clientes durante la prospección de los mantenimientos preventivos. En la actualidad existen soluciones de RPA, como los *chatbots*, que permiten automatizar muchas de estas actividades, permitiendo a los trabajadores enfocarse en las actividades en las que mayor valor aportan a la organización.

Un obstáculo frente a los resultados y propuestas del presente trabajo es que su implementación depende de la autorización de la alta dirección, y al ser esta compañía una empresa multinacional, la cual busca la estandarización de sus procesos entre los diferentes países en los que opera, hace más complejo que iniciativas de transformación de procesos e incorporación de tecnologías provenientes de mandos medios sean tratadas con facilidad dentro de los esquemas de gestión del cambio y del área de tecnología de la información de la compañía.

Adicionalmente, el hecho de que sea una propuesta que exige cambios a nivel de tecnología y de proceso, requiere de la revisión de ambas áreas y de su trabajo mancomunado para logra la implementación. En cualquier caso, la sola puesta de manifiesto de la existencia de soluciones es un punto de partida indispensable para motivar cambios significativos en los esquemas organizacionales y esta es la semilla que el presente trabajo final de grado ha logrado sembrar.

7. ÚLTIMO FOLIO

Quiero agradecer el apoyo y la inspiración de Antonio Morcela, mi Director de Trabajo Final de carrera, por motivarme a comenzar, luego de varios intentos, un nuevo y definitivo proceso de trabajo final.

Desde 2014, cuando acabé de cursar la última materia de la carrera, llevo dedicado a la ingeniería, en una primera experiencia con Del Plata Ingeniería, una empresa de servicios en Mar del Plata como Responsable de Calidad, y luego, desde 2019, en SCANIA en el rol de Jefe de Operaciones Regional. En 2020, junto con Antonio, decidimos analizar el impacto de la aplicación de nuevas tecnologías en el proceso de servicios para mejorar la evaluación de indicadores para la toma de decisiones estratégicas y la disponibilidad de la información. Esta vez, pude detectar más claramente la problemática, quedando convencido desde el principio de que el problema era real, y que podría darme una solución lógica y aplicable a mis responsabilidades actuales.

El propósito de SCANIA es impulsar el cambio hacia un sistema de transporte sostenible, creando un mundo de movilidad que sea mejor para las empresas, la sociedad y el medio ambiente. Si bien la investigación comenzó como un desafío, luego de tantos años alejado de la universidad y de las técnicas académicas requeridas, me sentí muy preparado con las herramientas y metodologías que desarrollé durante mis años de experiencia laboral. De la misma manera que lo aprendido en el marco teórico, las investigaciones y la bibliografía pudo aportar una visión académica a mi trabajo práctico, enriqueciendo el enfoque del negocio y la toma de decisiones estratégicas.

Es justamente por esta combinación entre lo académico y lo práctico que conseguí generar esta propuesta innovadora que ofrezco en este trabajo final de carrera, y que tengo la enorme alegría y responsabilidad de implementar en SCANIA a nivel regional en el mediano plazo.

Quisiera también agradecer muy especialmente a Lucila Sayaguez, por su constante compañía durante momentos de incertidumbre y de esfuerzo en alcanzar el objetivo, por haberme alentado y motivado durante esta etapa tan nutritiva, lo cual demuestra una vez más su paciencia y confianza en mí.

Por último, no quiero ni puedo olvidar la inspiración, como ingeniero y a nivel humano que mi padre, Jacho Bensadon, me facilitó en mi desarrollo profesional. A él se lo dedico, hoy y siempre.

BIBLIOGRAFÍA

- BALLESTRÍN, Mariana (2014). Rediseño de la distribución de los sectores de un concesionario de camiones. Trabajo Final de carrera de Ing. Industrial. Directora: Claudia Zárate. DII-FI-UNMDP. Mar del Plata: 2014.
- COTTELEER, M. y SNIDERMAN, B., 2017. Forces of change: Industry 4.0. Deloitte Insights [en línea], pp. 20. Disponible en: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/es/Documents/manufacturing/Deloitte-ES-manufacturing-industria-4.0.pdf>.
- DASH, D., FAROOQ, R., PANDA, J.S. y SANDHYAVANI, K. V., 2019. Internet of things (IoT): The new paradigm of HRM and skill development in the fourth industrial revolution (industry 4.0). IUP Journal of Information Technology, vol. 15, no. 4, pp. 7–30. ISSN 09732896.
- DAVENPORT, T.H. y HARRIS, J.G., 2007. Competing on Analytics: The New Science of Winning. Boston: Harvard Business School Publishing. ISBN 9781422103326.
- GANTZ, S.D., 2014. The Basics of IT Audit. Waltham, MA, Estados Unidos: Syngress. ISBN 9780124171596.
- GAUR, B., SHUKLA, V.K. y VERMA, A., 2019. Strengthening People Analytics through Wearable IOT Device for Real-Time Data Collection. 2019 International Conference on Automation, Computational and Technology Management (ICACTM) [en línea]. S.I.: IEEE, pp. 555–560. ISBN 978-1-5386-8010-0. DOI 10.1109/ICACTM.2019.8776776. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8776776/>.
- GRAY, P., 2013. Business Intelligence. En: S.I. GASS y M.C. FU (eds.), Encyclopedia of Operations Research and Management Science [en línea]. Boston: Springer, pp. 132–139. ISBN 9781441911537. Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-1153-7_1179.
- HODEGHATTA, U.R. y NAYAK, U., 2017. Business Analytics Using R - A Practical Approach [en línea]. Berkeley, CA, Estados Unidos: Apress. ISBN 978-1-4842-2513-4. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4842-2514-1>.
- JASSEM, S. y RAZZAK, M.R., 2021. Industry 4.0: The Future of Manufacturing—Foundational Technologies, Adoption Challenges, and Future Research Directions. Fourth Industrial Revolution and Business Dynamics [en línea]. Singapur: Springer, pp. 127–158. ISBN 9789811632501. Disponible en: https://link.springer.com/10.1007/978-981-16-3250-1_7.

- LEONE, D. y BARNI, A., 2020. Industry 4.0 on Demand: A Value Driven Methodology to Implement Industry 4.0. IFIP Advances in Information and Communication Technology [en línea]. Cham, Suiza: Springer, pp. 99–106. ISBN 9783030579920. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-57993-7_12.
- LIBERATORE, M.J. y LUO, W., 2010. The analytics movement: Implications for Operations Research. *Interfaces*, vol. 40, no. 4, pp. 313–324. ISSN 00922102. DOI 10.1287/inte.1100.0502.
- PALMA, D., AGUDO, J., SÁNCHEZ, H. y MACÍAS, M., 2014. An Internet of Things Example: Classrooms Access Control over Near Field Communication. *Sensors* [en línea], vol. 14, no. 4, pp. 6998–7012. ISSN 1424-8220. DOI 10.3390/s140406998. Disponible en: <http://www.mdpi.com/1424-8220/14/4/6998>.
- ROZO-GARCÍA, Florelva (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, Vol. 19, n.º 2, pp. 177-192. Disponible en: revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias
- SCANIA, [sin fecha]. Acerca de Scania. [en línea]. [Consulta: 13 enero 2022]. Disponible en: <https://www.scania.com/ar/es/home/about-scania.html>.
- SCANIA CV AB SWEDEN, 2016. Scania Business Analyzer For AutoMaster cube and report descriptions. 2016. S.l.: s.n.
- SCANIA CV AB SWEDEN, 2018. Introducción al programa de mantenimiento periódico: Series P, G, R y T. 2018. S.l.: s.n.
- SCHWAB, K. y DAVIS, N., 2018. *Shaping the Future of the Fourth Industrial Revolution: A Guide to Building a Better World*. Nueva York: Currency. ISBN 9781984822628.
- SHARDA, R., DELEN, D. y TURBAN, E., 2018. *Business Intelligence, Analytics, and Data Science: A Managerial Perspective*. Nueva York: Pearson. ISBN 9780134633282.
- SHARMA, A.K., SHARMA, D.M., PUROHIT, N., ROUT, S.K. y SHARMA, S.A., 2022. Analytics Techniques: Descriptive Analytics, Predictive Analytics, and Prescriptive Analytics. En: P.M. JEYANTHI, T. CHOUDHURY, D. HACK-POLAY, T.P. SINGH y S. ABUJAR (eds.), *Decision Intelligence Analytics and the Implementation of Strategic Business Management* [en línea]. Cham, Suiza: Springer, EAI/Springer Innovations in Communication and Computing, pp. 1–14. ISBN 9783030827632. Disponible en: https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-82763-2_1.
- SHERMAN, R., 2014. *Business Intelligence Guidebook: From Data Integration to Analytics* [en línea]. 1. S.l.: Morgan Kaufmann. ISBN 978-0-12-411461-6. Disponible en:

https://www.amazon.com/Business-Intelligence-Guidebook-Integration-Analytics/dp/012411461X/ref=sr_1_243?s=books&ie=UTF8&qid=1472312402&sr=1-243&keywords=architecture+philosophy.

SINHA, S., 2021. Introduction to Internet of Things: IoT Tutorial with IoT Application. edureka! [en línea]. Disponible en: <https://www.edureka.co/blog/iot-tutorial/>.

SKYRIUS, R., 2021. Business Intelligence: A Comprehensive Approach to Information Needs, Technologies and Culture [en línea]. Cham, Suiza: Springer. Progress in IS. ISBN 978-3-030-67031-3. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-67032-0>.

TABONE, L.; MORTARA, V.; MORCELA, A.; BOLOQUY, I.; BOUNOURE, J. (2020). Análisis multicriterio aplicado a la selección de un Plan Agregado de Producción. En actas de la International Conference of Production Research ICPR – Américas 2020. Bahía Blanca: UNSur.

TURSUNBAYEVA, A., DI LAURO, S. y PAGLIARI, C., 2018. People analytics—A scoping review of conceptual boundaries and value propositions. International Journal of Information Management, vol. 43, no. February, pp. 224–247. ISSN 02684012. DOI 10.1016/j.ijinfomgt.2018.08.002.

VOLKSWAGEN AG, 2021. Portrait & Production Plants. [en línea]. [Consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: <https://www.volkswagenag.com/en/group/portrait-and-production-plants.html>.

ZANFRILLO, A. I.; MORCELA, A.; MORTARA, V.; TABONE, L.; CARRIZO, G.; GADALETA, L.; DELMONTE, P.; MASSANO, R.; y BOUNOURE, J. (2020). Industria inteligente para el agregado de valor a la cadena de suministro regional. Póster presentado en Jornadas INVESTIGAR UNMDP-2020, Mar del Plata [ARG], 19-30 octubre 2020.

ZÁRATE, C.; TABONE, L.; BALLESTRIN, M. (2016). Simulación y análisis de la distribución física de una empresa de servicios. Revista Ingeniería Industrial, ISSN-e 0717-9103, Vol. 15, N°. 2, págs. 193-211