



**Propuesta de un Modelo de Aplicación de IoT y Telemetría en los Procesos de Servicios de Taller para Empresas Concesionarias Automotrices**

**Tesis presentada en satisfacción parcial de los requerimientos para obtener el grado de Maestro en Dirección de Tecnologías de Información**

**por:**

Francisco Exequiel Gaitán Layza

Washington Mayorga Farfán

Oscar Onofre Enero

Emanuel Moisés Reynoso Manrique

Jesús Pepe Soto Reyes

Programa de la Maestría en Dirección de Tecnologías de Información, 2016-I

Lima, 18 de Julio de 2018

Esta tesis

**Propuesta de un Modelo de Aplicación de IoT y Telemetría en los Procesos de Servicios de Taller para Empresas Concesionarias Automotrices**

ha sido aprobada.

.....  
Jaime Serida Nishumura (Jurado)

.....  
Ramón Batalla Font (Jurado)

.....  
Raúl Gonzalez Punzano (Jurado)

.....  
Lydia Aurora Arbaiza Fermini (Asesor)

Universidad ESAN

2018

*A Dios, por haberme permitido alcanzar este logro en mi vida, a mis padres Francisco y Elsa quienes me inculcaron el valor del esfuerzo y la perseverancia, a mis tíos Emilio y Livina por su incondicional apoyo, a mis hermanos Lucia, Elmo y Normaly, especialmente a mi hermano Aristóteles, quien en todo momento ha sido mi guía para lograr el desarrollo profesional, a mi enamorada Tatiana por su total apoyo y comprensión durante todo este tiempo.*

***Francisco Exequiel Gaitán Layza***

*A la memoria de mi madre Yolanda por su gran paciencia y amor que recordaré por siempre, a mi padre Washington por su ejemplo de esfuerzo, perseverancia y dedicación que sirve de guía en mi vida. A mi esposa Patricia, por todo su amor, apoyo y comprensión en todos estos años caminando junto a mí. A mis queridos hijos Washington y Flavia cuya alegría me sirve de aliento cada día de mi vida. A mi hermana Tatiana por su ejemplo de fortaleza y apoyo incondicional.*

***Washington Mayorga Farfán***

*A Dios, por su gracia y amor infinito. A mi esposa Raquel, compañera de toda la vida, por su inconmensurable apoyo y comprensión. A mi hijo Josue, por su alegría constante que ilumina mi camino. A mis padres Oscar y Olga, por su sacrificio desinteresado y por ser mis primeros maestros. A mis hermanas Karina, Liliana y Katherine por ser un ejemplo a seguir.*

***Oscar Onofre Enero***

*A Dios, por su bendición y las oportunidades brindadas. A mi familia por todo el apoyo, en especial a mis padres quienes han sido mi guía y motivación en cada etapa de mi vida.*

*A mi novia, por la comprensión y el amor para conmigo*

*A todos ellos mi sincero agradecimiento.*

***Emanuel Moisés Reynoso Manrique***

*Agradezco a Dios, por concederme la salud y la tranquilidad necesaria para afrontar de la mejor manera este nuevo reto personal. A mi madre, por sus enseñanzas de vida y por entregarme siempre su amor y cariño, así como impulsarme a superarme cada día. A mi esposa, mi compañera de vida, por brindarme siempre su apoyo y amor incondicional. A mis cuatro hijos, por entenderme y regalarme su tiempo durante toda esta etapa y por alegrarme cada día a través de sus ocurrencias. A mis hermanos por alentarme a seguir superándome. A mis padres políticos por su nobleza a imitar y por el cariño que siempre me brindan. A mis sobrinos y cuñados por sus comentarios de confianza para superar las adversidades.*

***Jesús Pepe Soto Reyes***

## Tabla de contenido

<b>1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3 OBJETIVOS.....	7
1.3.1 <i>Objetivo General</i> .....	7
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	7
1.4 RESTRICCIÓN.....	8
1.5 CONTRIBUCIÓN.....	8
1.6 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	9
1.6.1 <i>Preguntas Generales</i> .....	9
1.6.2 <i>Preguntas específicas</i> .....	9
1.7 ALCANCE.....	9
<b>2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1. INTERNET DE LAS COSAS (IOT).....	10
2.2. TECNOLOGÍAS USADAS POR IOT.....	11
2.2.1 <i>Sensores y actuadores</i> .....	11
2.2.2 <i>Sistema de Diagnóstico a Bordo (OBD)</i> .....	12
2.2.3 <i>Redes de telefonía móvil</i> .....	14
2.2.4 <i>Computadora integrada en una única placa (minicomputadora)</i> .....	19
2.2.5 <i>Bluetooth</i> .....	21
2.3. APLICACIONES DE IOT EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ .....	22
2.3.1 <i>Adaptadores inteligentes para el diagnóstico del vehículo</i> .....	25
2.3.2 <i>Internet de las Cosas para un Sistema de Simulación Vehicular</i> .....	28
2.3.3 <i>Monitoreo del consumo de combustible y conducción con Internet de las Cosas</i> 30	
2.3.4 <i>Seguimiento de flotas en la empresa Tata Motors</i> .....	32
2.3.5 <i>Gestión de flotas para la seguridad pública realizada por Echo Mobile</i> .....	32
2.3.6 <i>Mantenimiento Predictivo de vehículos</i> .....	33
2.3.7 <i>SMaRTCar: Una Plataforma Integrada basada en Teléfono Inteligente para admitir aplicaciones de Gestión de Tráfico</i> .....	35
2.3.8 <i>Seguro Vehicular Basado en Uso (Usage Based Insurance, UBI)</i> .....	36
2.3.9 <i>Big Data y Analítica en el sector automotor</i> .....	38
2.3.10 <i>Vehículos conectados</i> .....	42
2.3.11 <i>Vehículos Autónomos</i> .....	47

2.4. DESAFÍOS EN EL DESARROLLO DE IOT.....	49
2.4.1 Cadenas de suministro y ecosistemas fragmentados.....	49
2.4.2 Entornos regulatorios inciertos.....	50
2.4.3 Diversidad de estándares y tecnologías.....	51
2.4.4 Cambios en los procesos empresariales e incluso en el negocio mismo.....	51
2.4.5 Dificultad para determinar el retorno de inversión (ROI).....	51
2.4.6 Privacidad.....	51
2.4.7 Seguridad.....	55
2.5. ARQUITECTURA DE IOT.....	57
2.5.1 Dispositivos de borde.....	57
2.5.2 Gateway de IoT.....	58
2.5.3 Almacenamiento.....	58
2.5.4 Analítica.....	58
2.5.5 Acciones y presentación.....	58
<b>3. CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.....</b>	<b>60</b>
3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	60
3.1.1 Fases de la Metodología.....	60
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	62
3.2.1 Investigación Cualitativa Exploratoria.....	62
3.2.2 Investigación Cuantitativa Descriptiva.....	64
<b>4. CAPITULO IV. ANÁLISIS ESTRATEGICO DE LA EMPRESA.....</b>	<b>66</b>
4.1 EMPRESA.....	66
4.1.1 Visión.....	66
4.1.2 Misión.....	66
4.1.3 Objetivos estratégicos.....	66
4.2 ANÁLISIS EXTERNO.....	67
4.2.1 Análisis del Macro entorno.....	67
4.2.2 Análisis del Micro Entorno.....	85
4.2.3 Variables Externas.....	88
4.3 ANÁLISIS INTERNO.....	89
4.3.1 Cadena de Valor.....	89
4.3.2 Variables Internas.....	93
4.4 FODA CRUZADO.....	94
4.5 ESTRATEGIAS GENÉRICAS COMPETITIVAS.....	95
4.5.1 Estrategia de Liderazgo en Costes.....	96

4.5.2	<i>Estrategia de Diferenciación</i> .....	96
4.5.3	<i>Estrategia del Enfoque</i> .....	96
4.6	DISCIPLINA DE VALOR .....	96
4.6.1	<i>Excelencia Operacional</i> .....	97
4.6.2	<i>Liderazgo de Producto</i> .....	97
4.6.3	<i>Intimidad con el Cliente</i> .....	97
<b>5.</b>	<b>CAPITULO V. ANÁLISIS DE PROCESOS</b> .....	<b>99</b>
5.1	PROCESOS CRÍTICOS DE NEGOCIO .....	99
5.2	ANÁLISIS DEL PROCESO CRÍTICO .....	99
5.2.1	<i>Proceso Seleccionado</i> .....	99
5.2.2	<i>Encuesta de situación actual</i> .....	114
5.3	PLANTEAMIENTO DEL MODELO PROPUESTO .....	117
5.3.1	<i>Innovación del proceso</i> .....	118
5.3.2	<i>Descripción del proceso</i> .....	118
5.3.3	<i>Análisis de datos</i> .....	120
5.3.4	<i>Comparación de los procesos</i> .....	120
5.3.5	<i>Definir habilitadores</i> .....	121
5.3.6	<i>Indicadores del proceso propuesto</i> .....	122
<b>6.</b>	<b>CAPITULO VI. PROPUESTA DE MODELO DE SOLUCIÓN</b> .....	<b>125</b>
6.1	GESTIÓN DEL PROYECTO.....	125
6.1.1	<i>Acta de Constitución</i> .....	127
6.1.2	<i>Alcance</i> .....	130
6.1.3	<i>Cronograma</i> .....	136
6.1.4	<i>Presupuesto</i> .....	138
6.1.5	<i>Planes subsidiarios</i> .....	141
6.2	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN .....	142
6.2.1	<i>Dispositivos de Transmisión de datos y Elementos IoT</i> .....	142
6.2.2	<i>Aplicación – Reserva de Citas</i> .....	145
6.2.3	<i>Aplicación – Recepción del vehículo</i> .....	150
6.2.4	<i>Analítica – Big Data</i> .....	153
6.3	ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN.....	161
6.3.1	<i>Método de instalación</i> .....	161
6.3.2	<i>Número de vehículos para implementar el modelo</i> .....	161
6.3.3	<i>Tipos de vehículos para implementar el Modelo</i> .....	162
6.4.	VALIDACIÓN DEL MODELO PROPUESTO .....	164

6.4.1	<i>Encuesta a clientes sobre modelo propuesto</i> .....	164
6.4.2	<i>Entrevista a expertos</i> .....	167
6.4.3	<i>Focus Group</i> .....	169
<b>7.</b>	<b>CAPITULO VII. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL MODELO</b> .....	<b>171</b>
7.1.	INVERSIÓN INICIAL.....	171
7.2.	FLUJO DE INGRESOS POR REDUCCIÓN DE STOCK DE REPUESTOS.....	172
7.3.	FLUJO DE INGRESOS POR OPTIMIZACIÓN EN LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA.....	173
7.4.	COSTOS OPERATIVOS.....	173
7.5.	CÁLCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO.....	174
7.6.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	174
7.7.	ANÁLISIS DE RENTABILIDAD.....	175
<b>8.</b>	<b>CAPITULO VIII. CONCLUSIONES</b> .....	<b>176</b>
<b>9.</b>	<b>CAPITULO IX. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>177</b>
<b>10.</b>	<b>GLOSARIO</b> .....	<b>178</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>185</b>
	ANEXO 1: INTERNET DE LAS COSAS.....	185
	<i>Internet de las Cosas (IoT)</i> .....	185
	<i>Tecnología vinculada a la IoT</i> .....	185
	ANEXO 2: SISTEMAS DE DIAGNOSTICO A BORDO (OBD).....	187
	<i>Componentes del sistema OBD-II</i> .....	190
	<i>Protocolos de comunicación</i> .....	194
	<i>Modos de medición OBD-II</i> .....	196
	<i>Microcontrolador Programable ELM327</i> .....	196
	<i>Herramienta de diagnóstico OBD-II</i> .....	198
	<i>Interfaces de Datos OBD-II</i> .....	207
	ANEXO 3: COMPUTADORA INTEGRADA EN UNA ÚNICA PLACA DE CÓDIGO ABIERTO.....	210
	<i>Raspberry Pi</i> .....	210
	<i>Arduino</i> .....	210
	<i>BeagleBone</i> .....	211
	ANEXO 4: TELEMETRÍA.....	212
	<i>Sistema de recolección de datos</i> .....	212
	<i>Sistema de Multiplexación</i> .....	212
	<i>Modulador, Transmisor y Antena</i> .....	213
	<i>Sistema de Transmisión</i> .....	213

<i>Antenas, Receptores de Radio Frecuencia, Amplificadores y Demoduladores</i> .....	213
<i>Sistema de Demultiplexación</i> .....	213
<i>Procesamiento de Datos, Manejo y Visualización</i> .....	214
<i>Aplicaciones</i> .....	214
ANEXO 5: <i>REDES DE TELEFONÍA MÓVIL CELULAR</i> .....	216
ANEXO 6: SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).....	218
<i>Composición del Sistema de Posicionamiento Global (GPS)</i> .....	218
<i>Aplicaciones del Sistema de Posicionamiento Global (GPS)</i> .....	220
ANEXO 7: SISTEMA DE RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE MATRÍCULAS (LPR).....	223
<i>Cámaras de Video de reconocimiento de matrículas</i> .....	224
<i>Software de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR)</i> .....	224
<i>Base de Datos</i> .....	224
<i>Software de control de las cámaras</i> .....	224
ANEXO 8: ARQUITECTURA DE INTERNET DE LAS COSAS (IOT) .....	226
<i>Software requerido para la Arquitectura de IoT</i> .....	232
<i>Capa de Dispositivos</i> .....	233
<i>Sistema Operativo IoT</i> .....	233
<i>SopORTE a las Comunicaciones</i> .....	234
<i>Capa de Gateways</i> .....	236
<i>Capa de Plataformas Cloud IoT</i> .....	237
ANEXO 9: ESTRUCTURA DE PREGUNTAS – ENTREVISTA EXPERTO .....	238
ANEXO 10: TRANSCRIPCIÓN DE ENTREVISTA A EXPERTO .....	240
ENTREVISTA N1: ENTREVISTA AL JEFE DE PRODUCTO DE DIVISIÓN CAMIONES .....	240
ENTREVISTA N2: ENTREVISTA AL JEFE DE TALLER Y JEFE DE SOPORTE TÉCNICO. ....	242
ENTREVISTA N3: ENTREVISTA AL SUBGERENTE DE REPUESTOS .....	245
ENTREVISTA N4: ENTREVISTA AL JEFE DE ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS .....	246
ANEXO 11: GUÍA DE FOCUS GROUP .....	249
ANEXO 12: TRANSCRIPCIÓN DEL FOCUS GROUP .....	251
FOCUS GROUP N°1 .....	251
FOCUS GROUP N°2 .....	255
ANEXO 13: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN Y PROPUESTA DE NUEVOS SERVICIOS DE MANTENIMIENTO .....	260
ANEXO 14: ÁREAS DE CONOCIMIENTO .....	262
ANEXO 15: EDT DESGLOSADO EN BASE A LA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA.....	263
ANEXO 16: CRONOGRAMA DEL PROYECTO .....	264
ANEXO 17: REGISTRO HISTÓRICO DE UNIDADES VENDIDAS ABC SAC 2017.....	265

ANEXO 18: REPORTE DE ANTIGÜEDAD DE INVENTARIO ABC SAC 2018.....	266
ANEXO 19: CÁLCULO DE COSTOS OPERATIVOS Y CAPITAL DE TRABAJO.....	267
ANEXO 20: CÁLCULO DE ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN .....	268
<b>12. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>269</b>

## Lista de Tablas

Tabla 1.1: Deserción de los vehículos comerciales .....	4
Tabla 1.2: Deserción de Automóviles.....	5
Tabla 1.3: Aplicaciones de diagnóstico automotriz .....	7
Tabla 2.1: Comparativo entre posibles soluciones de adaptador inteligente para el diagnóstico vehicular .....	27
Tabla 2.2: Selección de la mejor opción de adaptador inteligente para el diagnóstico vehicular.....	28
Tabla 3.1: Lista de Expertos .....	62
Tabla 3.2: Focus Group.....	63
Tabla 3.3: Datos de cálculo de tamaño de muestra.....	65
Tabla 4.1: Metas anuales por Objetivo estratégico .....	67
Tabla 4.2: Actividades primarias de la empresa .....	91
Tabla 4.3: FODA Cruzado .....	94
Tabla 5.1: Proceso Seleccionado .....	100
Tabla 5.2: Funciones de clientes internos .....	101
Tabla 5.3: Funciones de clientes internos .....	101
Tabla 5.4: Descripción de proceso seleccionado .....	102
Tabla 5.5: Duración de actividades de proceso de Recepción.....	106
Tabla 5.6: Duración de actividades de atención de taller .....	108
Tabla 5.7: Puestos que participantes en el proceso .....	110
Tabla 5.8: Situación actual de proceso de Servicio de taller .....	112
Tabla 5.9: Situación propuesta de proceso de Servicio de taller .....	120
Tabla 5.10: Comparación de procesos .....	121
Tabla 5.11: Tabla de habilitadores.....	121
Tabla 5.12: Indicadores de proceso propuesto.....	122
Tabla 6.1: Grupo de Procesos .....	125
Tabla 6.2: Matriz de Procesos para el Modelo IoT.....	126
Tabla 6.3: Funcionalidades del Producto.....	131
Tabla 6.4: EDT del Proyecto .....	133
Tabla 6.5: Lista de recursos .....	138
Tabla 6.6: Estimación de Costos.....	139
Tabla 6.7: Clasificación de repuestos por rotación.....	163

Tabla 7.1: Inversión inicial .....	171
Tabla 7.2: Ingresos por reducción de inventario durante el primer año .....	172
Tabla 7.3: Ingresos por optimización en la estimación de la demanda de repuestos durante el primer año .....	173
Tabla 7.4: Proyección de egresos.....	173
Tabla 7.5: Cálculo del capital de trabajo.....	174
Tabla 7.6: Flujo de caja económico .....	174
Tabla 7.7: Calculo de indicadores de rentabilidad.....	175
Tabla 11.1: Comparativo entre los diferentes circuitos integrados de la familia ELM y los protocolos OBD soportados .....	197
Tabla 11.2: Lista de Fórmulas usadas para obtener los valores deseados en función de los códigos OBD .....	199

## Lista de Figuras

Figura 1.1: Encuesta de Servicio de automóviles/ marzo 2018 .....	3
Figura 1.2: Encuesta de Servicio de vehículos comerciales marzo 2018 .....	3
Figura 1.3: Porcentaje de deserción por año de vehículos comerciales.....	5
Figura 1.4: Porcentaje de deserción por año de automóviles.....	5
Figura 2.1: Penetración de redes de banda ancha en América Latina.....	15
Figura 2.2: Relación entre IoT, telemática, telemática de vehículos y telemática de vehículos basada en teléfonos inteligentes.....	16
Figura 2.3: Componentes del Raspberry Pi 3 Modelo B .....	20
Figura 2.4: Segmentación del mercado por industria/aplicación.....	22
Figura 2.5: Segmentación del mercado por industria/aplicación.....	26
Figura 2.6: Sistema RTR (Real Trip Runner) .....	29
<i>Figura 2.7: Arquitectura del sistema VIScar.....</i>	<i>30</i>
Figura 2.8: Aplicación VIScar (Izda.) Reporte enviado por correo (Dcha.).....	31
Figura 2.9: Diagrama de bloques del sistema diseñado .....	36
Figura 2.10: Crecimiento de Big Data tomada de la industria de telecomunicaciones	41
Figura 2.11: Move_UK.....	42
Figura 2.12: Ingresos estimados por servicios en base a autos conectados .....	45
Figura 2.13: Crecimiento de vehículos conectados a nivel global.....	46
Figura 2.14: Componentes de Internet de las Cosas .....	59
Figura 3.1: Fases de la metodología.....	60
Figura 4.1: Venta de vehículos livianos 2018.....	68
Figura 4.2: Incremento de precio de combustibles 2018 .....	68
Figura 4.3: Crecimiento del PBI .....	70
Figura 4.4: Perspectivas de crecimiento Las Américas .....	71
Figura 4.5: Producto bruto interno Perú .....	72
Figura 4.6: Principales proyectos mineros que estarán en construcción entre 2018 y 2021.....	73
Figura 4.7: Encuesta de expectativas Macroeconómicas de tipo de cambio BCR .....	74
Figura 4.8: Evolución de la clase media Peruana .....	75
Figura 4.9: Proyecciones de mercado IoT mundial .....	76
Figura 4.10: Cuota de mercado IoT Mundial.....	77
Figura 4.11: Tendencias tecnológicas de la industria automotriz.....	78

Figura 4.12: Funcionalidades de los vehículos conectados .....	79
Figura 4.13: Venta estimada de vehículos conectados 2015-2021 .....	80
Figura 4.14: Tráfico móvil mundial por tipo de conexión.....	81
Figura 4.15: Conexiones móviles mundiales proyectadas .....	81
Figura 4.16: Velocidad y variación promedio mensual de banda ancha móvil de bajada (Mbps). Países a nivel mundial – abril 2018.....	82
Figura 4.17: Estándares de emisiones vehiculares 2016.....	83
Figura 4.18: Evolución normas EURO .....	84
Figura 4.19: Cadena de Valor .....	90
Figura 4.20: Elementos generadores de valor .....	92
Figura 5.1: Diagrama de proceso seleccionado .....	103
Figura 5.2: Diagrama actual de Servicio de taller.....	104
Figura 5.3: Canales de reserva de cita .....	105
Figura 5.4: Flujo de proceso de recepción .....	106
Figura 5.5: Flujo de atención del taller .....	107
Figura 5.6: Indicador Nivel de Satisfacción del Cliente: Febrero 2016.....	109
Figura 5.7: Porcentaje de Satisfacción de cliente .....	109
Figura 5.8: Porcentaje de Satisfacción general .....	110
Figura 5.9: Diagrama de Ishikawa .....	114
Figura 5.10: Reserva de cita de taller.....	115
Figura 5.11: Canal de atención para reserva de cita .....	116
Figura 5.12: Información solicitada a cliente para reserva de cita.....	116
Figura 5.13: Valoración del servicio de mantenimiento .....	117
Figura 5.14: Diagrama de proceso de propuesta de solución .....	119
Figura 5.15: Indicador de porcentaje de adopción de propuesta.....	123
Figura 5.16: Indicador de porcentaje de reservas automáticas .....	123
Figura 5.17: Indicador de ahorro de tiempo del servicio de taller .....	124
Figura 5.18: Indicador de aumento de atenciones con reserva automática.....	124
Figura 6.1: Cronograma de proyecto .....	137
Figura 6.2: Estructura de Desglose de Recursos.....	138
Figura 6.3: Análisis de presupuesto en porcentajes .....	140
Figura 6.4: Diagrama de contexto de módulo de Reserva de citas .....	147
Figura 6.5: Diagrama conceptual de módulo de Reserva de citas .....	148

Figura 6.6: Arquitectura de módulo de Reserva de citas .....	149
Figura 6.7: Diagrama de contexto del módulo Recepción del Vehículo .....	151
Figura 6.8: Diagrama conceptual de módulo de Recepción de vehículo.....	152
Figura 6.9: Arquitectura de módulo de Recepción de vehículo.....	153
Figura 6.10: Arquitectura del modelo para Big Data.....	154
Figura 6.11: Arquitectura del modelo para Big Data.....	155
Figura 6.12: Diagrama Contextual de Analítica .....	158
Figura 6.13: Diagrama conceptual de módulo de Sugerencia de compra y Campaña personalizada de venta de repuestos .....	159
Figura 6.14: Distribución de vehículos a instalar .....	162
Figura 6.15: Composición del inventario por tipo de repuestos por rotación.....	163
Figura 6.16: Oportunidad de mejora .....	164
Figura 6.17: Valoración de propuesta de cita .....	165
Figura 6.18: Valoración de automatización de recepción de vehículo .....	166
Figura 6.19: Promociones personalizadas a vehículos .....	166
Figura 6.20: Valoración de comportamiento de manejo.....	167
Figura 7.1: Inversión inicial en porcentajes .....	172
Figura 11.1: La evolución de un objeto más inteligente .....	186
Figura 11.2: Incremento de ECU's en el tiempo en base a su consumo energético ..	188
Figura 11.3: Elementos que conforman OBD-II.....	189
Figura 11.4: Componentes del proceso de aceleración del vehículo .....	191
Figura 11.5: La red CAN reduce significativamente la complejidad del cableado ...	192
Figura 11.6: Conector DLC .....	193
Figura 11.7: Protocolo ISO 9142-2.....	194
Figura 11.8: Protocolo ISO 14230 .....	195
Figura 11.9: Protocolo J1850 VPW .....	195
Figura 11.10: Protocolo J1850 PWM .....	196
Figura 11.11: Escáner OEM de General Motors .....	204
Figura 11.12: Escáner de Nivel Profesional .....	205
Figura 11.13: Escáner de Nivel de Entrada .....	206
Figura 11.14: Registrador de Datos OBD-II con tarjeta SD.....	206
Figura 11.15: Conector OBD-II con comunicación Bluetooth .....	207
Figura 11.16: Conector OBD-II con comunicación WiFi.....	208

Figura 11.17: Conector OBD-II con comunicación 2G, 3G y 4G .....	209
Figura 11.18: Subsistemas de comunicación de un Sistema de Telemetría .....	212
Figura 11.19: Velocidad de transmisión por Generación de Red de Telefonía .....	216
Figura 11.20: Constelación y distribución de los satélites GPS .....	219
Figura 11.21: Segmento de Control Operacional .....	220
Figura 11.22: Sistema de reconocimiento de matrículas .....	225
Figura 11.23: Proyección de dispositivos IoT conectados al 2020.....	226
Figura 11.24: Arquitectura M2M.....	229
Figura 11.25: Arquitectura de IoT de siete niveles.....	232
Figura 11.26: Modelo de IoT de software de tres capas .....	233

## **FRANCISCO EXEQUIEL GAITÁN LAYZA**

Maestro en Dirección de Tecnologías de Información con doble grado académico otorgado por la Universidad ESAN y la Universitat Ramón Llull – La Salle de Barcelona. Soy Ingeniero Empresarial y de Sistemas Titulado por la Universidad San Ignacio de Loyola, especializado en Tecnologías de la Información, con amplia experiencia en proyectos de implementación SAP, integración con sistemas No-SAP, implementación de soluciones Microsoft y entornos de virtualización VMware y Hyper-V, orientado a crear valor para el cliente a través de la mejora continua.

### **FORMACION PROFESIONAL**

2016 - 2018                      Universidad ESAN – Lima, Perú.

Maestro en Dirección de Tecnologías de Información

2016 - 2018                      Universitat Ramón Llull - La Salle, Barcelona – España

Master en Dirección de las Tecnologías de Información

2009 – 2012                      Universidad San Ignacio de Loyola – Lima, Perú.

Ingeniero Empresarial y de Sistemas

2000 – 2003                      Instituto Tecnológico TECSUP – Lima, Perú.

Profesional Técnico en Redes y Comunicaciones de Datos

### **EXPERIENCIA LABORAL**

2017 – a la fecha              Empresa: Golden Investment S.A.

Golden Investment es la empresa líder en el rubro de entretenimiento y juegos de azar en el Perú.

Cargo: Jefe de área SAP

Encargado de liderar una nueva área de tecnología la que desempeña un rol estratégico para el crecimiento y continuidad del negocio de las empresas del grupo.

2014 – 2017                      Empresa: Golden Investment S.A.

Cargo: Jefe de Proyectos

Responsable de la gestión de proyectos de implementación SAP con equipos multidisciplinarios.

2012 – 2014                      Empresa: Golden Investment S.A.

Cargo: Coordinador de Soporte y Comunicaciones

Responsable de la administración de infraestructura de tecnológica Microsoft.

## **WASHINGTON MAYORGA FARFAN**

Maestro en Dirección de Tecnologías de Información con doble grado académico otorgado por la Universidad ESAN y Universitat Ramón Llull – La Salle de Barcelona. Ingeniero Electrónico Titulado por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Especializado en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, con más de 15 años de experiencia en el diseño, optimización, gestión e integración de infraestructura y servicios de redes y comunicaciones. Amplia experiencia en procesos de contratación pública y habilidades de gestión y organización de proyectos TIC.

### **FORMACIÓN PROFESIONAL**

2016 - 2018                      Universidad ESAN – Lima, Perú.

Maestro en Dirección de Tecnologías de Información

2016 - 2018                      Universitat Ramón Llull - La Salle, Barcelona – España

Master en Dirección de las Tecnologías de Información

2008 - 2008                      Universidad Privada de Ciencias Aplicadas - Lima, Perú.

Diplomado en Tecnologías de la Información

1994 – 1999                      Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, Perú.

Ingeniero Electrónico

### **EXPERIENCIA LABORAL**

Empresa: Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria - SUNAT: 15 años.

La SUNAT es una Institución Pública descentralizada del Sector Economía y Finanzas, cuya misión es gestionar integralmente el cumplimiento de las obligaciones tributarias y aduaneras, así como la facilitación del comercio exterior, de forma eficiente, transparente, legal y respetando al contribuyente o usuario.

2010 – a la fecha: División de Arquitectura Tecnológica.

Cargo: Arquitecto de Telecomunicaciones y Tecnología Especializada.

Elaborar el diseño de la infraestructura y servicios de Telecomunicaciones de la SUNAT, así como evaluar y proponer la incorporación de nuevas tecnologías.

2009 – 2010: División de Soporte y Operación de la Infraestructura Tecnológica

Cargo: Analista de Operaciones de Infraestructura Tecnológica.

Administrar, operar, monitorear y dar soporte a la infraestructura tecnológica de los centros de cómputo de la SUNAT.

2004 - 2009: División de Telecomunicaciones

Cargo: Especialista de Infraestructura de Tecnológica - Telecomunicaciones.

Implementar, administrar y brindar soporte a la infraestructura y servicios de Telecomunicaciones de la SUNAT.

2003 - 2004: División de Atención a Usuarios

Cargo: Analista de Atención a Usuarios

Atender y gestionar los reportes de incidentes en los servicios informáticos, las solicitudes de información y los requerimientos de equipamiento informático.

## **OSCAR ONOFRE ENERO**

Maestro en Dirección de Tecnologías de Información con doble grado académico otorgado por la Universidad ESAN y Universitat Ramón Llull – La Salle de Barcelona. Ingeniero Electrónico Titulado por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Especializado en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, con experiencia en la ejecución de proyectos de sistemas de seguridad informática, networking y virtualización. Con conocimientos profesionales, técnicos y comerciales para generar y desarrollar oportunidades de negocio.

### **FORMACION PROFESIONAL**

2016 - 2018                      Universidad ESAN – Lima, Perú.

Maestro en Dirección de Tecnologías de Información

2016 - 2018                      Universitat Ramón Llull - La Salle, Barcelona – España

Master en Dirección de las Tecnologías de Información

1995 – 1999                      Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, Perú.

Ingeniero Electrónico

### **EXPERIENCIA LABORAL**

2013 – a la fecha              Empresa: VMware Perú

VMware es líder global en virtualización de infraestructura de la nube y movilidad empresarial.

Cargo: Senior Solution Engineer.

Desarrollo de las oportunidades de negocio mediante el diseño de soluciones tecnológicas que incluyen las líneas de productos VMware y en base a las tendencias tecnológicas actuales.

2011 – 2013                      Empresa: Symantec Perú

Symantec es líder global en soluciones de seguridad, almacenamiento y gestión de sistemas.

Cargo: Senior Systems Engineer

Evangelización de la línea de productos de seguridad, disponibilidad, almacenamiento y gestión de activos de Symantec.

## **EMANUEL MOISES REYNOSO MANRIQUE**

Maestro en Dirección de Tecnologías de Información con doble grado académico otorgado por la Universidad ESAN y Universitat Ramón Llull – La Salle de Barcelona. Ingeniero de Sistemas Titulado en la Universidad Nacional Federico Villarreal. Especializado en Tecnologías de la Información, con experiencia en la gestión de proyectos y análisis de procesos de negocio, identificando soluciones adecuadas a las necesidades estratégicas.

### **FORMACION PROFESIONAL**

2016 - 2018                    Universidad ESAN – Lima, Perú.

Maestro en Dirección de Tecnologías de Información

2016 - 2018                    Universitat Ramón Llull - La Salle, Barcelona – España

Master en Dirección de las Tecnologías de Información

2002 – 2008                    Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, Perú.

Ingeniero de Sistemas

### **EXPERIENCIA LABORAL**

2013 – a la fecha            Empresa: Devanlay Perú SAC

Empresa Líder dedicada a la confección de prendas de vestir de la marca Lacoste.

Cargo: Coordinador TI – Project Manager & Business Support

Planificar, ejecutar y controlar proyectos de TI, orientados a mejorar los procesos de negocio y el flujo de la información con los sistemas corporativos dentro de las divisiones de negocio: Industrial, Supply Chain y Finanzas.

2010 – 2013    Empresa: Devanlay Perú SAC

Empresa Líder dedicada a la confección de prendas de vestir de la marca Lacoste.

Cargo: Coordinador – Software Development

Diseño e implementación de soluciones tecnológicas a nivel local en coordinación con los equipos técnicos de Francia y EE.UU.

## **JESUS PEPE SOTO REYES**

Maestro en Dirección de Tecnologías de Información con doble grado académico otorgado por la Universidad ESAN y Universitat Ramón Llull – La Salle de Barcelona. Bachiller en Ingeniería Computación y Sistemas de la Universidad Particular San Martin de Porres. Con experiencia en la dirección de proyectos de desarrollo de aplicaciones informáticos, así como de implementaciones SAP de tipo roll out. Con conocimientos profesionales, técnicos y de procesos de negocio para generar y desarrollar una diferenciación sostenible valorada por el cliente.

### **FORMACION PROFESIONAL**

2016 - 2018                      Universidad ESAN – Lima, Perú.

Maestro en Dirección de Tecnologías de Información

2016 - 2018                      Universitat Ramón Llull - La Salle, Barcelona – España

Master en Dirección de las Tecnologías de Información

1988 – 1994                      Universidad Particular San Martin de Porres – Lima, Perú.

Bachiller Ingeniería Computación y Sistemas

### **EXPERIENCIA LABORAL**

2000 – a la fecha              Empresa: Divemotor

Divemotor es una empresa peruana con 25 años de experiencia en el mercado automotriz. Está dedicada a la comercialización de autos, camiones y buses y a brindar soporte y servicio post venta. En los últimos años Divemotor ha logrado posicionarse en el mercado como la empresa líder en ventas de vehículos pesados y con un notable crecimiento en la división de automóviles.

Cargo: Jefe de Servicios de Software.

Gestionar la atención de los requerimientos de soporte y mejora a las aplicaciones empresariales así mismo de dirigir los proyectos informáticos originados por las iniciativas estratégicas de las áreas funcionales, además, de proponer soluciones tecnológicas que permitan desarrollar nuevos modelos de negocio o refuercen los objetivos estratégicos.

## RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos años, el sector automotor peruano viene experimentando un crecimiento sostenido, siendo en la actualidad un mercado muy competitivo que oferta la mayor cantidad de marcas de vehículos en la región.

Ante ello, las empresas concesionarias automotrices del Perú invierten sus esfuerzos en generar una ventaja competitiva que les permita posicionarse como líderes, ofreciendo una experiencia óptima de servicio que supere las expectativas de sus clientes para lograr su preferencia y fidelización.

Asimismo, la evolución de la tecnología de Internet de las Cosas (IoT) en el sector automotor y el impacto que estas ocasionan de manera favorable, nos ha permitido identificar una oportunidad para proponer una solución IoT que genere valor al cliente. Por lo tanto, el objetivo de esta tesis es proponer un modelo de aplicación de las tecnologías IoT y Telemetría para los principales procesos de servicio de taller en las empresas concesionarias automotrices del Perú, estableciendo los siguientes objetivos específicos:

- Definir un modelo de aplicación de IoT y Telemetría que contribuya a fortalecer la ventaja competitiva de una empresa en estudio.
- Definir una solución tecnológica para aplicar IoT y Telemetría en los procesos de reserva de citas, recepción de vehículos, el abastecimiento y la venta de repuestos en una empresa concesionaria automotriz peruana identificando sus principales componentes.
- Determinar los beneficios de aplicar el modelo propuesto de la empresa en estudio.

Para efectos de la investigación se consideró realizar un estudio a una empresa peruana con más de 15 años de experiencia en el mercado automotor dedicada a la venta y postventa de automóviles y vehículos comerciales, el cual consistió de un análisis estratégico y un análisis de procesos.

A través del análisis estratégico se identificó que la empresa en estudio tiene definida como propuesta de valor “la intimidad con el cliente” y como ventaja competitiva “la estrategia genérica de diferenciación”. Asimismo, se identificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que pueden ser aprovechadas y/o mitigadas a

través de iniciativas estratégicas; siendo una de ellas la aplicación de IoT en los servicios de taller.

En base a ello, el modelo propuesto de esta tesis se alinea con esta iniciativa estratégica, y es aplicable a los procesos críticos del servicio de taller que fueron analizados, evaluados y seleccionados en el análisis de procesos, siendo estos procesos los de reserva de citas, la recepción del vehículo, el abastecimiento y la venta de repuestos.

Tomando como referencia las fuentes bibliográficas, proyectos de investigación y soluciones desarrolladas por otros autores que aplican la tecnología IoT y la Telemetría en el sector automotor, se definieron los principales componentes que deben considerarse para definir el modelo.

En consecuencia, el modelo propuesto considera las siguientes fases: elaborar la definición de una arquitectura de hardware y software, la gestión del proyecto y la estrategia de implementación. Asimismo, la solución tecnológica del modelo se compone de un sistema de diagnóstico a bordo OBD-II, dispositivos IoT, aplicaciones de recepción y transmisión de datos, aplicaciones funcionales y de analítica de datos, Con el fin de contrastar y enriquecer el modelo planteado bajo un enfoque técnico, operativo y estratégico, los autores de esta tesis deciden aplicar la investigación cualitativa exploratoria mediante la entrevista a expertos en el campo de la industria automotriz. Adicionalmente, se aplicó la técnica del focus group con el fin de lograr un acercamiento más profundo con los clientes para conocer sus expectativas y sugerencias acerca del modelo.

Para determinar que la implementación del modelo es económicamente rentable y genera valor para la empresa en estudio, se realizó un análisis económico considerando como egresos la inversión inicial, costos operativos y capital de trabajo, y como ingresos la venta de repuestos próximos a convertirse en obsoletos a través de campañas personalizadas y la reducción de la compra de repuestos mediante la optimización de la estimación de la demanda, obteniéndose como resultado un TIR de 31% y un VAN de 18,800 USD.

# **CAPITULO I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Antecedentes**

Internet de las Cosas, también definido por sus siglas en inglés como IoT (Internet of Things) tiene que ver con la interconexión de una variedad de objetos cotidianos que pueden ser reconocibles, localizables y legibles mediante un modelo de solución conectado a internet, para después ser utilizados de forma estratégica (Zito, 2018).

Internet de las Cosas es una de las mayores tendencias de los últimos años. Según la consultora Gartner (Gartner, 2017) para el año 2020 habrá alrededor de 20 Billones de dispositivos IoT conectados.

En su reporte TechRadar (2016), Forrester revela que el 23% de las empresas ya utilizan Internet de las Cosas y que el 29% planean hacerlo en los próximos 12 meses. Internet de las Cosas será usado para transformar los modelos de negocio, optimizar la utilización de activos físicos y financieros, y crear nuevas formas de relacionarse con los clientes. Por otro lado, Gartner (2015) calcula que más de la mitad de los nuevos procesos de negocio y sistemas incorporarán algún elemento de Internet de las Cosas para el año 2020.

Internet de las Cosas y Telemetría son tecnologías capaces de generar una ventaja competitiva para las empresas concesionarias automotrices, que les permite ofrecer a sus clientes un nivel de servicio post venta personalizado, logrando así elevar el nivel de satisfacción de sus clientes y la optimización de sus procesos internos de atención del taller, el abastecimiento de repuestos y la generación de campañas personalizadas. En el año 2017 se comercializaron 163,668 vehículos livianos (automóviles, camionetas, pick up, furgonetas, station wagon, SUVs y todoterrenos) en el Perú según la Asociación Automotriz del Perú AAP, produciéndose un incremento del 6% con relación al año 2016 lo que representa un incremento en la demanda de servicios de taller.

## **1.2 Justificación**

La presente tesis surge de la identificación de la necesidad que tienen las empresas concesionarias automotrices para generar una ventaja competitiva que les

permita posicionarse como líderes dentro del sector automotor peruano cada vez más competitivo.

El sector automotor peruano es un mercado que actualmente oferta la mayor cantidad de marcas de vehículos en la región (Agencia Peruana de Noticias, 2017), ha presentado un crecimiento de más del 6% en comparación al año 2016 (Asociación Automotriz del Perú AAP, 2017) y presenta un enorme potencial de crecimiento ya que a pesar del crecimiento económico peruano, es uno de los países con menor número de autos per cápita de todo América (Sputnik, 2018).

A través de una revisión de alto nivel de la estrategia de distintas empresas concesionarias automotrices del Perú, se observa que las empresas de este sector invierten sus esfuerzos en lograr ofrecer una experiencia óptima de servicio y superar las expectativas de los clientes para lograr su preferencia y fidelización. En ese sentido, es primordial que los servicios de post venta se realicen de manera eficiente y oportuna para satisfacer las necesidades de los clientes en los plazos acordados, evitando la demora en la atención del servicio de mantenimiento de las unidades vehiculares de los clientes debido a la no disponibilidad de repuestos o por una mala planificación de los recursos del taller.

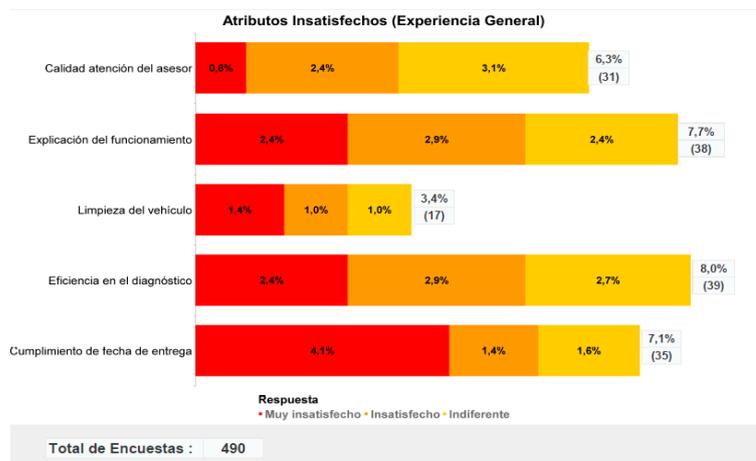
Asimismo, al analizar cómo las Tecnologías de la Información y Comunicaciones están transformando las industrias y generando nuevas oportunidades de negocio, nos dimos cuenta de la oportunidad de aplicar la tecnología del Internet de las Cosas (IoT) para brindar una solución a la problemática existente en las empresas concesionarias automotrices.

Es así que reconocimos la necesidad de proponer un modelo de aplicación de las tecnologías IoT y Telemetría en los procesos de servicio de taller para las empresas concesionarias automotrices que brinde beneficios para la empresa y contribuya a mejorar la satisfacción de los clientes.

En función a la situación descrita, para efectos de análisis y validación se tomó como referencia una empresa peruana con más de 15 años de experiencia en el mercado automotor dedicada a la comercialización de autos, buses, camiones y brindar el servicio Post Venta. Por motivos de confidencialidad no será mencionada la razón social de dicha empresa y en su reemplazo la denominaremos ABC SAC.

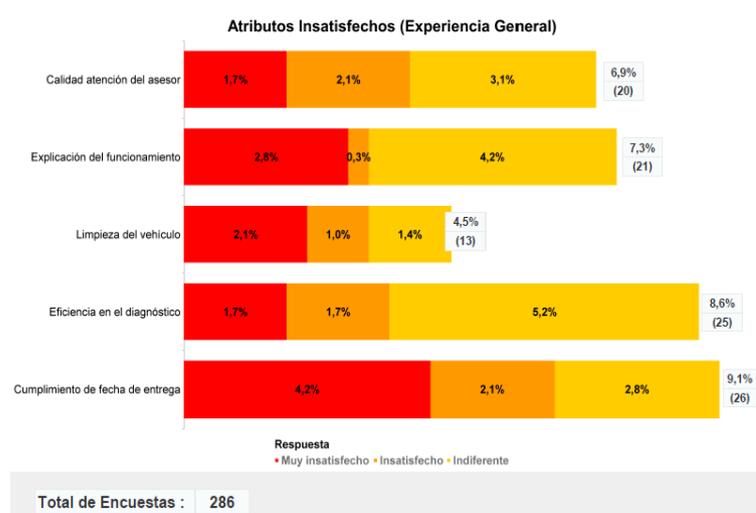
La empresa ABC SAC realizó en marzo del presente año un estudio del nivel de satisfacción de sus clientes. Dicho estudio se basa en encuestas que realizaron los asesores de servicio a 776 clientes en los locales de la empresa a nivel nacional durante el proceso de entrega de los vehículos y permite recoger la percepción de los clientes acerca de los servicios recibidos. Dicha encuesta clasifica el nivel de satisfacción en una escala de Likert de cinco niveles desde (1) Muy insatisfecho, (2) Insatisfecho, (3) Ni satisfecho / Ni Insatisfecho, (4) Satisfecho, (5) Muy satisfecho.

**Figura 1.1: Encuesta de Servicio de automóviles/ marzo 2018**



Fuente: ABC SAC

**Figura 1.2: Encuesta de Servicio de vehículos comerciales marzo 2018**



Fuente: ABC SAC

Como parte de nuestro análisis prestamos especial atención a las calificaciones de Muy insatisfecho, Insatisfecho e Indiferente ya que evidencian la percepción de un grupo de clientes, de que el servicio prestado está muy por debajo de su expectativa, y como consecuencia de ello se incrementan las posibilidades de insatisfacción y de deserción de dicho cliente en busca de una mejor atención o un servicio con mejor relación costo/beneficio; lo cual impacta finalmente en la rentabilidad de la empresa y en la participación de la misma en el mercado en el momento de que el cliente decida renovar su vehículo.

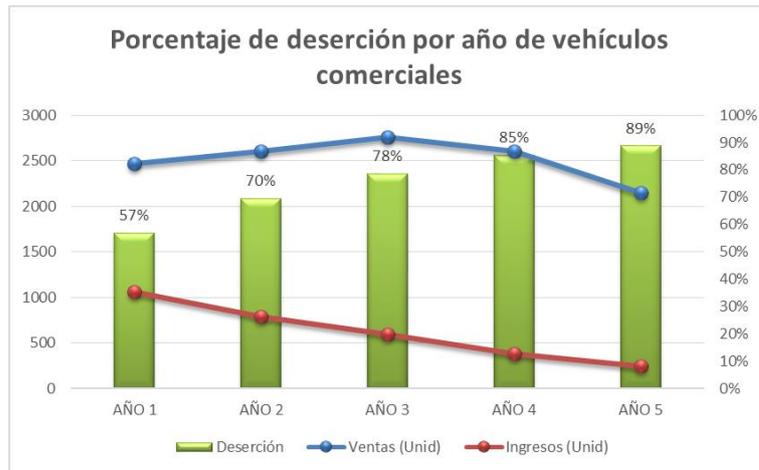
Tal como se indicó anteriormente, los niveles de satisfacción tienen gran implicancia en los índices de deserción de clientes. Para la empresa en estudio se registra una deserción de clientes del servicio de taller del segmento de vehículos comerciales en el primer año de 57%, el segundo año 70% y el quinto año 89% y en el segmento de automóviles la deserción del primer año de 23%, el segundo año 32% y el quinto año 67%.

***Tabla 1.1: Deserción de los vehículos comerciales***

	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
Ventas (Unid)	2468	2604	2754	2603	2147
Ingresos (Unid)	1063	794	593	381	242
Deserción	<b>57%</b>	<b>70%</b>	<b>78%</b>	<b>85%</b>	<b>89%</b>

Fuente: ABC SAC

**Figura 1.3: Porcentaje de deserción por año de vehículos comerciales**



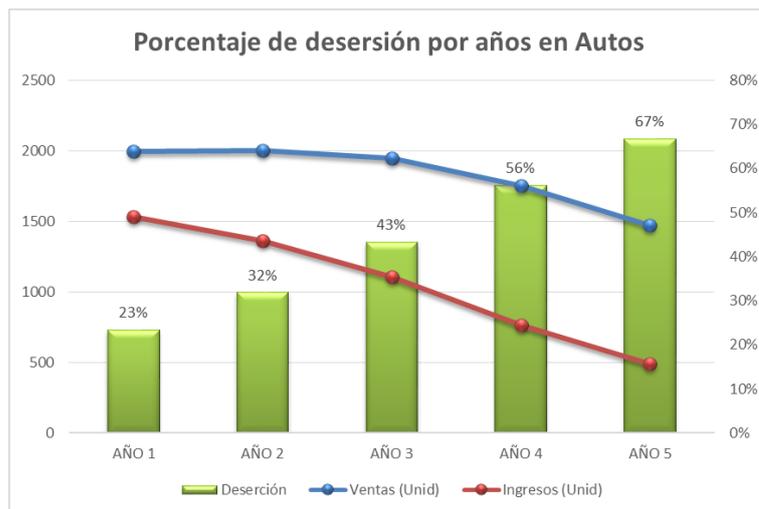
Fuente: ABC SAC

**Tabla 1.2: Deserción de Automóviles**

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ventas (Unid)	1997	2004	1948	1751	1473
Ingresos (Unid)	1531	1364	1106	766	490
Deserción	<b>23%</b>	<b>32%</b>	<b>43%</b>	<b>56%</b>	<b>67%</b>

Fuente: ABC SAC

**Figura 1.4: Porcentaje de deserción por año de automóviles**



Fuente: ABC SAC

Los resultados consolidados de la encuesta acerca de la experiencia general para los servicios de post-venta de vehículos menores (automóviles) y vehículos comerciales, vinculan las evaluaciones de Muy Insatisfecho, Insatisfecho e Indiferente a los atributos relacionados principalmente al cumplimiento de la fecha de entrega (9.1% para los vehículos comerciales) y a la eficiencia en el diagnóstico (8.6% para vehículos comerciales y 8.0% para automóviles).

La información brindada por el Jefe de taller de la empresa ABC SAC es que los incidentes relacionados a demoras en la atención se producen principalmente por la no disponibilidad de repuestos de baja rotación ocasionado por una inadecuada política de abastecimiento de repuestos de la empresa así como por el agotamiento de la capacidad de atención del taller por una demanda no gestionada. En el último año un 9.57% de los servicios de mantenimiento se atendió sin previa reserva.

La falta de repuestos tiene implicancias tanto para el cliente como para la empresa. Mantener una alta disponibilidad de repuestos para la atención oportuna de los clientes significa para la empresa un sobre stock de inventario de US\$ 6.4 millones de dólares americanos por repuestos sin movimiento en los últimos 12 meses.

Por otra parte, la no operatividad del vehículo le genera al cliente una pérdida tanto material como intangible, sobre todo en el caso de vehículos comerciales donde a los costos hundidos fijos como el caso de intereses por créditos vehiculares cuyas tasas de costo efectivo anual (TCEA) según el portal [comparabien.com.pe](http://comparabien.com.pe) pueden variar entre 23.23% hasta el 48.08% del valor del vehículo, se agrega la ganancia no percibida por el usufructo del vehículo en el tiempo de la no disponibilidad del mismo.

Asimismo, el no poder planificar la demanda genera para la empresa un uso ineficiente de la infraestructura de taller, incurrir en gastos por sobretiempo del personal de servicio y necesidad de incrementar personal y/o turnos de atención y para el cliente la posibilidad de no ser atendido o tener que esperar por la atención.

Por otra parte, para realizar el diagnóstico y reparación de los vehículos, actualmente los concesionarios hacen uso de aplicaciones de diagnóstico de los fabricantes de vehículos y de algunos proveedores genéricos comúnmente llamadas escáneres, las cuales son utilizadas por los concesionarios cada vez que los clientes van por una cita de mantenimiento preventivo o correctivo. La información extraída de los

vehículos es visualizada para su análisis a través de la pantalla del escáner o impresa en un reporte, pero no puede ser almacenada para su explotación posterior.

Asimismo las empresas concesionarias no realizan un mantenimiento proactivo debido a que actualmente no se puede capturar de manera remota los datos del vehículo y realizar un diagnóstico en línea. Asimismo, para uso del cliente existen aplicaciones para teléfonos móviles que no se vinculan con los servicios especializados de los concesionarios para generar acciones de servicio de mantenimiento preventivo y correctivo.

**Tabla 1.3: Aplicaciones de diagnóstico automotriz**

	<b>Tipo</b>	<b>Uso</b>	<b>Website</b>
Xentry Pro	Propietario	Empresarial	<a href="http://xentry.pro/en/">http://xentry.pro/en/</a>
Denso ST-I	Genérico	Empresarial	<a href="https://www.denso.com/global/en/">https://www.denso.com/global/en/</a>
Select Monitor	Propietario	Empresarial	<a href="https://www.subaru.ca/WebPage.aspx?WebPageID=15768">https://www.subaru.ca/WebPage.aspx?WebPageID=15768</a>
Torque Pro	Genérico	Particular	<a href="http://torque-bhp.com">http://torque-bhp.com</a>

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, desarrollamos la presente tesis con el objetivo de plasmar los conocimientos y competencias adquiridas en la gestión y planificación estratégica de las TI durante el desarrollo del programa y obtener así el grado académico de Maestro en Dirección de Tecnologías de la información por la Universidad ESAN y el grado de Master en Dirección de Tecnologías de la Información por la Universitat Ramon Llull – La Salle de Barcelona - España

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Proponer un modelo de aplicación de las tecnologías IoT y Telemetría en los procesos de servicio de taller en las empresas concesionarias automotrices del Perú.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Definir un modelo de aplicación de IoT y Telemetría que contribuya a fortalecer la ventaja competitiva de la empresa en estudio.

- Definir una solución tecnológica para aplicar IoT y Telemetría en los procesos de reserva de citas, recepción de vehículos, el abastecimiento y la venta de repuestos en una empresa concesionaria automotriz peruana identificando sus principales componentes.
- Determinar los beneficios de aplicar el modelo propuesto en una empresa concesionaria automotriz peruana.

#### **1.4 Restricción**

- No se encontró información en el medio local de modelos de implementación de IoT en el sector automotor.
- Existe resistencia de las empresas concesionarias automotrices nacionales para validar el modelo de IoT y Telemetría.
- Las concesionarias automotrices tienen políticas de confidencialidad para compartir la información de sus procesos internos y sus indicadores de gestión.

#### **1.5 Contribución**

La presente investigación busca proponer a las empresas concesionarias automotrices un modelo de aplicación de la tecnología IoT y telemetría que les permita mejorar la experiencia y satisfacción de los clientes a través de una atención personalizada y un servicio de taller más ágil y eficiente.

Adicionalmente, el modelo propuesto plantea beneficios económicos tangibles para la empresa concesionaria al permitir optimizar sus procesos de servicio, abastecimiento e inventario de repuestos a través de la habilitación de una solución tecnológica que permite determinar las tendencias de la demanda de repuestos y servicios a partir del análisis de los datos extraídos de los vehículos.

Asimismo, a través del modelo propuesto de solución IoT y telemetría que hace posible la extracción de la información que los vehículos generan, las empresas pueden ofrecer nuevos modelos de servicio mediante una variedad de análisis de información como por ejemplo la predictibilidad, tendencias, etc.

## **1.6 Preguntas de investigación**

### **1.6.1 Preguntas Generales**

- ¿Cuál es el modelo para aplicar las tecnologías IoT y Telemetría en los procesos de servicio de taller de las empresas concesionarias automotrices del Perú?

### **1.6.2 Preguntas específicas**

- ¿El modelo propuesto contribuye a fortalecer la ventaja competitiva de la empresa en estudio?
- ¿Qué componentes deben considerarse para definir una solución de aplicación de las tecnologías IoT y Telemetría en los procesos de servicio de taller en una empresa concesionaria automotriz peruana?
- ¿Cuáles son los beneficios de aplicar un modelo de aplicación de las tecnologías IoT y Telemetría en los procesos de servicio de taller en una empresa concesionaria automotriz peruana?

## **1.7 Alcance**

La presente tesis de grado pretende desarrollar un modelo de aplicación utilizando IoT y telemetría en los procesos de servicio de taller para empresas concesionarias automotrices. El uso de IoT para este modelo propuesto abarca los procesos de Servicios de taller (propuesta de reserva de cita, ingreso al taller de manera automatizada), Optimizar el abastecimiento de repuestos y generar campañas de ventas personalizadas.

Este trabajo cubre la fase de definición del modelo, y no tiene contemplado la ejecución de este. Adicionalmente, el modelo indicado contempla especificaciones de tipo funcional independiente de cualquier plataforma tecnológica, herramienta o infraestructura que existe en el mercado.

Se tomará como objeto de estudio:

- **Lugar:** Una empresa concesionaria de vehículos con operaciones a nivel nacional.
- **Vehículos:** Automóviles, buses y camiones.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

El presente capítulo describe los conceptos, casos de uso y experiencias sobre los cuales se basa la siguiente investigación relacionada con la aplicación de IoT y Telemetría en los procesos de servicios de taller para empresas concesionarias automotrices. La finalidad de cualquier negocio es crear valor para sus clientes a través de sus productos o servicios, el uso de la tecnología del Internet de las Cosas permite a las empresas crear valor y ser más competitivas, permite también estar en sintonía con las tendencias en cuanto a tecnología se refiere, en el futuro millones de dispositivos estarán conectados a internet y de ellos se obtendrán un sin número de aplicaciones de negocio, en este trabajo, se pretende usar el Internet de las Cosas y la telemetría en un modelo que permita optimizar los procesos de servicios de taller en las empresas concesionarias.

### **2.1. Internet de las Cosas (IoT)**

Según Lasse (2015), Internet es visto por muchos como la mayor disrupción tecnológica de todos los tiempos, habilitando nuevas formas de interacción social, actividades y organización. Y al parecer, la próxima gran revolución tecnológica está a la vuelta de la esquina: el Internet de las Cosas o IoT por sus siglas en inglés de Internet of Things.

De acuerdo al reporte de McKinsey titulado “Tecnologías disruptivas: avances que transformarán la vida, los negocios y la economía global” (2013), el Internet de las Cosas es uno de los tres principales avances tecnológicos de la próxima década, asimismo el reporte indica que “Internet de las Cosas es un concepto tan amplio que es un desafío siquiera imaginar todas las formas posibles en que afectará a los negocios, las economías y la sociedad”.

Existen diferentes conceptos de Internet de las Cosas, de acuerdo a Zito (2018) IoT es la interconexión de una variedad de objetos que pueden ser reconocibles, localizables y legibles mediante un modelo de solución conectado a internet, para después ser utilizados de forma estratégica. Asimismo, Alcaraz (2010) tiene una visión más amplia de las IoT, “con mayor frecuencia existe mayor cantidad de dispositivos que se conectan al internet, ya no solo son los teléfonos móviles, sino electrodomésticos, relojes y automóviles. Dejando de ser las personas los únicos en interconectarse, dejando que las

cosas cotidianas se conecten a la red. El Internet de las Cosas ayudará a integrar objetos con inteligencia artificial con diversos sensores incorporados y almacenar información en la red, ello apunta a mejorar la calidad de vida de las personas, optimizar procesos, disminuir tiempos y sobre todo ayudar en la toma de decisiones, tanto a nivel tecnológico, ambiental, social, de salud y cultural”.

La idea es que se cuenten con hogares y ciudades conectados a automóviles y máquinas, incluso dispositivos que registran las actividades o comportamiento de los individuos y que usarán estos datos almacenados para crear nuevos tipos de servicio. Para mayor información consultar el anexo 1.

## **2.2. Tecnologías usadas por IoT**

Existen una gran cantidad de tecnologías usadas por IoT, a continuación se detallan las que consideramos relevantes para efectos de la presente investigación, asimismo se incluyen casos de uso y proyectos a nivel mundial que pueden servir como una fuente de referencia y lecciones aprendidas.

### **2.2.1 Sensores y actuadores**

Según Watson (2009), el mundo digital depende de las fuentes de información, que pueden ser ingresadas directamente por las personas o a través de los sensores que traducen datos de un fenómeno ya sea mecánico, óptico o químico como combustión, temperatura, presión, velocidad, etc. en señales eléctricas, que pueden ser traducidas y almacenadas de manera digital.

En un automóvil, los sensores son componentes que proveen las entradas que permiten a la computadora realizar las operaciones que hacen que el vehículo opere correctamente (Bonnick, 2001). Mediante los sensores es posible obtener métricas de algún problema o falla y registrarlos para poder tomar una acción.

Actuadores son dispositivos que convierten las señales eléctricas en una acción controlada. Estos pueden ser motores eléctricos, motores de engranaje o válvulas electromagnéticas que controlan sistemas de frenado y dirección.

Por ejemplo, se pueden usar estos componentes en el proceso de aceleración, antiguamente se usaba un cable de acero conectado al pedal para mecánicamente permitir la aceleración, hoy en día los autos cuentan con un sensor en el pedal que

transmite la posición exacta del pedal y lo transmite al módulo de control del motor para que mediante un actuador se pueda cambiar la apertura de la válvula de aceleración (Pickerill, 2009).

### **2.2.2 Sistema de Diagnóstico a Bordo (OBD)**

El sistema de diagnóstico a bordo (OBD por sus siglas en inglés) nace como iniciativa de mantener la pureza del aire a partir de la gestión de la autoridad competente en California, que desde 1970 ordena normas legales para mitigar la contaminación del aire, ello obligó a los fabricantes de vehículos a implantar el sistema OBD-I en todos los autos. La característica del OBD es monitorear la función de los sensores y actuadores. (González, 2015).

En 1996 se hizo mandatorio que todos los autos y camiones ligeros deberían de venderse con el sistema OBD-II, la diferencia más significativa con respecto a la primera generación fue la estandarización a un tipo de conector universal y las definiciones del protocolo para identificar los códigos generados por este sistema.

Para mayor información del sistema OBD consultar el Anexo 2.

Hoy en día es posible utilizar este sistema para obtener información del vehículo en tiempo real, obtener los códigos de error y datos de fabricación del vehículo.

A continuación se describen algunos proyectos que aprovechan este sistema OBD.

#### **2.2.2.1 Sistema de Evaluación de conducción usando teléfono móvil y el sistema OBD-II**

Kheedkar, Oswal, Setty y Ravi (2015) presentaron un sistema que evalúa la manera de conducir, para esto obtienen datos en tiempo real de los sensores del teléfono móvil así como del sistema OBD-II, utilizando adaptadores bluetooth, WiFi o conexión serial. Estos adaptadores envían datos desde el automóvil al teléfono donde se procesan a través de una aplicación móvil conocido como Torque. El parámetro más importante para conocer el comportamiento de manejo es la eficiencia, cuanto menor sea el combustible consumido por unidad de distancia mayor es la eficiencia. La distancia se puede determinar mediante las lecturas del odómetro y el a través de los datos obtenidos del sistema OBD-II se puede conocer el combustible consumido. La distancia también se puede medir mediante el GPS y mapas, asimismo el GPS nos brinda información de

la velocidad y aceleración. Los datos redundantes se pueden usar para reducir los errores. Este sistema puede usarse para generar un modelo de negocio que puede ofrecerse a:

- Oficinas de transporte y escuelas de manejo, con el fin de que puedan evaluar las habilidades de manejo de los conductores y entregar licencias de conducir cuando se alcanza un puntaje determinado.
- Compañías de seguro, para resolver reclamos de acuerdo al comportamiento de conducción con el fin de no cubrir a los conductores inseguros y disuadirlos de manejar con mayor cuidado.
- Compañías de transporte, para la administración de las flotas de vehículos y monitorear a sus conductores, no solo determinando la eficacia de conducción sino también conociendo su ubicación y la ruta tomada.
- Personas dispuestas a mejorar sus habilidades de manejo.

Para mayor información acerca del sistema GPS revisar el Anexo 6.

#### **2.2.2.2 SafeDrive: Detección de anomalías de conducción en línea a partir de datos de vehículos mediante el sistema OBD-II a gran escala**

Zhang, Chen, Wo, Xie, Alam y Lin (2016) presentaron un sistema llamado SafeDrive que nace debido al desarrollo de la tecnología de Internet de las Cosas que ha hecho factible, en el caso de los vehículos, la adquisición de gran cantidad de datos de múltiples sensores que desempeñan un papel fundamental en la identificación de anomalías de conducción. SafeDrive se diferencia de los enfoques existentes que se basan en reglas o aprendizaje supervisado que requieren datos etiquetados que generalmente no están disponibles en escenarios de Big Data. Haciendo uso de un conjunto de datos históricos, SafeDrive establece estadísticamente un gráfico de estado como un modelo de comportamiento, luego divide el flujo de datos en línea en segmentos y compara cada segmento con el gráfico de estado y si detecta un segmento que se desvía significativamente, entonces se trata de una anomalía. Los datos de conducción se recopilan de los sistemas OBD-II mediante dispositivos conectados de manera inalámbrica, asimismo estos son enviados al sistema en nube, conformado por un cluster de 25 servidores, mediante un teléfono inteligente. Se evaluó SafeDrive en

una plataforma basada en nube con más de 29,000 vehículos reales conectados en 60 ciudades de China. Este sistema recolecta alrededor de 200 millones de instancias diariamente. Los resultados de la evaluación determinan que SafeDrive es capaz de identificar una variedad de anomalías de conducción de forma efectiva con una precisión global de 93%, tales anomalías identificadas pueden usarse para alertar oportunamente a los conductores a que corrijan sus conductas de manejo. Es importante resaltar que se debe de construir el modelo de análisis en base a los atributos que se pueden obtener de los vehículos.

### **2.2.2.3 Un enfoque sistemático para la agrupación en tiempo real y el análisis de conducción utilizando OBD-II**

Sonawane, Dhabe, Nadgouda, Jadhav y Mane (2016) desarrollaron un sistema que proporciona una forma práctica y económica de extraer datos en tiempo real con el objetivo de analizar el comportamiento de manejo. Este sistema presenta un marco basado en el análisis de los datos obtenidos mediante un escáner que se conecta por bluetooth al sistema OBD-II y que envía la información a un servidor web usando como puente un celular inteligente con sistema Android. Del mismo modo se usa los datos obtenidos de los sensores del teléfono celular como son datos de aceleración y de orientación. El análisis de la información se realiza mediante el algoritmo K-means. De acuerdo al estudio concluyeron que es posible usar las lecturas adquiridas del sistema OBD-II y mediante esos datos se puede predecir el comportamiento de conducción al analizar los patrones de manejo en base al monitoreo del vehículo en tiempo real. El análisis en tiempo real permite categorizar el comportamiento de manejo en tres tipos: conducción ineficiente, conducción eficiente y manejo imprudente.

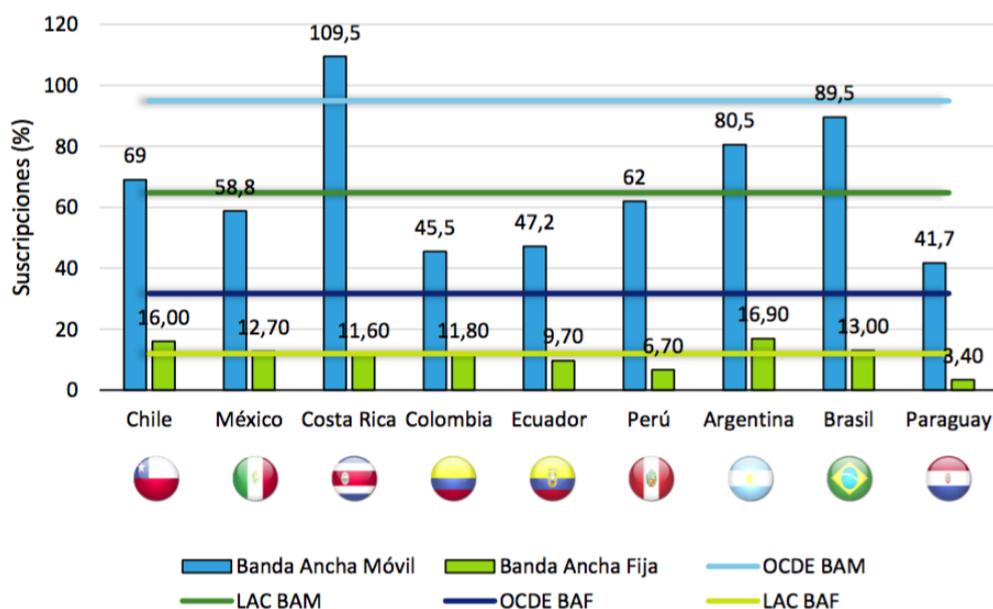
### **2.2.3 Redes de telefonía móvil**

Según Lucero (IHS Technology, 2016), la tecnología inalámbrica de largo alcance, en particular la celular, es cada vez más importante en el mercado de IoT. Muchas aplicaciones IoT como los autos conectados y varios tipos de sensores remotos se conectan mejor con una tecnología inalámbrica de largo alcance.

Las aplicaciones para teléfonos inteligentes que ayudan a los conductores a rastrear el rendimiento del vehículo, realizar diagnósticos, verificar la ubicación, kilometraje e incluso el consumo de combustible pronto se convertirán en estándares. La conectividad también permitirá que las actualizaciones de software y las nuevas características se transmitan directamente al vehículo, la tecnología 5G, que proveerá conexión a internet de alta velocidad, ayudará a impulsar la aceptación de los vehículos conectados ya que permitirá a los conductores y pasajeros sincronizar y transmitir fácilmente contenido dentro de los automóviles, desde dispositivos portátiles hasta el sistema de infoentretenimiento en el vehículo y pantallas traseras (Confederation of Indian Industry, India's Readiness for Industry 4.0, 2017).

Según Deloitte (2018) el desarrollo de las soluciones de IoT se basa en la conectividad, América Latina se encuentra rezagada en despliegue y uso de las redes de banda ancha, tal como se puede apreciar en el siguiente gráfico:

**Figura 2.1: Penetración de redes de banda ancha en América Latina**



Fuente: IoT para el sector empresarial de América Latina (Deloitte, 2018)

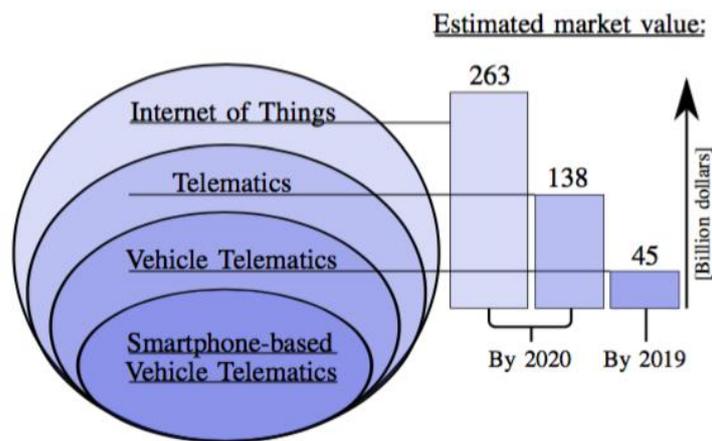
A continuación se describen algunos proyectos que aprovechan las redes de telefonía móvil y los teléfonos inteligentes.

Para mayor información de telefonía móvil celular consultar el Anexo 5.

### 2.2.3.1 Telemática de vehículos basada en teléfonos inteligentes

Wahlström, Skog y Händel (2017) indican que gracias a la creciente penetración de teléfonos inteligentes a nivel mundial, la industria de vehículos ha adquirido nuevas formas de recopilar datos beneficiando a conductores, propietarios de vehículos y a la sociedad en general. Existe una gran cantidad de proyectos realizados en el mundo académico y en la industria que han sentado la base para futuras implementaciones. Existe una relación entre IoT, telemática, telemática de vehículos y telemática de vehículos basada en teléfonos inteligentes que se ilustra en la siguiente figura:

*Figura 2.2: Relación entre IoT, telemática, telemática de vehículos y telemática de vehículos basada en teléfonos inteligentes*



Fuente: Smartphone-based Vehicle Telematics — A Ten-Year Anniversary (2017)

Las ventajas de usar telemática de vehículos basada en teléfonos inteligentes es el crecimiento sin precedentes de estos equipos, las soluciones y aplicaciones hechas para estos teléfonos es escalable, actualizable y económica (Händel y Skog, 2014).

Asimismo Ekler y Balogh (2015) nos dicen que los teléfonos inteligentes son plataformas naturales para proporcionar información en tiempo real al conductor a través de medios audiovisuales.

Entre los desafíos que se encuentran tenemos el consumo de batería de los teléfonos inteligentes ya que una aplicación que recolecta, almacena, procesa o transmite continuamente datos inevitablemente consumirá energía, por lo que existe una demanda de soluciones que equilibren las limitaciones entre la demanda de energía y el rendimiento (Tarkoma y Siekkinen, 2014).

Según un informe publicado por Ptolemus Consulting Group (2016), el mercado de seguros telemáticos, es decir seguros automotrices con una prima que se basa en datos de conducción, ha crecido hasta incluir a más de quince millones de asegurados con más de treinta y tres programas telemáticos de seguros basados en teléfonos inteligentes. Estos programas recopilan datos de los sensores del vehículo, el cual es un proceso asociado a grandes costos en la instalación y mantenimiento del dispositivo. Sin embargo, al obtener los datos del vehículo es posible disminuir los costos logísticos y a la vez aumentar el compromiso y la transparencia del conductor (Händel y Skog, 2014).

#### **2.2.3.2 DrivingStyles: Plataforma móvil para la caracterización de los estilos de manejo y consumo de combustible**

Meseguer, Toh, Calafate, Cano y Manzoni (2016) presentaron una propuesta llamada DrivingStyle, que adopta técnicas de minería de datos y redes neuronales para analizar y generar una clasificación de estudios de conducción y consumo de combustible basada en la caracterización del conductor. Asimismo se ha desarrollado una metodología para calcular en tiempo real el consumo e impacto ambiental de los vehículos de encendido por chispa y diésel a partir de un conjunto de variables obtenidas del sistema OBD-II del vehículo. Este sistema comprende de cuatro elementos:

- Aplicación para teléfonos inteligentes basado en Android, utilizando un escáner bluetooth conectado al sistema OBD-II, la aplicación recoge los datos como

pueden ser velocidad, aceleración, RPM, posición del acelerador, etc. Además a través del OBD-II es posible obtener datos del sensor de flujo másico, la presión absoluta del colector y la temperatura del aire de admisión que son datos que se usan para calcular el consumo de combustible. El celular envía los datos a un centro de datos mediante una conexión de red de telefonía móvil.

- Centro de datos, que ofrece una interfaz web para recopilar grandes conjuntos de datos enviados por diferentes usuarios al mismo tiempo y mostrar gráficamente un resumen de los resultados más relevantes como estilos de conducción y caracterización de ruta.
- Una red neuronal, que ha sido entrenada usando las rutas más representativas a fin de identificar correctamente para cada segmento de camino el estilo de conducción del conductor así como el perfil del segmento: urbano, sub-urbano o de autopista. Para esto usaron el algoritmo Back-propagation.
- Integración de las redes neuronales ajustada tanto en el dispositivo móvil como en el centro de datos. El objetivo es usar redes neuronales para analizar de forma dinámica y automática los datos de los usuarios, informar a los conductores en tiempo real y permitirles conocer su perfil de conductor, promoviendo una conducción menos agresiva y más ecológica.

El enfoque del proyecto fue caracterizar el estilo de manejo de diferentes conductores y luego medir las variaciones asociadas al consumo de combustible. Para lograr este objetivo, contaron con la colaboración de 534 conductores de todo el mundo (India, Brasil, América Central y Europa), analizándose el comportamiento en 75 rutas representativas.

Como conclusión se demostró que el estilo de conducción está directamente relacionado con el consumo de combustible, la adopción de un estilo de manejo eficiente permite lograr ahorros que van del 15% al 20%. Un estilo de conducción agresivo siempre da como resultado un mayor consumo de energía y más emisiones de CO<sub>2</sub>.

#### **2.2.4 Computadora integrada en una única placa (minicomputadora)**

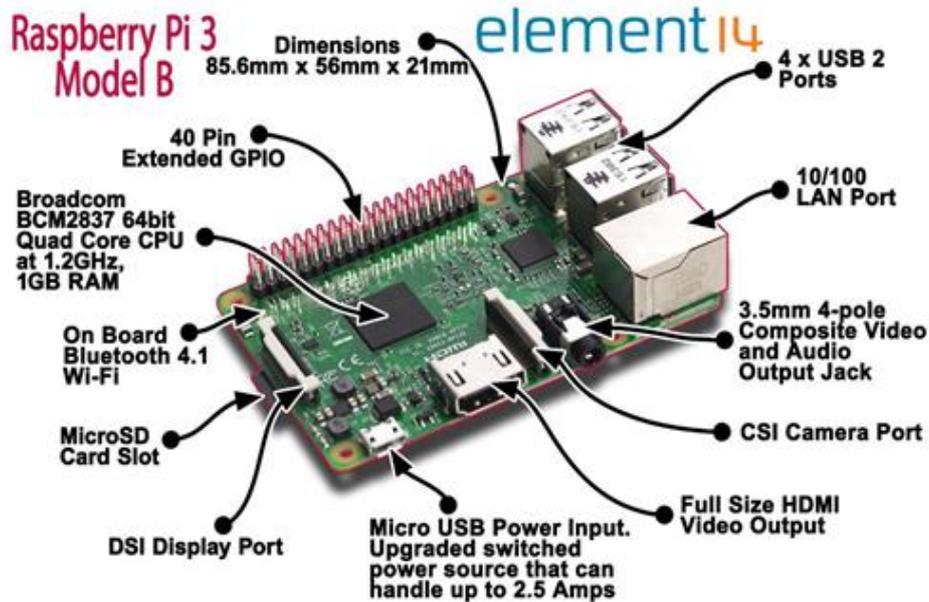
En 1975, el ingeniero y cofundador de Intel Gordon E. Moore observó que el número de transistores de un circuito integrado se duplica cada dos años, naciendo de esta manera la famosa Ley de Moore, la cual se cumplió con exactitud durante décadas. (Upton, Duntemann, Roberts, Everard y Mamtora 2016).

Este hecho permitió que los procesadores sean cada vez más económicos y compactos, al igual que los otros componentes de una computadora como memoria, disco, etc. Hoy en día se pueden encontrar en el mercado microcontroladores y computadoras integradas en una única placa que pueden ser programadas con código abierto y muy compacto.

Una computadora integrada en una única placa es una computadora completa, que incluye procesador, memoria RAM, conexiones de entrada/salida, puertos de comunicación para conectarse a otros dispositivos. A diferencia de las computadoras tradicionales, no son modulares y su hardware no puede ser actualizado ya que se encuentra integrado en una sola placa. Estas computadoras integradas en una sola placa son de bajo costo y principalmente usadas en labores académicas y de investigación (Pajankar 2015).

Una de ellas es Raspberry Pi, que es una computadora integrada en una única tarjeta, creada en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi. La misión de esta Fundación es la de brindar el poder de la informática y la creación digital en manos de personas de todo el mundo para resolver problemas que les interesa, estar preparados para el futuro y expresarse de manera creativa. Hasta fines del 2017 se vendieron 17 millones de computadoras Raspberry Pi (Revisión Anual 2017 - Fundación Raspberry Pi).

*Figura 2.3: Componentes del Raspberry Pi 3 Modelo B*



Fuente: fundación Raspberry (2017)

Para mayor información de otras computadoras integradas en una sola placa revisar el Anexo 3.

A continuación se describen un proyecto que utiliza la minicomputadora Raspberry Pi.

#### **2.2.4.1 Implementación de un prototipo de vehículo autónomo basado en IoT con Raspberry Pi**

Kharade, Mandalollu, Savadatti y Marali (2016) presentaron un prototipo que pretende extender una característica al Sistema Avanzado de Asistencia al Conductor (ADAS) que tiene como siguiente paso el desarrollo de un vehículo semiautónomo/autónomo, integrando la detección de obstáculos, comunicación entre vehículos y agregando un módulo de control por voz utilizando la unidad de procesamiento Raspberry Pi. Raspberry Pi controlará los diferentes sensores que se instalarán en el vehículo, siendo estos: sensor ultrasónico, sensor infrarrojo y el módulo Zigbee que es un dispositivo para la comunicación entre vehículos estableciendo una

red de área personal limitada a una distancia de 10 a 100 metros y que es ampliamente utilizada para comunicar sensores inalámbricos en industrias.

Como conclusión de este proyecto, se logró desarrollar un prototipo utilizando Raspberry Pi y que sirve para integrar y controlar los diferentes componentes periféricos como pantallas, sensores, cámaras y unidades de comunicación inalámbrica. Los algoritmos para la detección de obstáculos, la comunicación vehículo a vehículo y el módulo de control de voz se implementaron con éxito en la unidad de procesamiento Raspberry Pi usando el lenguaje de programación Python.

### **2.2.5 Bluetooth**

Bluetooth es una tecnología de radio; de bajo costo, baja potencia y corto alcance. Desarrollada originalmente como un reemplazo del cable para conectar de manera estándar dispositivos como teléfonos móviles, auriculares y computadoras portátiles. En la versión 4.0 se introdujo el BLE (Bluetooth Low Energy) que redujo el consumo de potencia para ser usado en dispositivos móviles por largos periodos de tiempo (Kuor-Hsin Chang, 2014).

Afonso, Sousa, Ferreira, Monteiro y Afonso (2016) presentaron el diseño de un sistema IoT para el monitoreo y control de los parámetros de un vehículo en cualquier momento y desde cualquier lugar, el prototipo de este sistema fue probado usando un vehículo eléctrico y consiste de un sensor intra-vehicular conectado por bluetooth a un teléfono inteligente que actúa como gateway para la conexión a internet y enviar los datos del vehículo a una base de datos.

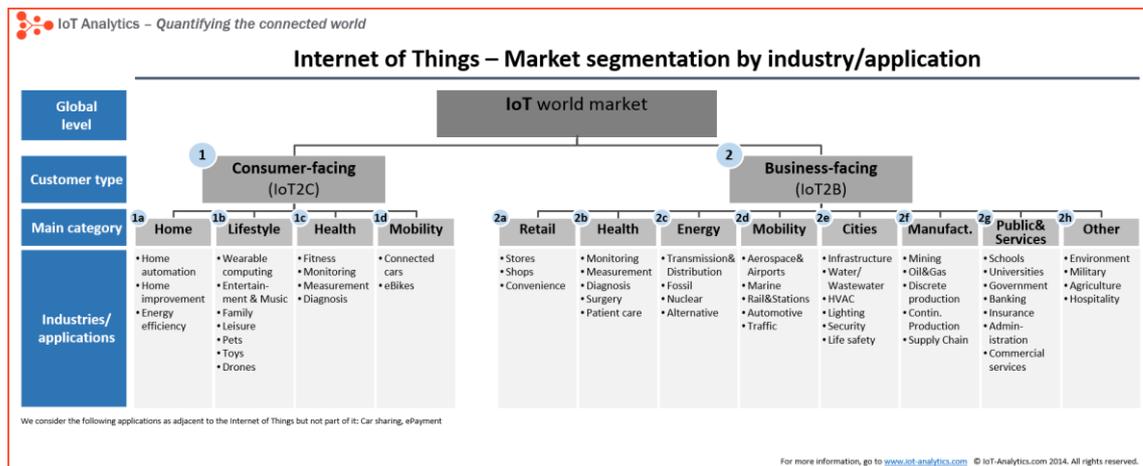
Las primeras pruebas experimentales se realizaron con la finalidad de evaluar la confiabilidad de la conexión bluetooth en la transmisión de datos, diferentes pruebas fueron realizadas en diferentes lugares en el interior del vehículo para evaluar la posibilidad de errores debido a la interferencia del motor eléctrico, luces, batería y neumáticos en las señales transmitidas. No se registraron errores de paquetes durante estas pruebas.

### 2.3. Aplicaciones de IoT en la industria automotriz

Para las personas en general, Internet de las Cosas significa una mezcla de dispositivos inteligentes que se usan en el hogar, que se pueden vestir o que están presentes en diferentes industrias, sin embargo el potencial es mucho mayor, cuando el mundo conectado se convierta en realidad. El Internet de las Cosas transformará todo, desde hogares, hospitales, escuelas o cualquier industria hasta automóviles y ciudades (Lasse, 2015).

Esto lo podemos apreciar mejor en el siguiente gráfico donde se describe los segmentos del mercado por industria o aplicación que puede generar el Internet de las Cosas.

**Figura 2.4: Segmentación del mercado por industria/aplicación**



Fuente: IoT Market Segments (IoT Analytics, 2014)

Asimismo un nuevo término se ha creado en torno a los segmentos que usan Internet de las Cosas anteponiendo la palabra “Inteligente” (Smart) o “Conectado” (Connected), las aplicaciones de IoT más usadas son las siguientes:

- Ciudad Inteligente
- Hogar Inteligente
- Redes de energía Inteligentes
- Wearables

- Autos Conectados
- Retail Inteligente
- Salud Conectada
- Cadena de Suministro Inteligente
- Granjas Inteligentes
- Internet Industrial

Gartner (2014) predice que el 2020 existirán 25 billones de dispositivos conectados a internet y que la industria automotriz mostrará la tasa de crecimiento más alta en dispositivos conectados a medida que la comunicación entre automóviles y la tecnología de auto conducción se vuelvan comunes.

Lucero (IHS Technology, 2016) menciona que IoT transformará la industria en general en tres puntos clave:

- Automatización, conectando máquinas, sensores y actuadores a sistemas de cómputo permitirá un alto grado de automatización. Por ejemplo, los sistemas de gestión de flotas de vehículos realizarán el registro automático de los parámetros de conducción, así como las horas de movimiento eliminando la necesidad de que los conductores presenten manualmente esta información.
- Integración, permite integrar los datos obtenidos de los vehículos con otras fuentes de datos como sistemas ERP, CRM, etc.
- Servitización, la automatización y la integración ayudan a las organizaciones a pasar de modelos comerciales centrados principalmente en productos a modelos comerciales orientados a servicios conocidos como “servitización”. Por ejemplo, los fabricantes de automóviles hablan cada vez más de “movilidad como servicio” como resultado de vehículos conectados y más autónomos en comparación con el modelo de venta de vehículos tradicional.

En el sector automotor se empezó a utilizar el internet de las cosas para optimizar y agilizar el mantenimiento de los vehículos e incrementar los datos que los usuarios reciben de sus autos. En la actualidad los vehículos tienen sensores que pueden medir y

controlar el aceite, establecer la temperatura del agua en el motor, así como el aire en los neumáticos. La información se recoge y se envía por el internet al concesionario o fabricante, de tal forma que estos datos puedan ser analizados y determinar cuándo se requiere de mantenimiento o reemplazar alguna pieza (Alcaraz, 2010). En esa misma línea Krasniqi y Hajrizi (2016) apuntaron “la industria del automóvil está al borde de una revolución, para pasar a la industria automovilística autónoma, y la fuerza impulsora detrás de esto es la tecnología en rápido desarrollo basada en el Internet de las Cosas. IoT transformará la industria del automóvil y, al mismo tiempo, la industria del automóvil proporcionará un gran impulso al IoT. El potencial y las perspectivas de esta tecnología son vastas y diversas”.

En ese sentido Krasniqi y Hajrizi (2016) enfatizaron que las tecnologías relacionadas con IoT establecerán el camino para la nueva industria automotriz, y los automóviles conectados tendrán un papel importante en la economía del futuro. La transformación de la industria automotriz marcará un cambio desde el tipo de productos insertados en los automóviles, los servicios ofrecidos sostenidos desde hardware a software, desde la funcionalidad a la información como el objeto clave de la creación de valor a partir de la interconectividad y el acceso a datos en tiempo real que ayude a perfeccionar, corregir procesos y funciones del automóvil, ya sea para su mantenimiento o para darle nuevos recursos a los ya establecidos.

Se puede apreciar que esta tendencia en el sector automotor es cada vez mayor, Lee y Lee (2015) anotaron que IoT también se usa para monitorear y controlar varios componentes en autos. Tomando en cuenta que el valor principal del cliente son las experiencias personalizadas, por ello Ford e Intel se unieron en el 2014 para explorar nuevas oportunidades que mejoren la satisfacción del conductor usando un software de reconocimiento facial y una aplicación de teléfono móvil. El proyecto de investigación conjunta, llamado Mobile Interior Imaging, incorpora tecnología de cómputo gestual para ofrecer mejores controles de privacidad e identificar diferentes conductores y ajustar automáticamente las características basadas en las preferencias individuales. La experiencia en el automóvil es luego personalizada aún más al mostrar información específica para el conductor, como su calendario, música, contactos, fechas

importantes, días de mantenimiento del vehículo, así como datos del taller donde debe realizarlos.

Las proposiciones de valor al cliente están apropiadamente integradas en un ambiente del automóvil conectado, centrada en la experiencia y satisfacción del cliente, ya no solo se le da confort en el manejo del automóvil, sino se le aporta valor desde la personalización, automatización de procedimientos, interacción con el conductor desde sus preferencias.

Varias industrias ya han incluido el concepto de IoT dentro de sus propios sistemas, por ejemplo el costo del seguro vehicular depende de la distancia recorrida (Pay As You Drive) o del patrón de manejo (Pay How You Drive). Los relojes inteligentes informan y alertan a los conductores en tiempo real sobre la función del automóvil, el tráfico, las condiciones biométricas del conductor, etc. El GPS tienen en cuenta alertas e información en tiempo real provenientes de los conductores, el tráfico y las infraestructuras como semáforos, parquímetros, etc. (Confederation of Indian Industry, India's Readiness for Industry 4.0, 2017).

A continuación se describen algunas experiencias y proyectos del uso de IoT en el sector automotor.

### **2.3.1 Adaptadores inteligentes para el diagnóstico del vehículo**

Panga, Zamfir, Balan y Popa (2016) manifiestan que el diagnóstico y mantenimiento años atrás ha sido reservado a los talleres especializados que usan herramientas personalizadas y métodos específicos las cuales están relacionados a la conectividad física con el automóvil. Bajo esta realidad iniciaron un proyecto de investigación que busca, mediante IoT, eliminar la necesidad de estar cerca del automóvil para realizar el diagnóstico. Mediante el monitoreo remoto del vehículo es más fácil detectar un problema enviando las lecturas a un centro certificado para encontrar y predecir fallas inminentes en los sistemas del vehículo. Asimismo decidieron usar una plataforma de hardware con la minicomputadora Raspberry Pi por ser una plataforma de desarrollo estable, fácilmente extensible (ya que se puede agregar un módulo GPS), de tamaño compacto y bajo consumo de energía que suelen ser

características requeridas en dispositivos para el sector automotriz. La limitación que encontraron fue debido al firmware de la computadora del vehículo que al ser propietario no permitía ejecutar acciones como reiniciar los códigos de error o realizar un diagnóstico extendido.

DeCarlo, Walsh, Davis y Ryder (2014) presentaron un diseño de un adaptador inteligente para el diagnóstico vehicular cuyo propósito es usar un dispositivo bluetooth que conecte el lector OBD-II a un teléfono inteligente y comunicar al propietario y a un taller mecánico del problema encontrado para programar una cita, según se puede ver en el gráfico siguiente:

**Figura 2.5: Segmentación del mercado por industria/aplicación**



Fuente: Smart Automotive Diagnosis Adapter (2014)

Cabe destacar que realizaron un comparativo entre los siguientes sistemas:

- ECU installation monitoring system, que es el sistema de monitoreo propio de cada fabricante.
- OBD-II with vernacular, que es el sistema que informa solo al conductor del vehículo, sin conexión externa.
- OBD-II Port to users phone, que es el sistema propuesto que informa al conductor y a los talleres usando el teléfono celular como un puente.
- OBD-II port for mechanics inventory, que es el sistema usado de manera local por los talleres de reparación.
- El comparativo se puede encontrar en las siguientes tablas:

**Tabla 2.1: Comparativo entre posibles soluciones de adaptador inteligente para el diagnóstico vehicular**

Possible Solutions	ECU installation monitoring system	OBD II with vernacular	OBD II Port to users phone	OBD II port for mechanics inventory
<b>Specifications</b>				
Expands/ Improves what is already on the market	+	-	+	+
Easy to install	-	+	0	+
Works across platforms	-	+	0	0
Target of <\$100	-	+	+	+
Integratable into cell phone data plan	0	-	+	0
User friendly	0	0	+	+
positive	1	3	4	4
negative	3	2	0	0
sum	-2	1	4	4

Fuente: IoT for Vehicle Simulation System (2017)

Se puede observar que las mejores opciones corresponden al uso del sistema OBD con el teléfono móvil y el sistema que extrae los datos del OBD mediante un escáner en el taller, por lo que se procede a analizar ambas soluciones.

**Tabla 2.2: Selección de la mejor opción de adaptador inteligente para el diagnóstico vehicular**

Possible Solutions	Weight	OBD II Port to users phone	Weighted Score	OBD II port for mechanics inventory	Weighted Score
<b>Specifications</b>					
Expands/Improves what is already on the market	0.15	5	0.75	4	0.6
Easy to install	0.15	5	0.75	5	0.75
Works across platforms	0.25	5	1.25	5	1.25
Target of <\$100	0.1	3	0.3	5	0.5
Able to be integrated into cell phone data plan	0.15	5	0.75	1	0.15
User friendly	0.2	4	0.8	5	1
Sum	1		<b>4.6</b>		<b>4.25</b>

Fuente: IoT for Vehicle Simulation System (2017)

De acuerdo al resultado de la matriz de selección se puede observar que la solución más apropiada es el sistema que usa el puerto ODB-II con el teléfono inteligente.

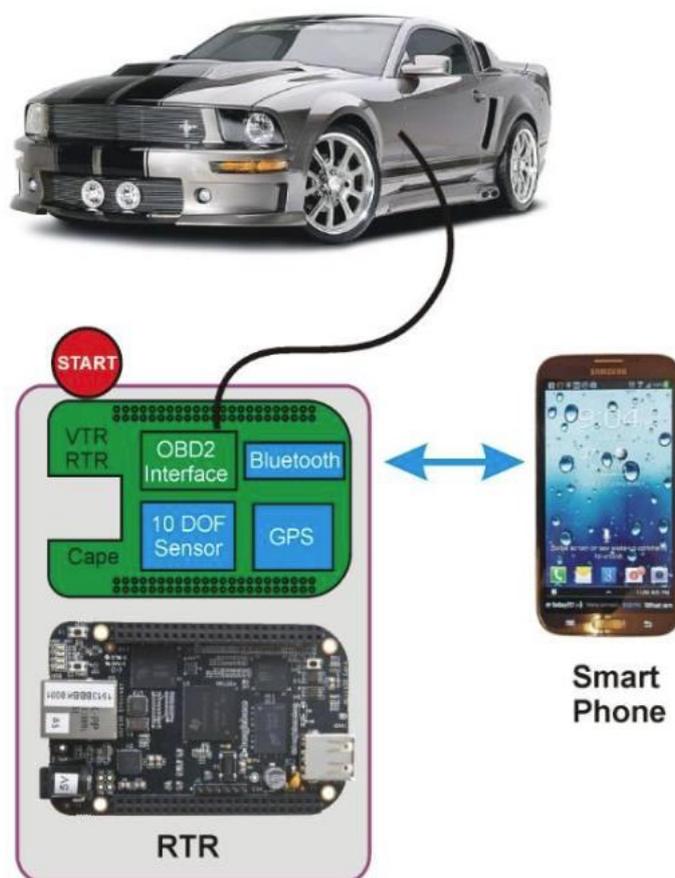
Asimismo los desafíos que encontraron DeCarlo, Walsh, Davis y Ryder (2014) en el diseño propuesto fueron respecto a la seguridad, ya que software malicioso podría ser instalado en el bus de comunicación permitiendo que las funciones del auto sean controlados. Frente a esto se necesita garantizar el acceso al puerto OBD-II mediante el uso de encriptación y llaves públicas y privadas en ambos puntos de la conexión bluetooth además de encriptar los datos enviados.

### 2.3.2 Internet de las Cosas para un Sistema de Simulación Vehicular

Pal y Pal (2017) de la Universidad KIIT de la India presentaron un proyecto de uso de IoT para crear un sistema de simulación vehicular debido a que la estructura de IoT es bastante grande por lo que es viable usar simulaciones para desarrollar las

aplicaciones y probar el modelo comercial sin tener que invertir en hardware, obteniéndose un análisis completo de los datos y el comportamiento del modelo simulado. Los vehículos son máquinas complejas que incorporan comunicación de múltiples sensores y actuadores. Para simular un automóvil se necesita obtener los datos del sistema OBD-II, para este fin usaron la minicomputadora Beagle Bone Black que conectado al puerto OBD-II permite capturar la información los datos del recorrido del vehículo para luego crear la simulación del auto. Este sistema conocido como RTR (Real Trip Runner) se puede observar en el siguiente gráfico:

**Figura 2.6: Sistema RTR (Real Trip Runner)**



Fuente: IoT for Vehicle Simulation System (2017)

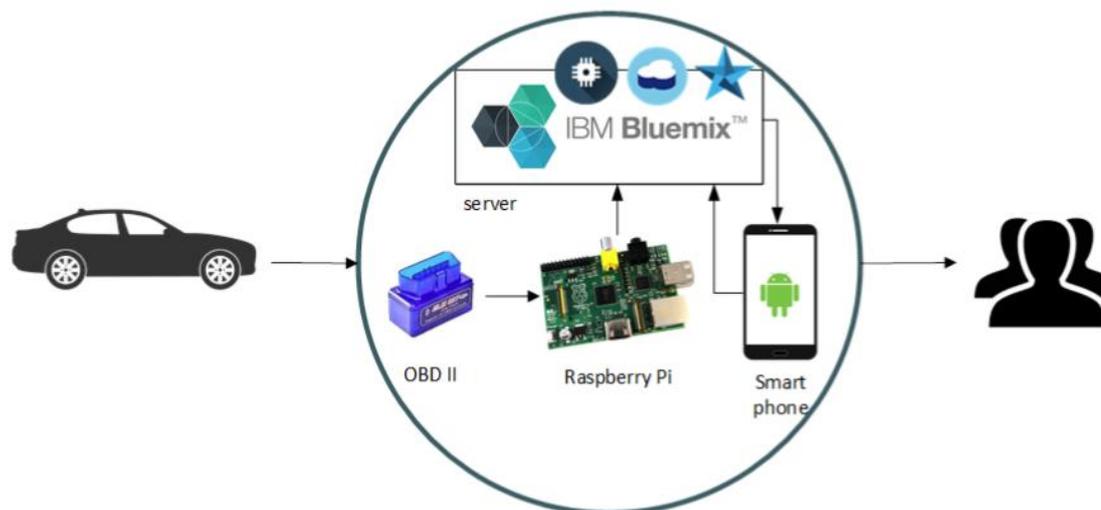
A diferencia de DeCarlo, Walsh, Davis y Ryder (2014) se usó una minicomputadora como puente entre el sistema OBD y el teléfono celular, esto permite

darle mayor capacidad al sistema para almacenar los datos o procesarlos así como mejorar las prestaciones de seguridad al usar encriptación y llaves públicas y privadas.

### 2.3.3 Monitoreo del consumo de combustible y conducción con Internet de las Cosas

Husni (2017) del Insituto Teknologi Bandung de Indonesia presentó un proyecto de IoT correspondiente a un sistema para monitorear el consumo de combustible en una aplicación móvil para Android, asimismo mediante este sistema se podía realizar el análisis del comportamiento de manejo, monitoreo, notificación y ruta a una estación de servicio. Este sistema consta de tres subsistemas: conector, servidor e interfaz del usuario. Los datos del motor del vehículo se obtienen mediante el microcontrolador ELM327 conectado al sistema OBD-II los cuales son enviados a través de bluetooth al minicomputador Raspberry Pi para luego ser transferidos mediante una conexión 3G a un servidor en IBM Bluemix donde serán almacenados. Los usuarios pueden acceder a los datos a través de una aplicación móvil, este sistema es llamado VIScar. La arquitectura de este sistema se puede observar en el siguiente gráfico:

*Figura 2.7: Arquitectura del sistema VIScar*



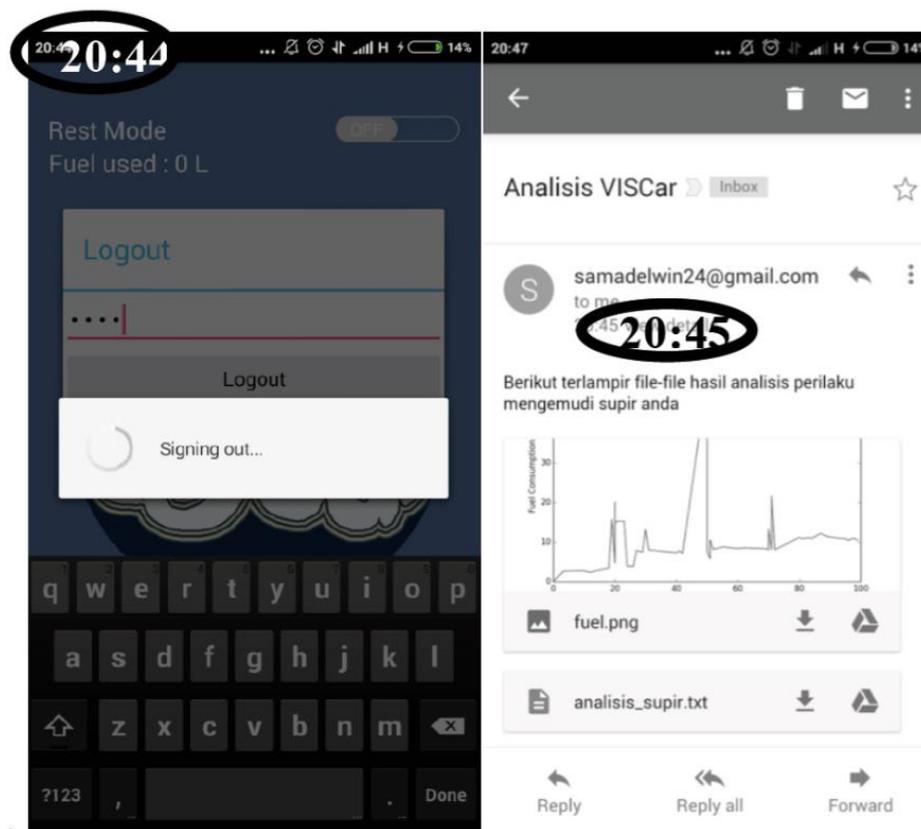
Fuente: Driving and Fuel Consumption Monitoring with Internet of Things (2017)

Para conocer el comportamiento de manejo del conductor relacionado con la eficiencia del consumo de combustible se usan cuatro datos obtenidos por el sistema

como son consumo del combustible por segundo, tiempo que el conductor excede la velocidad ideal, tiempo que el conductor excede la posición ideal del acelerador y distancia del recorrido del automóvil.

En este proyecto se realizaron pruebas con el sistema, obteniendo resultados exitosos de análisis del comportamiento de manejo, el cual luego es enviado al cliente por correo electrónico según se puede ver en el gráfico siguiente:

**Figura 2.8: Aplicación VIScar (Izda.) Reporte enviado por correo (Dcha.)**



Fuente: Driving and Fuel Consumption Monitoring with Internet of Things (2017)

Se puede concluir de este proyecto que es posible explotar los datos obtenidos del sistema OBD para procesarlos y obtener información valiosa como el comportamiento de manejo del conductor y el consumo de combustible.

### **2.3.4 Seguimiento de flotas en la empresa Tata Motors**

La solución IoT de Vodafone ayudó a Tata Motors, empresa de fabricación de automóviles más grande de la India, a rastrear sus camiones y mejorar su eficiencia, por consiguiente ayudó a que se diferenciaron de la competencia.

**Problema de negocio:** Tata Motors buscaba ofrecer más valor a sus clientes, ayudando a los propietarios de flotas a mejorar la eficiencia operativa mediante su servicio de telemática para camiones mediante el servicio denominado Tata Fleetman

**Solución propuesta:** Vodafone desplegó lo siguiente para potenciar el sistema Tata Fleetman: tarjetas SIM IoT Vodafone para la comunicación punto a punto con SMS entrantes para gestionar de forma remota la unidad de camiones, plataforma de conectividad administrada Vodafone para gestionar las tarjetas SIM que se encontraban codificadas para administrarlas de manera eficiente.

**Beneficios:** Seguimiento de vehículos en tiempo real, alertas de correo electrónico o SMS para exceso de velocidad, parada, frenado y aceleración intempestivas, reporte de trayectorias y monitoreo del tiempo de inactividad del motor  
(The Institution of Engineering and Technology, IoT Case Studies from India, 2017).

### **2.3.5 Gestión de flotas para la seguridad pública realizada por Echo Mobile**

En Kenia, una gran parte de los accidentes de tránsito se producen por el transporte público informal utilizando minibuses. Un tercio de la población usa este sistema informal y las prácticas de conducción inseguras son una causa importante de muertes evitables. Estos minibuses son arrendados en su gran mayoría y los propietarios no pueden observar el comportamiento de los conductores, además que a los conductores se les paga por ruta completada lo cual genera que adopten hábitos imprudentes como exceso de velocidad, invasión de carril contrario y de aceras. La empresa Echo Mobile ha desarrollado un sistema usando los sensores del auto a fin de informar a las partes interesadas (conductor, propietario, administrador de flota, municipalidad) en base a la

velocidad del vehículo, aceleración, frenado intempestivo, ubicación, rutas y eventos recientes de seguridad (International Telecommunication Union y Cisco, 2016)

### **2.3.6 Mantenimiento Predictivo de vehículos**

Según la Oficina de Inspectoría General del Servicio Postal de los Estados Unidos en su informe “The Internet of Postal Things” (2015), menciona que los sistemas de mantenimiento predictivo monitorean los datos de los sensores del vehículo usado para la entrega de encomiendas y activan alertas cuando no se encuentran dentro de los rangos aceptables, lo que permite la detección temprana del defecto del equipo. Los problemas se detectan y se corrigen antes de que aparezcan en las inspecciones de mantenimiento normales, lo que reduce drásticamente el número de visitas programadas. La implementación del mantenimiento predictivo crearía eficiencias de costos para el servicio postal, reduciendo los costos de mano de obra, en horas regulares y extraordinarias. IBM estimó que si extendía a todo el servicio postal se podría ahorrar el 7% de los costos anuales de mantenimiento, correspondiente a \$70 millones de dólares americanos por año para el servicio postal (de \$1.1 billones de gastos en mantenimiento anual).

El proyecto de nombre Orion de la empresa UPS es una de las principales iniciativas de TI que terminó luego de 10 años de comenzado. El proyecto busca instalar 200 sensores en cada camión para monitorear de manera remota el desempeño de los vehículos y el comportamiento de los conductores para seleccionar las rutas más eficientes. En 2017 proyectaron que Orion supervisará 55,000 rutas. Jack Levis, Director Senior de Gestión de Procesos de UPS mencionó “realmente pasamos de ser una empresa de transporte por carretera con tecnología a una empresa de tecnología con camiones”. En los últimos 5 años el proyecto Orion ha ayudado a reducir a la mitad (de 240,000 a 120,000) las inspecciones anuales de mantenimiento preventivo para su parque de 100,000 vehículos. UPS también ha visto que el enrutamiento dinámico de sus vehículos permite reducir 7 a 8 millas de longitud en cada ruta lo que se traduce en ahorros de combustible por un valor de \$300 a \$400 millones de dólares por año en todo el país.

Dhall y Solanki (2015) presentaron un sistema que permite el mantenimiento predictivo de un auto conectado basado en IoT. Ellos observaron que los vehículos necesitaban programar un mantenimiento periódico especificado por la distancia recorrida o un periodo de tiempo. Asimismo en caso de avería o mal funcionamiento era necesario llevar el vehículo a un servicio o mantenimiento de emergencia o correctivo. Los desafíos que encontraron frente a este esquema fueron:

- Altos costos del servicio, ya que los vehículos requieren ir al taller de acuerdo a un cronograma establecido.
- Incluso si las partes estaban en perfecto estado, el servicio necesitaba ser realizado y las piezas deberían de reemplazarse.
- No hay forma de saber si una pieza necesita atención inmediata y puede ocasionar la falla del vehículo.
- Esta falla costaría costos adicionales a los propietarios.

En lugar de llevar un automóvil periódicamente al taller, proponen un sistema que mediante los sensores y la tecnología IoT recopila y analiza la condición física y el funcionamiento de los diferentes componentes del vehículo para luego enviar los datos a un sistema centralizado, en donde se analizan los datos con mayor detalle para determinar si necesitan algún servicio y presentar una propuesta de cita. Las ventajas del sistema propuesto son:

- Reducción de los costos del servicio de mantenimiento.
- Alertas en tiempo real de posibles fallas evitando los costos asociados a las interrupciones.
- Analizar hábitos de conducción y tomar medidas apropiadas.

Los desafíos encontrados fueron:

- Políticas regulatorias y de gobierno, restringiendo el tipo de datos confidenciales que se pueden transferir.
- Falta de estándares de la industria ya que la mayor parte del trabajo realizado es específico al fabricante del vehículo.

- Necesidad de una mejor conectividad en términos de telecomunicaciones, bluetooth y WiFi para la transmisión en tiempo real de los sensores.
- Los casos de uso empresarial asociados aún están en evolución por lo que justificar los costos iniciales es difícil.

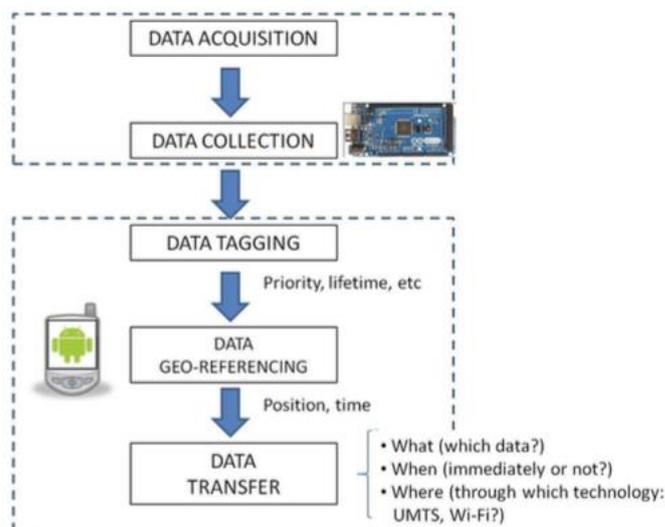
### **2.3.7 SMaRTCar: Una Plataforma Integrada basada en Teléfono Inteligente para admitir aplicaciones de Gestión de Tráfico**

Campolo, Iera, Molinaro, Paratore y Ruggeri (2012) de la Universidad Mediterránea de Italia presentaron una plataforma integrada de hardware y software que puede obtener diferentes tipos de datos relacionados con el vehículo y su entorno para transferirlos remotamente. Este sistema consta de dos módulos principales que son:

- Módulo de recopilación de datos y pre procesamiento, realizada a través de una herramienta de escaneo conectada al sistema OBD-II mediante el puerto serial, el cual luego transfiere los datos obtenidos a un microcontrolador Arduino a través de una conexión USB. Este módulo es responsable de fusionar y almacenar temporalmente los datos recuperados.
- Módulo de visualización y transmisión de datos, conformado por el teléfono inteligente conectado al microcontrolador Arduino mediante el puerto USB. Obtiene los datos y los muestra al usuario, luego los empaqueta y los transmite de forma remota.

Este sistema puede observarse en la siguiente imagen:

**Figura 2.9: Diagrama de bloques del sistema diseñado**



Fuente: SMaRtCar: An Integrated Smartphone-based Platform to Support Traffic Management Applications (2012)

Las conclusiones obtenidas de este trabajo fueron:

- Es posible obtener un conjunto amplio de datos mediante el sistema OBD-II.
- Es una solución fácil de usar del tipo plug & play, que requiere que el usuario conecte su teléfono inteligente enriquecido con una aplicación desarrollada ad-hoc.
- Se evita el desperdicio de la batería del teléfono aprovechando las conexiones USB.
- El precio de este sistema no es elevado (menos de 100 euros), lo que significa que es posible una adopción a gran escala de la plataforma propuesta.
- No se evaluó cuantitativamente la efectividad de la solución en entornos reales.

### **2.3.8 Seguro Vehicular Basado en Uso (Usage Based Insurance, UBI)**

El seguro vehicular basado en el uso (UBI) también conocido como paga como conduces (Pay as you drive, PAYD), paga como manejas (Pay how you drive, PHYD)

o seguro basado en millas; es un tipo de seguro según el cual los costos dependen del tipo de vehículo utilizado, el tiempo usado, la distancia, el comportamiento de manejo y el lugar (National Association of Insurance Commissioners, 2014). El seguro basado en el uso es una innovación reciente de las aseguradoras automotrices que alinea las conductas de manejo con las tarifas para el seguro de automóviles. Las conductas de conducción y distancia recorrida se miden usando lecturas de dispositivos IoT en el vehículo que generalmente se instalan en el sistema OBD-II o ya están instalados por el fabricante (Vavouranakis, 2016). A continuación algunos ejemplos de Seguro Vehicular Basado en Uso.

- **Metromile**, es una empresa de seguros con sede en California fundada por New Enterprise Associates, Index Ventures, National General Insurance, Amtrust Financial y otros inversionistas. Ofrece una aplicación móvil de manejo y un producto de seguro de pago por milla utilizando un dispositivo que se conecta al sistema OBD-II de todos los automóviles construidos después de 1996. Ofrecen a los consumidores una tarifa básica fija por mes más una tarifa por milla que oscila entre 2 y 11 centavos por milla, los conductores que manejan menos del promedio (10,000 millas por año) podrán ahorrar significativamente (Truong, 2014).
- **Progressive, Snapshot** es un programa de seguro de automóvil desarrollado por Progressive Insurance en los Estados Unidos. Es un programa de seguro voluntario y basado en el comportamiento de manejo que brinda a los conductores un seguro personalizado en función de cómo, cuánto y cuándo se conduce el auto. Los datos de conducción se transmiten a la empresa mediante un dispositivo IoT que se conecta al sistema OBD-II del automóvil. Este dispositivo transmite la velocidad, la hora del día y el número de millas que recorre el vehículo. Los autos que son conducidos con menos frecuencia y en formas menos riesgosas pueden recibir grandes descuentos.
- **Rímac Seguros**, es el primer seguro en el Perú que utiliza un dispositivo GPS y telemático que es instalado en el auto para realizar mediciones del estilo de

manejo y en función a ello devuelve hasta el 30% de la prima pagada. Asimismo cuenta con un aplicativo móvil que interactúa con el cliente pudiendo darle información en línea (Rímac, Memoria Anual, 2017).

### **2.3.9 Big Data y Analítica en el sector automotor**

El siglo actual ha sido testigo de importantes avances en la entrega y transformación de los servicios en varias industrias, siendo la tecnología un factor clave para esto. Con cada mejora en la tecnología, los datos han aumentado considerablemente (Tech Mahindra, The Internet of the Future, 2016).

Según Wyman (2018) los datos crecen exponencialmente y se crean más de 2.5 exabytes de información todos los días, las empresas apenas empiezan a utilizar y obtener información de estos datos. Aproximadamente el 75% de estos datos son no estructurados e incluyen archivos de video, audio, imágenes, correos electrónicos, publicaciones en Facebook, Twitter, etc.

Esta explosión de datos sin precedentes no se limita al volumen, observamos nuevos tipos de datos que son complejos y diversos como los datos generados por sensores a través de la comunicación máquina a máquina (M2M), para esto la Analítica nos podrá ayudar presentando a las empresas la capacidad de adaptar soluciones basadas en experiencias únicas de clientes mediante el análisis de datos en tiempo real.

Los datos son muy relevantes en los automóviles modernos, la industria automotriz está lista para convertirse en el segundo mayor productor de datos en el mundo, se estima que los sensores en los vehículos generan más de un gigabyte de datos cada hora, combinando estos datos con las preferencias de los conductores, los tiempos y recorrido del viajes, el ahorro de combustible, las velocidades promedio, los datos de ubicación, los datos sobre condiciones meteorológicas o tráfico, etc. tenemos algo verdaderamente significativo. Por ejemplo, una compañía de seguros puede usar esta información para medir el comportamiento de manejo de un conductor y hacer que los pagos sean menores para los que conducen menos horas, durante las horas pico, en zonas de menor

tráfico, etc. Cada conjunto de datos adicional que se obtiene crea potencial para un nuevo modelo de negocio o una forma diferente de hacer las cosas (Tech Mahindra, The Internet of the Future, 2016).

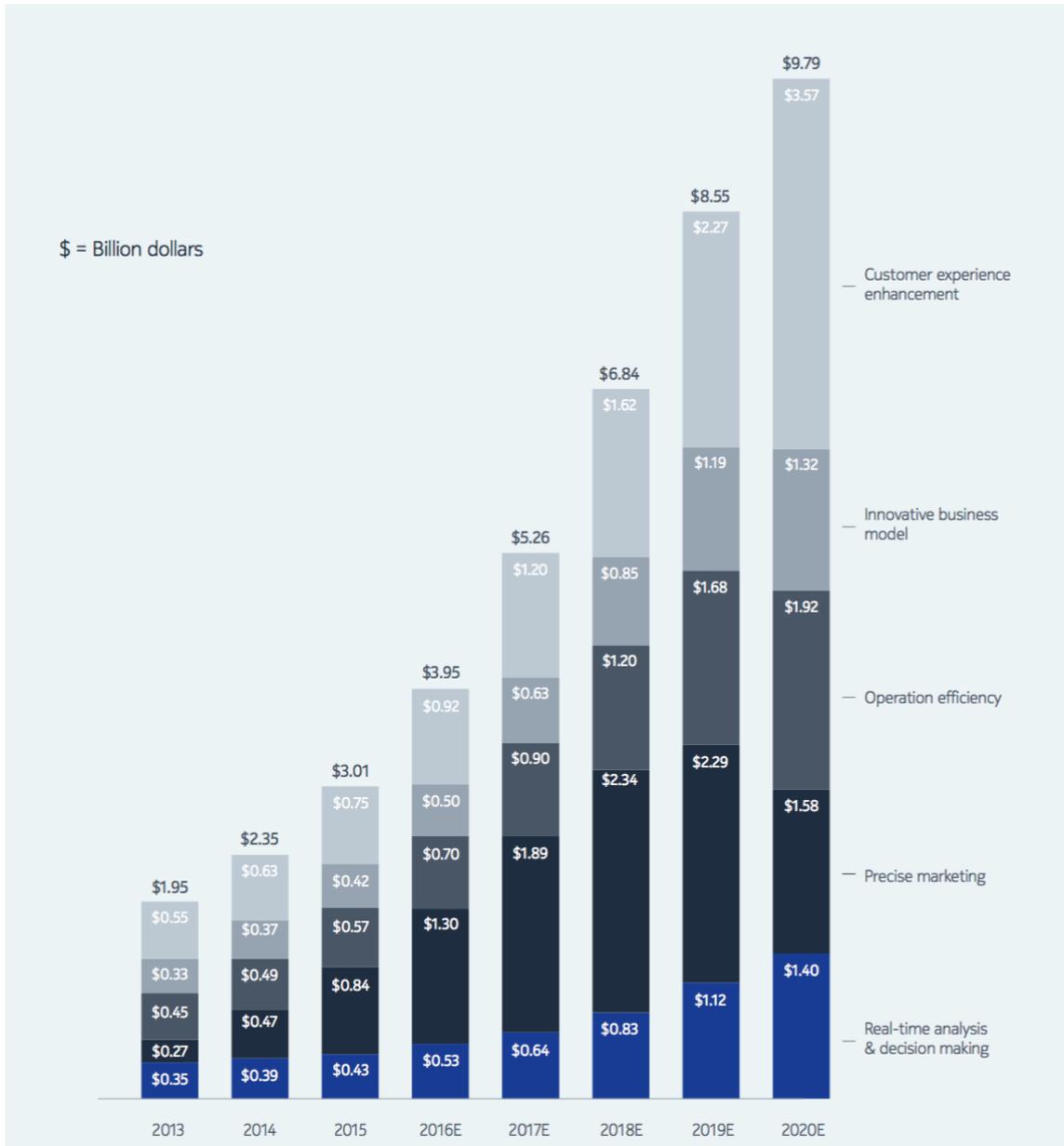
Kwon, Park y Ryu (2017) presentaron un proyecto relacionado al estudio sobre Big Data de un auto conectado basado en IoT en el que manifiestan que el concepto fundamental de un auto conectado es la conectividad, que puede ser de vehículo a vehículo (V2V), de vehículo a infraestructura (V2I) y de vehículo a cualquier objeto (V2X). Este proyecto se centró en las comunicaciones V2V y V2I y estuvieron alineadas al estándar del sistema OBD-II y redes 4G, asimismo se desarrollaron módulos de software para realizar un análisis de Big Data y proveer información de los hábitos de manejo a los usuarios.

Nkenyereye y Jang (Addressing Big Data Solution enabled Connected Vehicle Services using Hadoop, 2015) propusieron una solución de Big Data basada en Hadoop para el procesamiento de datos obtenidos mediante el sistema OBD-II, estos datos como revoluciones por minuto, velocidad, ubicación del GPS, etc. permiten brindar información de manejo seguro, detección de colisión u otros servicios basados en localización. Del mismo modo esta información puede ser enviada vía servicios web o aplicación móvil en Android a los conductores, fabricantes operadores de carreteras, concesionarias automotrices, policía, servicios de emergencia, etc. Concluyeron de su investigación que los gobiernos y fabricantes de automóviles del mundo están buscando de manera activa tecnologías innovadoras para la conectividad vehículo a vehículo (V2V), vehículo a infraestructura (V2I) y vehículo a cualquier objeto (V2X) y la tecnología fundamental para cumplir con dicha conectividad es Internet de las Cosas, asimismo elaboraron con éxito módulos reales basados en OBD y 4G LTE para obtener y transmitir información del vehículo, cabe destacar que la dificultad que encontraron fue con la base de datos relacional SQL que entraba en conflicto con características NoSQL.

Swiss Re y Here (The Future of motor insurance, 2016) realizaron un análisis del futuro de los seguros vehiculares y manifiestan que a pesar de los avances recientes y las señales de una mayor adopción de las políticas de seguros basados en la telemática, y

la conectividad de los vehículos mediante IoT, el sector de seguros sigue siendo incierta. Según una encuesta de KPMG (Automobile insurance in the era of autonomous vehicles, 2015) la mayoría de aseguradoras automotrices personales y comerciales no anticipan un cambio significativo en el mercado por al menos otra década. Sin embargo las aseguradoras deben de tomar decisiones estratégicas de cómo prosperar en una era basado en los datos y más aún en datos que pueden ser obtenidos de un vehículo y que pueden ser explotados por Big Data y Analítica, considerando el crecimiento que esta tecnología tendrá a futuro según se puede ver en la siguiente imagen tomada de la industria de telecomunicaciones.

**Figura 2.10: Crecimiento de Big Data tomada de la industria de telecomunicaciones**

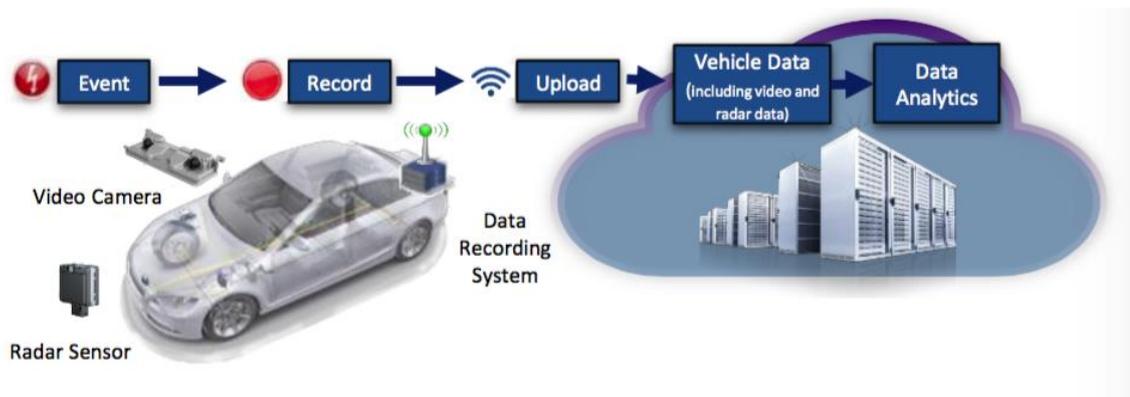


Fuente: Heavy Reading (2013)

Move UK es un proyecto del gobierno de Reino Unido, diseñado para acelerar el desarrollo, la preparación del mercado y la implementación de sistemas automatizados de conducción (ADS) a través de la validación de autos conectados y el análisis de Big Data. El proyecto comenzó en agosto de 2016 y concluirá en julio 2019. Tiene una inversión de 5.5 millones de libras esterlinas. El proyecto implica la prueba de un nuevo método más eficiente de validación de ADS utilizando una pequeña flota de vehículos

Land Rover conducidos en condiciones reales en las carreteras de Greenwich, Londres. Los autos cuentan con sistemas avanzados de asistencia al conductor y el método de validación se centra en el registro inteligente de eventos específicos que son de importancia para el desarrollo y validación de futuros sistemas ADS (Centre for Connected & Autonomous Vehicles, UK, 2018).

*Figura 2.11: Move\_UK*



Fuente: Centre for Connected & Autonomous Vehicles, UK. (2018).

### 2.3.10 Vehículos conectados

Según Mercedes-Benz Technology en su Análisis de Tendencias: Autos conectados (2015) indica que el criterio más importante para catalogar a un automóvil conectado inteligente es la conectividad, ya sea provista por la unidad transmisora receptora del vehículo o por un sistema de terceros como un teléfono inteligente.

Las comunicaciones que se pueden establecer son las siguientes:

- Comunicación Vehículo a Vehículo (V2V), la idea principal es que los autos compartan información como posición del vehículo, tamaño, movimiento, etc. con el objetivo de mejorar la seguridad y evitar colisiones (U.S. Department of Transportation. Vehicle-to-Vehicle Communications, 2014).
- Comunicación Vehículo a Infraestructura (V2I), permite enviar datos del vehículo con los diferentes componentes que forman parte de un sistema de autopistas como cámaras de reconocimiento de matrículas, semáforos, parquímetros, etc. La comunicación V2I está centrado principalmente en el

Sistema de Transporte Inteligente (ITS). (U.S. Department of Transportation. History of Intelligent Transportation Systems, 2016).

- Comunicación Vehículo a Cualquier objeto (V2X), es comunicar un vehículo con otras entidades como peatones, dispositivos móviles, teléfonos inteligentes, etc. debido a que V2X cubre un amplio rango de posibilidades de conexión de un auto inteligente la limitación estaría en la conectividad de corto alcance por lo que se están explorando nuevas tecnologías de comunicación, siendo una de ellas la comunicación 5G. (Le, Hossain, Islam, Kim, Choi, Jang, 2016).

Una de las funciones más conocidas con respecto a esta tendencia es la función de piloto automático de Tesla, que se compone de auto exploración, auto estacionamiento, visualización de asistencia al conductor, etc. (Tesla. Model S Software Release Notes v7.1. 2016). Existen diferentes tecnologías que van mejorando cada año (bluetooth, OBD, redes de telefonía móvil, cloud computing, etc.) así como tecnologías emergentes (IoT, inteligencia artificial, Big Data, machine learning, etc.) las cuales son fundamentales para los autos conectados inteligentes. Según el reporte de Strategy& Connected Car Report (2016) los autos conectados evolucionarán hasta los autos autónomos, los cuales incluirán una amplia gama de tecnologías y servicios que se detallan a continuación:

- Servicios de movilidad inteligente, requeridos por los clientes:
  - Viajes: hoteles, vuelos, etc.
  - Servicios de taxi con autos autónomos
  - Viaje compartido
  - Auto compartido
  - Renta de autos
- Servicios de autos conectados o autos autónomos, entregados por los fabricantes de autos:
  - Vehículos administrados
  - Seguridad

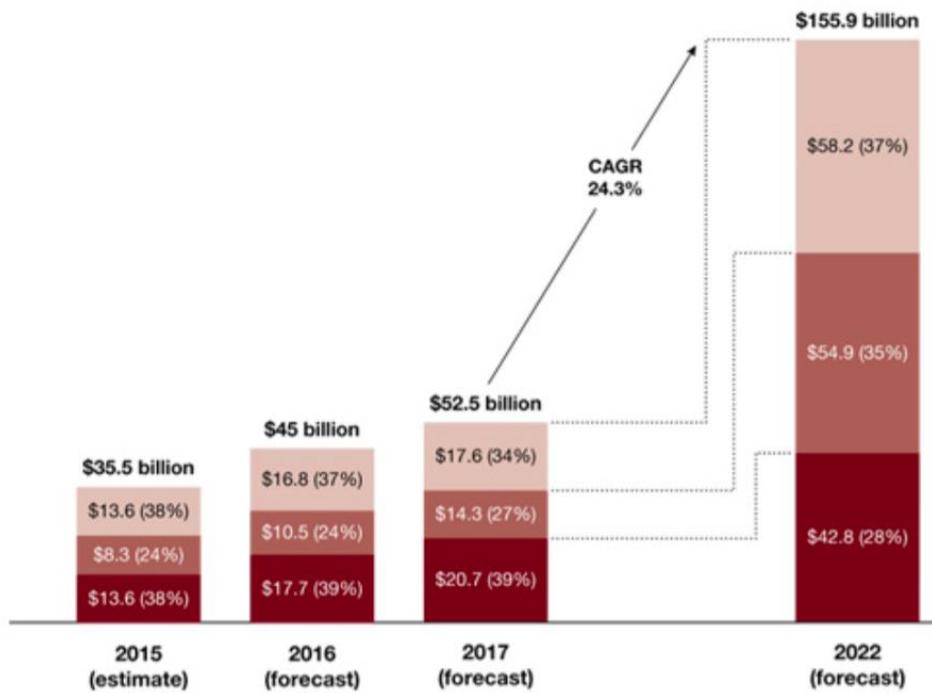
- Servicios entregados por los concesionarios de autos:
  - Sistemas avanzados de asistencia al conductor
  - Interfaces Hombre – Máquina
  - Infotainment
  - Conectividad, servicios basados en nube.

Según el estudio realizado por la Confederación de la Industria Hindú (India's Readiness for Industry 4.0, 2017.), el costo total de propiedad de un auto conectado puede permanecer estable para los consumidores, el aumento dramático en la conectividad de los vehículos puede aumentar el valor del mercado mundial de componentes y servicios de conectividad de 30 mil millones de euros en 2017 hasta 170 mil millones de euros en 2020. Para 2030 se espera que haya más de 400 millones de automóviles conectados a nivel mundial frente a los 23 millones reportados el 2013. Con este panorama cambiante casi el 25% de compradores de Brasil, China, Alemania y Estados Unidos ya priorizan la conectividad sobre características tales como la potencia del motor y la eficiencia del combustible.

Según el reporte de Strategy (Vehículos Conectados, 2016) en los próximos años, los fabricantes de vehículos y las concesionarias probablemente venderán sus vehículos tratando de captar el valor agregado que brindan los vehículos conectados a través de una oferta de servicios como seguridad (asistencia al conductor, gestión de carriles, etc.), conducción autónoma (control de velocidad adaptativo y estacionamiento automático) y servicios de automóviles (gestión de vehículos orientados a consumidores finales y comerciales). El contenido de cada servicio cambiará con el tiempo, la seguridad se ofrecerá como parte integral de un automóvil nuevo y se incluirá en el precio, la conducción autónoma incluirá nuevas características como la elección predictiva del perfil de conducción, comunicación vehículo a vehículos diseñados para predecir condiciones peligrosas y comunicaciones activas con la infraestructura circundante como semáforos. Los servicios conectados incluirán personalización de conductor y pasajeros a través de servicios en nube, voz, gestos y control de movimiento, realidad aumentada, bio-retroalimentación, integración con wearables y el hogar así como capacidad para establecer los controles climáticos internos del vehículo antes de que ingrese el conductor. Este estudio muestra que el mercado mundial del

automóvil tiene el potencial de generar un valor considerable mediante la venta de estos servicios usando vehículos conectados de \$ 52.5 mil millones el 2017 a \$ 155.9 mil millones el 2022 con una tasa de crecimiento anual de 24.3%, como se puede observar en el gráfico siguiente:

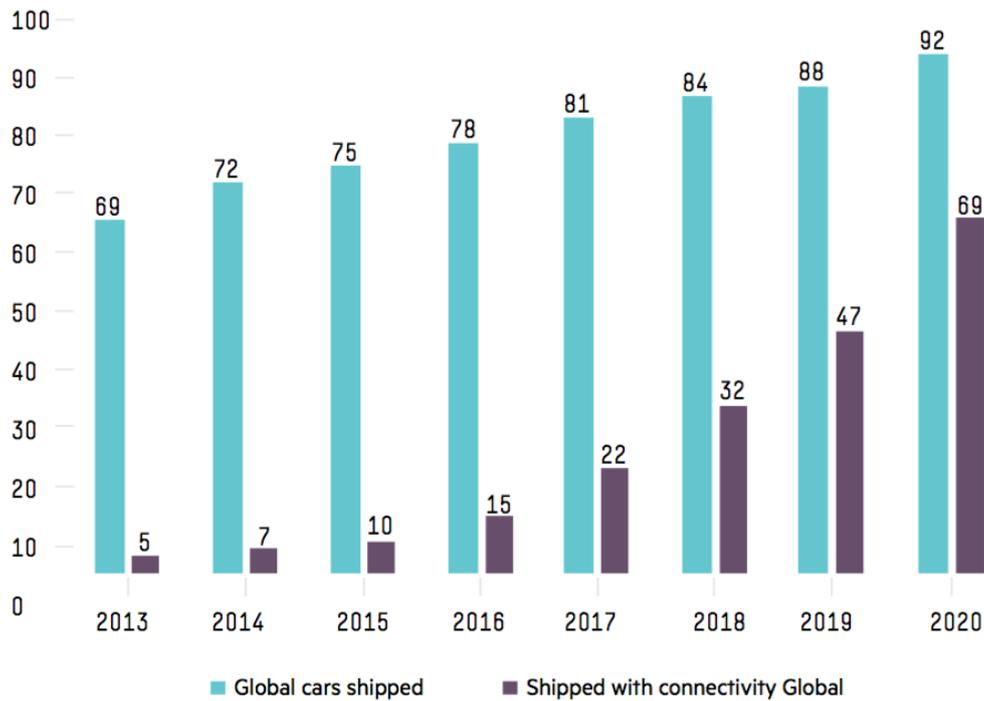
**Figura 2.12: Ingresos estimados por servicios en base a autos conectados**



Fuente: Strategy& Analysis – Connected Car Report (2016)

Aunque los vehículos conectados representan una pequeña proporción de los autos vendidos por año, se proyecta un crecimiento del triple al 2020, según se puede observar en el siguiente gráfico:

**Figura 2.13: Crecimiento de vehículos conectados a nivel global**



Fuente: Hewlett Packard Enterprise – The IoT and connected cars (2016)

Gartner (2014) predice que para el 2020 el 70% de todas las interacciones de los clientes referentes a su vehículo será de manera digital, estas interacciones tales como requerir servicios en tiempo real desde el vehículo (por ejemplo reservar una cita de mantenimiento), llevará a nuevos negocios digitales para los existentes y nuevos servicios que se generen.

### **2.3.10.1 Vehículo conectado para Mahindra Reva**

Mahindra Reva es pionero en la tecnología de vehículos eléctricos, mediante la ayuda de Vodafone fue capaz de dar vida al automóvil conectado, ayudando a crear una experiencia de cliente que los competidores no pueden igualar fácilmente.

**Problema de negocio:** Mahindra Reva con sede en Bangalore es uno de los fabricantes eléctricos más experimentados del mundo, se le ocurrió el concepto de una nueva generación de auto conectados que permite a los propietarios y talleres de servicio

acceder de manera remota a funciones del vehículo, por lo que necesitaba una manera confiable de brindar conectividad de datos a los vehículos comercializados.

**Solución propuesta:** Vodafone proporcionó conectividad segura y administrada entre los automóviles a través de su red IoT.

**Beneficios:** Aumento de la satisfacción de los clientes ya que pueden acceder a diversas funciones de su vehículo de manera remota mediante una aplicación móvil o una página web. Los propietarios pueden verificar el estado de la batería del automóvil, controlar el aire acondicionado, bloquear o desbloquear puertas, encontrar la estación de carga más cercana, recibir alertas cuando una puerta se deja desbloqueada, no se aplica el freno de estacionamiento o falla un punto de la estación de carga. Los talleres de Mahindra Reva usan la plataforma de IoT para monitorear el estado de un vehículo y advertir de forma proactiva a los conductores cuando es probable que surjan problemas. En conclusión la empresa está un paso delante de su competencia y la presencia global de Vodafone brindará soporte para los planes de expansión global. (The Institution of Engineering and Technology, IoT Case Studies from India, 2017).

### **2.3.11 Vehículos Autónomos**

La toma de decisiones en tiempo real se automatiza a un ritmo cada vez mayor, y la industria automotriz no es una excepción por lo que la conducción autónoma es el siguiente paso obvio. Los vehículos autónomos son aquellos en los que el funcionamiento del vehículo se produce sin la intervención directa del conductor para controlar la aceleración, dirección y frenado, mediante el uso de tecnologías como radar, GPS, odometría y visión artificial. Se espera que el mercado de vehículos autónomos alcance los 42 billones de dólares en 2025 (Confederation of Indian Industry, India's Readiness for Industry 4.0, 2017).

El impacto de los vehículos autónomos y conectados podría reducir drásticamente las muertes en la carretera ya que el 90% de los accidentes se producen por un error humano. También podrían proporcionar nuevos servicios de transporte como gestión del tráfico, advertencias relacionadas con la seguridad, nuevas posibilidades para

personas mayores o con discapacidad. Asimismo podría dar lugar a nuevos modelos comerciales como movilidad compartida que podría llevar a una disminución de los vehículos en las carreteras. Del mismo modo traen nuevos desafíos para las entidades reguladoras con respecto a la seguridad vial, ley de transporte, acceso a los datos, protección de datos personales, etc. Los fabricantes de automóviles están en una carrera mundial hacia la creación de vehículos conectados y autónomos, lo cual hace que reorganicen sus cadenas de valor, según algunos estudios del 30% al 40% del valor pasará a través de plataformas digitales en el futuro cercano (European Commission, 2016).

A continuación se describen algunas experiencias respecto a vehículos autónomos.

#### **2.3.11.1 Proyecto GATEway – One line: Driving the Automated Vehicle Revolution in the UK**

Es un programa de investigación líder en el mundo que ha demostrado el uso de vehículos autónomos para la movilidad de la “última milla”, conectando centros de transporte existentes con áreas residenciales y centros comerciales, utilizando un sistema de transporte de cero emisiones y bajo nivel de ruido. Con un enfoque en las personas, este proyecto ha sido innovador en la forma que invitó a las personas a experimentar con los prototipos en un entorno real, los ensayos que se hicieron incluían estacionamiento automatizado, entregas de comestibles y servicio de transporte realizado en Greenwich, Londres. La prueba final se completó en marzo 2018 y los informes y resultados estarán disponibles en la primavera de 2018. Este proyecto cuenta con una inversión de 5.3 millones de libras esterlinas (Centre for Connected & Autonomous Vehicles, UK. 2018).

#### **2.3.11.2 UK Autodrive - Milton Keynes leading the way in partnership with Coventry and the motor industry**

Es el mayor de tres consorcios que están probando sistemas autónomos de vehículos como parte del plan de transformación impulsada por el gobierno de Reino Unido. El proyecto es financiado por el gobierno y la industria con una inversión de

19.4 millones de libras esterlinas. Las pruebas serán en vías públicas urbanas en las ciudades anfitrionas de Milton Keynes y Coventry en la primavera de 2018. UK Autodrive también investigará otros aspectos importantes de la conducción automática como seguridad y ciberseguridad (Centre for Connected & Autonomous Vehicles, UK, 2018).

Los vehículos conectados y autónomos ayudarán a incrementar la seguridad de las personas y el ahorro económico. Las estadísticas, en Estados Unidos, respecto a los accidentes automovilísticos son devastadoras, cada año más de 30,000 fallecen por accidentes prevenibles siendo el error humano la razón principal en un 90% (CDC, 2016). Un estudio de la Unión Europea descubrió que la conducción distraída y somnolienta era responsable del 13% de las muertes por tráfico en 2014 (FANCI, 2016). Estos accidentes tienen un enorme impacto emocional y físico en los conductores y sus familiares, con un costo aproximado de \$190 mil millones cada año en gastos de atención médica (Science Alert, 2015). Se espera que los vehículos conectados y autónomos reduzcan drásticamente los accidentes, si solo el 10% de los vehículos fuera autónomo, se podría salvar la vida a 1,100 personas, ahorrando casi \$38 mil millones por año (Morgan Stanley, 2014).

## **2.4. Desafíos en el Desarrollo de IoT**

### **2.4.1 Cadenas de suministro y ecosistemas fragmentados**

Los cuales dificultarán que los desarrolladores y los clientes de IoT encuentren socios y distribuidores adecuados para obtener componentes, herramientas y servicios de soporte adecuado (Lucero, IHS Technology, 2016). Por ejemplo, un concesionario automotriz que desee implementar un sistema IoT deberá de conseguir nuevos proveedores que suministren lo necesario para la instalación, monitoreo y soporte.

Muchas organizaciones tradicionales carecen de la experiencia necesaria para integrar IoT como parte de sus procesos para ofrecer productos o servicios (Lucero, IHS Technology, 2016).

Según Inmarsat Research Programme (The Future of IoT in Enterprise, 2017) para una empresa, dominar toda la cadena de valor de IoT es una tarea difícil; las implementaciones normalmente dependerán de la experiencia, las capacidades técnicas y el respaldo de todo un ecosistema de socios para tener éxito. Sin embargo como la

competencia en el mercado laboral para contratar a personas con conocimientos de IoT, seguridad de datos y habilidades de análisis de datos está en auge, será cada vez más difícil acceder al personal correcto para garantizar el éxito del proyecto de IoT.

#### **2.4.2 Entornos regulatorios inciertos**

Los cuales aumentan la incertidumbre y elevan el riesgo de los proyectos de IoT., de acuerdo al artículo escrito por Lanctot (2011), el mandato Contrant 245, que exige a los fabricantes que agreguen un módulo GPRS a los vehículos producidos o importados en Brasil para permitir el rastreo e inmovilización del vehículo con la intención de reducir el robo del vehículo y mejorar las tasas de recuperación de vehículos robados, fue postergado nuevamente luego de reiteradas ocasiones desde el 2007.

Según el documento titulado “eCall and open issues” del Comité EENA (European Emergency Number Association) de marzo del 2018 indica que eCall es un sistema de llamada de emergencia instalado en un vehículo y que es capaz de conectarse con un punto de atención de llamadas de emergencia más apropiado en caso de detección automática de un potencial accidente, haciendo uso de sistemas IoT. Se tenía pensado implementarlo el 2009, sin embargo hubo retrasos hasta que finalmente se aprobó en abril del 2018. Se proyecta que este sistema tiene el potencial de salvar 2,500 vidas al año, reducir la gravedad de secuelas a los heridos en 15% y ahorrar 26 billones de euros al año.

Según International Telecommunication Union de Suiza y Cisco en el reporte llamado Harnessing the Internet of Things for Global Development (2016) mencionan que las leyes y reglamentaciones sobre datos deberán reconsiderarse cuidadosamente en vista de IoT, en términos de cómo se obtienen y se pueden usar los datos, límites de acceso por terceras partes,. La información recopilada desde los sistemas de sensores puede o no ser de acceso libre en internet y los datos transmitidos pueden o no cruzar el internet público.

### **2.4.3 Diversidad de estándares y tecnologías**

Uno de los desafíos es la interoperabilidad ya que no es garantizada sólo porque dos dispositivos usen el mismo estándar o tecnología. Para garantizar la interoperabilidad, dos dispositivos de diferentes fabricantes deben someterse a pruebas de interoperabilidad y certificarse para trabajar en conjunto (Lucero, IHS Technology, 2016).

Según el estudio de Capgemini Consulting (Monetizing the Internet of Things, 2014), la falta de estándares limita el potencial de ingresos de IoT, ya que IoT brinda mayor valor cuando está conectada a una red de servicios. Por ejemplo una solución de hogar inteligente puede ofrecer un valor significativo solo cuando integra los sistemas eléctricos, de seguridad y vigilancia. Sin embargo este estudio muestra que solo el 13% de las organizaciones ofrecen soluciones de IoT que se integran con productos y servicios de terceros. Esto impide a que las empresas aprovechen un ecosistema más amplio de productos y servicios, limitando las oportunidades de mejora, a menos que se acuerden estándares entre industrias, proveedores y productos.

Existen en el mercado diversas soluciones IoT para obtener datos de los vehículos, sin embargo por falta de estándares son sistemas cerrados y no es posible adaptarlo a las aplicaciones empresariales para que puedan ser explotadas al máximo por las concesionarias automotrices.

### **2.4.4 Cambios en los procesos empresariales e incluso en el negocio mismo**

Lo cual genera incertidumbre y riesgo para las organizaciones tradicionales que implementan iniciativas de IoT, siendo muchas veces un cambio dramático adoptar los procesos necesarios para asegurar el éxito de nuevos modelos de servicio (Lucero, IHS Technology, 2016).

### **2.4.5 Dificultad para determinar el retorno de inversión (ROI)**

Debido a lo mencionado anteriormente existe una complejidad subyacente por lo que determinar el ROI de un proyecto de IoT es un verdadero desafío.

### **2.4.6 Privacidad**

Si bien la información de diagnóstico ha sido recopilada durante mucho tiempo por los talleres automotrices mediante la conexión de los escáneres al sistema OBD del

automóvil, la conectividad permite obtener los datos de manera remota y a la vez recopilar datos de nuevas fuentes de información. Parte de esta información será obtenida de nuevas tecnologías y sensores así como de los autos conectados que permitirán recolectar datos sobre el entorno y el comportamiento del conductor. Pero las comunicaciones entre los vehículos y la infraestructura vial circundante probablemente aumentarán en el futuro (Future of Privacy Forum, 2014).

La información que puede obtenerse de los vehículos conectados es:

- **Información de Geolocalización**, si bien los servicios basados en la ubicación del automóvil han existido durante mucho tiempo a través de la tecnología GPS, los autos conectados prometen expandir estas tecnologías e incluir más servicios basados en la ubicación a través de tecnologías telemáticas integradas en el propio auto. Actualmente, una combinación de GPS y sensores a bordo permite estar al tanto de la ubicación y posición física del vehículo (Glinton, 2014).
- **Información Biométrica**, obtenidos a través de sensores internos que obtienen las características físicas o rasgos del conductor para habilitar nuevas características en el vehículo del futuro, como proporcionar controles de acceso o identificación del conductor. La recolección biométrica en automóviles implica recolectar datos físicos como reconocimiento facial, signos vitales o muestras de voz. Por ejemplo, el reconocimiento de voz puede utilizarse para proporcionar una experiencia de manos libres para usar las aplicaciones del auto conectado (Nuance y ZTE, 2014). La información obtenida de la biometría podría servir como herramienta antirrobo. En el futuro los automóviles podrían usar cámaras y sensores internos para identificar automáticamente a los conductores, cambiando la configuración del auto para adaptarse a diferentes estilos de conducción o perfiles del conductor como por ejemplo para ancianos o adolescentes (Thakkar, 2015). Los fabricantes de automóviles se dedican a la investigación de datos biométricos que pueden ser obtenidos para proporcionar monitoreo de salud en tiempo real. Por ejemplo, los sensores conductivos en el volante pueden monitorear el pulso y la temperatura del conductor; los sensores

en el cinturón de seguridad pueden monitorear los patrones de respiración. Este tipo de recolección biométrica proporcionará grandes beneficios de seguridad para conductores con problemas de salud (Perlman, 2012).

- **Información externa**, los sensores a bordo del vehículo pueden ser usados para recopilar información sobre el entorno, detectando las señales del carril u obstáculos. Las cámaras y sensores pueden ser colocadas en varias posiciones para obtener una cobertura electrónica de 360 grados del entorno del automóvil. Por ejemplo, los sistemas de detección de puntos ciegos usan sensores ultrasónicos o de radar en el costado o la parte posterior del auto para monitorear el tráfico (Howard, 2013).
- **Información de comportamiento**, las diferentes tecnologías en el automóvil pueden recopilar información sobre la atención del conductor, la velocidad, hábitos de frenado y combinarlos con otros datos de diagnóstico para proporcionar nuevas características de seguridad. Por ejemplo, la característica “Asistencia de atención” del fabricante Mercedes Benz reúne más de setenta parámetros diferentes para detectar signos de somnolencia del conductor (Mercedes Benz, Safety, 2016).
- **Información de suscriptor y registro**, muchos nuevos servicios requerirán la activación del usuario para crear las respectivas cuentas, por lo que será necesario recopilar información personal, dirección e información de facturación. Parte de esta información puede no haber sido recopilada previamente por los fabricantes. Como resultado, la recopilación de información del suscriptor puede implicar un nuevo conjunto de datos (Future of Privacy Forum, 2014).

La forma en que los datos se usan, comparten, almacenan y protegen será esencial para la amplia aceptación de los automóviles conectados y la información que recopilan. Del mismo modo, entender las razones por las cuales se recolectan y considerar las

conveniencias de seguridad, medioambiental, de información y mejora de la calidad de vida será esencial para futuras discusiones políticas (Future of Privacy Forum, 2014).

El Ministerio Federal de Asuntos Económicos y Energía de Alemania lanzó un programa tecnológico denominado “Servicios inteligentes en el mundo, servicios empresariales basados en internet” (2017) mediante el cual busca financiar 20 proyectos que usan IoT, uno de ellos es Car-Bits que nace por las muchas preguntas relacionadas con la transferencia y el uso de grandes cantidades de datos generados durante la operación del automóvil y sus sensores. Este proyecto busca desarrollar una plataforma de servicios que permitirá que los datos del automóvil se utilicen para nuevos servicios de una manera que cumpla con las políticas de privacidad de datos. Los datos estarán protegidos contra el uso indebido y los conductores tendrán el control sobre sus datos y la forma en que pueden ser usados.

#### **2.4.6.1 Leyes de Protección de Datos en Europa**

La Unión Europea tiene una ley unificada de protección de datos llamada Directiva de Protección de Datos, que regula el procesamiento de datos personales dentro de la Unión Europea y es un componente importante de la ley de privacidad y derechos humanos de la Unión Europea. Sin embargo, reconociendo la necesidad de modificar esta ley para abordar la globalización y los desarrollos tecnológicos, la Unión Europea preparó un Reglamento Europeo General de Protección de Datos que entrará en vigencia a mediados de 2018 (Official Journal of the European Communities, 2016)

#### **2.4.6.2 Australia**

El 13 de febrero de 2017, el senado australiano aprobó la Enmienda de Privacidad (violación de datos notificables) para ser promulgado como ley desde el 22 de febrero de 2018. La Ley exige la obligación de notificación de violaciones de datos (Kneller, 2017). La nueva ley complementará las leyes de privacidad vigentes en Australia que se establecen en la Ley de Privacidad de 1988 (Ley de Privacidad). La Ley de Privacidad enumera varios principios, trece de los cuales se aplican a las organizaciones y proporciona directrices obligatorias sobre cómo esas organizaciones recopilan, almacenan, administran y divulgan información personal en Australia (McLelland y Fedeles, 2017).

### **2.4.6.3 Estados Unidos de América**

Varios estados han implementado por un tiempo leyes de notificación de violación de datos, sobre la cual muchos estados han basado sus propias leyes, tiene legislación en vigor desde 2003. Actualmente 48 estados de EE. UU., Columbia, Guam, Puerto Rico y las Islas Vírgenes han promulgado leyes que requieren que las agencias privadas o gubernamentales notifiquen infracciones de seguridad de la información que involucra información personal (DLA Piper, 2017). Sin embargo, los Estados Unidos no tienen ninguna legislación centralizada y formal a nivel federal con respecto a este tema, sino que existen numerosas leyes que abordan cuestiones de privacidad particulares en un contexto específico como la Ley de Privacidad, la Ley de Puerto Seguro y la Ley de Portabilidad y Responsabilidad del Seguro Médico. Aunque existen regulaciones parciales, no existe una ley que lo abarque todo y que regule la adquisición, el almacenamiento o el uso de datos personales en los EE. UU (HG Legal Resources, 2017).

### **2.4.7 Seguridad**

Debido al Internet de las Cosas el volumen de dispositivos conectados se expandirá por lo que se necesitará establecer comunicaciones máquina a máquina, las cuales estarán fuera de nuestro control directo. Asimismo la superficie de ataque se ampliará, lo cual permitirá la creación de nuevos métodos de ataque explotados por los hackers y ciber-delincuentes, lo que generará problemas serios de seguridad y privacidad (O'Neill, 2016).

Según Chapman (2014), se demostró que es posible obtener el nombre de usuario y password de la red Wi-Fi a través de una bombilla IoT conectada a la red Wireless del hogar, del mismo modo Greenberg (2015) en su artículo “Hackers remotely kill a Jeep on the highway – with me in it” hace una demostración en vivo de como tomar el control de los frenos y la dirección del vehículo de manera remota mediante el sistema de entretenimiento conectado a internet.

La encriptación forma la base sobre la cual ciberseguridad de IoT es implementada, buscando garantizar la autenticación que asegura que el dispositivo es quien dice ser, la disponibilidad que asegura el acceso a la información y servicios provistos por el dispositivo, la confidencialidad que asegura la privacidad de la data en descanso o en

movimiento y la integridad que asegura que el dispositivo funcione y se comunique de manera confiable (Lucero, IHS Technology, 2016).

O'Neill (2016) menciona que estos problemas se agravan por el hecho de que los dispositivos IoT son a menudo de bajo consumo y costo que están restringidos de capacidad de memoria y cómputo. Esto deriva en que no son capaces de procesar sistemas de encriptación de llaves públicas ya que requieren procesamiento computacional intensivo.

Frente a esto la pregunta es ¿Cómo podemos afrontar estos desafíos de seguridad?

Mediante la implementación de mecanismos criptográficos basados en software en el dispositivo remoto, adicionalmente se puede implementar criptografía en el hardware en un coprocesador de seguridad independiente (Lucero, IHS Technology, 2016).

Adicionalmente existen tecnologías y soluciones de seguridad que están siendo desarrolladas, una de ellas en base a la computación cuántica que podrá ser capaz de procesar grandes cantidades de información, entre ellas algoritmos de encriptación más elaborados. El 2017 el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST por sus siglas en inglés) anunció que ha iniciado el proceso para solicitar, evaluar y estandarizar uno o más algoritmos criptográficos de llave pública resistente a computación cuántica.

Otro enfoque sería autenticar el dispositivo mediante la utilización de una Función Física no Copiable o PUF por sus siglas en inglés (Physical Unclonable Function), que es una huella digital que sirve como identificación para un dispositivo semiconductor aprovechando las variaciones físicas que ocurren durante el proceso de creación y que hace que sea posible diferenciar dos semiconductores idénticos. Actualmente PUF es implementado en circuitos integrados y son usados en aplicaciones con altos requerimientos de seguridad (Böhm & Hofer, 2013).

Según la encuesta de Hewlett Packard Enterprise “The Internet of Things: Today and Tomorrow” (2016) realizada a 3,100 profesionales de 20 países y de diferentes líneas de negocio, el 84% había experimentado una brecha de seguridad relacionada a IoT.

#### **2.4.7.1 Prueba de seguridad de un dispositivo conectado a un sistema OBD-II**

Marstop y Linström (2017) presentaron un documento de investigación donde realizaron pruebas de seguridad a un dispositivo conectado al sistema OBD-II para extraer datos del vehículo. La base para su estudio fue que encontraron que el IoT es una red de rápido crecimiento, a la medida que la sociedad empieza a confiar en los dispositivos IoT con tareas cada vez más complejas, los problemas relacionados a estos dispositivos serán de alta prioridad. Para el análisis, seleccionaron el dispositivo IoT Telia Sense, fabricado por ZTE, que es un adaptador que se conecta al sistema OBD-II y a una aplicación en el teléfono inteligente.

El test de seguridad fue realizado desde la perspectiva de una caja negra, es decir que se proporciona muy poca información previa sobre la arquitectura del sistema y qué medidas de seguridad se implementaron. El análisis de amenazas se basó en el modelo STRIDE que es un acrónimo de Spoofing of identity (falsificación de identidad), Tampering of data (manipulación de datos), Repudiation (repudio), Information disclosure (divulgación de información), Denial of service (denegación de servicio) y Elevation of privileges (elevación de privilegios).

Los resultados de este análisis establecieron que el sistema Telia Sense está bien asegurado debido a la funcionalidad y comunicación limitada del dispositivo. La aplicación móvil está bien separada del dispositivo Telia. Cuando las comunicaciones se limitan a un canal y las funciones que se manejan son pocas, los atacantes están bastante limitados a encontrar vulnerabilidades. Además la comunicación de la aplicación móvil está conectada a internet a través de una red 4G encriptada que hace difícil comprometer este canal de comunicación.

### **2.5. Arquitectura de IoT**

Ramamurthy y Jain (2017) definen la arquitectura de IoT con los siguientes componentes:

#### **2.5.1 Dispositivos de borde**

Formado por una amplia variedad de sensores, actuadores, dispositivos de códigos de barras, dispositivos de mano y cualquier otro que captura datos sobre los activos, estos dispositivos generan datos en tiempo real. Dependiendo del activo que se

monitorea y los sensores implementados para tomar medidas de este activo, la cantidad de datos generados puede ser muy grande, por lo que estos datos obtenidos sin formato se procesan y se agregan a un dispositivo gateway (como un registrador de datos) y luego se envía a la plataforma de IoT.

### **2.5.2 Gateway de IoT**

También conocido como hub, es requerido cuando los dispositivos embebidos no tienen conectividad IP nativa. Tiene dos funciones principales: traducir los paquetes de los protocolos de los sistemas embebidos al protocolo de internet TCP/IP y proveer el acceso a internet. Este gateway puede ser fijo dedicado o móvil como un teléfono inteligente. Es el punto de salida para los datos y el punto de entrada de los comandos para accionar los actuadores. Este dispositivo puede realizar tareas de seguridad como administración de identidades de dispositivos, autenticación, cifrado y descifrado de datos.

### **2.5.3 Almacenamiento**

Los datos enviados por los dispositivos de borde o el gateway pueden ser almacenados en una variedad de métodos de almacenamiento de datos. El método elegido está en función principalmente por el volumen de datos y el análisis que se quiere realizar sobre ellos.

### **2.5.4 Analítica**

Una vez almacenados los datos, se realiza una variedad de análisis. Estos módulos pueden estar disponibles en la modalidad software como servicio en la plataforma de nube, los cuales hacen cálculos analíticos en tiempo real sobre los datos transmitidos por los sensores. Machine Learning es otra clase de algoritmo que usa los datos históricos para aprender sobre patrones y luego reconocerlos en los datos nuevos. Existe una variedad de algoritmos de inteligencia artificial que son usados para la predicción y toma de decisiones.

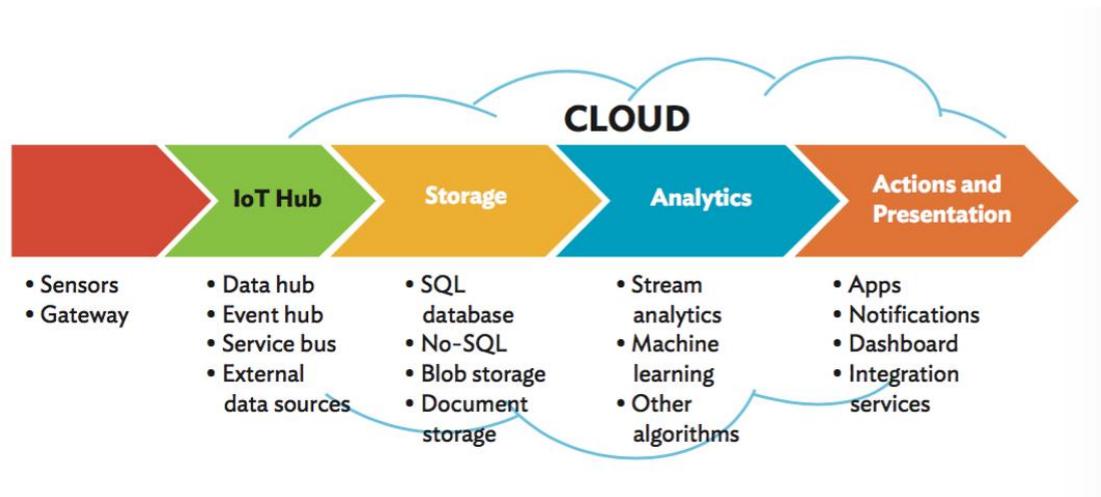
### **2.5.5 Acciones y presentación**

El componente final de la plataforma IoT contiene una variedad de aplicaciones, dashboards, integración con aplicaciones ERP, alertas, notificaciones y decisiones o acciones. Por ejemplo, en una aplicación de mantenimiento preventivo, la acción puede

aparecer como una decisión de programar una cita, en una casa inteligente la acción puede ser cambiar la temperatura del aire acondicionado. La información puede presentarse mediante una aplicación móvil o web con el fin de que los usuarios interactúen con los servicios a través de teléfonos móviles, tabletas o computadoras personales.

Los diferentes componentes a excepción de los dispositivos de borde pueden estar en una plataforma de nube, como se ilustra en el siguiente gráfico:

**Figura 2.14: Componentes de Internet de las Cosas**



Fuente: Microsoft Azure (2017)

Existen otras arquitecturas de IoT propuestas, las cuales pueden ser revisadas en el Anexo 8.

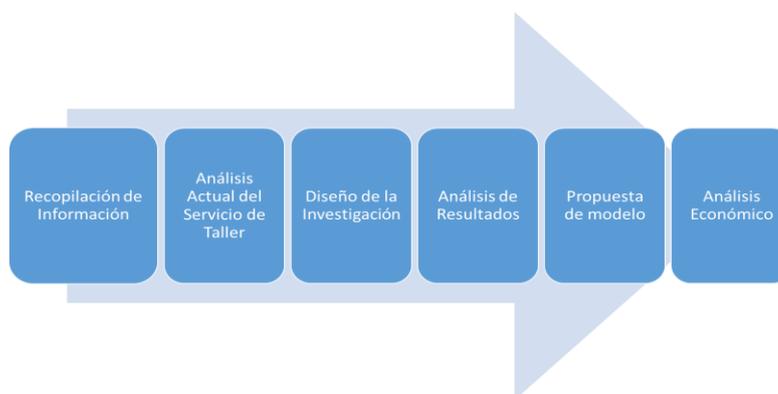
## CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

El presente capítulo describe la metodología de investigación que se realizó para el modelo con el fin de sostener este estudio y la viabilidad del modelo.

### 3.1 Metodología de Investigación

Con el fin de lograr los objetivos planteados se definió que la metodología de investigación del presente trabajo esté basada en 6 fases secuenciales según se menciona en la figura 3.1.

*Figura 3.1: Fases de la metodología*



Fuente: Elaboración propia (2018)

#### 3.1.1 Fases de la Metodología

##### 3.1.1.1 Recopilación de Información

Para esta fase se recurrirá a fuentes secundarias como libros, revistas, bases de datos, información estadística, artículos, proyectos de investigación, estudios de mercado, tesis, etc.

Con la información obtenida se plantea los objetivos y preguntas de investigación, se define el perfil de los clientes, y las principales variables de investigación.

##### 3.1.1.2 Análisis Actual del Servicio de Taller

En esta fase se definirá una empresa como referencia para obtener información y analizar el escenario actual del servicio de taller enfocado principalmente en los procesos de reserva de cita, recepción del vehículo y abastecimiento de repuestos. Esto

nos permitirá entender de mejor manera los desafíos y la forma de trabajar de los concesionarios en la industria automotriz.

#### **3.1.1.3 Diseño de la Investigación**

En esta fase, se realiza dos técnicas de investigación, la primera basada en un análisis cualitativo compuesto por entrevista a expertos y focus group dirigido a potenciales clientes que nos permitirá obtener los primeros hallazgos del modelo.

La segunda técnica es un análisis cuantitativo compuesto por encuestas que tiene el propósito de identificar los principales atributos del diseño de la propuesta de valor; y analizar la percepción de los clientes respecto a la propuesta de nuevos servicios.

#### **3.1.1.4 Análisis de Resultado**

En esta fase se realiza el análisis de resultados de la investigación con el fin de obtener las conclusiones sustentadas, adicionalmente este resultado nos permitirá definir con mayor claridad el plan y diseño del modelo propuesto.

#### **3.1.1.5 Propuesta del Modelo de Solución**

Basado en la información obtenida de las fases previas, se diseñará el modelo de solución que consistirá en la aplicación de las tecnologías IoT y Telemetría en los procesos de servicio de taller. Esta propuesta contemplará la Gestión del Proyecto tomando como base la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyecto (PMBOK por sus siglas en inglés) para luego elaborar el Diseño del Producto mediante los diagramas de contexto, diagramas conceptuales, la arquitectura de la solución y los requerimientos funcionales de las aplicaciones.

#### **3.1.1.6 Análisis Económico**

Para esta última fase, se considera necesario realizar el análisis económico del modelo a través de la elaboración del flujo de caja e indicadores de rentabilidad con el fin de sustentar la viabilidad de ejecución del proyecto.

## 3.2 Diseño de la Investigación

En base a los objetivos de la investigación anteriormente establecidos, se decide emplear la investigación Cualitativa Exploratoria como primer análisis para el recojo de información, y en segundo lugar la investigación cuantitativa descriptiva, con el fin de conseguir la fidelidad de información obtenida.

### 3.2.1 Investigación Cualitativa Exploratoria

La investigación cualitativa se caracteriza por recolectar datos sin ninguna medición numérica con el fin de descubrir o afinar preguntas de investigación durante el proceso de interpretación (Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista, 2006).

El estudio de carácter cualitativo-exploratorio se realizó en base a la técnica de entrevista y focus group. A continuación, se detalla la técnica empleada:

#### 3.2.1.1 Entrevista a Experto

En base al objeto en estudio se identificaron 5 profesionales con experiencia en el sector automotriz, que se listan a continuación en la tabla 3-1

*Tabla 3.1: Lista de Expertos*

Entrevista	Experto	Puesto	Objetivo
N°1	Ricardo Flores	Jefe de producto de División Camiones	Conocer la retroalimentación del entrevistado a nivel técnico y operativo.
N°2	Renzo Guerrero	Jefe de Taller	
	Franz Osco	Jefe de Soporte Técnico.	
N°3	Ricardo Soto	Subgerente de repuestos.	Conocer la retroalimentación del entrevistado a nivel del negocio.
N°4	Alberto Jayo	Jefe de Abastecimiento de repuestos	

Fuente: Elaboración Propia

Para llevar a cabo las entrevistas a expertos, se elaboraron las guías de preguntas que están descritas en el Anexo 9.

### **3.2.1.2 Focus Group**

El focus group es una técnica cualitativa que nos va permitir conocer la percepción y expectativa de los clientes acerca del modelo.

La aplicación de esta técnica se llevó a cabo bajo la guía de pautas establecida en el Anexo 11.

#### **3.2.1.2.1 Población:**

La población son todos los clientes de empresas concesionarias de las principales marcas de vehículos dentro de la Región Metropolitana de Lima.

Las características de la población deben ser hombres y mujeres, con edades entre 25 y 50 años, pertenecientes a distintos grupos socioeconómicos.

#### **3.2.1.2.2 Tamaño de la muestra:**

La muestra de esta técnica se enfoca en 2 focus group, para lo cual se propone la siguiente distribución señalada en la tabla 3-2

***Tabla 3.2: Focus Group***

	Condición N°1	Condición N°2
<b>Focus Group 1</b>	Personas clientes de cualquier concesionaria en lima.	De 35 a 45 años
<b>Focus Group 2</b>	Personas clientes de cualquier concesionaria en lima.	De 25 a 35 años

Fuente: Elaboración Propia

#### **3.2.1.2.3 Método de selección de la muestra:**

El método para seleccionar la muestra se realizó aleatoriamente.

### 3.2.2 Investigación Cuantitativa Descriptiva

El enfoque de la investigación también se desarrolló dentro de los preceptos del enfoque cuantitativo empleando como técnica de investigación encuestas, esto nos permite contrastar los principales hallazgos de la fase cualitativa.

#### 3.2.2.1 Encuestas

El objetivo de las encuestas es tomar una muestra representativa de la población para obtener información cuantificable que nos permita reducir el riesgo en la toma de decisiones adecuadas para el modelo.

Como primer aspecto, analizaremos la experiencia de los clientes de la empresa ABC S.A.C. respecto al servicio de mantenimiento para sus unidades vehiculares y a la vez obtener su opinión frente a nuevos servicios que se desean implementar con respecto al modelo planteado.

##### 3.2.2.1.1 Población:

La población son todos los clientes de empresas concesionarias de las principales marcas de vehículos dentro de la Región Metropolitana de Lima que adquirieron un vehículo durante los últimos 5 años en la empresa ABC S.A.C.

Las características de la población deben ser hombres y mujeres, con edades entre 25 y 50 años, pertenecientes a distintos grupos socioeconómicos.

##### 3.2.2.1.2 Tamaño de la muestra:

La muestra de esta técnica se calculara en base a la N poblacional considerando el nivel de profundidad del estudio.

Se muestra a continuación la siguiente formula estadística:

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

z= nivel de confianza deseado

p= proporción de la población con la característica deseada (éxito)

q= proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)

e = nivel de error dispuesto a cometer

N= tamaño de la población

**Tabla 3.3: Datos de cálculo de tamaño de muestra**

<b>Cálculo de tamaño de muestra</b>	
<b>Tamaño de la población</b>	10 050 (La cantidad de clientes en los últimos 5 años)
<b>Error máximo aceptable</b>	10%
<b>Nivel de confianza</b>	95
<b>Tamaño de la muestra</b>	100

Fuente: Elaboración Propia

#### **3.2.2.1.3 Método de selección de la muestra:**

El método para seleccionar la muestra se realizó aleatoriamente al ser un muestreo probabilístico.

#### **3.2.2.1.4 Diseño de la encuesta:**

Las encuestas se realizarán mediante entrevistas estructuradas con preguntas cerradas y de selección múltiple.

Con el fin de conocer la experiencia de los clientes, la encuesta se enfoca en dos procesos clave que son la reserva de la cita y el servicio de mantenimiento.

El formato de preguntas de la encuesta se encuentra detallado en el Anexo 13

## **CAPITULO IV. ANÁLISIS ESTRATEGICO DE LA EMPRESA**

Es el análisis que realizan las empresas sobre su macro y micro entorno para identificar los factores externos a las que están expuestas y que no pueden ser controlados por ellas mismas, esto conlleva a descubrir las oportunidades y amenazas que influyen en su sector, así también, consiste en realizar un análisis interno considerando al cliente como el centro de toda su operación, permitiendo identificar sus capacidades a través del descubrimiento de sus fortalezas y debilidades. Este análisis debe proporcionar estrategias que contribuyan al logro de los objetivos estratégicos y que permitan desarrollar una ventaja competitiva de manera sostenible y que sea valorada por el cliente.

### **4.1 Empresa**

ABC SAC es una empresa peruana con más de 15 años de experiencia en el mercado automotor. Se dedica a la comercialización de autos, buses y camiones, así como también brinda soporte y servicio post venta. Cuenta con más de 10 sucursales a nivel nacional y con más de 800 trabajadores.

ABC SAC cuenta con la certificación ISO: 9001 y un ERP (Enterprise Resource Planning) que permite gestionar y soportar sus procesos principales de negocio, así como sus procesos administrativos.

#### **4.1.1 Visión**

Liderar en los mercados que competimos y ser reconocidos por la calidad del servicio que prestamos.

#### **4.1.2 Misión**

Satisfacer las necesidades de nuestros clientes a través de la comercialización de autos, buses y camiones, fidelizándolos mediante la calidad de nuestro servicio post-venta.

#### **4.1.3 Objetivos estratégicos**

Los objetivos estratégicos establecidos por la empresa ABC S.A.C para un periodo de 4 años son los siguientes:

- Incrementar la Satisfacción del Cliente.
- Maximizar la rentabilidad.
- Incrementar la participación del mercado.

Las metas establecidas para cada objetivo estratégico son los siguientes:

**Tabla 4.1: Metas anuales por Objetivo estratégico**

Objetivos estratégicos		Meta 2017	Meta 2018	Meta 2019	Meta 2020
Incrementar la Satisfacción de Cliente		7.1	7.5	7.9	>8
Maximizar la rentabilidad		14.3%	14.9%	16.2%	>17%
Incrementar la participación del mercado	Camión	13.2%	14.1%	14.6%	>15%
	Bus	45.5%	49.3%	50.2%	>52%
	Auto	25.2%	28.3%	29.4%	>30%

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Análisis Externo

El análisis externo también conocido como análisis del entorno se realizó a través del estudio del macro entorno y el micro entorno o entorno competitivo. En ambos entornos identificamos acontecimientos, factores y tendencias que no pueden ser controlados pero que puede influir en la situación de las empresas concesionarias automotrices peruanas como ABC SAC, con el objetivo de detectar las oportunidades que podría aprovechar la empresa así como las amenazas que podrían perjudicarla. Para tal efecto, posteriormente como parte del desarrollo del presente capítulo, estableceremos las estrategias para aprovechar las oportunidades y para mitigar los efectos de las amenazas identificadas.

### 4.2.1 Análisis del Macro entorno

#### 4.2.1.1 Político

La inestabilidad política del Perú ocurrida principalmente por la puesta a la luz de los escándalos de corrupción relacionados con la empresa constructora Odebrecht, que motivaron finalmente la vacancia del expresidente peruano Pedro Pablo Kuczynsky, influyó negativamente en las ventas del sector automotor peruano a inicios del 2018; traduciéndose en una caída en el total de unidades vehiculares vendidas con respecto al año 2017 (Asociación Automotriz del Perú AAP, 2018).

Asimismo, el incremento del valor de la tasa del impuesto selectivo al consumo ISC de 10% a la venta de vehículos nuevos a gasolina y diésel (a excepción de las pick ups por considerarlas bienes de capital) y la reducción de 10% a 0% a la importación

de vehículos a gas, eléctricos e híbridos nuevos anunciado por el Ministerio de Economía y Finanzas en mayo del presente año, viene impactando negativamente al mercado automotor Peruano, llegando a reducirse las ventas del segmento automóviles hasta un 26% (Asociación Automotriz del Perú, 2018) durante el mes de junio del presente año.

**Figura 4.1: Venta de vehículos livianos 2018**



Fuente: Asociación Automotriz del Perú 2018

El incremento del ISC alcanzó también a los precios de los combustibles, y en mayor medida al diésel y el gasohol de 84 octanos que son los más utilizados por los vehículos comerciales y en la industria para la producción. Este incremento podría generar una subida importante de precios por un efecto de arrastre en otros productos y servicios finales.

**Figura 4.2: Incremento de precio de combustibles 2018**

ISC A LOS COMBUSTIBLES				
Combustible	ISC (S/ por galón)			Índice de Nocividad
	Anterior	Actual	Cambio	
Diésel B5	1,40	1,70	0,30	14,9
Diésel B5 (S-50)	1,10	1,49	0,39	12,2
Gasohol 84 Plus	0,88	1,22	0,34	30,2
Gasohol 90 Plus	0,99	1,16	0,17	7,5
Gasohol 95 Plus	1,07	1,13	0,06	5,2
Gasohol 97 Plus	1,13	1,13	-	5,2
Gasohol 98 Plus	1,13	1,13	-	5,2
Petróleo Industrial 6	0,68	0,92	0,24	27,9
Petróleo Industrial 500	0,63	1,00	0,37	37,8

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú

De otra parte, los preludios de una guerra comercial entre el gobierno de Estados Unidos de América y el de la República Popular China, materializados en un agresivo incremento de los aranceles a diversos productos chinos importados por EEUU, que van desde maquinaria industrial, dispositivos médicos y repuestos de automóviles, entre otros; recibiendo una similar respuesta por parte del gobierno Chino. Dicha situación está generando sus primeros efectos en la economía mundial a través de un impacto en la moneda americana así como una caída en el precio del cobre. Sin embargo, según la opinión de diversos especialistas, el impacto de esta situación en la economía peruana no será del todo determinante, debido a la diversificación de los destinos comerciales del Perú y a la parcial contribución de las exportaciones e importaciones al PBI peruano.

#### **4.2.1.2 Económico**

Las perspectivas de crecimiento a corto plazo de la economía mundial son positivas y continúan mejorando. Se proyecta un crecimiento de la economía mundial del 3,8% tanto para el presente año como para el 2019 (Fondo Monetario Internacional, 2018) que beneficiará a los países de economías avanzadas (EE. UU., países de la Unión Europea y Japón) y en mayor medida a los países emergentes y en desarrollo principales productores de materias primas. Se observa que la región de Asia Pacífico será la región con mayor crecimiento económico a nivel mundial.

**Figura 4.3: Crecimiento del PBI**

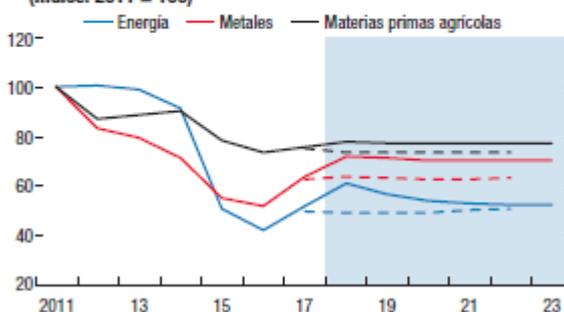
**1. Crecimiento del PIB real  
(Porcentaje; tasa anual)**

	2016	2017	Proyecciones	
			2018	2019
<b>Mundo</b>	<b>3,2</b>	<b>3,8</b>	<b>3,9</b>	<b>3,9</b>
Economías avanzadas	1,7	2,3	2,5	2,2
Estados Unidos	1,5	2,3	2,9	2,7
Zona del euro	1,8	2,5	2,4	2,0
Japón	0,9	1,7	1,2	0,9
Economías de mercados emergentes y en desarrollo	4,4	4,8	4,9	5,1
China	6,7	6,9	6,6	6,4
Rusia	-0,2	1,5	1,7	1,5

**2. Volumen de exportaciones mundiales y crecimiento del PIB real mundial (variación porcentual interanual)**



**3. Precios mundiales de las materias primas<sup>1</sup>  
(Índice: 2011 = 100)**

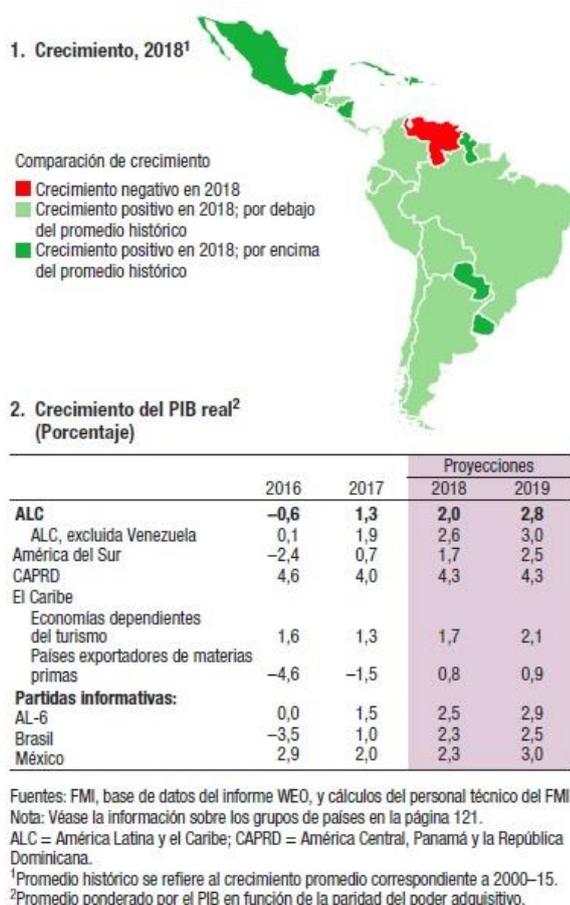


Fuente: Fondo monetario internacional IMF (2017)

Latinoamérica y el Caribe es parte también de este crecimiento sostenido desde finales del año 2016. Se proyecta un crecimiento de 1.9% para el presente año hasta alcanzar 2.7% para el 2020 (Banco Central de Reserva del Perú, 2018).

El Fondo monetario internacional señala en su informe de perspectivas económicas del año 2018 (Fondo monetario internacional, 2018) que en América del Sur el crecimiento económico se ha reanudado en el 2017 (0.7%) tras la reducción del -2.4% del año 2016, y que se proyecta que ese crecimiento se acelere aún más en los años 2018 y 2019 (1.7% y 2.5% respectivamente). Según las proyecciones del Banco Mundial para el 2020 (Banco Mundial, 2018), los países con mayor crecimiento económico en Sudamérica serán Paraguay y Perú, ambos con 4.0%.

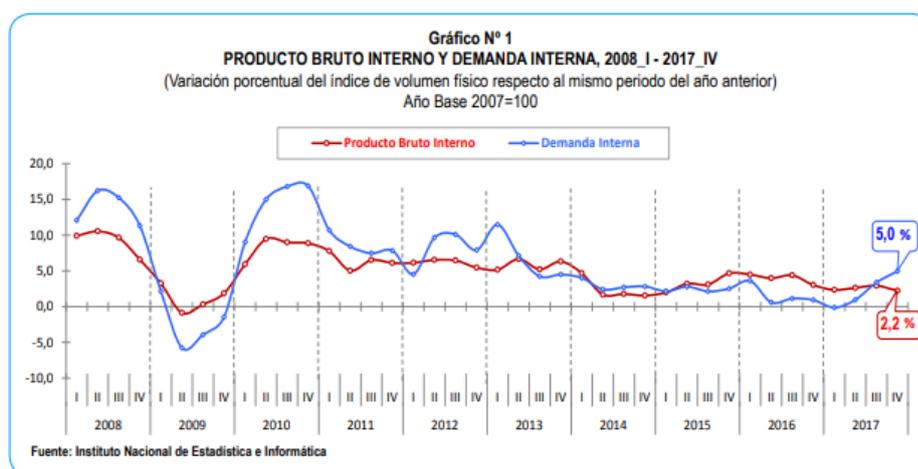
**Figura 4.4: Perspectivas de crecimiento Las Américas**



Fuente: Fondo Monetario Internacional (2018)

De acuerdo con la información recogida del Instituto Nacional de Estadística e Informática (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018), durante los últimos 8 años, luego de la crisis económica y financiera del 2009, la variación porcentual del Producto Bruto Interno en el Perú ha mantenido un crecimiento sostenido, presentándose un incremento del 2.5% en el año 2017. Este crecimiento económico se traduce automáticamente en un crecimiento del parque vehicular.

**Figura 4.5: Producto bruto interno Perú**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017)

A nivel del sector minero, el principal sector productivo del Perú, se proyecta un crecimiento significativo de la inversión motivado por el destrabe de sendos proyectos mineros a partir de presente año. El informe de actualización de proyecciones macroeconómicas 2018-2021 del Ministerio de Economía y Finanzas señala que existen 49 proyectos mineros valorizados en US\$ 58,507 millones de dólares americanos cuya construcción iniciará entre los años 2018 y 2021 y que contribuirán a dinamizar la economía del país. Entre dichos proyectos podemos destacar Quellaveco en Moquegua (US\$ 4,882 millones), Mina Justa en Ica (US\$ 1,348 millones) y la ampliación de Toro Mocho en Junín (US\$ 1,300 millones).

**Figura 4.6: Principales proyectos mineros que estarán en construcción entre 2018 y 2021**

Proyectos	Empresa	Ubicación	Inversión total (Millones de US\$)
<b>En construcción</b>			
Ampliación de Marcona	Shougang Hierro Perú	Ica	1 300
Ampliación de Toquepala	Southern Copper	Tacna	1 255
Relaves B2 San Rafael	Minsur	Puno	200
Ampliación de Shahuindo	Shahuindo	Cajamarca	109
<b>Por iniciar construcción</b>			
Quellaveco	Anglo American	Moquegua	4 882
Pampa de Pongo	Jinzhao Mining Perú	Arequipa	2 500
Michiquillay	Southern Copper	Cajamarca	2 500
Marcobre (Mina Justa)	Marcobre	Ica	1 348
Ampliación Toromocho	Chinalco	Junín	1 300
Pukaqaqa	Milpo	Huancavelica	706
Ampliación Lagunas Norte	Barrick	Cajamarca	640
Corani	Bear Creek	La Libertad	585
Ollachea	Minera Kuri Kullu	Puno	500
Quecher main	Yanacocha	Cajamarca	300
Magistral	Minera Milpo	Ancash	300
Ariana	Ariana Oper. Mineras	Junín	125
Ampliación Pachapaqui	Pachapaqui	Áncash	117

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (2018)

Asimismo, se proyectan inversiones en el sector construcción durante los años 2018 al 2021, a través del reinicio de proyectos que fueron suspendidos por problemas contractuales, como la ampliación del aeropuerto Jorge Chávez, la construcción de Chavimochic y el Gaseoducto Sur Peruano, así como la ejecución del proyecto de la Línea 2 del Metro de Lima. La ejecución de estos proyectos contribuirá al crecimiento de la actividad económica.

Por otro lado, de acuerdo a la encuesta de expectativas macroeconómicas realizada por el BCR (Banco Central de Reserva del Perú, 2018), el tipo de cambio mantendrá una tendencia levemente creciente durante los años 2018, 2019 y 2020.

**Figura 4.7: Encuesta de expectativas Macroeconómicas de tipo de cambio BCR**

<b>Encuesta de Expectativas Macroeconómicas: Tipo de Cambio</b>			
<b>(S/ por US\$)*</b>			
	<b>Encuesta realizada al:</b>		
	<b>31 Ene.2018</b>	<b>28 Feb.2018</b>	<b>28 Mar.2018</b>
<b>Analistas Económicos 1/</b>			
2018	3,26	3,28	3,25
2019	3,33	3,35	3,30
2020	-	3,35	3,35
<b>Sistema Financiero 2/</b>			
2018	3,20	3,25	3,23
2019	3,25	3,25	3,25
2020	-	3,28	3,25
<b>Empresas No financieras 3/</b>			
2018	3,30	3,30	3,28
2019	3,35	3,35	3,30
2020	-	3,40	3,36

1/ 24 analistas en enero, 28 en febrero y 26 en marzo de 2018.

2/ 25 empresas financieras en enero, 20 en febrero y 19 en marzo de 2018.

3/ 343 empresas no financieras en enero, 332 en febrero y 332 en marzo de 2018.

\* Tipo de cambio al cierre del año.

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú BCR (2018)

Finalmente, de acuerdo al estudio de la situación realizado por el BBVA (BBVA Research Perú, 2018), las tasas de inflación en el Perú cerrarán el año en alrededor del 2% manteniéndose dentro de los valores proyectados para el presente año, y para fines del 2019 se incrementará ligeramente a 2.4%; lo cual favorece a fortalecer la confianza empresarial para acelerar la inversión privada.

#### **4.2.1.3 Social**

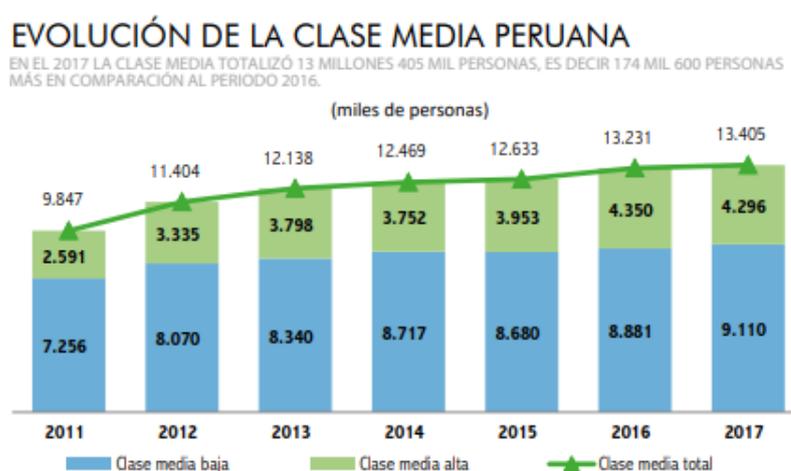
Los cambios tecnológicos vienen impactando al sector automotor tanto a nivel de la cadena de suministro de todos y cada uno de sus actores, como a nivel del propio modelo de negocio, orientando la transformación del negocio de un modelo centrado en el producto a un modelo mixto que incluye productos y servicios orientados a crear una experiencia única para el cliente.

De acuerdo al análisis realizado por Martín y Rifà (Rifà, 2017) acerca del Concesionario hacia la digitalización, la tecnología tendrá un gran impacto en el modelo de negocio de los concesionarios y talleres mecánicos que deben adaptarse a las nuevas necesidades del cliente que cada vez es más digital por influencia del entorno o de forma

natural (nativos digitales, millennials o generación Z), y que vive en un mundo altamente conectado donde tanto las personas como los dispositivos generan gran cantidad de información que correctamente utilizada puede ayudar a tomar decisiones o automatizar tareas cotidianas y que requiere de canales de comunicación cada vez más diversos para comunicarse con su entorno. Dicho informe señala que el sector automotor se ha mantenido relativamente estático ante las innovaciones que han adoptado otros sectores como la banca o el retail, sin embargo considera que es hora de que los concesionarios e inclusive los talleres independientes, que son el actual nexo entre el fabricante y el usuario final, exploten las posibilidades que brinda la tecnología para reinventarse, crear una experiencia de servicio que lo diferencie de la oferta común y poder sobrevivir dentro de un mercado tan competitivo.

El informe económico publicado en la edición 828 de la revista de la Cámara de Comercio de Lima en mayo del presente año muestra el crecimiento que ha tenido la denominada clase media en el Perú, y señala que la expansión de la clase media impulsa la demanda interna y el crecimiento del PBI (Cámara de Comercio de Lima, 2018). Asimismo precisa un crecimiento 0.1% de la clase media, llegando a representar el 42.1% de toda la población peruana en el año 2017 y estima un posible crecimiento de la misma hasta un 5% si es que se presentan en los próximos años mejores condiciones económicas y laborales como una baja inflación y un crecimiento del PBI.

**Figura 4.8: Evolución de la clase media Peruana**



Fuente: Cámara de Comercio de Lima

#### 4.2.1.4 Tecnológico

La IoT ha generado una gran expectativa en la economía actual dado que es un componente principal de la cuarta revolución industrial. Según el reporte de pulso de mercado de IoT GrowthEnabler publicado en el 2017 (GrowthEnabler, 2017), el mercado mundial de IoT crecerá a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 28.5% de US\$157 billones de dólares en el 2016 a US\$457 billones en el año 2020.

**Figura 4.9: Proyecciones de mercado IoT mundial**

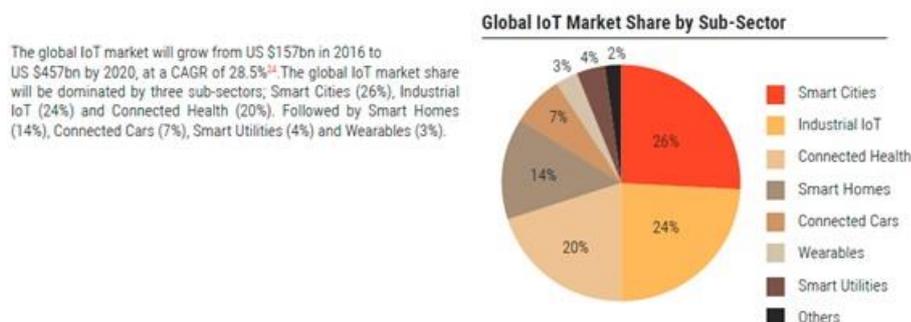


Fuente: GrowthEnabler Analysis/MarketsandMarkets (2017)

La adopción de esta tecnología por las empresas está ganando rápidamente impulso tanto en lo tecnológico y en lo competitivo dado que las empresas se ven obligadas a innovar y reinventarse constantemente.

De acuerdo a un informe de la *ARC Advisory Group* (Valentijn de Leeuw, 2016), la IoT tendrá un mayor desarrollo en el sector empresarial en referencia al desarrollo del consumo del usuario final permitiendo una mayor automatización, ahorro de costos y reducción de tiempo en los procesos de cualquier industria. El reporte de GrowthEnabler señala asimismo que el mercado IoT será dominado predominantemente por tres sectores: Las ciudades inteligentes (26%), el IoT industrial (24%) y la connected health con un 20%, seguido por casas inteligente (14%), vehículos conectados (7%), servicios inteligentes (4%) y wearables (3%).

**Figura 4.10: Cuota de mercado IoT Mundial**



Fuente: GrowthEnabler (2016)

Por otro lado, Zebra Technologies concluyó de un estudio realizado en el año 2017 (Forbes, 2017) que los principales motivos por los cuales las empresas están invirtiendo en soluciones IoT son para mejorar la experiencia de sus usuarios (70%) y por seguridad (56%).

En el Perú, existen iniciativas privadas para fomentar la aplicación de IoT como la desarrollada por la universidad UTEC y la empresa WND Perú quienes han instalado una antena basada en la tecnología libre Sigfox (Diario El Peruano, 2018). Esta tecnología que permite interconectar distintos dispositivos a un bajo costo con un mínimo consumo de potencia, ha sido aplicada ya en 45 países alrededor del mundo.

Asimismo, Telefónica del Perú S.A.A. ya ofrece equipos para la gestión de flota y negocios agrícolas y señala en su memoria anual del año 2017, un crecimiento del 10% (Telefónica del Perú S.A.A., 2018) en los servicios digitales de IoT.

Igualmente, Entel Perú firmó un acuerdo en febrero del presente año con el fabricante CISCO para ofrecer a sus clientes una plataforma de control de conectividad para dispositivos IoT (Cisco, 2018) denominada Jasper. Esta es una plataforma en la nube, interoperable con un gran número de dispositivos inteligentes, y compatible con múltiples aplicaciones que le permite ofrecer a sus usuarios la oportunidad de desarrollar nuevos servicios innovadores que transformen su oferta a servicios conectados a la medida de sus clientes.

La industria automotriz viene siendo transformada por el desarrollo de nuevos productos que están cambiando la forma de interactuar con los vehículos y buscan mejorar la experiencia del usuario. Entre ellos los vehículos eléctricos, los vehículos conectados y los vehículos autónomos.

**Figura 4.11: Tendencias tecnológicas de la industria automotriz**

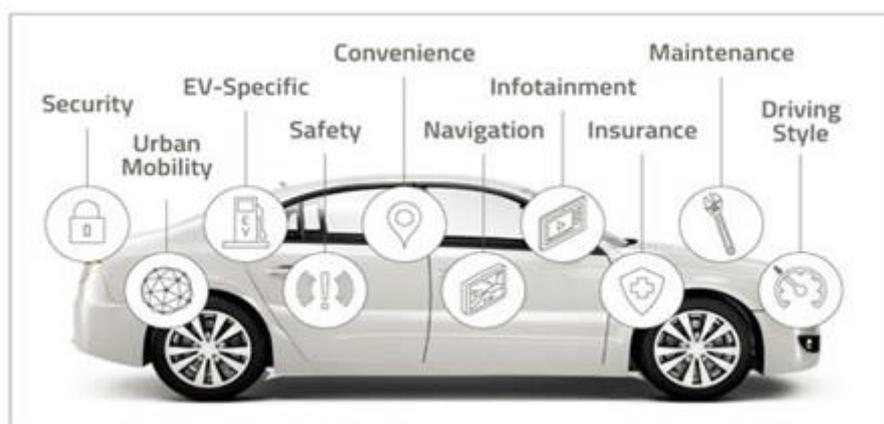


Fuente: Federación de Asociaciones de Concesionarios de la Automoción de España (Rifà, 2017)

Las baterías de los vehículos eléctricos han logrado un alto performance, como las de ion de litio (LiCoO<sub>2</sub>) que pueden brindar una autonomía de conducción entre 400 a más de 500 km sin realizar recarga, haciendo en la actualidad muy atractiva la adquisición de los vehículos eléctricos sobre todo en países donde se estimula el uso de este tipo de vehículos a través de menores impuestos, exoneraciones de pagos por parqueo y peajes, disponibilidad de estaciones de carga dentro de la ciudad, etc.

Por otro lado, los vehículos conectados brindan un sin número de posibilidades de aplicación, entre las cuales podemos destacar (David Hanes, 2017) el info-entretenimiento, la telemetría del performance, emisiones y diagnóstico proactivo del vehículo por los talleres, concesionarios y fabricantes de vehículos, la posibilidad de instalar actualizaciones al software del vehículo, la verificación del cumplimiento de la regulación de emisiones o control de velocidad, así como un análisis avanzado de todos los datos que genera el vehículo para desarrollar por ejemplo aplicaciones totalmente disruptivas como los vehículos autónomos.

**Figura 4.12: Funcionalidades de los vehículos conectados**

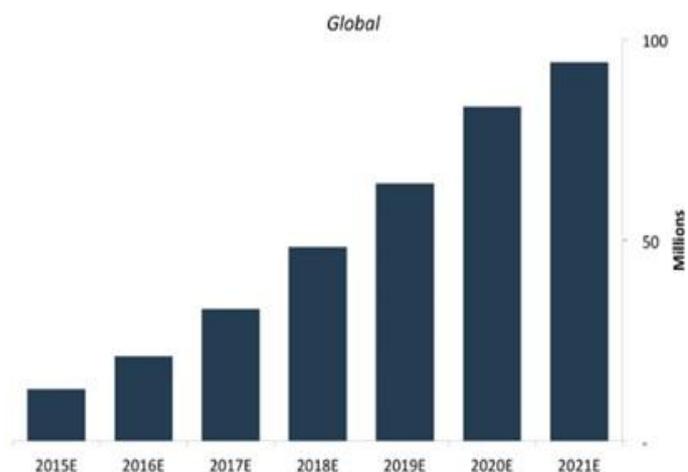


Fuente: After.marketing (2017)

El portal after.marketing (After.marketing, 2017) señala que en año 2025 todos los autos estarán conectados de alguna manera y que en el año 2035 un 75% de los vehículos en carretera se conducirán de manera autónoma.

Según las proyecciones de Business Insider Intelligence (Meola, 2016), entre los años 2015 al 2020 los vehículos conectados generarán ganancias de alrededor de US\$ 8.1 trillones de dólares al ecosistema automotor que ahora incluye a la compañías de Tecnologías de la Información como Google y Cisco, y en el año 2020 existirán 381 millones de vehículos conectados en operación, generando no solo la demanda de este nuevo tipo vehículos, sino principalmente la demanda de nuevos servicios digitales derivados de dicha conexión.

**Figura 4.13: Venta estimada de vehículos conectados 2015-2021**



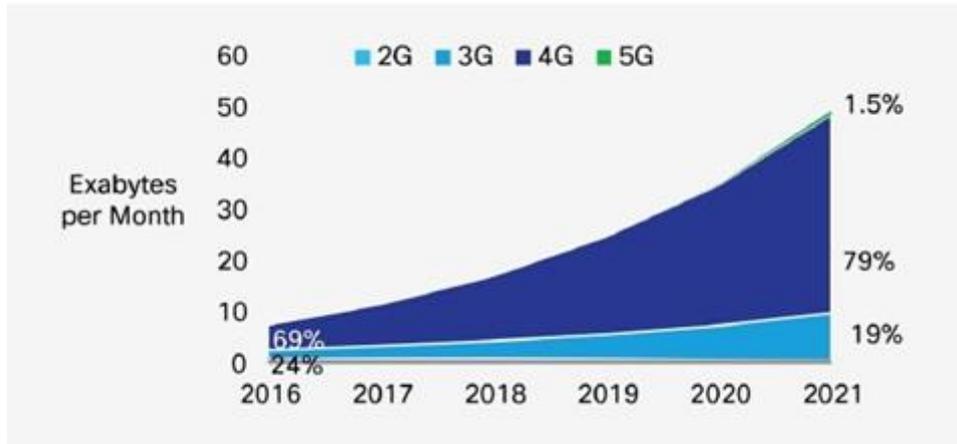
Fuente: Business Insider (2016)

Por otra parte, las redes celulares se han convertido en grandes habilitadores de la tecnología IoT debido a la penetración que ha generado su crecimiento. El informe de wearesocial.com (Wearesocial, 2018) del año 2018 señala que son 5.135 billones de usuarios de móviles en el mundo, lo que representa que un 68% de la población mundial cuenta con un teléfono móvil y este porcentaje crece más de 4% año tras año. Asimismo, señala que somos más de 4 billones de usuarios de internet en el mundo (53% de penetración).

Según el informe de pronóstico de Tráfico de Datos Móviles Mundiales realizado por CISCO en el año 2017 (Cisco, 2017), el tráfico mensual de datos mundial se cuadruplicará de 11 exabytes en el año 2017 a 49 exabytes el 2021. Dicho tráfico será mayormente producido por transmisiones de video en tiempo real o contenido multimedia consumido por los usuarios a través de sus teléfonos inteligentes a través de redes móviles de alta velocidad 4G y 5G.

Dicho informe proyecta asimismo un crecimiento de las redes de datos donde predomina las comunicaciones por redes 4G que en el año 2021 llega a representar el 79% del tráfico de datos móviles mundial, siendo el tráfico 5G solo un 1.5% del mismo.

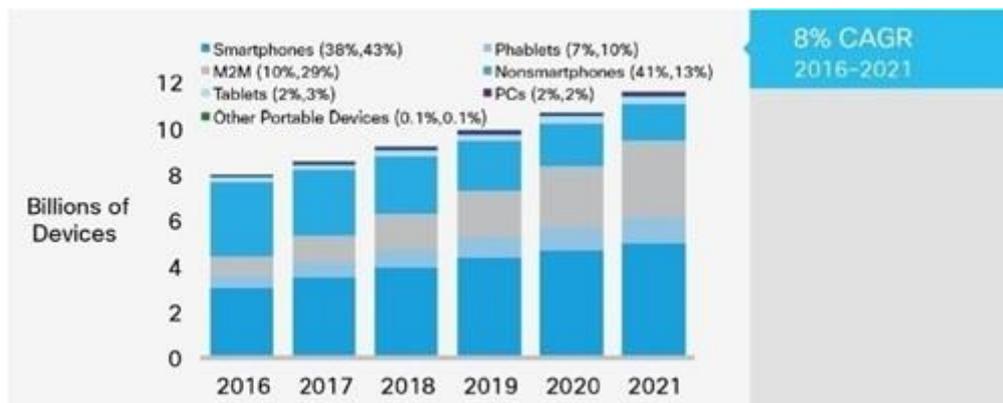
**Figura 4.14: Tráfico móvil mundial por tipo de conexión**



Fuente: Cisco VNI Forecast (2017)

Es importante el crecimiento proyectado del tráfico del tipo máquina a máquina (M2M), de un 10% en el año 2016 a 29% en el año 2021 convirtiéndose en el tipo de comunicación con mayor crecimiento en el estudio y avizorando que se incrementarán los nuevos modelos de negocio que hacen uso de las redes móviles y el IoT para innovar y generar mejores experiencias de usuario tanto a nivel empresarial como para usuarios domésticos.

**Figura 4.15: Conexiones móviles mundiales proyectadas**



Fuente: Cisco VNI Forecast (2017)

En el Perú actualmente se cuenta disponible la tecnología 4.5G a través de tres operadores (Claro, Movistar y Entel) y se espera que en el año 2020 se cuente con la tecnología 5G.

De acuerdo con el informe del Organismo Peruano de Consumidores y Usuarios (OPECU) de abril del 2018, la velocidad promedio mensual de banda ancha móvil de bajada en Perú es de 20.77 Mbps mientras que la velocidad de bajada fija es de 20.68 Mbps.

**Figura 4.16: Velocidad y variación promedio mensual de banda ancha móvil de bajada (Mbps). Países a nivel mundial – abril 2018**

CLASIFICACIÓN - VELOC. CONEX. MÓVIL					PAÍS	2018	2018	VARIAC. MENSUAL	
MUNDO	AMÉRICA	SUDAMÉR	OCDE	TPP-11		MARZO	ABRIL	Mbps	Porcent.
58	4	1			ECUADOR	19.67	22.54	2.87	14.6%
59	5	2			URUGUAY	22.90	22.53	-0.37	-1.6%
60					IRÁN	22.96	22.24	-0.72	-3.1%
61					BELICE	20.60	21.95	1.35	6.6%
62	6				NICARAGUA	22.57	21.46	-1.11	-4.9%
63			33		IRLANDA	20.45	21.38	0.93	4.5%
64					ARABIA SAUDITA	19.43	20.91	1.48	7.6%
65			34		ISRAEL	20.35	20.79	0.44	2.2%
66	7	3	35	7	PERÚ	20.29	20.77	0.48	2.4%
67					ARMENIA	22.86	20.61	-2.25	-9.8%
68					KAZAJISTÁN	19.93	20.47	0.54	2.7%
69	8				HONDURAS	19.89	20.24	0.35	1.8%
70				8	VIETNAM	18.99	20.16	1.17	6.2%
71					TÚNEZ	18.10	18.61	0.51	2.8%
72				9	MALASIA	17.09	18.57	1.48	8.7%

Fuente: Organismo Peruano de Consumidores y Usuarios (OPECU, 2018)

#### 4.2.1.5 Ambientales

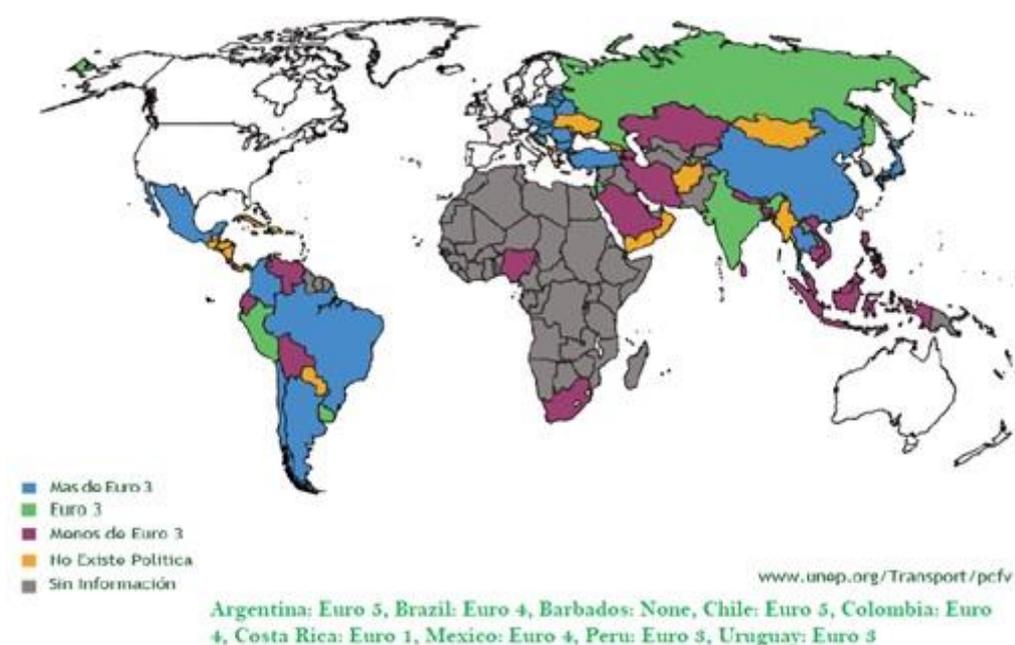
La industria automotriz es regulada por múltiples entidades normativas internacionales de la industria como la Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization, más conocida como ISO) así como entidades gubernamentales de cada país, cada una de acuerdo a su alcance y competencia.

Algunas de estas regulaciones están orientadas a certificar el buen funcionamiento y mantenimiento de los vehículos que circulan por las vías públicas terrestres a nivel nacional como la Ley N° 29237 que crea el Sistema Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares en el Perú (MTC), sin embargo la normativa que más impacta a la industria

automotriz es aquella que está alineada a los esfuerzos internacionales de reducir el calentamiento global y mejorar la calidad del aire, como por ejemplo en el Perú, el Decreto Supremo N° 010- 2017 - MINAM - Límites Máximos Permisibles (LMP) de emisiones atmosféricas para vehículos automotores (MINAM, 2017), el cual está basado en las normas las normas de emisiones vehiculares Euro IV, Tier 2 y EPA 2007.

La adopción de dichas normativas Euro varía de país a país, pero va evolucionando en el tiempo a medida que los gobiernos toman conciencia del impacto del sector automotor al medio ambiente y las consecuencias ambientales que genera el calentamiento global.

**Figura 4.17: Estándares de emisiones vehiculares 2016**



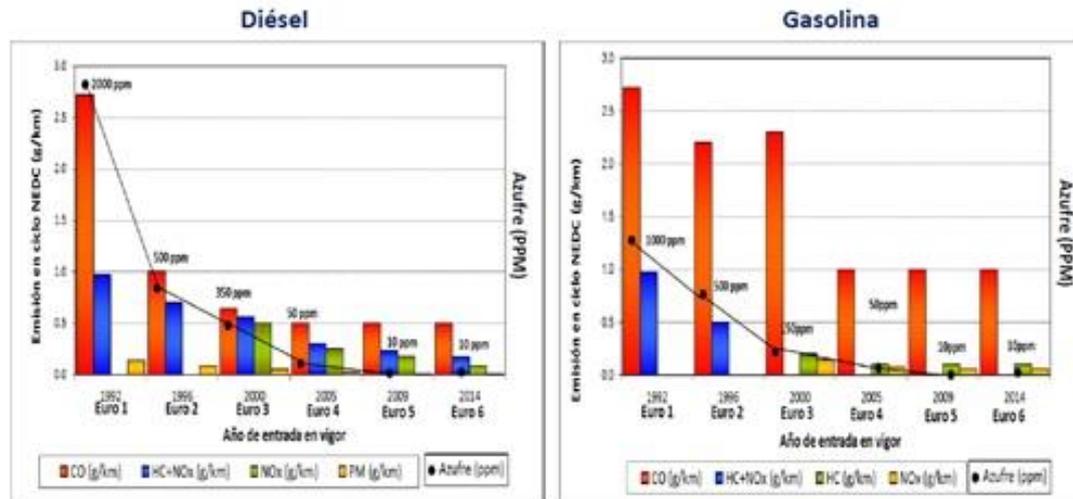
Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU, 2018)

La siguiente figura muestra la evolución de las denominadas normas Euro, las cuales establecen límites cada vez más exigentes para las emisiones contaminantes de los vehículos automotores nuevos tanto livianos, pesados como menores (motocicletas y trimotos), con diferencias entre cada una de sus categorías.

Entre las emisiones contaminantes podemos listar a la emisión de óxido de nitrógeno Nox, el cual es considerado como uno de los más perjudiciales para la salud

y al cual se le atribuye efectos cancerígenos, los hidrocarburos no quemados HC, el dióxido de azufre SO<sub>2</sub> y el monóxido de carbono CO.

**Figura 4.18: Evolución normas EURO**



Fuente: ssecoconsulting (Jaime Santillana y Julia Salinas de Santillana, 2018)

#### 4.2.1.6 Legal

El avance de la IoT ha sido acompañado por el incremento de los datos que esta tecnología puede recoger de sus clientes. Es por ello que se hace cada vez más necesario que las empresas aseguren la confidencialidad de la información almacenada en bancos de datos personales que permita identificar o hacer identificable a una persona natural. De ahí la importancia del cumplimiento de la Ley de Protección de Datos Personales - Ley N° 29733, cuyo objeto es garantizar el derecho fundamental a la protección de los datos personales, previsto en el artículo 2 numeral 6 de la Constitución Política del Perú. La Ley N° 29733 establece las obligaciones que tienen las empresas de asegurar el tratamiento de los datos personales de sus clientes, proveedores, colaboradores y demás personas vinculadas a la actividad de la empresa.

El informe de IoT para el sector empresarial en América Latina (Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina, 2018) señala que a pesar de que existe en cada país de Latinoamérica una legislación para gestionar la protección y privacidad de los datos personales, todo apunta a que existirá en un futuro una normativa común sobre

protección de datos, mediante organizaciones como la Red Iberoamericana de Protección de Datos (RIPD), de la cual son miembros agencias de protección de datos y empresas públicas y privadas de: Andorra, Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, España, México, Perú, Portugal y Uruguay.

La Autoridad Nacional de Protección de Datos Personales (APDP) adscrito al Despacho Viceministerial de Derechos Humanos y Acceso a la Justicia del Ministerio de Justicia, es la responsable de hacer cumplir en el Perú la legislación vinculada con la protección de datos personales y el respeto de sus principios rectores. Entre sus principales funciones está el de administrar y mantener actualizado el Registro Nacional de Protección de Datos Personales (APDP, 2013) e imponer multas por infracciones a la Ley de Protección de Datos Personales y su reglamento. Las sanciones que ha impuesto hasta la fecha la APDP están relacionadas principalmente por incumplimiento del artículo 38, numeral 2 de la LPDP, literales a y e:

“Literal a. Dar tratamiento a datos personales sin recabar el consentimiento de sus titulares, cuando el mismo sea necesario conforme a lo dispuesto en esta ley.”

“Literal e. No inscribir el banco de datos personales en el Registro Nacional de Protección de Datos Personales.”

## **4.2.2 Análisis del Micro Entorno**

### **4.2.2.1 5 Fuerzas Competitivas de Porter**

Es un modelo estratégico que permite a las empresas realizar un análisis del micro entorno de una industria a través de las 5 fuerzas establecidas por Porter, el objetivo de este análisis es desarrollar una estrategia de negocio que les permita generar una ventaja competitiva. El análisis de estas cinco fuerzas de Porter determina el nivel de competencia y rivalidad que presenta una industria en su sector con el fin de evaluar que tan atractiva es realizar una inversión y que tan rentable resulta. Las cinco fuerzas de Porter está compuesta por: El poder de negociación de los clientes, poder de negociación de los proveedores, Amenaza del Ingreso de nuevos competidores, Amenaza de Productos sustitutos y la Rivalidad entre competidores.

El dinamismo del sector automotriz está ligado directamente a la situación económica por la que atraviesa el país, en los últimos años el sector ha experimentado un retroceso debido a la desaceleración de la económica peruana. El mercado

automotor reflejó un leve incremento de ventas del 6% respecto al año 2016 según lo indica las cifras de la Asociación Automotriz del Perú. La empresa ABC inmerso en este mercado tan dinámico del sector automotor, considera la necesidad de buscar constantemente el desarrollo y fortalecimiento de una ventaja competitiva de manera sostenida, tal que, le permita ofrecer un mejor servicio al cliente estableciendo para ello una propuesta de valor que sea reconocida por el cliente.

En seguida se analizará el entorno para la empresa ABC utilizando la herramienta de las 5 Fuerzas competitivas de Porter.

#### **4.2.2.1.1 Amenaza de ingreso de nuevos competidores**

La mayoría de las marcas de vehículos cuentan actualmente con un representante en el mercado automotor peruano, esto indica que la posibilidad de ingreso de nuevos competidores radica principalmente a que dichos fabricantes incursionen directamente en el mercado peruano debido al potencial de crecimiento que tiene dicho mercado, adicionalmente, se debe considerar también como una amenaza de ingreso a las marcas chinas, ya que su incursión en el país presentan un crecimiento del 45% respecto al año 2016 en el mercado automotor y puede llamar poderosamente la atención de inversores que quieran afiliarse como concesionarias de dichas marcas existentes o como representantes de otras marcas de ese país.

Las principales barreras identificadas son:

- El incremento de promulgación de leyes que tiene como objetivo regular la emisión de gases contaminantes.
- El ingreso directo de los fabricantes de vehículos al mercado nacional, es decir, un cambio en su modelo de distribución.
- Fuerte capital de inversión en el sector.

#### **4.2.2.1.2 Poder de negociación de los proveedores**

Las marcas de vehículos que distribuye ABC SAC son marcas reconocidas a nivel mundial y con un prestigio ganado por la calidad de sus productos y además por el abastecimiento exclusivo que tienen de los repuestos, es por ello que tiene un alto grado de poder de negociación con sus representantes o concesionarias, exigiendo el cumplimiento de condiciones contractuales y comerciales, además de los estándares establecidos en infraestructura, herramientas, tecnología y de la prestación del servicio.

Adicionalmente, el mercado automotor peruano no representa un porcentaje significativo en las ventas del fabricante del vehículo.

#### **4.2.2.1.3 Amenaza de productos sustitutos**

La conciencia del ciudadano por el cuidado del medio ambiente, así como el caos vehicular que presentan las principales ciudades del Perú, además de la falta estacionamiento y de las altas tarifas que éstas cobran, obligan a que los ciudadanos opten por escoger otras alternativas más saludables y menos contaminantes para movilizarse diariamente por la ciudad, es por ello, que las opciones que mejor se acomodan, además de lo económico, son las bicicletas, bici motos y las motos respectivamente. Las bicicletas particularmente son alentadas por ciertas municipalidades promoviendo su uso por la ciudad a través de leyes, habilitando ciclo vías o brindando un servicio de alquiler que en algunos casos es gratuito. Otro servicio sustituto no menor, es el incremento del servicio de transporte masivo como son las líneas de metro, así como las iniciativas de algunos candidatos a la alcaldía de Lima para construir monorrieles o teleféricos.

#### **4.2.2.1.4 Poder de negociación de los clientes**

La gran variedad de marcas de vehículos existentes en el mercado automotor peruano le permite al cliente tener muchas alternativas para poder decidir sobre la compra de su vehículo, esta diversidad comprende vehículos de todo tipo de calidad y precio, así como aquellos que son comercializados por la empresa ABC. Adicionalmente, dado que el mercado automotor es altamente competitivo, las empresas hoy en día ofrecen campañas agresivas que consisten en otorgar mayores beneficios con relación al servicio postventa. Por las condiciones presentadas en este sector podemos indicar que los clientes tienen un alto poder de negociación de compra.

#### **4.2.2.1.5 Rivalidad entre competidores**

Dado las alternativas de productos similares en calidad y precio que se ofertan en el mercado automotor, obliga a las empresas a tener que realizar campañas que otorguen mayores beneficios a sus clientes, así como de brindar la mejor experiencia de comprar un vehículo, el elemento diferenciador que actualmente está siendo utilizado por las empresas como una ventaja competitiva es de ofrecer a sus clientes un servicio de post venta ágil, eficiente y de calidad. Adicionalmente, las empresas están otorgando

facilidades de compra a través de alianzas con empresas financieras o proporcionando crédito directo.

Las concesionarias invierten en mejorar la infraestructura de sus locales en sentido de alinear su imagen organizacional acorde a la marca que representan.

Las empresas están incrementando el uso de soluciones de tecnología para interactuar de manera directa con sus clientes.

### **4.2.3 Variables Externas**

Del análisis externo realizado a través del estudio del macro entorno y del micro entorno hemos procedido a identificar los principales factores positivos que la empresa puede aprovechar y los factores negativos externos que podrían impedir el logro de los objetivos de la empresa ABC SAC, definiéndolos como oportunidades y amenazas respectivamente:

#### **4.2.3.1 Oportunidades**

Se considera como oportunidades los siguientes factores a ser aprovechados:

- Estabilidad de la economía peruana.
- Crecimiento de la clase media que impulsa la demanda interna y el crecimiento del PBI.
- Reactivación de proyectos de minería y construcción que incrementarán la demanda de vehículos comerciales.
- Crecimiento del mercado del Internet de las Cosas IoT.
- Creciente uso de internet y teléfonos móviles de la población.
- Vehículos del tipo pick up están exoneradas del ISC por ser considerados como bienes de capital.

#### **4.2.3.2 Amenazas**

Se considera como amenazas los siguientes factores que deben ser considerados:

- Políticas gubernamentales que incentivan la adquisición de vehículos a gas, eléctricos e híbridos.
- Inestabilidad política en el Perú por actos de corrupción de funcionarios públicos.
- Incremento de ISC a la venta de vehículos diésel y gasolina.

- Guerra comercial entre los Estados Unidos de América y la República Popular China.
- Aumento del precio de los combustibles.
- Reactivación del proyecto de transporte masivo Línea 2.

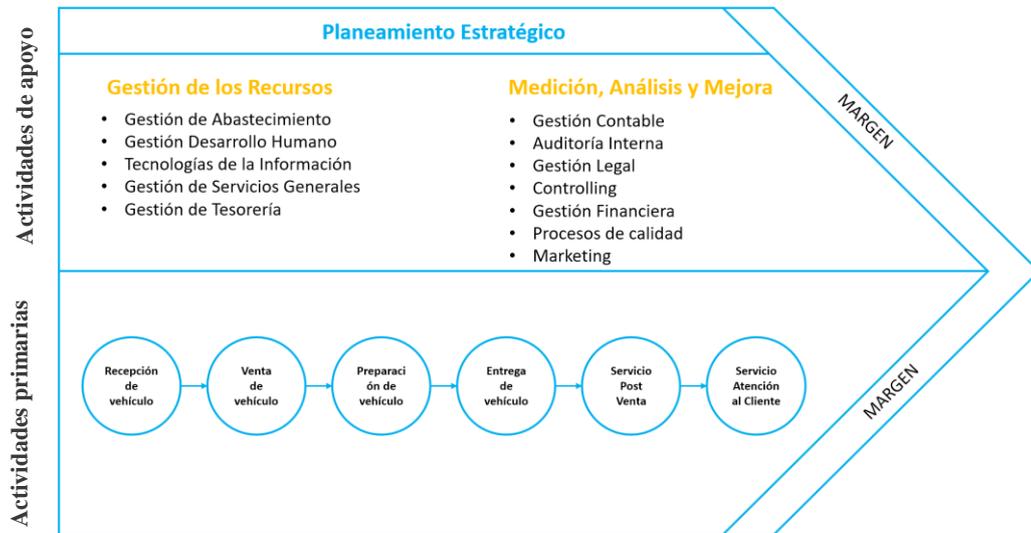
### **4.3 Análisis Interno**

#### **4.3.1 Cadena de Valor**

La Diferenciación es la estrategia competitiva que define el posicionamiento de la empresa en el mercado, dicha determinación se sustenta a través de los objetivos estratégicos establecidos por la compañía y que de alguna manera orientan las acciones que deben realizar para el logro de sus metas. ABC S.A.C. tiene dos unidades de negocio a través de las cuales obtiene sus ingresos, la primera tiene que ver con la comercialización de vehículos nuevos de marcas reconocidas y la segunda se orienta a la prestación de un Servicio Post venta.

A continuación se analiza la cadena de valor para tener un mejor entendimiento de la ventaja competitiva de la empresa. Lo que se busca es identificar todas las actividades necesarias para la comercialización de vehículos y la prestación del servicio post venta, las que luego de su ejecución van a generar valor directo para el cliente, en primer lugar se va a identificar las actividades clave que se realizan en el negocio y luego se identificará las oportunidades de generación de valor que apoyen la ventaja competitiva de la compañía.

**Figura 4.19: Cadena de Valor**



Fuente: Elaboración propia

Las actividades clave que la empresa realiza en la cadena de valor son las siguientes:

**Tabla 4.2: Actividades primarias de la empresa**

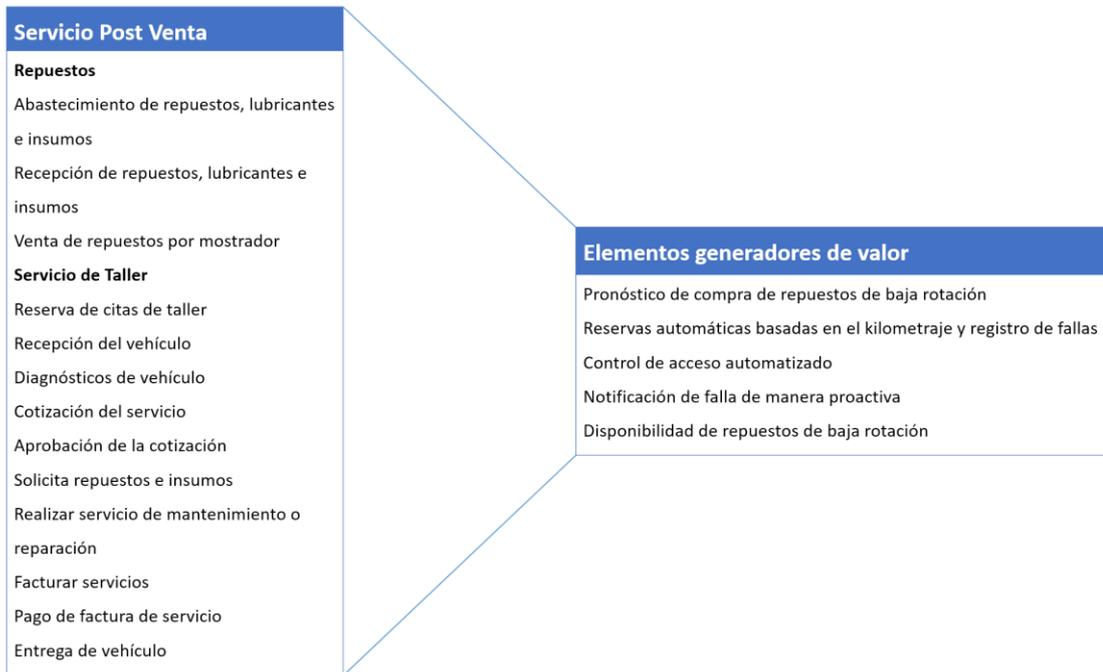
Recepción de Vehículo	Venta de vehículo	Preparación de vehículo	Entrega de vehículo	Servicio Post Venta	Servicio Atención al cliente
Inventario de vehículo Almacenamiento	Prospección Cotización Cierre de venta Facturación	Planificación PDI Realizar PDI Traslados	Planificar entrega a cliente Trámites de inmatriculación Entrega de vehículo	<b>Repuestos</b> Abastecimiento de repuestos, lubricantes e insumos Recepción de repuestos, lubricantes e insumos Venta de repuestos por mostrador  <b>Servicio de Taller</b> Reserva de citas de taller Recepción del vehículo Diagnósticos de vehículo Cotización del servicio Aprobación de la cotización Solicita repuestos e insumos Realizar servicio de mantenimiento o reparación Facturar servicios Pago de factura de servicio Entrega de vehículo	Call center Encuestas de satisfacción Gestión de reclamos

Fuente: Elaboración propia

De las actividades clave de la cadena de valor se ha identificado que el Servicio Post Venta como la actividad con mayor oportunidad para adicionar valor para el cliente que refuerza la ventaja competitiva de la empresa.

En el siguiente gráfico se muestra la relación de actividad clave versus elementos generadores de valor.

**Figura 4.20: Elementos generadores de valor**



Fuente: Elaboración Propia

**Abastecimiento de repuestos:** Contar con un pronóstico de compra de repuestos de baja rotación permitiría que el concesionario sea capaz de realizar compras mejor sustentadas basadas en datos reales recogidos del vehículo.

**Reserva de citas de Taller:** Proponer una reserva de cita automática al cliente basado en el kilometraje del vehículo permitiría agregar valor para al servicio debido a que evitaría el proceso de registro engorroso de los canales tradicionales.

**Recepción de Vehículo:** Agilizar el ingreso del vehículo a las instalaciones del concesionario basado en una reserva tendría impacto en el cliente por el ahorro de tiempo que toma esta actividad si no se tiene una reserva.

**Diagnóstico del vehículo:** La detección temprana de falla de los componentes de los vehículos sería de gran impacto en los clientes debido a que se evitaría paradas inesperadas que pueden derivar en pérdida para los clientes.

**Solicita repuestos e insumos:** Uno de los retos que los concesionarios deben lograr es que siempre haya disponibilidad de repuestos para atender de manera oportuna los servicios de mantenimiento que sus clientes requieren sin tener que elevar su inventario de repuestos de baja rotación, contar con una solución que permita determinar una compra eficiente basado en datos del vehículo y el desgaste de sus componentes sería de gran impacto para el cliente porque reduciría drásticamente el tiempo de parada del vehículo y para el concesionario evitar el incremento de stock de repuestos.

#### **4.3.2 Variables Internas**

##### **Fortalezas**

- Representante de marcas de prestigio.
- Infraestructura y red de sucursales.
- Experiencia en sector automotriz.
- Capacitación permanente a los empleados de parte de fábrica.
- Presupuesto para proyectos de innovación.

##### **Debilidades**

- No tener información del comportamiento de los componentes del vehículo para abastecer repuestos de baja rotación.
- No tener disponibilidad de repuestos para algunos mantenimientos correctivos.
- Retrasos en la fecha de entrega del vehículo.
- Poca efectividad de los canales actuales para la generación de citas (página web, call center).

## 4.4 FODA Cruzado

**Tabla 4.3: FODA Cruzado**

	<b>Oportunidad</b>	<b>Amenaza</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O1: Estabilidad de la economía peruana.</li> <li>• O2: Crecimiento de la clase media que impulsa la demanda interna y el crecimiento del PBI.</li> <li>• O3: Reactivación de proyectos de minería y construcción que incrementarán la demanda de vehículos comerciales.</li> <li>• O4: Crecimiento del mercado del Internet de las Cosas IoT.</li> <li>• O5: Creciente uso de internet y teléfonos móviles de la población.</li> <li>• O6: Vehículos del tipo pick up están exoneradas del ISC por ser considerados como bienes de capital.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A1: Políticas gubernamentales que incentivan la adquisición de vehículos a gas, eléctricos e híbridos.</li> <li>• A2: Inestabilidad política en el Perú por actos de corrupción de funcionarios públicos influencia negativamente en las ventas del sector automotor.</li> <li>• A3: Incremento de ISC a la venta de vehículos diésel y gasolina.</li> <li>• A4: Guerra comercial entre los Estados Unidos de América y la República popular China.</li> <li>• A5: Aumento del precio de los combustibles.</li> <li>• A6: Reactivación del proyecto de transporte masivo Línea 2.</li> </ul>
<b>Fortaleza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• F1: Representante de marcas de prestigio.</li> <li>• F2: Infraestructura y red de sucursales.</li> <li>• F3: Experiencia en sector automotriz.</li> <li>• F4: Capacitación permanente a nuestros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar la tecnología del Internet de las Cosas a los procesos de Servicios de Taller (F5, O5).</li> <li>- Ofrecer información del comportamiento del vehículo y recomendaciones de conducción a través de app</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar vehículos eléctricos o híbridos a la oferta de la empresa (F1, F2, F3, A1, A3, A5, A6).</li> <li>- Ofrecer servicio de conversión a GLP y GNV sin pérdida de garantía del vehículo (F1, F2, F3, F4, A5, A6).</li> </ul>

<p>empleados de parte de fábrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• F5: Presupuesto para proyectos de innovación.</li> </ul>	<p>para los clientes (F1, F3, O5).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar campañas de marketing dirigido a clase media (F1, F3, O1, O2).</li> <li>- Realizar campañas de marketing para ofrecer vehículos del tipo pick up a usuarios comerciales y también particulares (F1, F2, F3, O3, O6).</li> <li>- Digitalizar el proceso de venta de vehículos a través de show room virtual (F1, F3, F5, O5).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensificar la publicidad para venta vehículos (F1, F2, F3, A2, A4).</li> <li>- Fortalecer la relación con los clientes a través de campañas de recompensas por fidelización (F1, F2, F3, A1, A2, A3, A4, A5, A6).</li> </ul>
<p><b>Debilidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D1: No tener información del comportamiento de los componentes del vehículo para abastecer repuestos de baja rotación.</li> <li>• D2: No tener disponibilidad de repuestos para algunos mantenimientos correctivos.</li> <li>• D3: Retrasos en la fecha de entrega del vehículo.</li> <li>• D4: Poca efectividad de los canales actuales para la generación de citas (Página web, call center).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar la tecnología del Internet de las Cosas con el fin de conocer el comportamiento de los componentes del vehículo (D1, D2, O4, O5).</li> <li>- Añadir un canal más efectivo para la generación de citas de manera automática. (D4, O5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalecer la relación con los clientes a través de campañas de recompensas por fidelización para fomentar el uso de canales de atención (D4, A2, A3, A4, A5, A6).</li> <li>- Alianza estratégica con representantes de talleres pequeños. (D2,A3,A5)</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 Estrategias genéricas competitivas

El mercado automotor es un mercado dinámico y competitivo debido a la gran variedad de marcas de vehículos existentes en el país, este escenario obliga de alguna manera a las empresas representantes y/o concesionarias a crear y desarrollar una

ventaja competitiva sostenible en el tiempo que le permita diferenciarse de sus competidores para alcanzar de alguna manera el liderazgo del mercado en la que compete. Michael Porter considerado el padre de la estrategia corporativa clasifica a una ventaja competitiva en: Estrategia de Liderazgo de Costes, Estrategia de Diferenciación y Estrategia del Enfoque.

#### **4.5.1 Estrategia de Liderazgo en Costes**

Consiste en reducir sus costos manteniendo una calidad aceptable por el cliente, permitiéndole ofrecer sus productos o servicios a un precio menor que de sus competidores, esta estrategia es válida debido a que existen clientes que consideran que la variable principal para decidir su compra es obtener el precio más económico, antes que la calidad o el buen servicio.

#### **4.5.2 Estrategia de Diferenciación**

Se enfoca en ofrecer productos o servicios con características únicas que son valoradas por el cliente, permitiéndoles diferenciarse del resto de sus competidores, este tipo de estrategia es recomendable en mercados donde el cliente prevalece la calidad y el buen servicio antes que el precio.

#### **4.5.3 Estrategia del Enfoque**

Se basa en satisfacer un segmento de mercado específico, donde los productos y servicios son elaborados específicamente para atender sus necesidades y preferencias, con esta estrategia las empresas se enfocan en un segmento de mercado pequeño.

Podemos concluir que la ventaja competitiva que define y caracteriza a la empresa ABC es la Estrategia de Diferenciación, debido a que comercializa marcas de vehículo de alta calidad y de prestigio mundial, además de orientar a toda la empresa a brindar una buena experiencia de compra vehicular a sus clientes, así como proporcionar un servicio de post venta ágil y de calidad, utilizando para ello herramientas de diagnóstico de alta precisión, capacitación constante de parte del fabricante y de establecer compromisos de entrega en mantenimientos preventivos.

### **4.6 Disciplina de valor**

Las empresas enfrentan el desafío de ser cada vez más competitivas en el mercado, esta situación las obliga a tener que crear y desarrollar una propuesta de valor que sea sostenible en el tiempo y que realmente sea valorado por el cliente, esta

propuesta debe ser única de tal manera que genere una ventaja y le permita lograr mejores resultados que sus competidores, por lo tanto, debe conseguir una mejor posición en su segmento de mercado en la cual compite.

Michael Treacy y Fred Wiersema definen tres disciplinas genéricas e indica que toda empresa debe decidir solo una de estas disciplinas y además que debe direccionar su actuar en función de su decisión tomada. Las tres disciplinas de valor definidas por dichos autores son: Excelencia Operacional, Liderazgo en Producto e Intimidad con el Cliente.

#### **4.6.1 Excelencia Operacional**

Las empresas que se definen con esta disciplina de valor es porque están muy centradas en la eficiencia de sus procesos de negocio, realizan con frecuencia la optimización y perfeccionamiento de dichos procesos. Otra característica es que mantienen y desarrollan buenas relaciones con sus proveedores, así como las tareas que se tienen que realizar en cada proceso se encuentran normalizadas y definidas a través de procedimientos. El objetivo de esta disciplina es tener precios bajos y de otorgar gran facilidad para adquirir el producto o servicio.

#### **4.6.2 Liderazgo de Producto**

Las empresas que se avocan al desarrollo de esta disciplina se debe principalmente a que desarrollan productos o servicios con características superiores a los ya existentes generando una gran diferencia con sus competidores. La innovación y creatividad es el ADN de estas empresas para ofrecer al mercado productos diferenciados.

#### **4.6.3 Intimidad con el Cliente**

Esta disciplina se focaliza en otorgar al cliente un producto o servicio personalizado de acuerdo a sus necesidades. Para el desarrollo de esta disciplina es vital conocer muy bien a tu cliente, eso significa que debemos saber su negocio, sus procesos y sus necesidades particulares con el fin de poder ser abordados con nuestros productos o servicios y así poder establecer una relación a largo plazo.

Los vehículos que comercializa ABC presentan características que distinguen de alguna manera cierta diferencia con sus competidores en los diferentes segmentos que compite, es por ello, que la empresa condiciona las compras de los vehículos a comercializar en función de las características y configuraciones que solucionan de la

mejor manera las necesidades de cada uno de sus clientes, para poder establecer esta conexión entre la compra y la venta la empresa ABC establece una relación de largo plazo con sus clientes a través de diferentes medios de contacto, permitiéndoles conocer y analizar sus necesidades, problemas y expectativas. La empresa está convencida que, al tener la mayor información del comportamiento de desempeño de los vehículos comercializados, le permitirá brindar de manera eficiente y proactiva el mejor servicio de postventa a sus clientes, logrando así su fidelización y ser considerada como primera opción de recompra. Ante lo expuesto podemos mencionar que la empresa ABC está definida con la disciplina de Intimidad con el Cliente.

## CAPITULO V. ANÁLISIS DE PROCESOS

### 5.1 Procesos Críticos de Negocio

Los procesos críticos de negocio que contribuyen a reforzar la ventaja competitiva y la propuesta de valor de la empresa son los siguientes:

- **Proceso de venta de repuestos:**  
Es la secuencia de actividades que busca atender una necesidad de compra de repuestos que tienen los clientes del concesionario.
- **Proceso de servicio de taller:**  
Es la secuencia de acciones que el concesionario realiza para atender las necesidades de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de sus clientes a través de los talleres de la red de servicio.
- **Proceso de venta de vehículos:**  
Es la secuencia de actividades que se realizan con la finalidad de atender al cliente en la necesidad de adquirir vehículos de las marcas que comercializa.

### 5.2 Análisis del proceso crítico

El análisis del proceso crítico comprende dos partes, la primera tiene que ver con la identificación y análisis del proceso crítico de negocio basado en una ponderación de variables de impacto para la compañía y la segunda está relacionada con la percepción que tienen los clientes acerca del servicio la que está expresada en una encuesta cuyo análisis de resultados busca identificar las oportunidades de mejora en el proceso seleccionado.

#### 5.2.1 Proceso Seleccionado

Para poder seleccionar el proceso crítico de negocio se utilizó una herramienta de ponderación que evaluará los distintos frentes de impacto para la empresa, estos tienen que ver con la estrategia, la susceptibilidad al cambio, el impacto en costos y sobre todo el impacto en los clientes. Según la Tabla 5.1 el proceso seleccionado es el Servicio de Taller, debido a que obtuvo el mayor valor de ponderación frente a los procesos de venta de vehículos y repuestos.

El servicio de taller es de gran impacto para la empresa ya que a través del servicio de post venta se incentiva la compra de vehículos y se fideliza al cliente, es por ello que se considera crítico a este proceso de negocio.

**Tabla 5.1: Proceso Seleccionado**

Procesos	Impacto en la empresa	Impacto en la estrategia	Susceptibilidad al cambio	Impacto en Costos	Impacto en Clientes	Total
	20%	20%	20%	10%	30%	100%
Venta de repuestos	3	3	5	5	4	3.9
<b>Servicio de Taller</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4.5</b>
Venta de vehículos	4	5	3	3	4	3.9

Fuente: Elaboración propia

A continuación se hace un análisis detallado del proceso de Servicio de Taller con el fin de identificar las oportunidades de mejora.

### 5.2.1.1 Misión del proceso

La misión del proceso es atender de manera eficiente las necesidades de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de los clientes en la red de talleres, garantizando la confiabilidad del servicio y considerando la seguridad y salud ocupacional de los colaboradores.

### 5.2.1.2 Estrategia empresarial relacionada al proceso seleccionado

La experiencia de cliente en los servicios brindados es una de las principales preocupaciones de la empresa. El proceso de Servicio de taller está íntegramente alineado con uno de los objetivos estratégicos de la compañía y busca siempre generar una excelente experiencia de cliente para el incremento del indicador de la satisfacción del cliente. Una de las metas que la empresa ha establecido para este proceso es que se debe obtener como mínimo un 90 % de satisfacción por el servicio prestado, dicho indicador se mide a través de la encuesta de satisfacción del cliente.

### 5.2.1.3 Identificar los clientes internos/externos y sus expectativas

A continuación se listan los clientes y sus funciones que intervienen en el proceso de Servicio de Taller.

*Tabla 5.2: Funciones de clientes internos*

<b>Clientes Internos</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Función</b>
Planificador de taller	Gestiona los recursos del taller
Jefe de taller	Supervisa la ejecución del servicio de taller
Cajero	Se encarga de la facturación del servicio y el cierre de la OT
Asesor de Servicio	Se encarga de la recepción y entrega del vehículo al cliente.
Técnico Mecánico	Se encarga del servicio de préstamo herramientas y equipos.

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 5.3: Funciones de clientes externos*

<b>Clientes Externos</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Función</b>
Clientes particulares	Clientes de tipo persona natural que requiere un servicio
Clientes empresariales	Clientes de tipo jurídico que requiere un servicio
Compañías de seguros	Clientes que necesitan de servicios por siniestros de sus clientes

Fuente: Elaboración propia

#### 5.2.1.4 Descripción del proceso actual

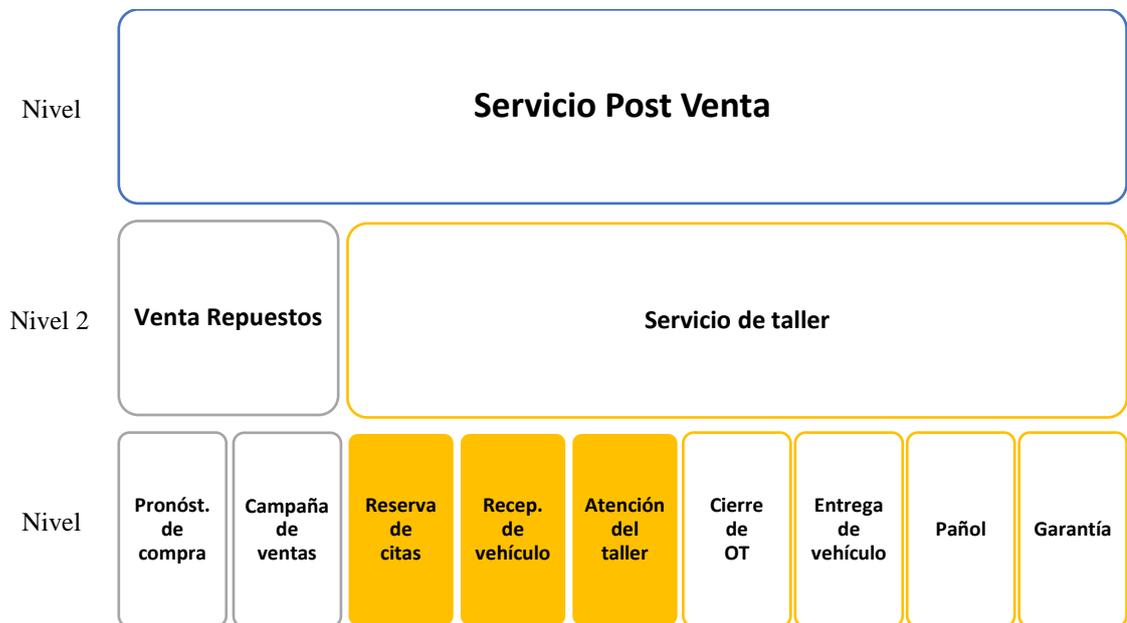
El proceso de Servicio de taller está compuesto de 7 sub procesos, a continuación se describe el rol que cada uno desempeña en el proceso principal.

*Tabla 5.4: Descripción de proceso seleccionado*

	<b>Sub proceso</b>	<b>Descripción</b>
<b>Servicio de taller</b>	Reserva de citas de taller	Permite al cliente reservar una cita de atención del servicio de taller, proporcionando la opción de seleccionar el taller, el día, la hora y el asesor de servicio de su preferencia.
	Recepción del vehículo	Contempla la atención inicial que brinda el asesor de servicio al cliente, se realiza un inventario del vehículo y se informa el tiempo de entrega y compromiso establecido por el taller en la atención del servicio.
	Atención del taller	Es la ejecución del servicio de taller utilizando los insumos y repuestos, también considera la verificación de la calidad del servicio.
	Cierre de OT	Controla que no se adicione trabajo o que no se realice otras modificaciones a la Orden de trabajo.
	Entrega de vehículo	Es la entrega del vehículo previa verificación de la cancelación del servicio.
	Pañol	Administra el uso de las herramientas del taller y gestiona la compra de servicios a externos.
	Garantía	Gestiona la solicitud, aprobación y facturación a fábrica de los servicios realizados a los vehículos que se encuentran dentro del periodo de garantía.

### 5.2.1.5 Diagrama del proceso seleccionado

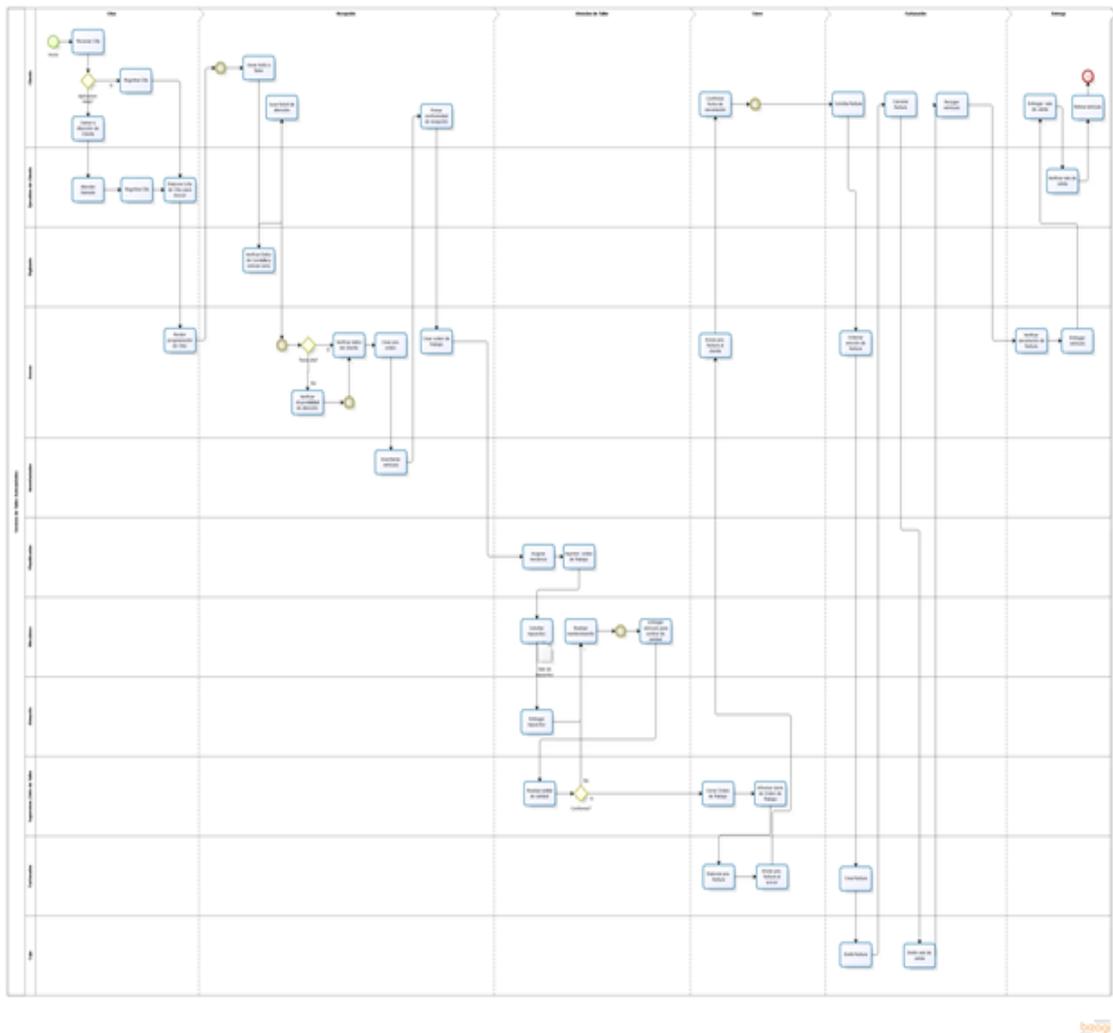
*Figura 5.1: Diagrama de proceso seleccionado*



Fuente: Elaboración propia

## Proceso de Servicio de taller

*Figura 5.2: Diagrama actual de Servicio de taller*



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.1.6 Indicadores del proceso actual

Los indicadores que miden el proceso de servicio de taller son 4 y son los siguientes:

#### 1) **Indicador de Reserva de citas hechas por aplicación web**

Permite medir la adopción de la tecnología en el proceso de reserva de citas, la empresa ha puesto a disposición de sus clientes una aplicación web para hacer la reserva de cita de taller, sin embargo se aprecia que todavía hay clientes que hacen reservas por teléfono y otros que simplemente no hacen ninguna reserva.

El objetivo del proceso de reserva de citas es que más del 90% de los clientes hagan sus reservas de cita mediante la aplicación, esto generaría un considerable ahorro de tiempo en los ejecutivos de clientes y una mejora en la experiencia del cliente ya que no tendrían que esperar que un ejecutivo de cliente los atienda, ellos podrían hacerlo en cualquier momento y desde cualquier lugar. El indicador se toma en base a la cantidad de registros que se realizan por mes.

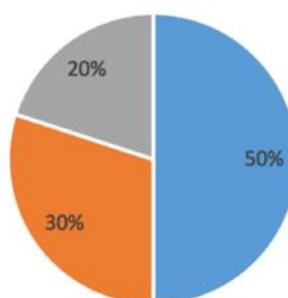
Los canales de reserva de citas son los siguientes:

- Reserva de cita vía web
- Reserva de cita por teléfono
- Sin reserva de cita

**Figura 5.3: Canales de reserva de cita**

**% Canales de reserva de cita**

■ Vía Web ■ Por Teléfono ■ Sin cita



**Porcentaje de reserva vía Web: 50%**  
Meta porcentaje de reserva vía web >= 90%  
Efectividad: 56%  
Total de registros por mes: 810

Fuente: Elaboración propia

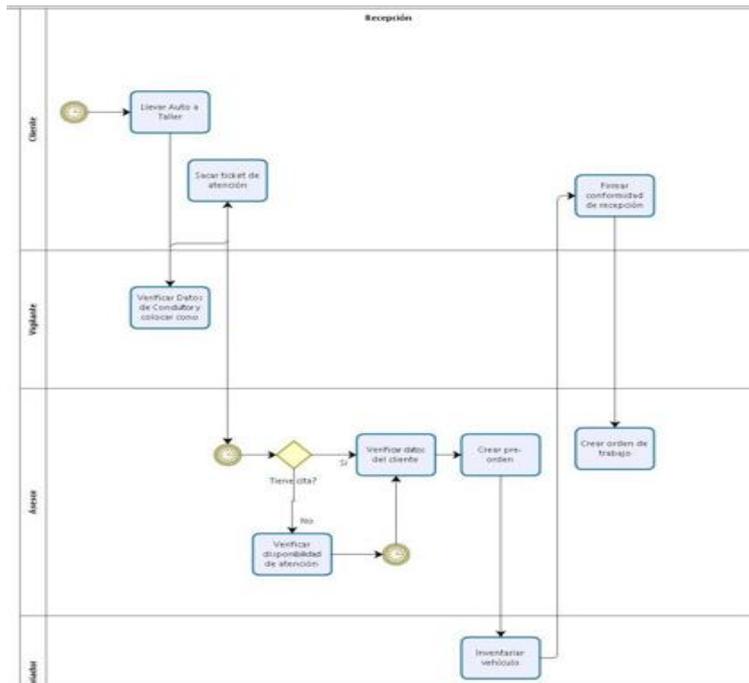
## 2) Indicador tiempo promedio de recepción de vehículo

Permite medir el tiempo promedio que tarda la atención al cliente desde que llega al taller y es recibido por el vigilante hasta que firma la conformidad para dejar su vehículo con el asesor de servicio que hace el inventario.

Esta medición es muy importante ya que incide directamente en la percepción del cliente respecto a la agilidad en la atención, por lo tanto mientras menor sea la demora mayor será la satisfacción del cliente.

A continuación se muestra el flujo del proceso de Recepción:

**Figura 5.4: Flujo de proceso de recepción**



Fuente: Elaboración propia

Los tiempos se determinan en cada una de las interacciones que tiene el cliente y se especifican en la siguiente tabla:

**Tabla 5.5: Duración de actividades de proceso de Recepción**

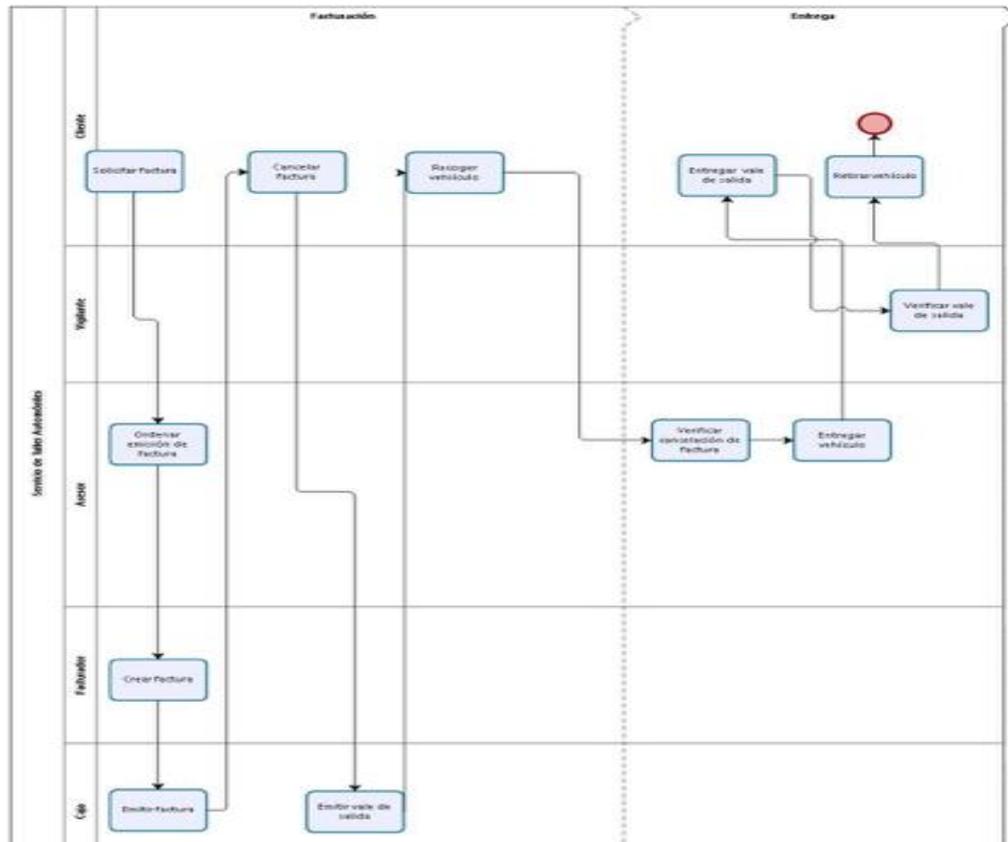
Actor	Acción	Tiempo (minutos)
Cliente	Ingreso del cliente al taller	2
Vigilante	Verificar datos del conductor y colocar como en el auto	5
Cliente	Sacar ticket de atención	3
Cliente	Espera	5
Asesor	Verificar datos del cliente	5
Asesor	Crear pre-orden	5
Inventario	Inventariar vehículo	10
Cliente	Firmar conformidad de recepción	0.5
	<b>Tiempo total</b>	<b>35.5</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3) Tiempo promedio de atención del taller

Permite medir el tiempo promedio que tarda la entrega del vehículo al cliente, el cual cuenta desde que se solicita la emisión de la factura hasta que se retira el vehículo.

*Figura 5.5: Flujo de atención del taller*



Fuente: Elaboración propia

Los tiempos se determinan en cada una de las interacciones que tiene el cliente y se especifican en la siguiente tabla:

**Tabla 5.6: Duración de actividades de atención de taller**

<b>Actor</b>	<b>Acción</b>	<b>Tiempo (minutos)</b>
<b>Jefe de Taller</b>	Informar cierre de orden de trabajo	3
<b>Cliente</b>	Conformidad de cliente	3
<b>Facturador</b>	Elaborar pre-factura	20
<b>Facturador</b>	Enviar pre-factura al asesor	1
<b>Asesor</b>	Enviar pre-factura al cliente	5
<b>Cliente</b>	Confirmar fecha de cancelación	1
<b>Cliente</b>	Espera del cliente para la atención	5
<b>Cliente</b>	Solicitar factura	1
<b>Asesor</b>	Ordenar emisión de factura	5
<b>Facturador</b>	Crear Factura	7
<b>Cajero</b>	Emitir Factura	2
<b>Cajero</b>	Cancelar Factura	5
<b>Cajero</b>	Emitir vale de salida	1
<b>Cliente</b>	Recoger vehículo	3
<b>Asesor</b>	Verificar cancelación de vehículo	3
<b>Asesor</b>	Entregar vehículo	10
<b>Cliente</b>	Entregar vale de salida	0.5
<b>Vigilante</b>	Verificar vale de salida	1
<b>Cliente</b>	Retirar vehículo	1
	<b>Tiempo total</b>	<b>77.5</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **4) Indicador Nivel de Satisfacción del Cliente**

Permite evaluar el nivel de satisfacción del cliente respecto del servicio de taller, esta evaluación consiste en una encuesta que se toma de manera mensual.

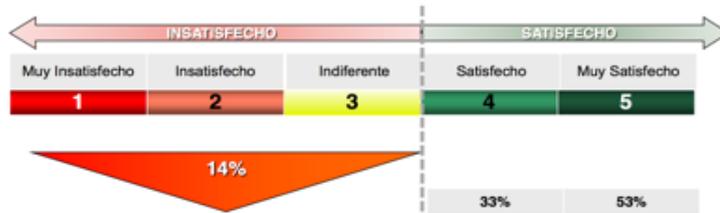
La meta de esta medición es llegar a más de un 90% de satisfacción.

*Figura 5.6: Indicador Nivel de Satisfacción del Cliente: Febrero 2016*



Fuente: ABC S.A.C

*Figura 5.7: Porcentaje de Satisfacción de cliente*

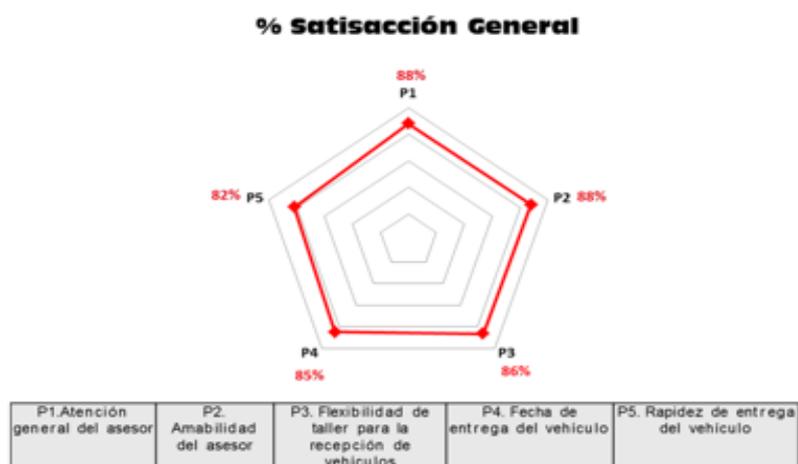


317 clientes encuestados = 1585 respuestas (Balotario de 5 preguntas)

Resultados : 53% "Muy satisfecho"  
 33% "Satisfecho"  
 14% "Muy insatisfecho" / "Indiferente"

Fuente: ABC S.A.C

**Figura 5.8: Porcentaje de Satisfacción general**



Fuente: ABC S.A.C

### 5.2.1.7 Identificar los puestos que participan en el proceso actual

**Tabla 5.7: Puestos que participantes en el proceso**

Sub Proceso	Puesto
<b>Recepción</b>	Conductor
	Vigilante
	Asesor de servicio
	Inventario
<b>Atención de taller</b>	Jefe de taller
	Planificador
	Asesor de servicio
	Técnico, Codificador y Pañol
<b>Cierre de OT</b>	Planificador
	Asesor de servicio
	Facturador
<b>Entrega</b>	Asesor de servicio
	Cliente
	Ejecutivo de atención al cliente
	Planificador
	Conductor

<b>Pañol</b>	Mantenimiento de equipos y herramientas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de Pañol, Proveedor y Jefe de taller</li> </ul>
	Calibración y Certificación de Instrumentos de medición
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargado de Pañol y Proveedor</li> </ul>
	Préstamo de herramientas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnico</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal de Pañol</li> </ul>
	Mantenimiento de equipos de diagnóstico
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal de Pañol</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveedor externo</li> </ul>
	Proceso de compra de Pañol
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de taller, Personal de Pañol</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de soporte de talleres</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveedor de fabrica</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia

#### 5.2.1.8 Análisis de Datos

En el siguiente diagrama se listan las actividades que componen el actual Proceso de Servicio de Taller con sus respectivos tiempos, existe tres escenarios donde la disponibilidad del repuesto es el principal factor que impacta directamente en el cumplimiento y finalización del servicio.

- **Escenario Regular - Servicio de Taller con stock de repuestos:** mide el tiempo total que toma realizar un Servicio de taller teniendo en cuenta que el concesionario tiene los repuestos disponibles en su almacén para hacer el servicio de mantenimiento. Según el registro, el proceso regular tiene una duración de 7:35 horas.
- **Escenario Optimista - Servicio de Taller sin stock de repuestos:** mide el tiempo que tarda un servicio de mantenimiento cuando el concesionario no cuenta con repuestos en su almacén, el escenario optimista significa que el concesionario tiene que acelerar la compra trayendo el repuesto del exterior a través de servicios de entrega rápida (avión). Según el registro, el proceso en escenario optimista tiene una duración de: 10.9 días.
- **Escenario Pesimista - Servicio de Taller sin stock de repuestos:** mide el tiempo que tarda un servicio de mantenimiento en un escenario donde el

concesionario no tiene el repuesto disponible en sus almacenes, el escenario pesimista significa que el concesionario va a realizar la compra del repuesto del fabricante pero que el envío será a través de servicios de envío de carga teniendo una duración de 45.9 días aproximadamente.

**Tabla 5.8: Situación actual de proceso de Servicio de taller**

Situación actual: Proceso de Servicio de taller												
Actividades/Pasos						Tipo de actividad			Tiempo efectivo			
N°	Actividad	●	■	➔	➡	◆	VA	Contro l	Otros	Con stock Escenario Regular (min)	Sin stock Escenario Optimista (min)	Sin stock Escenario Pesimista (min)
1	Llamada del cliente para reserva de citas	●					X			0.50	0.50	0.50
2	Espera del cliente por línea ocupada								X	1.50	1.50	1.50
3	Registrar cita del ejecutivo	●					X			5.00	5.00	5.00
4	Elaborar lista de citas para vigilancia	●					X			10.00	10.00	10.00
5	Entregar la lista de citas a vigilancia								X	5.00	5.00	5.00
6	Ingreso del cliente al taller	●					X			2.00	2.00	2.00
7	Verificar datos del conductor y colocar cono	●						X		5.00	5.00	5.00
8	Sacar ticket de atención	●					X			3.00	3.00	3.00
9	Espera								X	5.00	5.00	5.00
10	Verificar datos del cliente	●						X		5.00	5.00	5.00
11	Crear pre-orden	●					X			5.00	5.00	5.00
12	Inventariar vehículo	●						X		10.00	10.00	10.00
13	Firmar conformidad de recepción	●					X			0.50	0.50	0.50
14	Crear orden de trabajo	●					X			3.00	3.00	3.00
15	Asignar mecánico	●					X			5.00	5.00	5.00
16	Imprimir orden de trabajo	●					X			1.00	1.00	1.00
17	Solicitar repuestos	●					X			3.00	3.00	3.00
18	Espera								X	10.00	4,800.00	21,600.00
19	Entregar repuestos	●					X			7.00	7.00	7.00
20	Realizar mantenimiento	●					X			240.00	240.00	240.00
21	Espera								X	2.00	2.00	2.00
22	Entregar vehículo para control de calidad								X	5.00	5.00	5.00
23	Realizar control de calidad	●						X		15.00	15.00	15.00
24	Cerrar orden de trabajo	●					X			15.00	15.00	15.00
25	Informar cierre de orden de trabajo	●					X			3.00	3.00	3.00
26	Conformidad de cliente	●								3.00	3.00	3.00
27	Elaborar pre-factura	●					X			20.00	20.00	20.00
28	Enviar pre-factura al asesor	●					X			1.00	1.00	1.00
29	Enviar pre-factura al cliente	●						X		5.00	5.00	5.00
30	Confirmar fecha de cancelación	●					X			1.00	1.00	1.00
31	Espera del cliente para la atención								X	5.00	5.00	5.00
32	Solicitar factura	●					X			1.00	1.00	1.00
33	Ordenar emisión de factura	●					X			5.00	5.00	5.00
34	Crear Factura	●					X			7.00	7.00	7.00
35	Emitir Factura	●					X			2.00	2.00	2.00
36	Cancelar Factura	●					X			5.00	5.00	5.00
37	Emitir vale de salida	●					X			1.00	1.00	1.00
38	Recoger vehículo	●							X	3.00	3.00	3.00
39	Verificar cancelación de vehículo							X		3.00	3.00	3.00
40	Entregar vehículo	●					X			10.00	10.00	10.00
41	Entregar vale de salida	●					X			0.50	0.50	0.50
42	Verificar vale de salida	●						X		1.00	1.00	1.00
43	Retirar vehículo	●					X			1.00	1.00	1.00
<b>Total (min)</b>										<b>441.00</b>	<b>5,231.00</b>	<b>22,031.00</b>

Fuente: Elaboración propia

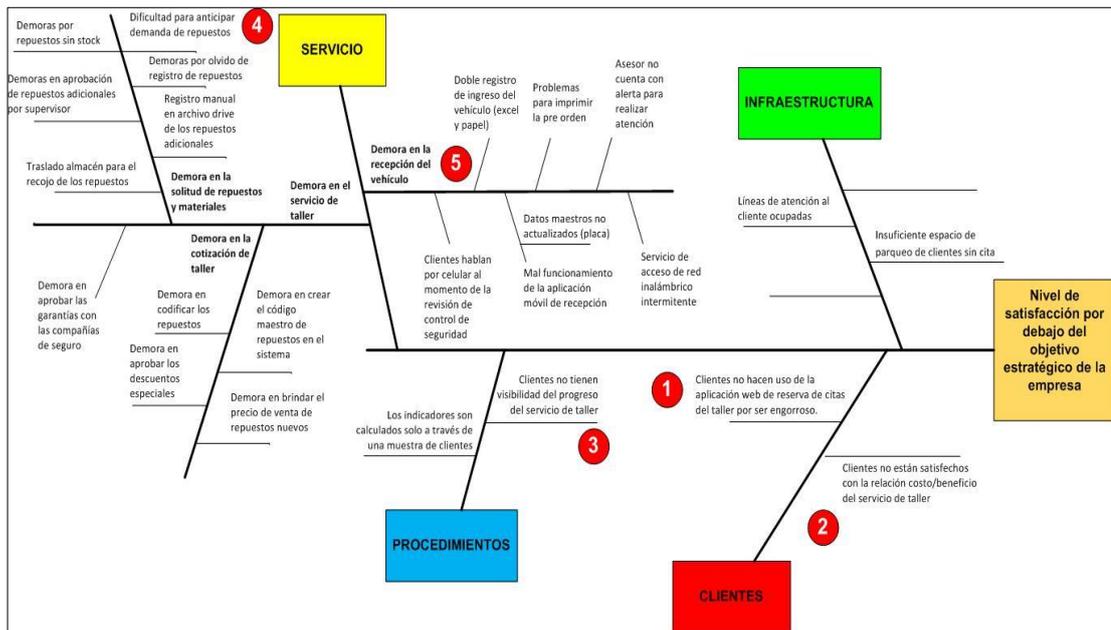
### 5.2.1.9 Problemática del proceso de Servicio de Taller

Los problemas encontrados en el proceso de Servicio de taller son los siguientes:

- Por el lado de cliente, según el indicador de porcentaje de canales de reserva de cita se puede apreciar que solo el 30% de clientes usa la aplicación web para hacer sus reservas de cita, una de las causas es porque para los clientes les resulta engorroso usar dicha aplicación. Otro problema relacionado con el cliente es que no tiene visibilidad del progreso del servicio de taller.
- Por el lado del servicio, el plazo establecido para la entrega del servicio muchas veces no se puede cumplir debido a que el concesionario no tiene los repuestos disponibles, no hay stock en su almacén.
- Existe una gran dificultad para anticipar la demanda de repuestos de baja rotación debido a que no se cuenta con datos que puedan servir para pronosticar la demanda.
- Existe una demora en la recepción del vehículo debido a que el cliente no cuenta con una reserva de cita, recién en ese momento se tiene que registrar al cliente para el servicio de mantenimiento, el 50% de clientes vienen al taller del concesionario sin haber generado una cita, hay registros que se realizan de forma manual, como por ejemplo el registro que hace el vigilante y asesor de servicio.
- Otro problema que se ha podido identificar es que los clientes sienten que la experiencia en el servicio no va en la misma relación que la marca (relación costo/beneficio) así lo demuestran los indicadores de satisfacción del cliente que la empresa realiza mensualmente.
- Existe un excesivo uso de google drive para actividades de coordinaciones y control para la solicitud de repuestos, hay varios registros manuales que se realizan para este proceso.
- El nivel de satisfacción está por debajo del objetivo estratégico de la empresa.

En el siguiente diagrama se encuentra los problemas identificados:

**Figura 5.9: Diagrama de Ishikawa**



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.1.10 Tecnología de soporte al proceso actual

Los sistemas de información que soportan las operaciones del proceso de Servicio de taller son las siguientes:

- SAP DBM (Dealer Business Management)
- SAP SD (Sales and Distribution)
- SAP MM (Material Management)
- SAP CRM (Customer Relationship Management)
- Aplicaciones Web (Citas taller, Recepción de vehículos)
- Catálogo Electrónico de Partes
- Software de Diagnóstico de Fallas

### 5.2.2 Encuesta de situación actual

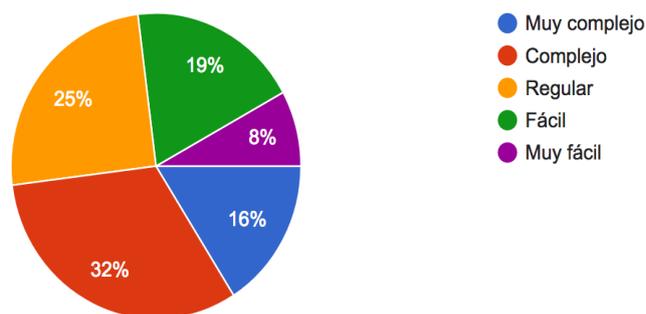
El propósito de la encuesta es tener un entendimiento general de la percepción del cliente respecto al servicio de taller que actualmente se brinda en el concesionario. La encuesta va a servir para obtener información valiosa del cliente, así mismo va a permitir reforzar la elección del proceso crítico seleccionado. A continuación se muestran los resultados de la encuesta realizada a 100 clientes mediante el uso de formularios de Google.

El periodo de trabajo de recolección de datos de la encuesta fue del 1 al 29 de Junio del año 2018, obteniendo para cada pregunta realizada los siguientes resultados:

**Figura 5.10: Reserva de cita de taller**

**1. ¿Qué tan fácil le resulta realizar una reserva de cita al taller?**

100 respuestas



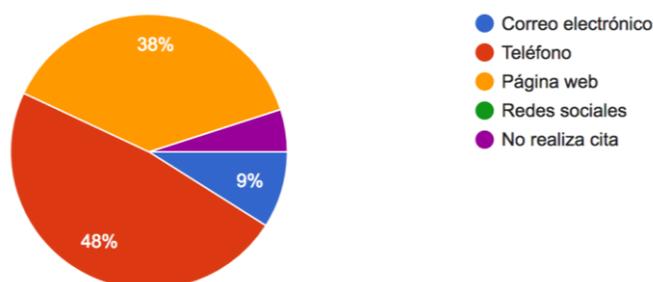
Fuente: Formularios de Google (2018)

Se puede observar que el 32% de los entrevistados califica el proceso de reserva de cita al taller como “Complejo”, seguido por un 25% que lo califica como “Regular”. En conclusión, el 48% de los clientes califica su experiencia como “Muy complejo” y “Complejo”, el cual es un punto importante para considerar y mejorar.

**Figura 5.11: Canal de atención para reserva de cita**

2. ¿Cuál es el canal más frecuente que utiliza para reservar su cita al taller?

100 respuestas



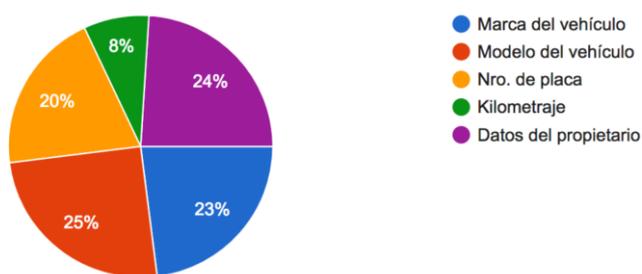
Fuente: Formularios de Google (2018)

El 48% de los clientes realiza su reserva de cita por teléfono, seguido por un 38% que lo hace a través de la página web. Es decir, el 86% utiliza estos dos medios. Es importante mencionar que existe un 5% que no utiliza ningún medio para reservar cita, lo que indica que se acercan directamente al taller.

**Figura 5.12: Información solicitada a cliente para reserva de cita**

3. ¿Qué información le parece que no debiera ser solicitada por el concesionario al momento de realizar su cita al taller?

100 respuestas



Fuente: Formularios de Google (2018)

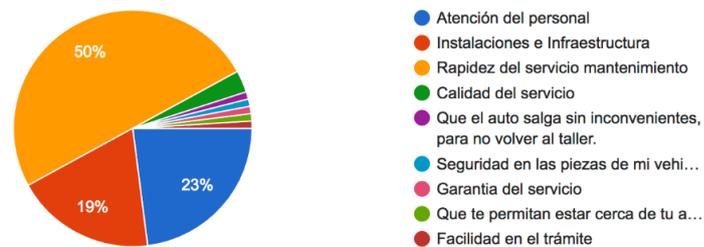
Para esta pregunta las opiniones están divididas casi equitativamente a excepción de la información correspondiente al kilometraje con un 8.1%. Los clientes indican que al momento de realizar la cita para el servicio de mantenimiento solo la información

correspondiente al kilometraje es relevante, el resto de información debiera ser conocida por la concesionaria indicando tan solo la placa del vehículo o los datos del propietario.

**Figura 5.13: Valoración del servicio de mantenimiento**

4. ¿Qué valora más Ud. en una atención de servicio de mantenimiento?

100 respuestas



Fuente: Formularios de Google (2018)

La mitad de encuestados valora más la rapidez del servicio del mantenimiento seguido por un 23% que encuentra más valor en la atención del personal. Esto nos indica que debemos enfocarnos en hacer que el servicio de taller se realice en el menor tiempo posible.

### 5.3 Planteamiento del modelo propuesto

Del análisis realizado se ha identificado que en el mercado peruano no existe una solución integral de tecnología que proporcione una reserva de cita basado en el kilometraje, tampoco existe una solución de control de acceso automatizado basado en una reserva y mucho menos una solución que permita el monitoreo en línea de los componentes del vehículo, así mismo se ha visto que a nivel global existe algunos fabricantes que ya disponen de soluciones de monitoreo en línea para el control de flotas, sin embargo los precios globales para este servicio especializado son altos. Bajo este escenario se ha identificado que existe una oportunidad de desarrollo de una alternativa de solución tecnológica más económica que considere la inclusión dispositivos tales como el Scanner genérico ELM327, mini computador Raspberry Pi y sistema LPR los cuales van a proporcionar información que será procesada por conjunto de aplicaciones y apps.

### **5.3.1 Innovación del proceso**

Para que la empresa logre una ventaja competitiva es necesario mejorar drásticamente la efectividad y eficiencia del proceso de servicio de taller, los clientes deben recibir un servicio que cubra sus expectativas acorde al nivel de las marcas exclusivas de vehículos que la empresa comercializa.

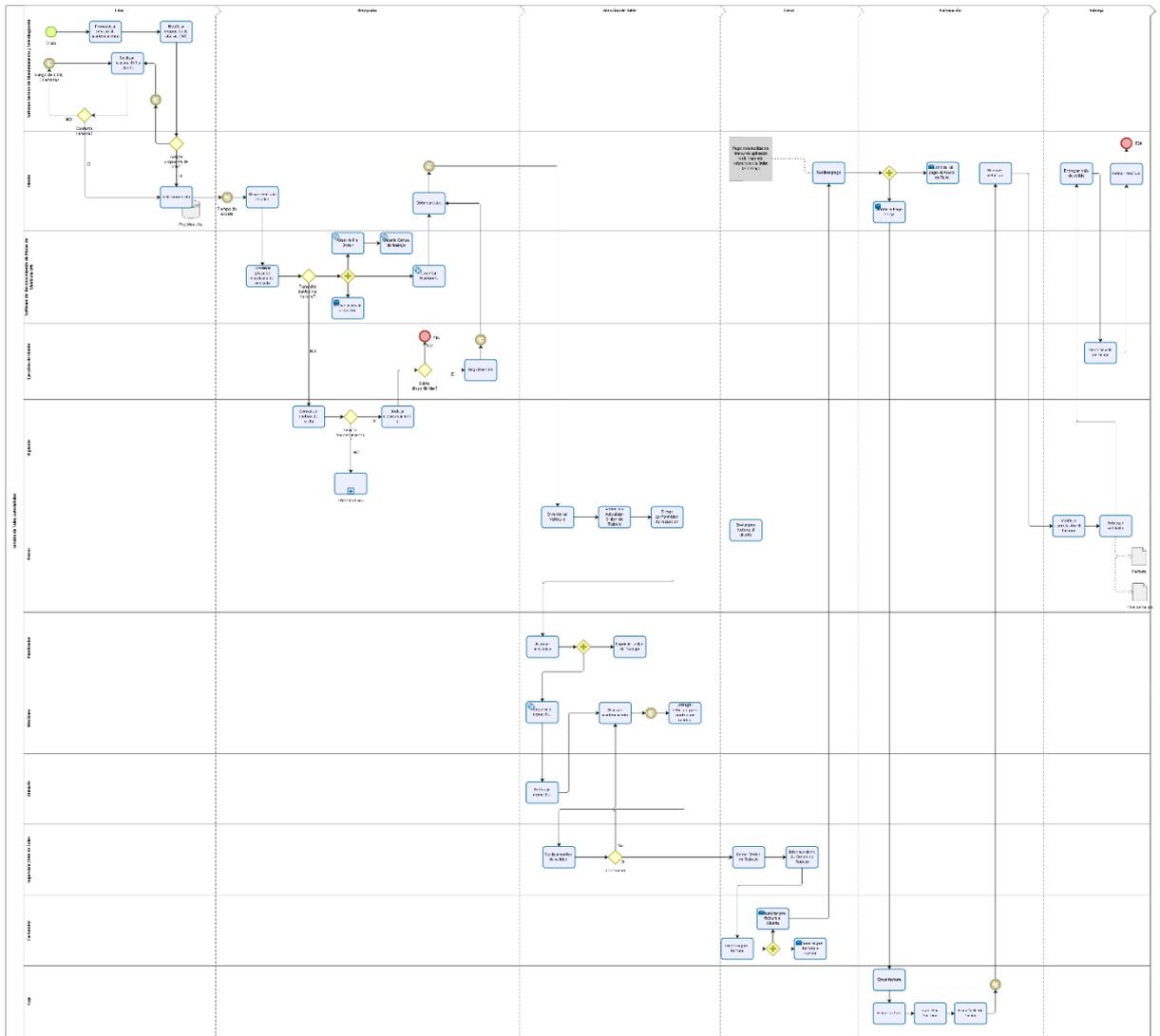
La propuesta de innovación contempla un cambio radical en el proceso de servicio de taller, involucra la introducción de nuevas tecnologías como Sistemas LPR y servicios de internet asistidos por telemática (IoT) que automatizan actividades y permiten ampliar el alcance del servicio agregando valor para los clientes.

La reingeniería del proceso va a lograr una reducción en el tiempo de atención del servicio al cliente a través de la automatización de actividades que actualmente se realizan de forma manual, eliminar actividades que no generan valor va a permitir empoderar a los actores del proceso para que asuman mayores responsabilidades. Otro beneficio de la propuesta de solución es que va a permitir a los concesionarios que estén en la capacidad de adelantarse a las necesidades de servicio y mantenimiento de los clientes a través de nuevas actividades que se apoyan en las nuevas tecnologías disponibles en el mercado que hacen uso de la Internet.

### **5.3.2 Descripción del proceso**

Uno de los mayores cambios del proceso, fue implementar dentro de la herramienta una tecnología que nos permita pronosticar el servicio de mantenimiento de los clientes.

**Figura 5.14: Diagrama de proceso de propuesta de solución**



Fuente: Elaboración propia

### 5.3.3 Análisis de datos

El siguiente diagrama lista las actividades y sus respectivos tiempos que componen el Proceso Propuesto de Servicio de Taller.

**Tabla 5.9: Situación propuesta de proceso de Servicio de taller**

Situación propuesta: Proceso de Servicio de taller										
Actividades/Pasos					Tipo de actividad			Tiempo efectivo (min)		
N°	Actividad	●	■	➔	➞	◆	VA		Control	Otros
1	Pronosticar Mantenimiento de Servicio	●					X			0.50
2	Notificar al cliente propuesta de cita	●					X			0.10
3	Realiza llamada IVR a cliente	●					X			0.10
4	El cliente selecciona cita	●					X			0.50
5	Llevar vehiculo a taller	●							X	1.50
6	Identificar placa de matricula	●					X			0.10
7	Crear preorder - automatico	●					X			0.10
8	Crear orden - automatico	●					X			0.10
9	Levantar Tranquera	●					X			0.50
10	Obtener tiket de atencion	●					X			0.50
11	Inventariar vehiculo	●					X			10.00
12	Verificar y actualizar orden de trabajo	●					X			0.50
13	Firmar conformidad de recepcion	●					X			2.00
14	Asignan mecanico	●					X			0.50
15	Imprimir orden de trabajo	●					X			1.00
16	Crear vale de repuestos	●					X			0.50
17	Entregar repuestos	●					X			5.00
18	Espera	●								3.00
19	Realizar mantenimiento	●					X			120.00
20	Espera	●								2.00
21	Entregar vehiculo de control	●							X	1.00
22	Realizar control de calidad	●					X			7.00
23	Cerrar orden de trabajo	●					X			0.50
24	informar cierre de orden de trabajo	●					X			0.50
25	Elaborar prefectura	●					X			0.50
26	Espera	●								0.00
27	Realizar pago	●					X			2.00
28	El sistema notifica el pago	●					X			0.50
29	Crear Factura	●					X			0.50
30	Emitir Factura	●					X			0.50
31	Cancelar Facturar	●					X			0.50
32	Emitir vale de salida	●					X			0.50
33	Recoger vehiculo	●							X	3.00
34	Verificar cancelacion de factura	●						X		0.50
35	Entregar vehiculo	●							X	1.00
36	Entregar vale de salida	●					X			0.50
37	Verificar vale de salida	●						X		1.00
38	Retirar vehiculo	●					X			1.00
<b>Total (min)</b>										<b>169.50</b>

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.4 Comparación de los procesos

La siguiente tabla muestra los beneficios obtenidos luego de haber hecho una reingeniería al proceso de Servicio de Taller donde la tecnología es el componente principal que genera ahorros para la compañía.

El proceso actual de Servicio de Taller está compuesto por 43 actividades que en conjunto hacen un total de 7.35 Horas con un costo de USD 23.46, mientras que el Proceso Propuesto se compone de 38 actividades con una duración promedio de 2.83 Horas y un costo de USD 8.74, si bien es cierto la reducción de actividades representa solo el 12% sin embargo el ahorro en el proceso va por encima del 60% tanto en tiempo como en costos, es decir, la reingeniería incide directamente en las actividades de mayor impacto en el proceso, las que son más relevantes o que simplemente no generaban valor al mismo. Es importante hacer notar también que la reingeniería permitirá incrementar el número de atenciones de taller en un 25%.

**Tabla 5.10: Comparación de procesos**

<b>Comparación de Procesos</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Proceso Actual</b>	<b>Proceso Propuesto</b>	<b>Ahorro</b>	<b>Porcentaje</b>
Tiempo (horas)	7.35	2.83	4.53	62%
Horas/mes	5,880	2,260	3,620	62%
Costo Unitario USD	23.46	8.74	14.72	63%
Cantidad atenciones	40	50	10	25%
Días de atención	20	20		
Costo mensual USD	18,771	8,743	10,028	53%
Nro. actividades	43	38	5	12%

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.5 Definir habilitadores

A continuación se describe los sistemas habilitadores que componen la propuesta de solución:

**Tabla 5.11: Tabla de habilitadores**

<b>Habilitadores</b>	<b>Descripción</b>
Sistema de Reserva de citas	Permite recolectar los datos del kilometraje del vehículo para la elaboración automática de una propuesta de cita de taller la que se será enviada al cliente por correo electrónico y por una aplicación móvil.

Sistema de Control de Acceso de vehículos	Permite identificar la placa del vehículo para validar si tiene cita o no, también envía notificaciones al asesor de servicios y al vigilante, levanta la tranquera de manera automática si el vehículo tiene un reserva de cita
Sistema de Monitoreo en línea de Vehículos	Permite recolectar los códigos de falla de los componentes del vehículo para que luego de ser procesados ayude en la determinación de compra del volumen de repuestos así como también en la venta de repuestos a clientes específicos.

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.6 Indicadores del proceso propuesto

Los indicadores de la propuesta de solución son los siguientes

*Tabla 5.12: Indicadores de proceso propuesto*

Indicador	Frecuencia	Unidad
Adopción de propuesta	Mensual	Porcentaje
Aceptación de reservas automáticas	Mensual	Porcentaje
Ahorro de tiempo de Servicio de Taller	Mensual	Porcentaje
Aumento de atenciones con reserva automática	Mensual	Porcentaje
Nivel de satisfacción del cliente	Mensual	Porcentaje

Fuente: Elaboración propia

#### 1) Indicadores de Reserva de Citas de taller

El nuevo canal de reservas de citas va a ser medido a través de dos indicadores los cuales proporcionarán el porcentaje de aceptación y adopción de la propuesta de solución. La frecuencia de medición será mensual y estará basado en la cantidad de registros de reserva de citas.

- **Adopción de propuesta:** mide en porcentaje la proporción que representa las reservas automáticas aceptadas frente al total de reservas generadas por los canales tradicionales (vía web, teléfono, otros).

**Figura 5.15: Indicador de porcentaje de adopción de propuesta**

$$\% \text{ Adopción de Propuesta} = \frac{\text{Reservas automáticas aceptadas}}{\text{Reservas canales tradicionales}}$$

Fuente: Elaboración propia

- **Aceptación de reservas automáticas:** mide en porcentaje la proporción que representan las reservas automáticas aceptadas frente al total de reservas automáticas enviadas a los clientes.

**Figura 5.16: Indicador de porcentaje de reservas automáticas**

$$\% \text{ Aceptación de Reservas Automáticas} = \frac{\text{Reservas automáticas aceptadas}}{\text{Reservas automáticas enviadas}}$$

Fuente: Elaboración propia

La mejora radica en que proactivamente el Sistema de Reserva de Citas enviará al cliente una propuesta de reserva de cita siempre y cuando el recorrido del vehículo este próximo a alcanzar el kilometraje establecido por el fabricante para realizar el mantenimiento.

## 2) Indicadores de Eficiencia de Servicio de Taller

Los siguientes indicadores miden la eficiencia del servicio de taller luego que el concesionario haya implementado de la propuesta de solución.

- **Ahorro de tiempo del Servicio de Taller:** Compara la duración promedio del servicio de taller de clientes que hicieron una reserva automática frente a la duración promedio de servicio de taller de clientes que sin reserva automática.

**Figura 5.17: Indicador de ahorro de tiempo del servicio de taller**

$$\text{Ahorro de tiempo del Servicio de Taller} = (1 - (A/B))$$

Fuente: Elaboración propia

A = Duración Promedio de Servicio Taller con Reserva Automática.

B = Duración Promedio de Servicio Taller sin Reserva Automática.

- **Aumento de atenciones con reserva automática:** Compara al número de atenciones que se realizaron con reserva automática respecto a todas las atenciones ejecutadas en el mes.
- 

**Figura 5.18: Indicador de aumento de atenciones con reserva automática**

$$\% \text{ Aumento de atenciones con reserva automática} = \frac{\text{Nro atenciones con Reserva automática}}{\text{Total de atenciones}}$$

Fuente: Elaboración propia

### 3) Indicador Nivel de Satisfacción del Cliente

Luego de aplicar la reingeniería se espera poder aumentar en más del 95% la satisfacción del cliente, se van a seguir realizando encuestas mensuales para obtener este indicador.

## CAPITULO VI. PROPUESTA DE MODELO DE SOLUCIÓN

El propósito de este capítulo está enfocado en especificar la propuesta de modelo, primero nos enfocamos en dar una visión general de la gestión del proyecto considerando la etapa de planificación, para luego describir en un apartado el detalle a nivel del producto.

### 6.1 Gestión del Proyecto

El planteamiento de la propuesta de solución considera elaborar un plan de proyecto utilizando como marco de trabajo la guía del PMBOK 6ta Edición, que es un conjunto de buenas prácticas que puede contribuir al éxito del proyecto.

El marco de trabajo del PMBOK considera que los procesos de dirección de proyectos se agrupan en 5 grupos de procesos que son descritos en la tabla 6.1.

*Tabla 6.1: Grupo de Procesos*

<b>Grupo de Proceso</b>	<b>Descripción</b>
Iniciación	Son todos los procesos necesarios para definir un nuevo proyecto, cuya principal actividad es obtenerla la autorización para comenzar el proyecto.
Planificación	Son todos los procesos necesarios para desarrollar el plan de gestión de proyectos y los documentos relevantes que definen el trabajo del proyecto, y en base a ello lograr los objetivos del proyecto.
Ejecución.	Son todos los procesos necesarios para completar el trabajo definido en el plan de gestión del proyecto.
Seguimiento y Control.	Son todos los procesos necesarios para monitorear y controlar el desempeño del proyecto, con el fin de tomar las acciones que correspondan para que el proyecto no se desvíe del plan.

Cierre.	Son todos los procesos necesarios para finalizar todas las actividades, y cerrar formalmente el proyecto o las obligaciones contractuales
---------	---

Fuente: (PMBOK, Sexta Edición)

En cada uno de los grupos de procesos, la guía del PMBOK define 10 áreas de conocimiento que están descritas para mayor detalle en el Anexo 14. Sin embargo, se considera que no todos los procesos de todas las áreas de conocimiento pueden ser necesarios para la ejecución del modelo dado que dependerá de la realidad de cada empresa y sus políticas.

Por lo tanto, para efectos del presente trabajo, se seleccionó los siguientes procesos descritos en la tabla 6.2 con el fin de brindar una visión clara a alto nivel de la solución propuesta.

**Tabla 6.2: Matriz de Procesos para el Modelo IoT**

	Inicio	Planificación	Ejecución	Control y Seguimiento	Cierre
Integración	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución.	4.2 Plan de Dirección del Proyecto			
Alcance		5.2 Definir el alcance 5.4 Crear el EDT			
Tiempo		6.5 Desarrollar el Cronograma			
Costos		7.3 Determinar el presupuesto			
Calidad		8.1 Planificar la gestión de la calidad			
RR.HH		9.1 Planificar la gestión de RR.HH.			
Comunicaciones		10.1 Planificar la gestión de las comunicaciones			
Riesgos		11.2 Identificar Riesgos. 11.5 Planificar la respuesta			
Adquisiciones		12.1 Planificar la gestión de las adquisiciones			

Interesados	13.1 Identificar a los interesados	13.2 Planificar el involucramiento de los interesados			
-------------	------------------------------------	---	--	--	--

Fuente: (PMBOK, Sexta Edición)

### 6.1.1 Acta de Constitución

El propósito de este entregable es establecer el alcance, el cronograma y presupuesto a alto nivel para tener un panorama general del proyecto y autorizar formalmente la aceptación y ejecución del proyecto.

En el formulario siguiente se describe la información del Acta de Constitución:

<b>ACTA DE CONSTITUCIÓN DE PROYECTO</b>					
Proyecto		Modelo de Aplicación de IoT y telemetría			
Patrocinador:		Gerente General			
Preparado por:		Gerente de Proyectos	Fecha:		
Revisado por:		Jefe de Sistemas	Fecha:		
Aprobado por:		Gerente General	Fecha:		
Revisión: (Correlativo)	Descripción (Realizada por) (Motivo de la revisión y entre paréntesis quien la realizó)			Fecha: (de la revisión)	
01					
02					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO DEL PROYECTO</b> (Características, funcionalidades, soporte entre otros)					
<p>El alcance corresponde a una solución tecnológica aplicando IoT y telemetría en una empresa concesionaria automotriz, cuyo alcance está enfocado en los procesos de servicio de taller, abastecimiento de repuestos y campañas de ventas personalizadas.</p> <p>La solución tiene como principales características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestionar el servicio de taller de manera eficiente en el proceso específico de Reserva de Citas de Mantenimiento y Recepción de Vehículos.</li> <li>• Generar y visualizar información analítica de tendencias del comportamiento y estado de los componentes de los vehículos monitorizados con el fin de estimar la demanda y sugerir la compra eficiente de repuestos, asimismo explotar la información para generar campañas personalizadas de venta de repuestos en stock.</li> <li>• Proponer a los clientes la reserva de cita de mantenimiento preventivo de sus vehículos.</li> <li>• Automatizar el ingreso del vehículo al taller a través de la reserva de cita.</li> <li>• Brindar reportes dinámicos que determinan: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La necesidad de compra sugerida de repuestos</li> </ul> </li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Campañas personalizadas de venta de repuestos a potenciales clientes.</li> </ul>			
<b>ALINEAMIENTO DEL PROYECTO</b>			
<b>1. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE LA ORGANIZACIÓN</b> (A qué objetivo estratégico se alinea el proyecto)	<b>2. PROPÓSITO DEL PROYECTO</b> (Beneficios que tendrá la organización una vez que el producto del proyecto esté operativo o sea entregado)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar que el índice de satisfacción y fidelidad de los clientes sea mayor a 8.</li> <li>• Incrementar el margen bruto en más de 17%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la satisfacción de atención al cliente en el servicio de taller.</li> <li>• Optimización del abastecimiento de repuestos.</li> <li>• Disminuir el stock de repuestos de baja rotación.</li> <li>• Planificar eficazmente la demanda de la capacidad instalada del taller de vehículos.</li> </ul>		
<b>3. OBJETIVOS DEL PROYECTO</b> (Principalmente en términos de costo, tiempo, alcance, calidad)			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir con los entregables indicados en un costo estimado del proyecto menor a 139,000 dólares.</li> <li>• Tiempo del proyecto: 6 (seis) meses desde el inicio al cierre.</li> <li>• Alcance: El modelo propuesto abarca únicamente 3 procesos “servicio de taller, abastecimiento de repuestos y campañas de ventas personalizadas”.</li> </ul>			
<b>4. CRITERIOS DE ÉXITO DEL PROYECTO</b> (Componentes o características que deben cumplirse en el proyecto para considerarlo exitoso)			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Proyecto debe cumplir con las especificaciones funcionales descritas por cada módulo.</li> <li>• Se debe obtener la aceptación del cliente por el total de entregables.</li> <li>• El proyecto debe finalizar en los costos estimados y tiempo asignado.</li> </ul>			
<b>EXTENSIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO</b>			
<b>5. FASES DEL PROYECTO</b> (Agrupamiento lógico de actividades relacionadas que usualmente culminan elaborando un entregable principal. Cada Fase se ejecutará como un proyecto. Al fin de fase se puede tomar la decisión de continuar o no con las siguientes fases)	<b>6. PRINCIPALES ENTREGABLES</b> (Un único y verificable producto, resultado o capacidad de realizar un servicio que debe ser elaborado para completar un proceso, una fase o un proyecto)		
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Preparación Inicial</td> </tr> </table>	Preparación Inicial	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Definición de Equipo y área de Trabajo, Acta de Constitución</td> </tr> </table>	Definición de Equipo y área de Trabajo, Acta de Constitución
Preparación Inicial			
Definición de Equipo y área de Trabajo, Acta de Constitución			

Planificación	Especificación Funcional, Prototipos de Diseño de los componentes, Diseño de la Solución, Diseño de la Arquitectura. Plan de gestión del Proyecto
Ejecución	Módulos, Servicios, App e Infraestructura Tecnológica
Preparación Final	Plan de Despliegue, Capacitación, Documentación Técnica
Salida en Vivo	Aceptación de la solución, Soporte x equipo de proyecto
Cierre	Acta de Cierre de Adquisiciones, Acta de Cierre de Proyecto

#### 7. INTERESADOS CLAVE

(Persona u organización que está activamente involucrado en el proyecto o cuyos intereses pueden ser afectados positiva o negativamente por le ejecución del proyecto o por el producto que elabora)

Organización	Cargo / Persona interesada
ABC SAC.	Gerente General
ABC SAC.	Gerente de Compra
ABC SAC.	Gerente Financiero
ABC SAC.	Equipo de Proyecto
ABC SAC.	Analista de Compra
ABC SAC.	Analista Logístico
ABC SAC.	Técnico de Mantenimiento

#### 8. RIESGOS

(Evento o condición incierta que, si ocurriese, tiene un efecto positivo o negativo sobre los objetivos del proyecto)

- Infraestructura no disponible.
- Incumplimiento de entrega del internet por parte del proveedor
- Retraso en la obtención de los elementos y sensores IoT.
- Lentitud en la transición de datos ofrecidos por el proveedor 3G.
- Equipo de proyecto con poca experiencia en solución IoT.
- Retraso en la construcción de la arquitectura por actividades de terceros.
- Eventos de catástrofe.
- Accidentes laborales.

**9. HITOS PRINCIPALES DEL PROYECTO**

(Un evento significativo para el proyecto)

Hito	Fecha
Acta de constitución	Semana 1
Kick Off	Semana 2
Plan de dirección del proyecto	Semana 4
1° Interacción	Semana 10
Implementación Finalizada	Semana 15
Preparación Final	Semana 18
Salida en Vivo	Semana 19
Cierre	Semana 20

**10. PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

(La estimación aprobada para el proyecto o cualquier otro componente de la estructura de desglose de trabajo, u otra actividad del cronograma)

- Costo estimado del proyecto: menor a 130,000 dólares.

**11. REQUERIMIENTOS DE APROBACIÓN DEL PROYECTO**

(Quién evalúa los criterios de éxito, decide el éxito del proyecto y quien cierra el proyecto)

Criterios de éxito	Evaluador	Firma el cierre del proyecto
El proyecto debe finalizar en los costos estimados y tiempo asignado.	Patrocinador	Gerente de Proyecto Patrocinador

**12. GERENTE DE PROYECTO ASIGNADO AL PROYECTO**

(Nombres apellidos y cargo de la persona asignada como gerente del proyecto)

- Gerente de Proyectos del Grupo ABC SAC.

**13. AUTORIDAD ASIGNADA**

(Autoridad asignada al gerente del proyecto para el uso de recursos)

- Compra de elementos IoT a nivel de hardware.
- Contratación de proveedores (Tecnológicos, administrativos)
- Administración de caja chica asignada al proyecto
- Autoridad para gestionar cambios en coordinación directa con el Patrocinador.

**6.1.2 Alcance****6.1.2.1 Alcance del proyecto**

El alcance del proyecto de la solución planteada es el trabajo que realizar para lograr los objetivos del mismo, para el presente proyecto se define lo siguiente:

- Elaborar la documentación para la gestión del proyecto indicado.

- Implementar una solución tecnológica aplicando IoT y telemetría en una empresa concesionaria automotriz, enfocado en los procesos de servicio de taller, abastecimiento de repuestos y campañas de ventas personalizadas.

### 6.1.2.2 Alcance del producto

El entregable final del proyecto se basa en una plataforma tecnológica que como principal objetivo estas funcionalidades:

- Proponer a los clientes la reserva de cita de mantenimiento preventivo o correctivo de sus vehículos.
- Automatizar el ingreso del vehículo al taller a través de la reserva de cita.
- Brindar reportes dinámicos que determinan:
  - La necesidad de compra sugerida de repuestos
  - Campañas personalizadas de venta de repuestos a potenciales clientes.

Para un mejor entendimiento, la solución se agrupa en las siguientes funcionalidades cómo se puede apreciar en la tabla 6.3

**Tabla 6.3: Funcionalidades del Producto**

<b>Entregable</b>	<b>Funcionalidades</b>
<b>Elementos IoT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar dispositivos e implementar una aplicación que permita obtener datos de los vehículos a través de la tecnología OBD y Telemetría.</li> <li>• La información que obtener del vehículo es: Datos de identificación del vehículo, Kilometraje de vehículo, códigos de falla de los componentes (DTC, Motor, repuestos) e información de eventos en línea (Combustible, RPM).</li> </ul>
<b>Transmisión de Datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar una aplicación que envié los datos obtenidos del vehículo a la plataforma tecnológica de la empresa concesionaria con el objetivo de almacenar y</li> </ul>

	<p>procesar la información para posteriores funcionalidades.</p>
<p><b>Aplicación (Reserva de Cita)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar una aplicación que permita enviar una propuesta de reserva de cita de mantenimiento preventivo o correctivo a los clientes, acorde a su Km Actual, considerando los siguientes factores: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ El kilometraje del vehículo establecido por la marca.</li> <li>○ La disponibilidad de horario según calendario del taller.</li> <li>○ La disponibilidad del asesor de servicio para efectuar el trabajo asignado.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Aplicación de (Recepción de Vehículos)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar una aplicación que permita el reconocimiento de placa de los vehículos que requieren ingresar a la empresa concesionaria.</li> <li>• La aplicación debe validar si el número de placa tiene una reserva de cita, con el fin de permitir el ingreso automático y</li> <li>• Notificar a los involucrados del proceso.</li> </ul>
<p><b>Analítica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar una solución que permita sugerir la compra de repuestos considerando para ello los datos obtenidos del comportamiento y estado de los componentes de los vehículos.</li> <li>• Proporcionar una solución que permita procesar el comportamiento y estado de los componentes de los vehículos con el objetivo de generar reportes de campaña personalizadas de venta de repuestos.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

### 6.1.2.3 Exclusiones

- El proyecto no contempla la operación de la solución.
- El proyecto no contempla ejecutar acciones de mantenimiento sobre los equipos adquiridos.
- El proyecto no contempla la migración de datos históricos.

### 6.1.2.4 Supuestos

- La empresa concesionaria debe contar con una plataforma tecnológica altamente disponible.
- El equipo de proyecto debe cumplir con el perfil requerido en el plan de RR.HH.
- Todos los planes de gestión deben estar acorde a los objetivos del proyecto.
- Tener un entorno apropiado de trabajo en equipo.

### 6.1.2.5 EDT

La estructura de desglose de trabajo (EDT) es una herramienta que permite descomponer jerárquicamente los entregables que serán ejecutados dentro del proyecto. Para la ejecución del modelo propuesto, se contempla la descomposición jerárquica a nivel del producto y la gestión de proyecto. En la tabla 6.4 se presenta el EDT en una descomposición de tercer nivel.

**Tabla 6.4: EDT del Proyecto**

1	<b>Gestión de Proyecto</b>	
1.1	Inicio	
1.1.1	Acta de Constitución	Documento que autoriza formalmente el inicio del proyecto y es firmado por el patrocinador del proyecto.
1.1.2	Registro de Interesados	Entregable donde se identifica y registra a las personas, grupos u organizaciones que podrían afectar o ser afectados por una decisión, actividad o resultado del proyecto
1.2	Planificación	

1.2.1	Plan de gestión del Proyecto	Documento de la línea base del proyecto y los planes subsidiarios
1.3	Ejecución	
1.3.1	Registro de polémicas	Entregable donde se registra todos los conflictos ocurridos durante el proyecto
1.4	Control y Seguimiento	
1.4.1	Acta de Reunión	Acta de seguimiento y avance del proyecto
1.4.2	Acciones Correctivas y Preventivas	Entregable donde se registra las acciones correctivas y preventivas del avance del proyecto
1.4.3	Informes de Desempeño	
1.4.4	Control de Cambios	Entregables vinculados a la gestión integrado de cambios del proyecto
1.5	Cierre	
1.5.1	Acta de Cierre de Adquisiciones	Acta aprobada que indica el cierre de las contrataciones con los proveedores
1.5.2	Acta de Cierre de Proyecto	Acta aprobada por el gerente de proyecto y patrocinador
<b>2</b>	<b>Metodología de Producto</b>	
2.1	Definición de Infraestructura y área de Trabajo	Especificación de la infraestructura a emplear y las respectivas áreas de trabajo donde se ejecutará el proyecto
2.2	Especificación Funcional	Documento con las especificaciones funcionales de todos los módulos involucrados en la solución.
2.3	Prototipos de Diseño	Documento con las especificaciones de diseño de los componentes e interfaces UI.
2.4	Diseño de Arquitectura	Especificación de diseño de la Arquitectura de la solución
2.5	Plan de Pruebas	Especificación de las pruebas que se tienen que realizar por cada módulo entregado.
2.6	Plan de Despliegue	Plan de despliegue definido por el área técnica y de infraestructura.
2.7	Capacitación	Plan de capacitación para los usuarios finales
2.8	Documentación Técnica	Documentación técnica de los módulos involucrados y la configuración realizada.
2.9	Manuales de Usuario	Manual de usuario de los módulos
2.10	Despliegue a Ambiente de Producción	Acta de aprobación y pase a producción

3	<b>Elementos IoT</b>	
3.1	ELM327	Adquisición, Instalación y configuración del equipo ELM327
3.2	Raspberry Pi	Adquisición, Instalación y configuración del equipo Raspberry Pi
3.4	Cámara LPR	Adquisición, Instalación y configuración del equipo Cámara LPR
3.5	Relay	Instalación y configuración del equipo Relay
3.6	Modulo GPS	Adquisición, Instalación y configuración del equipo Modulo GPS
4	<b>Transmisión de Datos</b>	
4.1	Recolección de Datos	Recolectar los datos de los elementos por ODB y GPS al equipo Raspberry
4.2	Envío de Datos	Envío de datos a la plataforma de la nube
4.3	Recepción de Datos	Recepción de los datos para transformarlo en información.
5	<b>Aplicaciones</b>	
5.1	Reserva de Citas de taller	Aplicación que genera de manera automática una propuesta de cita al cliente tomando como referencia el kilometraje del vehículo.
5.2	Recepción de Vehículos	Aplicación de control de ingreso automatizado de los vehículos al taller.
6	<b>Analítica de Datos</b>	
6.1	Sugerencia de compra de repuestos	Analítica de los datos obtenidos para la ejecución del proceso "Sugerencia de compra de repuestos"
6.2	Campaña personalizada para venta de repuestos	Analítica de los datos obtenidos para la ejecución del proceso "Campaña personalizada para venta de repuestos".
7	<b>Infraestructura</b>	
7.1	Servidor Web	Servidor Web requerido para la solución
7.2	Servidor de Aplicaciones	Servidor Aplicaciones requerido para la solución

7.3	Servidor de base de datos	Servidor Base de datos requerido para la solución
7.4	Servidor de BI	Servidor BI requerido para la solución

Fuente: Elaboración Propia

En la Anexo 15, se muestra en la figura del EDT que descompone el trabajo de acuerdo al producto por funcionalidad. Adicionalmente se indica el paquete de trabajo de gestión y metodología que será transversal en todo el proyecto.

### **6.1.3 Cronograma**

El propósito de este entregable es especificar por cada tarea y actividades obtenidas en el EDT la secuencia, la duración y las fechas de inicio y fin con el objetivo de administrar la duración del proyecto.

Basado en los lineamientos y políticas de ejecución de proyectos de la empresa concesionaria en estudio, se estableció las siguientes fases para el cronograma:

#### **6.1.3.1 Preparación Inicial**

En esta fase, se da inicio formal al proyecto y se identifica los distintos interesados que estarán involucrados a nivel macro y la preparación de los ambientes necesarios para planificar el proyecto.

#### **6.1.3.2 Planificación**

En esta fase, se plantea la estrategia y los recursos más idóneos para cumplir los objetivos del proyecto.

La línea base del proyecto (alcance, tiempo y costo) y los planes subsidiarios del mismo permiten comunicar de manera más eficiente los objetivos del proyecto.

#### **6.1.3.3 Ejecución**

Esta fase consiste en desarrollar la solución basado en entregable o módulos, Por cada módulo se ejecuta las etapas de:

- **Diseño:** Se recopila y analiza con mayor énfasis los requisitos funcionales con el fin de determinar el alcance y las implicancias a considerar para el diseño de toda la solución.
- **Construcción de Código:** Consiste en la programación y configuración requerida por cada entregable.

- Pruebas e Integración: Se analiza y demuestra que los entregables de desarrollo cumplen con los requerimientos funcionales.

Adicionalmente, durante esta fase se realiza un seguimiento del proyecto y se ejecuta los cambios necesarios para recalcular la línea base del proyecto.

#### 6.1.3.4 Preparación Final

En esta fase se realiza las actividades necesarias para obtener los entregables relacionados al despliegue de la solución.

#### 6.1.3.5 Salida en Vivo

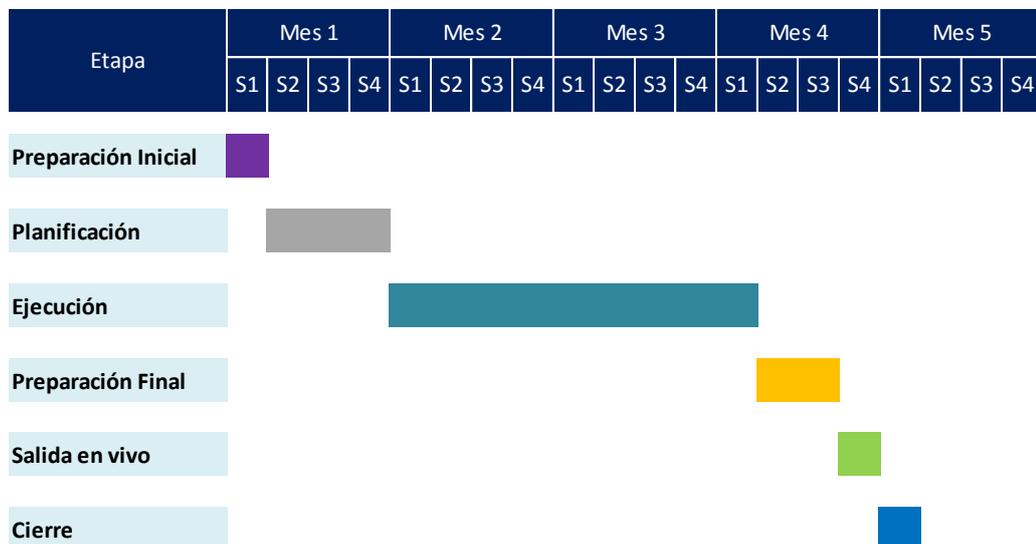
En esta fase se obtiene la aceptación del cliente, y se realiza el despliegue en el ambiente a producción.

#### 6.1.3.6 Cierre

En esta fase se ejecuta el cierre formal del proyecto y los contratos requeridos.

Se puede apreciar en la figura 6.1 la propuesta de cronograma en un alto nivel.

**Figura 6.1: Cronograma de proyecto**



Fuente: Elaboración propia (2018)

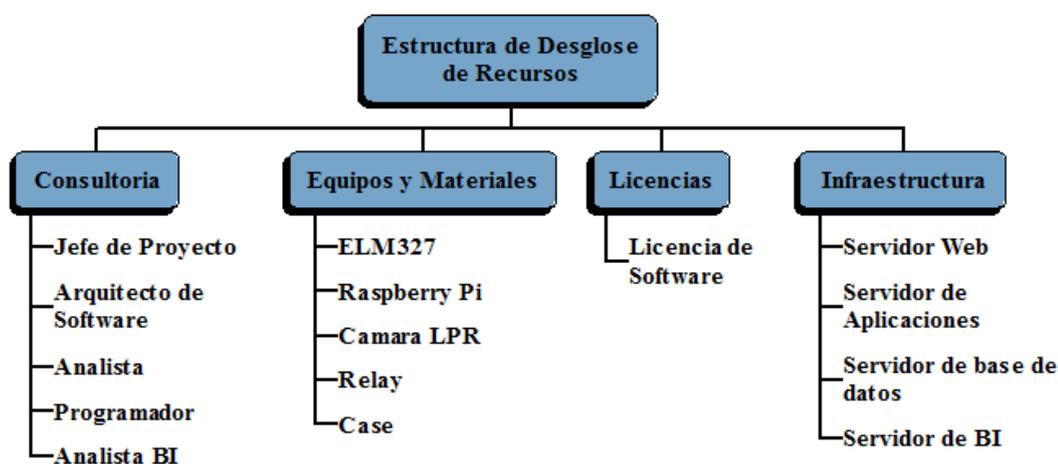
Dado la gran cantidad de actividades, el calendario del proyecto a detalle se muestra en el Anexo 16.

### 6.1.4 Presupuesto

El propósito de este proceso es determinar la línea base del proyecto mediante el análisis y estimación de los costos que puede incidir en el proyecto. Para definir la estimación de los costos del modelo es necesario realizar el análisis de la empresa concesionaria, de los entregables de trabajo y los recursos que se utilizarán para ejecutar el proyecto.

En la Figura 6.2, se presenta la Estructura Desglose de Recursos que nos permite desarrollar predicciones de los costos a estimar, y que nos permitirá tener una visión general de todos los recursos involucrados para la respectiva interacción con los demás procesos de gestión.

**Figura 6.2: Estructura de Desglose de Recursos**



Fuente: Elaboración propia (2018)

La estructura de los recursos indicado en la figura anterior permite revisar si es conveniente categorizar los costos del mismo modo para un mejor panorama del presupuesto.

**Tabla 6.5: Lista de recursos**

Categoría	Descripción
Consultoría y/o servicios	Esta categoría agrupa los costos relacionados con el recurso humano que ejecutara el proyecto. Esto se calcula en base al esfuerzo realizado por cada entregable y el costo de días/hombre.

Instalación IoT	Esta categoría agrupa los costos de instalación de los elementos IoT que forman parte de la propuesta de solución.
Licencias	Esta categoría agrupa todas las licencias de software que es necesario adquirir para el proyecto
Materiales y equipos	Esta categoría agrupa los costos de adquisición de los equipos y materiales que se requieren para el proyecto.
Servidores	Esta categoría agrupo los costos relacionados a cualquier cambio de infraestructura que se requiera

Fuente: Elaboración propia

En base a lo expuesto, se muestra a continuación la estimación de los costos basado en la categoría descrita:

**Tabla 6.6: Estimación de Costos**

<b>Recurso</b>	<b>Descripción</b>	<b>Días</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unit/Día USD</b>	<b>Costo Total USD</b>
<b>Consultoría y/o servicios</b>					<b>33,878</b>
Jefe de Proyecto	Gestionar el proyecto	43	1	168	7,232
Arquitecto de software	Definir la arquitectura de Software	22	1	141	3,100
Analista	Definir las especificaciones funcionales	50	1	127	6,364
Programador	Realiza la codificación de los programas	36	3	114	12,273
Analista BI	Definir el modelo de los cubos	27	1	182	4,909
<b>Instalación IoT</b>					<b>10,000</b>
Instalar elementos IoT	Instalar los elementos IoT en el panel del Vehículo		1000	10	10,000
<b>Licencias</b>					<b>2,000</b>
Licencias Sistema operativo	Uso de licencia de software base		1	2,000	2,000
<b>Materiales y equipos</b>					<b>65,500</b>
ELM327	Scanner con conexión USB		1000	10	10,000
Raspberry	Minicomputador		1000	50	50,000

Case	Cobertor del minicomputador		1000	5	5,000
Cámara LPR	Cámara de reconocimiento de placas		1	350	400
Relay	Dispositivo que permite activar la tranquera		1		100
<b>Servidores</b>					<b>15,000</b>
Servidor	Adquirir un servidor para la BD y Servidor de App		1	15,000	15,000

Presupuesto	Reservas de Contingencia y de Gestión	Total, USD
126,377.52	12,637.75	139,015.27

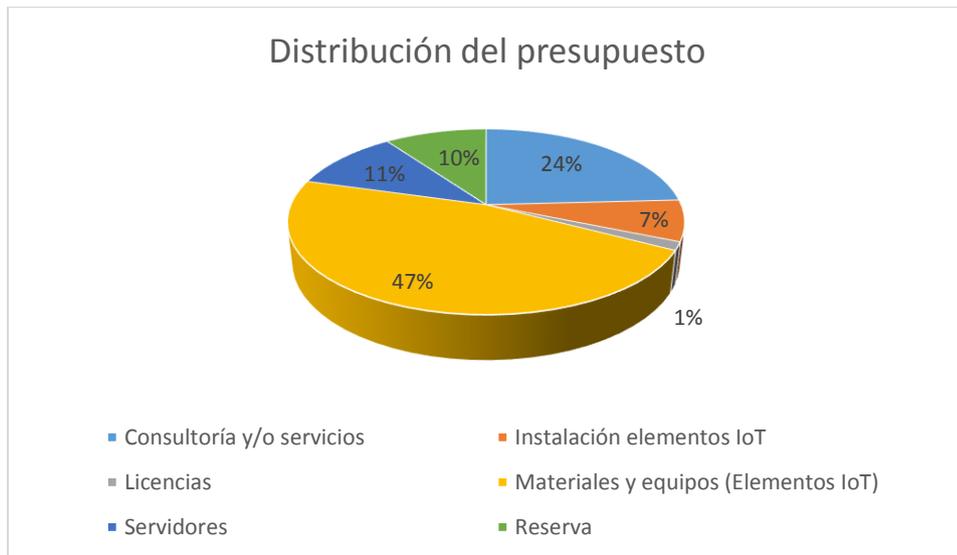
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las buenas prácticas establecido por el PMBOK, la reserva de contingencia se determina del análisis cuantitativo del plan de riesgos del proyecto con el fin de cubrir cualquier eventualidad de riesgo identificado, y la reserva de gestión se determina por políticas de la empresa.

### Análisis de resultados

Del presupuesto realizado, se puede concluir con el siguiente análisis.

**Figura 6.3: Análisis de presupuesto en porcentajes**



Fuente: Elaboración Propia (2018)

## **6.1.5 Planes subsidiarios**

### **6.1.5.1 Plan de Gestión de Calidad**

El plan de gestión de calidad permite implementar y seguir las políticas y procedimientos necesarios para conseguir que el proyecto cumpla con los requisitos establecidos.

El éxito para alcanzar la calidad requiere de la participación de todos los miembros de equipo del proyecto (PMBOK, 6ta Edición).

### **6.1.5.2 Plan de Gestión de Recursos Humanos**

El plan de gestión de Recurso Humanos permite definir los roles y responsabilidades del equipo de proyecto, junto con las habilidades y competencias requeridas. (PMBOK, 6ta Edición).

### **6.1.5.3 Plan de Gestión de Comunicaciones**

El plan de gestión de comunicaciones permite asegurar y facilitar el flujo de información de manera adecuada y oportuna a todos los stakeholders. (PMBOK, 6ta Edición).

### **6.1.5.4 Plan de Riesgos**

El plan de riesgos permite establecer los parámetros para poder gestionar los riesgos del proyecto, en base a ello, se realiza el levantamiento de los riesgos y se define los umbrales de Riesgo (Bajo, moderado y alto), el tiempo y el presupuesto que se debe asignar a la gestión de riesgos basado en las políticas que defina la empresa concesionaria. (PMBOK, 6ta Edición).

Adicionalmente, es importante considerar que un plan de respuesta a riesgos se debe considerar dentro de este modelo porque te permite mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

### **6.1.5.5 Plan de Gestión de las adquisiciones**

El plan de adquisiciones permite gestionar de manera adecuada los procesos relacionados a la adquisición de suministros, servicios y resultados que requieren el proyecto.

## **6.2 Diseño de la Solución**

Hoy en día el uso de sistemas de diagnóstico a bordo en los vehículos automotores se ha vuelto un estándar en la industria, los fabricantes están incorporando cada vez más dispositivos a sus sistemas que permitan mejorar el monitoreo, control y rendimiento del motor y otros componentes. La sofisticación de los sistemas OBD que vienen instalados en los vehículos han creado una gran oportunidad de desarrollo de nuevos sistemas que brinden nuevas funcionalidades a los concesionarios, el aprovechamiento de los datos generados en estos sistemas y el tratamiento adecuado permitirán la optimización de ciertos procesos de servicios de taller cuya finalidad debe ser elevar la calidad de servicio y optimizar el nivel de inventario.

En general lo que se plantea como solución es que bajo un modelo de explotación de datos se pueda implementar un sistema de cómputo integrado que permita la generación automática de reservas de citas de taller basado en el kilometraje del vehículo, así mismo que permita también agilizar la recepción del vehículo basado en una cita de taller y que finalmente ayude a optimizar el nivel de inventario de los repuestos de baja rotación basado en las fallas de los vehículos.

La propuesta de solución considera la instalación y configuración de un conjunto de dispositivos electrónicos los cuales permitirán la implementación de los módulos funcionales de Reserva de citas, Recepción de vehículos, Sugerencia de compra y Campaña de venta de repuestos.

A continuación, se describen los requisitos funcionales que cada uno de estos componentes deben tener.

### **6.2.1 Dispositivos de Transmisión de datos y Elementos IoT**

El rol que desempeñan los dispositivos en el modelo propuesto es la recolección y envío de datos del vehículo a la base de datos del sistema central, este conjunto de dispositivos actúa como el nexo entre el sistema de diagnóstico del vehículo y el sistema central, ellos participan en la automatización de los procesos de reserva de citas y la recepción de los vehículos. En esta sección se debe considerar el hardware y software necesario que permita la recolección y el envío de datos tanto del GPS como del OBD.

### **6.2.1.1. App para Cliente**

Se debe considerar el desarrollo de una aplicación de cliente para ejecutar las siguientes funciones:

- Envío de datos del vehículo
  - El app debe permitir transferir los datos que se encuentran almacenados en el dispositivo Raspberry PI hacia la base de datos del sistema central.
  - El medio de conexión entre el teléfono inteligente y Raspberry debe ser a través de la interface WiFi.
  - La conexión a internet para la transferencia de datos la debe proporcionar el teléfono a través de su plan de datos 3G.
- Reportes en línea de los eventos del vehículo y comportamiento de manejo del vehículo.
  - Se debe utilizar el modo 1 del OBD para mostrar los eventos en línea de los componentes del vehículo.
  - El comportamiento de manejo se construirá en base a los eventos recibidos de los componentes del vehículo.
- La aplicación del cliente debe permitir mostrar los indicadores de consumo de combustible, temperatura y revoluciones del motor, averías de componentes y probables averías.

### **6.2.1.2. Interface ELM327**

La recolección de datos del vehículo se debe hacer utilizando los siguientes modos de funcionamiento:

- Modo 1: para obtener los datos de los eventos en línea del vehículo.
- Modo 3: para obtener los datos de falla de los componentes del vehículo.
- Modo 9: para obtener los datos de identificación del vehículo.
- La interface de conexión al vehículo para la recolección de datos del OBD debe ser compatible con el puerto DLC (Data Link Conector) del vehículo.

### **6.2.1.3. Raspberry PI**

El Raspberry PI es el dispositivo que concentra los componentes de conexión física y de software para realizar la recolección de datos del vehículo, su rol principal

es obtener y almacenar los datos del sistema de diagnóstico a bordo del vehículo (OBD).

A continuación se listan los requisitos que debe tener dicho dispositivo:

- La placa integrada del dispositivo Raspberry PI debe contar con los puertos físicos e interfaces inalámbricas Bluetooth y WiFi para establecer la conexión entre el vehículo y el teléfono inteligente.
- La conexión entre el Raspberry PI y el dispositivo ELM327 del vehículo se debe realizar a través de la interface Bluetooth.
- La conexión entre el Raspberry PI y el teléfono inteligente se debe realizar a través de la interface WiFi.
- Se debe considerar el desarrollo de un programa para la recolección y envío de datos de GPS y OBD, el cual debe estar hecho bajo el lenguaje de programación Python.
- La recolección de datos del sistema de diagnóstico del vehículo debe ser de forma constante, dichos datos se deben almacenar en un único archivo de texto incremental diario, al final del día el programa debe enviar archivo de texto al sistema central a través de internet.
- El Sistema Central debe disponer de interfaces de tipo Web Service para recibir los datos del GPS y OBD que el programa enviará. El protocolo que se utilizará para este fin será SOAP (Simple Object Access Protocol) y el formato de intercambio de datos será JSON (JavaScript Object Notation).
- El desarrollo del programa de recolección y envío de datos debe considerar los modos de funcionamiento 1, 3 y 9 para obtener los datos del vehículo.
- Los datos recolectados del modo 3 tienen relación con los eventos de los componentes del vehículo y sus fallas por lo tanto estos se deben utilizar como elemento de entrada para el procesamiento de datos en los módulos de Sugerido de compra de repuestos y Campaña de venta de repuestos.
- Los datos recolectados del modo 9 se deben utilizar para la identificación del vehículo.

#### **6.2.1.4. Teléfono Inteligente**

El teléfono inteligente es el medio a través del cual se debe establecer la conexión entre el sistema de diagnóstico a bordo del vehículo y el sistema central, en

dicho dispositivo se debe ejecutar una aplicación que gestione el envío de datos desde el dispositivo Raspberry hacia la base de datos del sistema central.

#### **6.2.1.5. Cámara LPR**

La cámara de video debe ser de tipo LPR (License Plate Recognition) para que pueda procesar la imagen capturada de la placa del vehículo y devuelva como resultado el número de placa. El dato del número de la placa del vehículo será utilizado por el programa de verificación de citas para hacer la validación si esta pertenece a un cliente, un empleado o simplemente el vehículo están en modo de prueba y necesita ingresar a las instalaciones del concesionario.

#### **6.2.1.6. Relay en la barrera de acceso**

La barrera de acceso es el objeto electromecánico que impide el libre acceso de vehículos a las instalaciones del concesionario, esta se debe activar siempre y cuando el programa de verificación de citas haya validado que el número de placa del vehículo cumple alguna de las siguientes condiciones:

- Que el vehículo tiene una cita para el servicio de mantenimiento
- Que el vehículo se encuentra ya en mantenimiento y está en fase de pruebas.
- Que el vehículo pertenece a algún empleado del concesionario.

### **6.2.2 Aplicación – Reserva de Citas**

#### **6.2.2.1 Requisitos Funcionales**

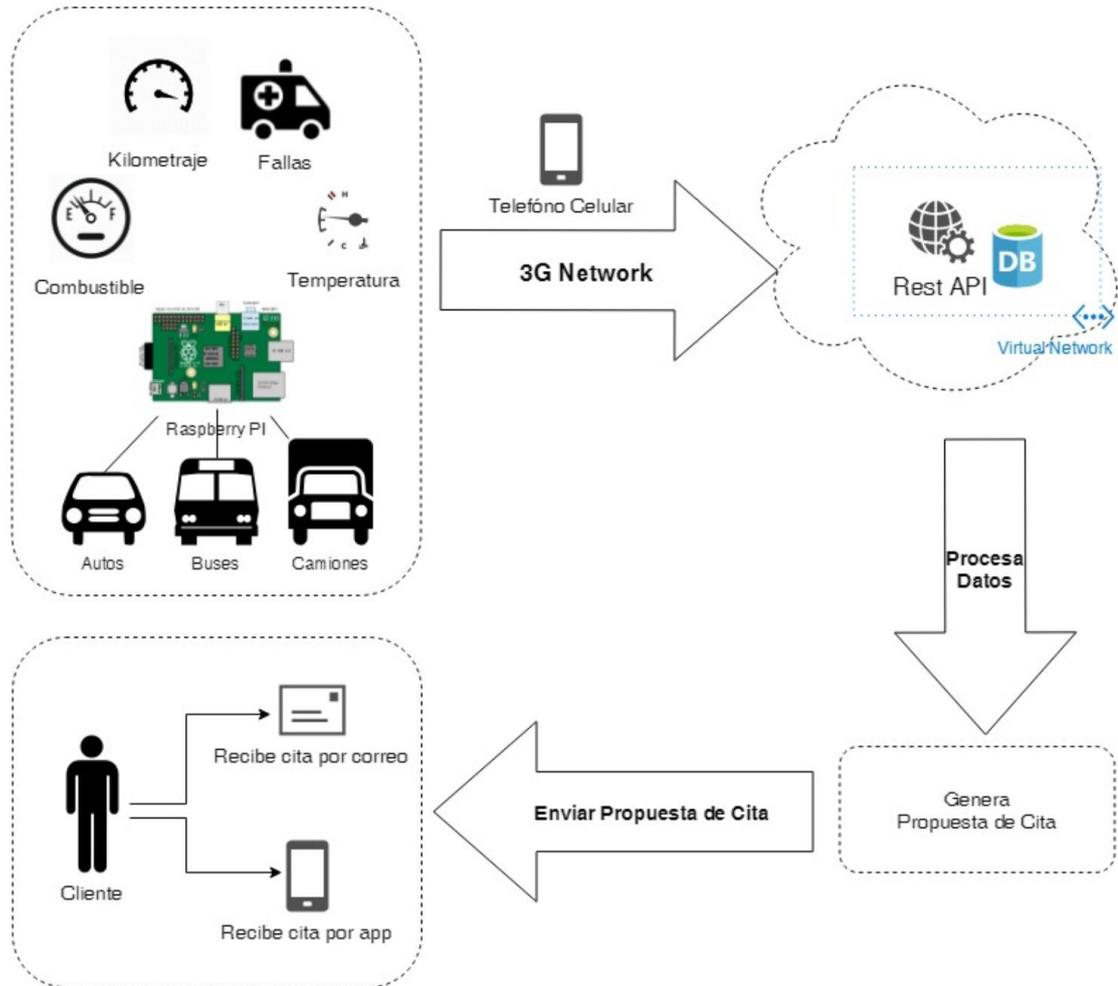
La funcionalidad que se busca con el módulo de Reserva de citas es la automatización de la gestión de la reserva de citas. Luego que se haya recolectado y enviado los datos del GPS y OBD a la base de datos central, la aplicación de reserva de citas debe realizar lo siguiente:

- La propuesta de reserva de citas de taller debe ser en función al kilometraje del vehículo, es decir, el sistema generará una reserva de cita siempre y cuando el vehículo esté próximo a alcanzar el valor de kilometraje establecido por la marca para realizar el mantenimiento.
- La propuesta de reserva de cita de taller debe mostrar varias alternativas para que el cliente pueda seleccionar la que mejor le convenga.

- La selección de una reserva de cita de taller hecha por el cliente, para el concesionario implica la creación automática de una Orden de Trabajo en el sistema de gestión de mantenimiento.
- Una reserva de cita de taller debe ser el punto de inicio para que el concesionario planifique el proceso de mantenimiento del vehículo tanto a nivel de recurso humano como de insumos, repuestos y notificaciones.
- La propuesta de reserva de cita de taller debe llegar al cliente por correo y a través de una aplicación móvil tanto para Android como para IOS.
- La interfaz de cliente de la aplicación móvil debe ser simple y efectiva, de esta forma se impulsará a que los clientes dejen de usar los medios tradicionales de reserva de citas (Teléfono, página web, presencial).

### 6.2.2.2 Diagrama de Contexto

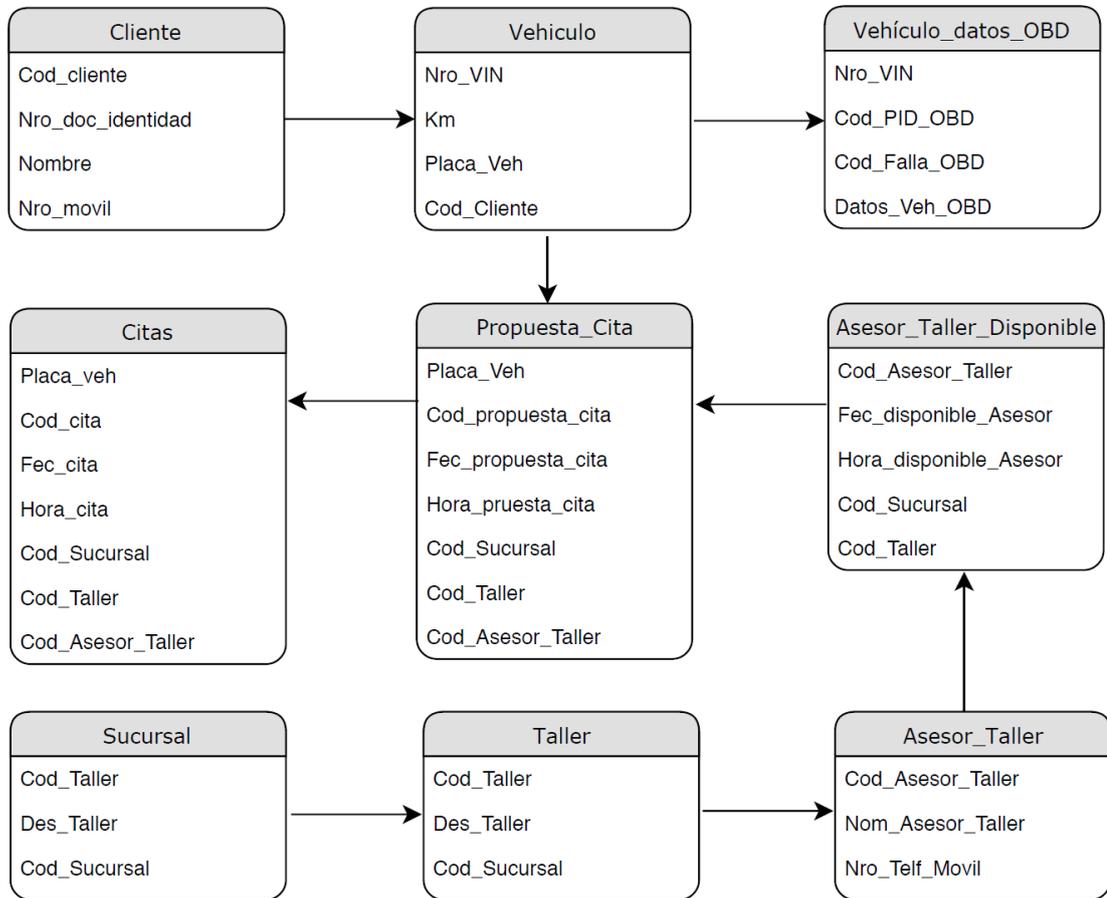
Figura 6.4: Diagrama de contexto de módulo de Reserva de citas



Fuente: Elaboración Propia (2018)

### 6.2.2.3 Diagrama Conceptual

*Figura 6.5: Diagrama conceptual de módulo de Reserva de citas*

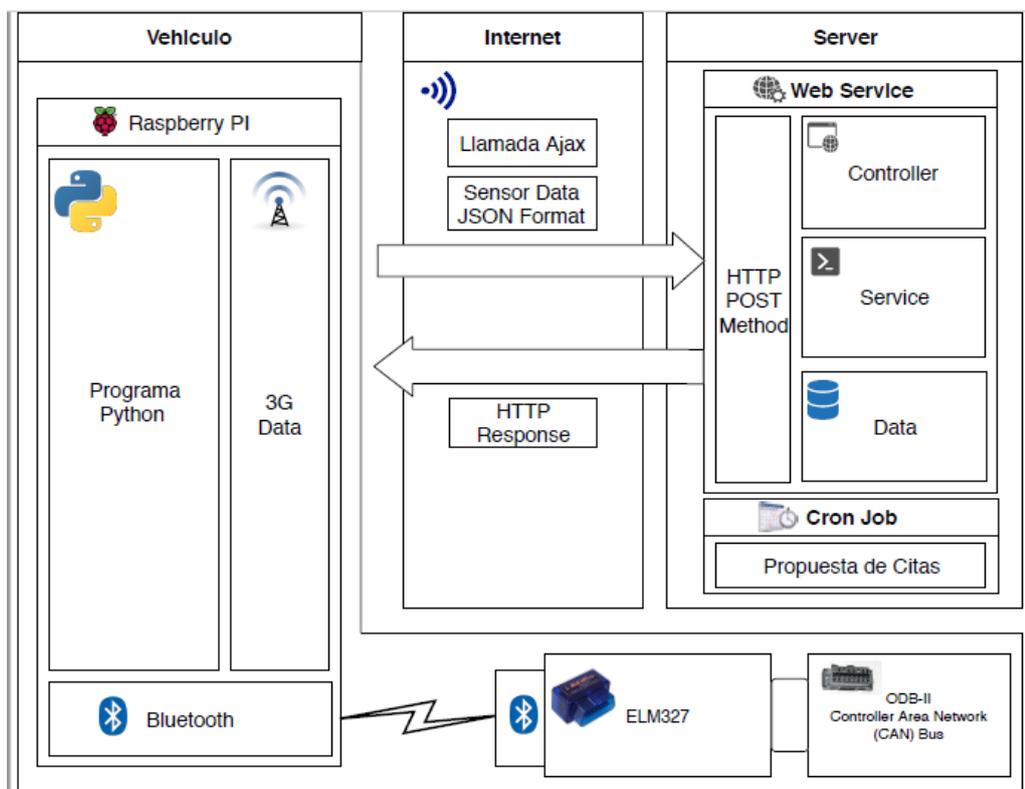


Fuente: Elaboración Propia (2018)

### 6.2.2.4 Arquitectura

La Arquitectura de la solución está compuesta de tres subsistemas denominados vehículo, Internet y Web Service. A continuación, se describe el rol que cada subsistema desempeña en el modelo propuesto:

**Figura 6.6: Arquitectura de módulo de Reserva de citas**



Fuente: Elaboración Propia (2018)

#### 6.2.2.4.1 Vehículo

El subsistema Vehículo está compuesto por un conjunto de componentes de hardware y software cuya función principal es la recolección y envío de datos del vehículo hacia los Web Services del Sistema principal. Los eventos que se generan en los distintos microcontroladores del vehículo son recogidos a través de un script que ejecuta procesos batch de recolección y de envío de datos. El script desarrollado en lenguaje de programación Python se ejecuta sobre una microcomputadora llamada Raspberry PI la que cuenta con un sistema operativo “Raspbian”. Para establecer la conexión entre el Raspberry PI y el vehículo se utiliza un dispositivo denominado ELM327 el cual a través de una conexión Bluetooth establece el puente entre el vehículo y el sistema. El componente 3G es el responsable de proveer la conexión a internet al subsistema Vehículo, los datos recolectados serán estructurados bajo el formato de intercambio de datos JavaScript Object Notation.

#### **6.2.2.4.2 Internet**

El subsistema Internet es el responsable de gestionar la transferencia de los datos del vehículo a los Web Services del sistema principal, la llamada Ajax y el Sensor Data Json Format son los componentes que administran la secuencia de envío, el almacenamiento y la transmisión de datos.

#### **6.2.2.4.3 Web Services**

El subsistema web services se encarga de gestionar la recepción de los datos recibidos del vehículo a través de los métodos HTTP POST y Response, también contiene un controlador que administra el almacenamiento de la información en la base de datos del sistema.

### **6.2.3 Aplicación – Recepción del vehículo**

#### **6.2.3.1 Requisitos Funcionales**

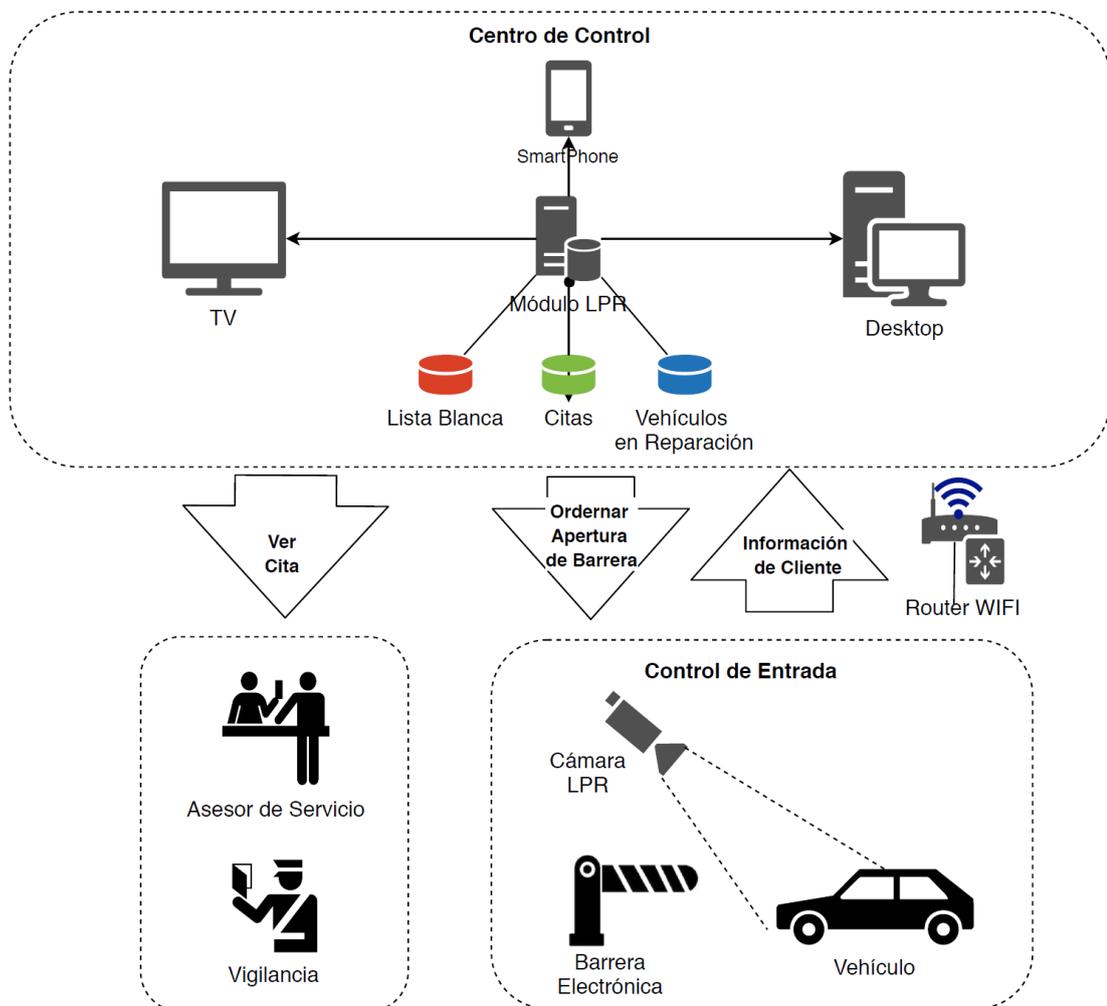
El programa de verificación de citas es el componente principal del módulo de recepción de vehículos debido a que realizará funciones de validación, control y notificación; dicho componente de software va a interactuar con distintos dispositivos y módulos del sistema para que en conjunto permitan la automatización de la recepción del vehículo. Lo que se pretende con este módulo es facilitar el acceso del cliente a las instalaciones del concesionario luego que este haya hecho una reserva de cita para el servicio de taller. Por lo tanto, las condiciones que el módulo debe cumplir son las siguientes:

- El sistema debe ser capaz de hacer el Reconocimiento automático del número de placa para poder identificar si el vehículo tiene una reserva, está en fase de pruebas o pertenece a algún empleado del concesionario que dese ingresar a sus instalaciones, el sistema de poder hacer dicha validación.
- El sistema debe enviar una alerta al asesor de servicio indicando que hay un vehículo de un cliente con reserva para el inicio del servicio.
- La activación de la tranquera debe ser en automático una vez que se haya reconocido que el vehículo tiene una reserva para mantenimiento.
- El sistema debe registrar el pase del vehículo a las instalaciones del concesionario indicando el estado de inicio de servicio.

- El módulo de recepción de vehículo debe estar integrado al sistema de gestión de mantenimiento a través de una interface para que genere la Orden de Trabajo de forma automática.
- El módulo debe permitir el registro de lista una lista blanca donde estarán registradas las placas que no tienen reserva sin embargo el sistema debe permitir el ingreso activando la tranquera automáticamente.

### 6.2.3.2 Diagrama de Contexto

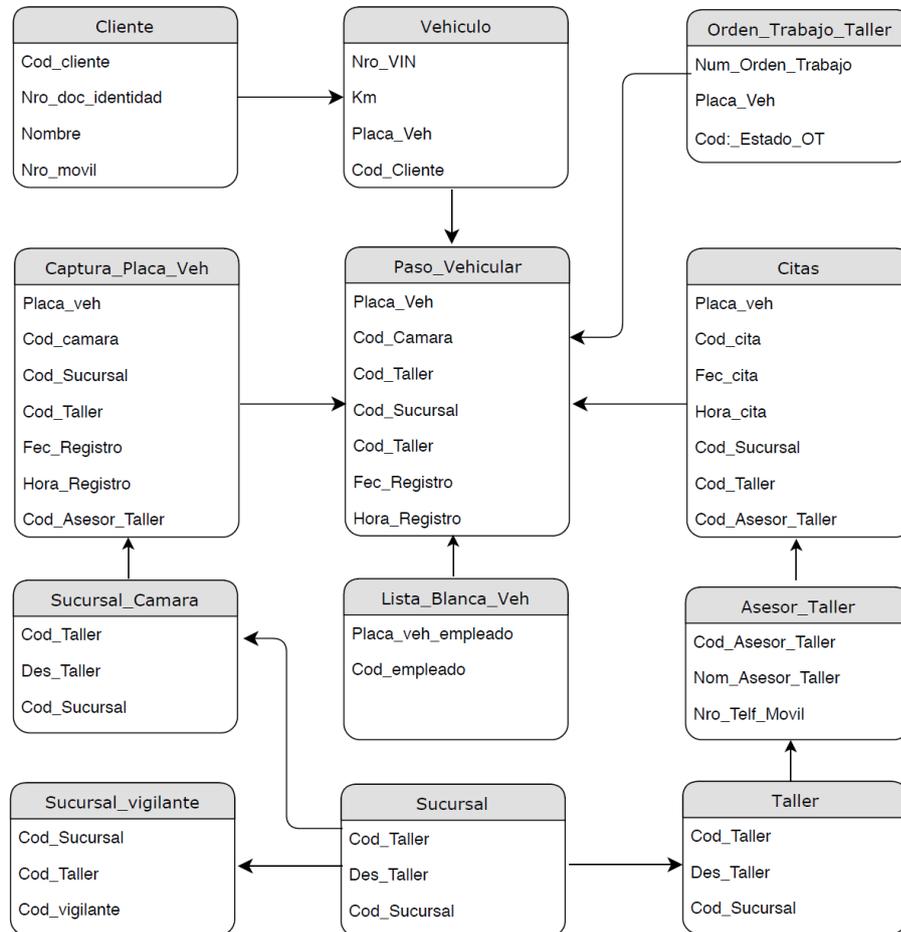
*Figura 6.7: Diagrama de contexto del módulo Recepción del Vehículo*



Fuente: Elaboración Propia (2018)

### 6.2.3.3 Diagrama Conceptual

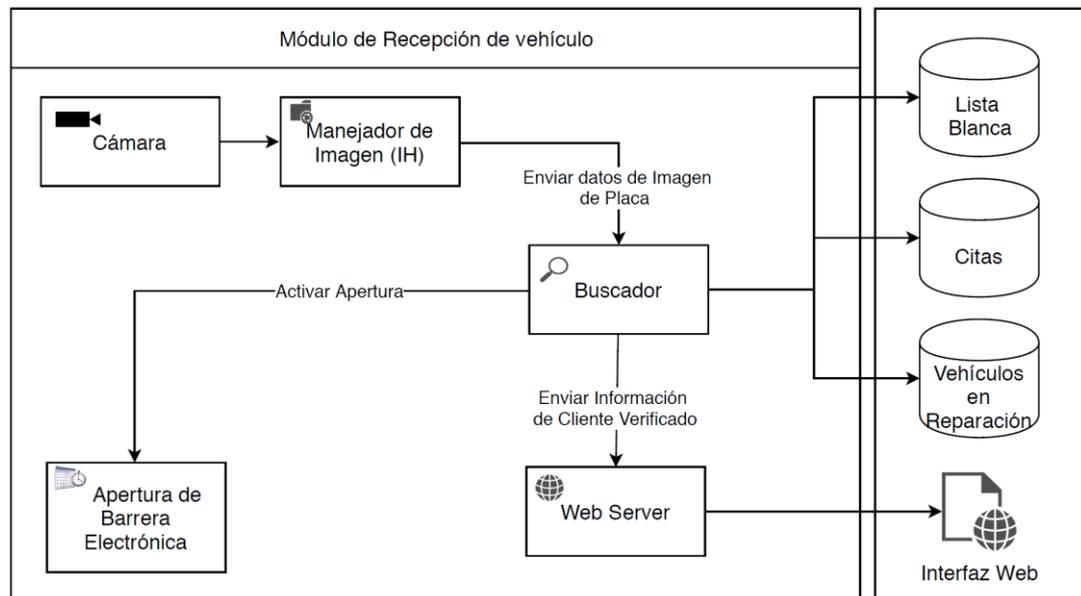
**Figura 6.8: Diagrama conceptual de módulo de Recepción de vehículo**



Fuente: Elaboración Propia (2018)

### 6.2.3.4 Arquitectura

*Figura 6.9: Arquitectura de módulo de Recepción de vehículo*



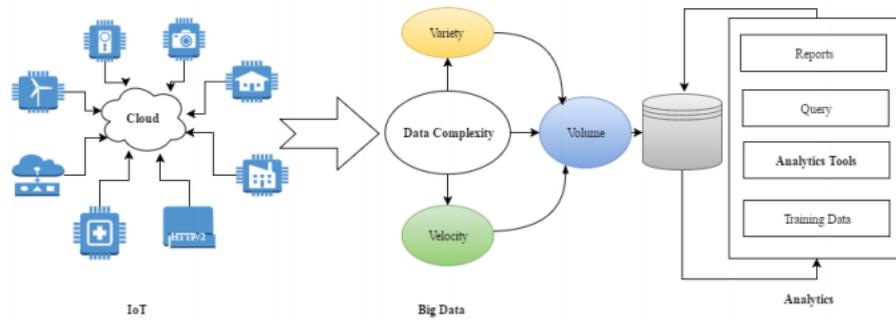
Fuente: Elaboración Propia (2018)

### 6.2.4 Análítica – Big Data

El alcance del modelo propone ejecutar las funcionalidades de Sugerencia de compra de repuestos y Campaña personalizada de venta de repuestos basado en un analítica predictiva y de diagnóstico dentro de un ecosistema de BigData. El uso de esta tecnología se justifica debido al gran debido al gran volumen y variedad de datos que se va obtener de los vehículos y la velocidad de procesamiento que se requiere para la toma de decisiones eficientes

A continuación, en la figura 5-10 se ilustra 3 fases principales del modelo basado en la gestión de datos.

**Figura 6.10: Arquitectura del modelo para Big Data**



Fuente: Big IoT Data Analytics: Architecture, Opportunities (IEEE Access)

- Fuentes de datos de IoT – La fuente de dato de la propuesta serán todos los dispositivos o elementos del vehículo. Esta fuente de datos se almacenara como primera instancia en el Raspberry PI para luego ser enviados a la nube.
- En la siguiente fase, los datos generados tendrán el término de " big data ", que se basan en su volumen, velocidad y variedad. Estas enormes cantidades de datos se almacenan en archivos de big data en una base de datos distribuida compartida.
- Como última fase, se tiene las herramientas de análisis que permiten analizar grandes conjuntos de datos IoT almacenados.

Bajo este contexto, la propuesta plantea realizar dos tipos de análisis:

- Analítica predictiva: Se ejecuta en un intento por determinar el resultado de un evento que podría ocurrir en el futuro basado en todos los datos obtenidos.
- Analítica diagnóstica: la analítica diagnóstica tiene como objetivo determinar la causa de un fenómeno que ocurrió en el pasado, usando preguntas que se enfocan en la razón del evento.

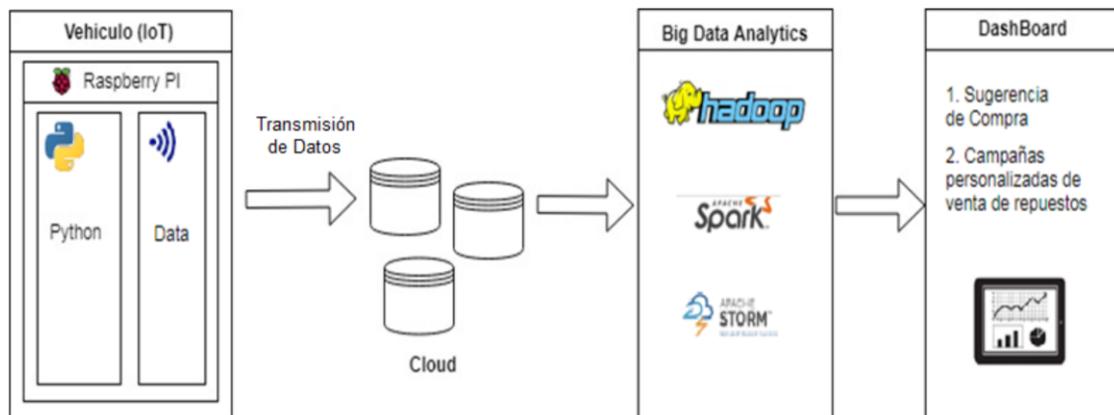
#### **6.2.4.1 Arquitectura IoT para Big Data analytics**

Las decisiones arquitectónicas para IoT están estrechamente relacionados con el alcance de la información que desean explotar para sus objetivos.

Por lo tanto, para efectos del modelo planteado se propone el siguiente diseño que tiene como principal alcance generar campañas personalizas de venta de repuestos y

optimizar la sugerencia de compras. En la figura 6-11 se ilustra la arquitectura que permite integrar el IoT con el Big Data Analytics

**Figura 6.11: Arquitectura del modelo para Big Data**



Fuente: Elaboración Propia

Como punto de partida, tenemos que el componente vehículo tendrá como función principal la recolección de los datos IoT. Estos datos serán enviados a la nube mediante la funcionalidad ya descrita previamente. A continuación, la capa de Big Data Analytics hace referencia a una gran cantidad de datos recibido que son accedidos a través de aplicaciones de análisis de Big Data. Estas aplicaciones contienen la administración de API y un panel para ayudar en la interacción con el motor de procesamiento. Por último, una vez procesada la información las herramientas Dashboard se encargaran de mostrar los resultados deseados en base a funcionalidades que serán descritas en la siguiente sección.

## 6.2.4.2 Requisitos Funcionales

### 6.2.4.2.1 Sugerencia de compra de repuestos

El módulo de Sugerencia de compra de repuestos es clave en el modelo propuesto, porque la información que allí se muestra será de gran ayuda para los analistas de compras. Determinar una adecuada compra evitará que el concesionario incurra en sobrecostos de almacenamiento y pérdidas por destrucción de repuestos

obsoletos, uno de los objetivos que el modelo persigue es la reducción progresiva del nivel de stock de aquellos repuestos que no tuvieron movimiento mayor a un año.

En la actualidad la estimación de compras se basa en datos históricos de rotación y también, un tanto subjetiva, a la experiencia de los analistas de compras, sin embargo, no siempre se acierta con la cantidad adecuada razón por la cual el nivel de stock de los repuestos obsoletos se ha visto incrementado año a año.

Lo que se busca con el modelo es aprovechar la conexión directa que se tiene con el vehículo para extraer los códigos de falla de sus componentes y relacionarlos con los repuestos del catálogo para determinar una compra mejor sustentada. A continuación, se lista la funcionalidad que el módulo debe tener:

- La sugerencia de compra debe ser elaborada en función a los códigos de falla del vehículo, estos códigos deben estar ligados al código de repuesto y finalmente ambos datos enlazados al vehículo.
- Para determinar la cantidad de repuestos que se mostrará en la Sugerencia de compra se debe revisar la cantidad de vehículos que tienen el mismo código de falla, además del nivel actual de stock del repuesto.
- Una vez que los códigos de falla hayan sido utilizados en una sugerencia de compra ya no deberían volverse a utilizar porque podrían inducir a error o duplicación de compra.
- Se debe establecer algún mecanismo de control para que los códigos de falla que fueron utilizados en una sugerencia de compra ya no se vuelvan a utilizar.
- Basta que haya un registro del código de falla de un vehículo en el sistema para que este sea considerado en la elaboración de la Sugerencia de Compra. Si el registro del código de falla es continuo se debe considerar el de la última fecha.
- El sistema debe permitir que la Sugerencia de compra pueda ser ejecutada en cualquier momento, su uso puede ser para realizar una evaluación específica de repuesto y también de forma masiva.
- La sugerencia de compra debe permitir exportar los datos en formato Excel para un mejor manejo.

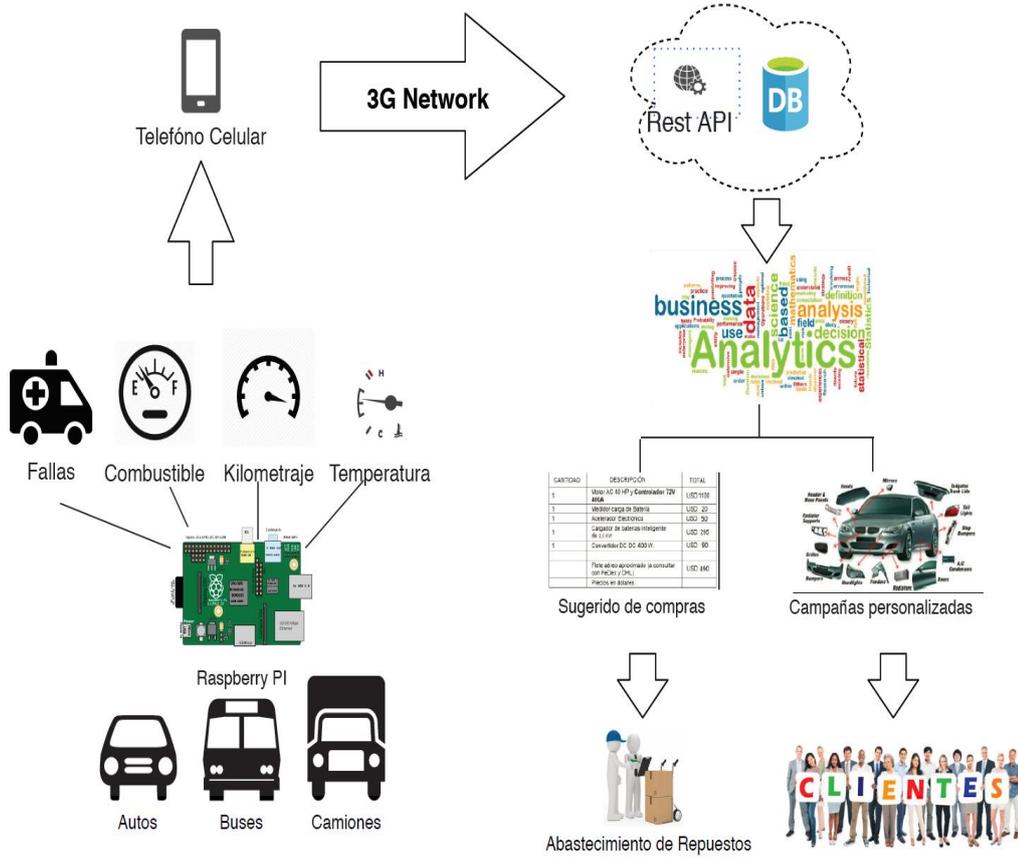
#### **6.2.4.2.2 Campaña personalizada de venta de repuestos**

Una Campaña personalizada de venta de repuestos debe estar dirigida a los clientes finales del concesionario, el módulo debe permitir la elaboración de un informe de la situación actual de los componentes, el cual estará sustentado en las fallas recibidas del vehículo, el informe debe mostrar de manera sencilla la relación falla – repuesto. El beneficio para el cliente será que con este informe tendrá la capacidad de evitar paradas inesperadas por averías mientras que para el concesionario le permitirá reducir el nivel de stock de los repuestos de baja rotación. A continuación, se detalla la lista de funcionalidades que el módulo debe tener:

- Las variables que se deben utilizar para elaborar la campaña de venta de repuestos son los códigos de falla del vehículo y el stock disponible de repuestos con clasificación D.
- Se debe elaborar un informe dirigido a los clientes en el que se refleje las razones por las que el concesionario recomienda el reemplazo de algún componente del vehículo.
- El informe debe contener información precisa y confiable para que de alguna manera ayude a convencer al cliente a realizar una inversión en repuestos para su vehículo.

### 6.2.4.3 Diagrama Contextual

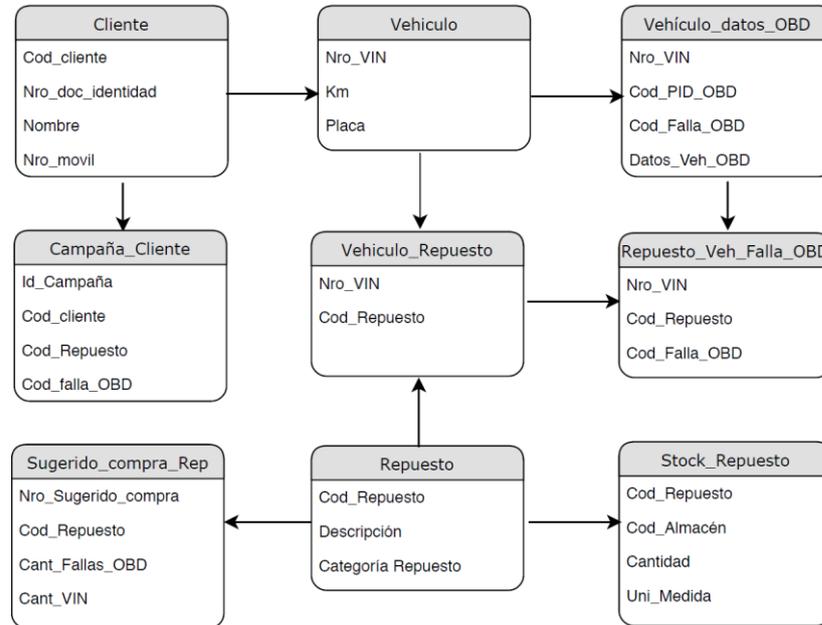
Figura 6.12: Diagrama Contextual de Analítica



Fuente: Elaboración Propia (2018)

#### 6.2.4.4 Diagrama Conceptual

*Figura 6.13: Diagrama conceptual de módulo de Sugerencia de compra y Campaña personalizada de venta de repuestos*



Fuente: Elaboración Propia (2018)

#### 6.2.4.5 Requisitos No Funcionales

Como requisitos no funcionales se considera lo siguiente:

##### 6.2.5.5.1. Modelado de la dimensión y ETL

En esta sección se debe considerar el diseño de la estructura de datos que permita elaborar informes dinámicos de nivel gerencial que ayuden en la decisión de compra de repuestos. De manera concreta, lo que se debe considerar en esta sección es lo siguiente:

- Los datos de los eventos recolectados de los vehículos deben ser organizados de tal forma que permita enlazarlos con los datos maestros de repuestos.
- La extracción, transformación y carga de datos debe ser diaria.
- La disponibilidad de datos para el análisis debe ser permanente.

#### 6.2.5.5.2. Plataforma tecnológica

- 1 servidor Web
- 1 servidor de aplicaciones
- 1 servidor de base de datos
- Raspberry PI debe ejecutar un sistema operativo Raspbian
- El modo de conexión entre la interface ELM327 y Raspberry PI será a través de Bluetooth

#### 6.2.5.6. Herramientas

Para efectos de este trabajo se indica dos principales herramientas dentro del ecosistema de BigData:

- **Hadoop** - Es un proyecto desarrollado por Apache cuyo objetivo es desarrollar un marco de trabajo de código abierto para procesar de forma distribuida grandes cantidades de datos mediante clústeres de servidores

Hadoop se caracteriza por la capacidad de escalar sus datos sin la preocupación de fallas de hardware y proporcionar grandes cantidades de almacenamiento para todo tipo de datos y gestionar trabajos o tareas concurrentes prácticamente ilimitadas.

Entre sus principales módulos encontramos el **Hadoop Distributed File Systems** (HDFS), el cual permite el almacenamiento para los clúster Hadoop. Adicionalmente Hadoop tiene otros módulos como Cassandra, Hive, Pig, Oozie, Flume y Sqoop, que permiten ampliar y extender su potencia.

- **Spark**: Es un framework de código abierto que proporciona una variedad de plataformas, sistemas y normas interconectados, que puede utilizarse para el propósito de ser un proyecto con tecnología BigData.

Este framework es caracterizado por su gran velocidad en tiempo real y que a diferencia de Hadoop, no cuenta con su propio sistema de archivos, sin embargo puede ser compatible con el (HDFS) de Hadoop.

### **6.3 Estrategia de Implementación**

Con el objetivo de implementar el modelo propuesto de manera exitosa, es necesario establecer las estrategias adecuadas de acuerdo a las políticas, procedimientos y prácticas de la empresa concesionaria.

La estrategia planteada para el modelo considera los siguientes aspectos:

#### **6.3.1 Método de instalación**

El modelo propuesto establece ejecutar la instalación de los elementos IoT bajo 2 aspectos:

- Nuevos vehículos: Para este segmento la instalación de los dispositivos IoT se realizará antes de cada venta, adicionalmente, se contempla que el costo de instalación será contemplado en el precio del vehículo.
- Vehículos vendidos: Para este segmento, ABC plantea instalar el dispositivo IoT en 2 modos:
  - Durante el servicio de mantenimiento.
  - Mediante campañas de fidelización.

#### **6.3.2 Número de vehículos para implementar el modelo**

El siguiente modelo considera que el número de vehículos a instalar los elementos IoT será basado en una muestra referencial del parque vehicular de la empresa concesionaria, el tamaño de la muestra dependerá de decisiones estadísticas y no estadísticas, que puede incluir por ejemplo en las políticas de la empresa concesionaria a implementar.

Para el caso de ABC, se procede a calcular el tamaño de la muestra en base a lo siguiente:

- Tamaño de la población: El parque vehicular es de 25,531 unidades. Este valor se determina en base a la información de distribución de unidades vendidas indicada en el capítulo V.
- Margen de error (intervalo de confianza): 4%.
- Nivel de confianza: 99%.

Por lo tanto, se obtiene como resultado que 1000 unidades es la cantidad de vehículos a instalar como principal estrategia para cumplir con el objetivo del proyecto.

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

z= nivel de confianza deseado

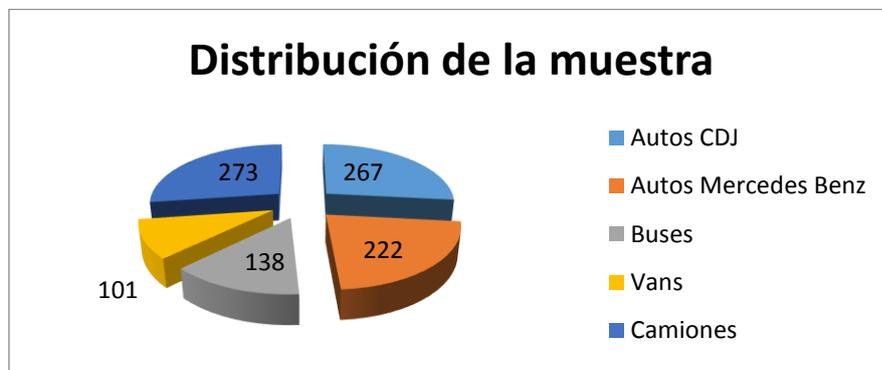
p= proporción de la población con la característica deseada (éxito)

q= proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)

e= nivel de error dispuesto a cometer

N= tamaño de la población

**Figura 6.14: Distribución de vehículos a instalar**



Fuente: ABC SAC (2018)

### 6.3.3 Tipos de vehículos para implementar el Modelo

Uno de los mayores beneficios de aplicar la solución es reducir la rotación de stock, por lo tanto, es importante considerar que el tipo de vehículos que tiene asociado los repuestos con menos rotación de stock tendrá la mayor prioridad para poder iniciar la implementación de los elementos IoT.

Para el caso de ABC, la rotación de stock es el beneficio de mayor impacto, debido a que el reporte de inventario del mes de febrero 2018 muestra que el stock de los repuestos tiene un valor de 30.9 millones de dólares US\$.

En la Tabla 6.7 y figura 6.15 se puede visualizar la clasificación y distribución del stock respectivamente de acuerdo a la frecuencia de rotación, siendo los de mayor rotación los repuestos con clasificación A y los de menor rotación los repuestos con clasificación D y Z.

**Tabla 6.7: Clasificación de repuestos por rotación.**

TIPO	DESCRIPCIÓN	ITEMS	VALOR STOCK \$	%
A	mínimo 9 meses con ventas en los últimos 12 meses	6,130	11,862,882	38%
B	de 4 a 8 meses con ventas en los últimos 12 meses	6,832	6,051,268	20%
C	de 2 a 3 meses con ventas en los últimos 12 meses	6,135	3,653,761	12%
D	0 meses con ventas en los últimos 12 meses	16,774	6,420,244	21%
Z	un mes con venta en los últimos 12 meses	6,133	2,900,934	9%
	<b>TOTAL</b>	42,004	<b>30,889,089</b>	<b>100%</b>

Fuente: Reporte de antigüedad 2018 ABC

**Figura 6.15: Composición del inventario por tipo de repuestos por rotación**



Fuente: Reporte de antigüedad 2018 ABC (2018)

Los repuestos clasificados como tipo D representan el 21% (US\$ 6.4 M) de la totalidad del valor del inventario, estos repuestos posteriormente deberán ser destruidos si no son comercializados durante los próximos 5 años como máximo.

Por lo tanto, se propone que ABC ejecute con mayor prioridad la instalación de los tipos de vehículos que tiene asociados el repuesto de categoría D.

## 6.4. Validación del modelo propuesto

Debido a que el alcance del presente trabajo no contempla una implementación del modelo propuesto o el desarrollo de un prototipo es necesario realizar algún tipo de validación con especialistas del rubro para que de cierta manera se corrobore la viabilidad del modelo el cual debe ser validado desde el punto de vista tecnológico, funcional y sobre todo respetando las condiciones de garantía que las marcas de vehículos establecen para sus productos. Las herramientas que se ha utilizado para validar el modelo son: Entrevistas a Expertos y Focus Group cuyo resultado se describe a continuación:

### 6.4.1 Encuesta a clientes sobre modelo propuesto

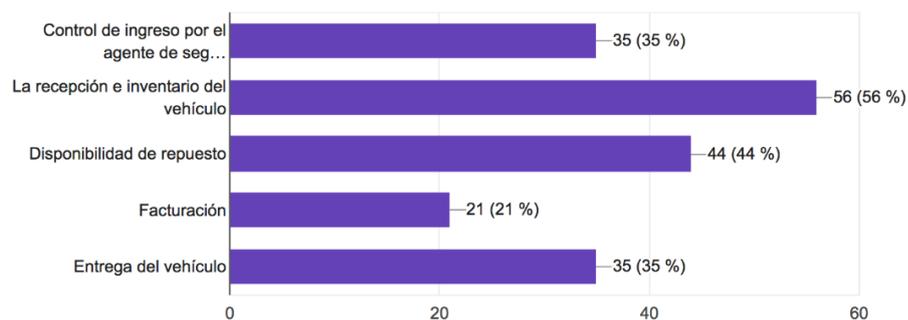
La encuesta desarrollada va permitir obtener un sondeo general del nivel de aceptación del cliente respecto al modelo planteado. La encuesta debe orientar y reforzar la idea de propuesta de solución que se tiene para el proceso seleccionado. A continuación se muestran los resultados más importantes de la encuesta realizada a 100 clientes mediante el uso de formularios de Google.

El periodo de trabajo de recolección de datos de la encuesta fue del 1 al 29 de Junio del año 2018, obteniendo para cada pregunta realizada los siguientes resultados:

*Figura 6.16: Oportunidad de mejora*

#### 5. ¿Qué actividad debe agilizarse en el proceso de servicio de mantenimiento?

100 respuestas



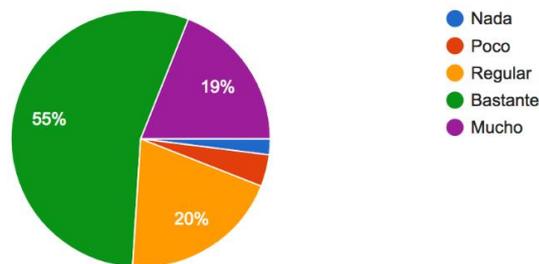
Fuente: Formularios de Google (2018)

Para esta pregunta se le dio la posibilidad al cliente de seleccionar más de una opción, el 56% del total de respuestas considera que debe de agilizarse la actividad de recepción e inventario del vehículo, seguido por la disponibilidad del repuesto y en igual medida el control de ingreso por el agente de seguridad y la entrega del vehículo.

**Figura 6.17: Valoración de propuesta de cita**

6. ¿Valoraría Ud. recibir por correo una propuesta de cita de servicio de mantenimiento acorde a su Km. actual?

100 respuestas



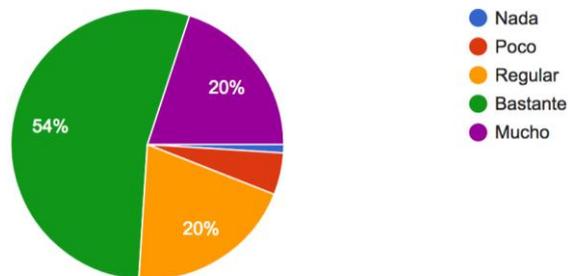
Fuente: Formularios de Google (2018)

El 55% de los clientes valoraría “Bastante” recibir una propuesta de cita en base al kilometraje actual de su vehículo, esto sumado al 19% que opina que tendría “Mucho” valor nos da como resultado un 74% de clientes interesados con la idea de recibir una propuesta de cita para agilizar el proceso de reserva de cita.

**Figura 6.18: Valoración de automatización de recepción de vehículo**

7. ¿Valoraría Ud. que el ingreso al taller se realice de manera automatizada cuando tiene reservada una cita?

100 respuestas



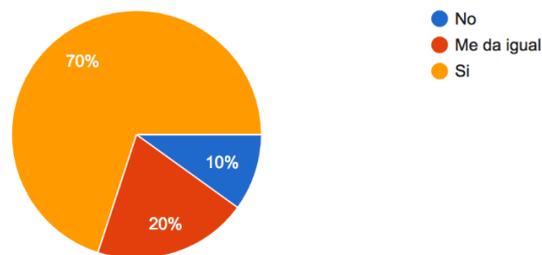
Fuente: Formularios de Google (2018)

Un 54% de clientes perciben “Bastante” valor al hecho de que el ingreso al taller se realice de manera automatizada, seguido por un 20% que encuentran “Mucho” valor, es decir tenemos un 74% de clientes interesados en la idea de que al llegar al taller la experiencia de ingreso sea automatizada.

**Figura 6.19: Promociones personalizadas a vehículos**

8. ¿Le gustaría recibir promociones direccionadas acorde a su vehículo?

100 respuestas



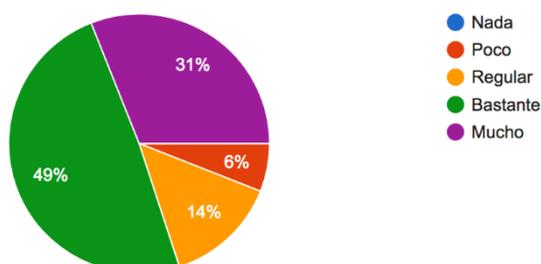
Fuente: Formularios de Google (2018)

Un 70% estaría interesado en recibir promociones personalizadas de acuerdo al vehículo que poseen, es decir en base a información en tiempo real como kilometraje, estado de los componentes del vehículo, indicadores de errores en el vehículo, etc.

**Figura 6.20: Valoración de comportamiento de manejo**

9. ¿Valoraría Ud. tener información sobre el comportamiento de manejo de su vehículo?

100 respuestas



Fuente: Formularios de Google (2018)

Un 80% de los clientes valoraría entre “Mucho” y “Bastante” recibir información sobre el estado del comportamiento de manejo de su vehículo ya sea con el objetivo de ahorrar en combustible o prolongar la vida útil de los componentes.

#### **6.4.2 Entrevista a expertos**

En esta sección se indica los resultados de las entrevistas a los expertos seleccionados para el presente trabajo. Las preguntas planteadas tuvieron como objetivo contrastar el modelo planteado bajo un enfoque operativo y estratégico.

En el Anexo 10 se encuentran las transcripciones de cada entrevista realizada, razón por la cual se concluya lo siguiente:

##### **6.4.2.1 Instalación de Dispositivos en el vehículo:**

Los expertos están de acuerdo que la instalación de los dispositivos no afectara ni estéticamente, ni operativamente al vehículo dado que la instalación no es compleja pero que si es importante hacer un ejercicio previo para poder establecer un procedimiento adecuado de trabajo junto con la fábrica, y esto nos permitirá definir un tiempo promedio de la carga de trabajo por cada tipo de vehículo; basado en la experiencia de trabajos similares esta instalación puede demorar de 2 a 6 horas.

Por otro lado, en el aspecto eléctrico los expertos consideran que es importante que los dispositivos adicionales puedan tener energía de manera autónoma para que no afecte el tiempo de vida de la batería, o caso contrario se debe considerar que los dispositivos estén únicamente prendidos cuando el vehículo está en uso.

#### **6.4.2.2 Transmisión de datos:**

En otro aspecto, los expertos aseguran que no existen problemas de conexión múltiple por bluetooth entre los dispositivos y el teléfono por lo que se considera que a nivel técnico será factible la conexión de los datos.

#### **6.4.2.3 Garantía:**

De acuerdo a lo explicado por los entrevistados la instalación de los dispositivos puede ocasionar la pérdida de la garantía del vehículo siempre y cuando esto no se realice bajo los parámetros que indica la fábrica, por lo que se concluye que es importante establecer los acuerdos y negociaciones al respecto entre la concesionaria y el taller.

#### **6.4.2.4 Beneficios al Negocio:**

Basado en la entrevista con el subgerente de repuesto Ricardo Soto, los beneficios tangibles que tiene el modelo son realistas; el entrevistado considera que la solución le ayudaría a reducir el stock de repuestos obsoletos de 5 a 10%, adicionalmente también le ayudaría a reducir el factor de internamiento de los repuestos debido a que se conocerían previamente que repuesto es recomendable tener.

Por otro lado, el Ing. Alberto Jayo, Jefe de abastecimientos de repuestos concluye de igual manera que la propuesta generaría valor al negocio en 2 aspectos:

- Optimizar las compras de los repuestos de baja rotación, debido a que se tendría un mejor criterio para definir una cantidad de compra. El entrevistado estima que la propuesta podría ayudar a reducir las compras de baja rotación en un 20%.
- Identificar la necesidad de compra de un repuesto que pueda tener un cliente para impulsar la venta respectiva.

#### **6.4.2.5 Recomendaciones/Sugerencias:**

Como recomendación, el Ing. Ricardo Flores considera importante detallar las políticas y procesos de este tipo de instalación a nivel operativo con el fin de asegurar la continuidad del servicio ante cualquier eventualidad de rotación del personal.

A esto se suma que el ing. Renzo Guerrero quien sostiene que si bien la solución es una propuesta viable, es necesario tener en cuenta que el dispositivo cuente con una batería autónoma para evitar dificultades con el vehículo y la garantía.

Finalmente, el subgerente de repuestos considero importante asegurar los tiempos de respuesta breves en caso de algunas averías de los nuevos dispositivos, y que esto sea ejecutado bajo políticas claras entre la concesionaria y los clientes.

#### **6.4.3 Focus Group**

El desarrollo del Focus Group tenía como objetivo obtener información más profunda sobre la percepción de los clientes. Así mismo, el análisis de los datos obtenido nos permitió confrontar las teorías desarrollada de la propuesta para reformularla o plantearse nuevas perspectivas.

Como parte de la investigación, el Focus Group se realizó el día 26 de Julio del 2018 con la participación de dos grupos conformado por cinco personas según se detalla en el diseño de la investigación. La transcripción de los 2 Focus Group se encuentra en el anexo 12, que de acuerdo a la aplicación se concluyó lo siguiente:

- En primer lugar, se concluye que el público objetivo no tendrá ningún problema en utilizar su celular para interactuar con la empresa concesionaria.
- Todos los participantes coinciden en que el proceso de reserva de cita e ingreso al taller debe optimizarse en términos de tiempo para una mejor atención.
- Existe inconformidad en el tiempo de espera al momento de realizar el ingreso al taller debido al papeleo que esto involucra, por lo tanto varios participantes aseguran que esta mejora debe ir de la mano con el nivel de servicio en el mantenimiento.
- Todos los participantes están de acuerdo en utilizar la aplicación móvil para confirmar y gestionar la cita de mantenimiento preventivo y correctivo de manera automática.

- Se enfatiza que por temas de seguridad y privacidad, el 20% de los participantes no están dispuestos a brindar información en línea de su ubicación, sin embargo no se ve mayor problema en compartir otro tipo de información de su vehículo a la concesionaria siempre y cuando se asegure la confidencialidad del mismo.
- Más del 80% de los participantes considera que la transmisión de datos del vehículo mediante el celular no sería un inconveniente de escala mayor.
- Los participantes están de acuerdo en recibir las campañas personalizadas siempre que estas no sean agresivas, y este vinculado al comportamiento de su vehículo.
- Finalmente, se concluye que todos los participantes ven aceptable este tipo de propuesta y los beneficios que implicaría durante el proceso de mantenimiento.

## CAPITULO VII. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL MODELO

En el presente capítulo se realizará el análisis económico del modelo de aplicación propuesto en el capítulo anterior. Para ello se detallará la inversión inicial que debe asumir el concesionario para implementar el modelo y se construirá un estado de flujos de caja económico. En base a dicha información se realizará el cálculo de los indicadores económicos para determinar si la propuesta es rentable y genera valor para la organización.

Las ventas del stock de repuestos próximos a convertirse en obsoletos a través de campañas personalizadas, así como la reducción del inventario por optimización en la estimación de la demanda son tomadas como ingresos o beneficios producto de la propuesta.

### 7.1. Inversión inicial

La inversión inicial necesaria para implementar el modelo se resume en la tabla 6.1 y considera los materiales y equipos, así como la implementación de los elementos IoT, los servicios de consultoría y/o servicios de capital humano para el desarrollo de las aplicaciones de soporte al negocio y la infraestructura necesaria para su puesta en operación como los servidores. Asimismo, considera una reserva del 10% de la inversión inicial para mitigar el riesgo ante factores imprevistos o hechos fortuitos.

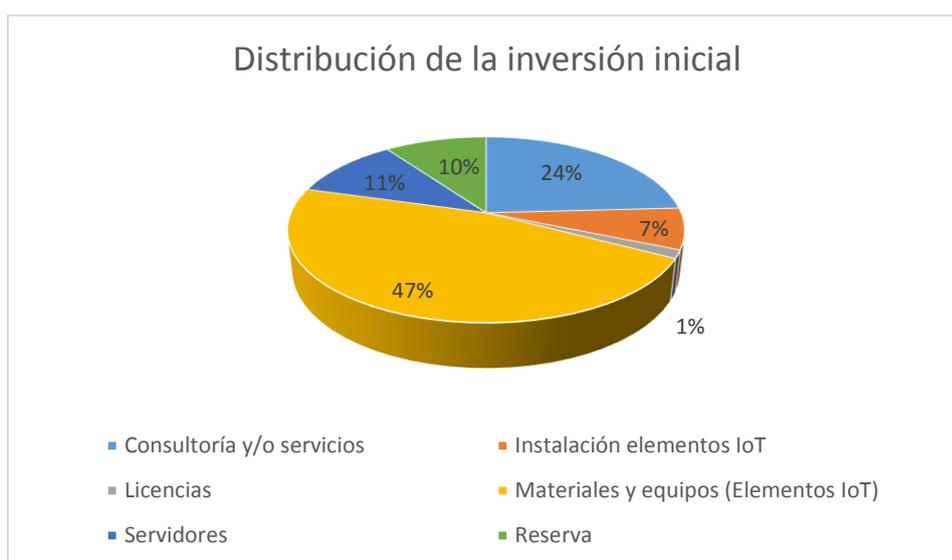
*Tabla 7.1: Inversión inicial*

CONCEPTO	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	%
Consultoría y/o servicios	1		US\$ 33,878.00	24%
Instalación elementos IoT	1000	US\$ 10.00	US\$ 10,000.00	7%
Licencias	1	US\$ 2,000.00	US\$ 2,000.00	1%
Materiales/equipos (Elemento. IoT)			US\$ 65,500.00	47%
Servidores	1	US\$ 15,000.00	US\$ 15,000.00	11%
Reserva	1	US\$ 12,637.75	US\$ 12,637.75	10%
		<b>TOTAL</b>	<b>US\$ 139,015.27</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

Los elementos IoT incluyen el minicomputador Raspberry Pi con su respectivo case y el escáner ELM327, así como una cámara LPR y un relay para activación de tranquera. Este concepto representa el 47% de la inversión inicial lo cual asciende a US\$ 65,500.00 dólares americanos.

**Figura 7.1: Inversión inicial en porcentajes**



Fuente: Elaboración propia (2018)

## 7.2. Flujo de ingresos por reducción de stock de repuestos

La reducción proyectada del 2% del inventario de repuestos tipo D por las campañas personalizadas generadas a través de la explotación de los datos recogidos de los vehículos donde se instaló la tecnología IoT representan un beneficio aproximado de US\$ 128,405.00 dólares durante el primer año. Para el cálculo del beneficio del segundo y tercer año se considera la reducción del inventario del año anterior.

**Tabla 7.2: Ingresos por reducción de inventario durante el primer año**

Concepto	% a reducir	Inventario actual repuestos tipo D	Ingreso anual
Reducción de inventario repuestos tipo D	2%	US\$ 6,420,244.00	US\$ 128,404.87

Fuente: Elaboración propia

### 7.3. Flujo de ingresos por optimización en la estimación de la demanda

Se estiman ingresos aproximados del US\$ 15,206.00 por la reducción mínima proyectada del 1% en las futuras compras de repuestos próximos entrar a obsolescencia, clasificados como tipo D, durante el primer año de evaluación debido a la explotación de reportes de compra sugerida. Para el cálculo de este flujo se tomó como referencia las compras de repuestos tipo D del último año cuyo importe según los registros de la empresa ABC SAC fue de US\$ 1,520,614.00

*Tabla 7.3: Ingresos por optimización en la estimación de la demanda de repuestos durante el primer año*

Concepto	% a reducir	Tipo	Compra último año	Ingreso anual
Optimización en la estimación de la demanda de repuestos	1%	D	US\$ 1,520,614.00	US\$ 15,206.14
<b>TOTAL</b>				US\$ 15,206.14

Fuente: Elaboración propia

### 7.4. Costos operativos

Los costos operativos consideran el personal necesario para soportar la infraestructura IoT y las aplicaciones del proyecto, así como los elementos IoT para reemplazos por avería de estos. La suma de ambos conceptos es de US\$ 24,655.00 dólares americanos por cada año analizado.

*Tabla 7.4: Proyección de egresos*

<b>PROYECCIÓN DE EGRESOS</b>			
Costos operativos	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>
<b>Soporte y optimización del software</b>	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00
<b>Soporte de la infraestructura IoT</b>			
<b>Reemplazos de Elementos IoT por avería</b>	\$ 655.00	\$ 655.00	\$ 655.00
	<b>\$ 24,655.00</b>	<b>\$ 24,655.00</b>	<b>\$ 24,655.00</b>

Fuente: Elaboración propia

## 7.5. Cálculo del capital de trabajo

El cálculo del capital de trabajo considera el capital que se requiere para mantener la operación del proyecto durante los primeros tres meses donde presenta un déficit económico. El monto del capital de trabajo asciende a US\$ 6,163.75 dólares americanos.

*Tabla 7.5: Cálculo del capital de trabajo*

Calculo del capital de trabajo	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
Ingresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 15,956.78
Egresos	\$ 2,054.58	\$ 2,054.58	\$ 2,054.58	\$ 2,054.58
Saldo mensual	\$ -2,054.58	\$ -2,054.58	\$ -2,054.58	\$ 13,902.20
Saldo acumulado	\$ -2,054.58	\$ -4,109.17	\$ <b>-6,163.75</b>	\$ 7,738.45

Fuente: Elaboración propia

## 7.6. Análisis económico

Para realizar el análisis económico se desarrolló el flujo de caja del proyecto en los primeros tres años de operación el cual se detalla en la siguiente tabla expresada en dólares americanos:

*Tabla 7.6: Flujo de caja económico*

FLUJO DE CAJA	0	1	2	3
Inversiones				
<b>Inversión inicial</b>	\$ -139,015.27			
<b>Capital de trabajo</b>	\$ -6,163.75			
Flujo de inversiones	\$ -145,179.02			
Ingresos				
<b>Ingresos por reducción de stock</b>		\$ 128,404.87	\$ 125,836.77	\$ 123,320.04
<b>Ingresos por optimización en la estimación de la demanda</b>		\$ 15,206.14		
<b>Costos</b>				
Costos operativos		\$ 24,655.00	\$ 24,655.00	\$ 24,655.00
Amortización		\$ 8,969.38	\$ 8,969.38	\$ 8,969.38
Depreciación		\$ 3,750.00	\$ 3,750.00	\$ 3,750.00

Flujo operativo				
<b>Ingresos</b>		\$ 143,611.01	\$ 125,836.77	\$ 123,320.04
<b>Costos</b>		\$ -24,655.00	\$ -24,655.00	\$ -24,655.00
Utilidad operativa antes de impuestos		<b>\$ 106,236.63</b>	<b>\$ 88,462.39</b>	<b>\$ 85,945.66</b>
<b>Impuestos (30%)</b>		\$ 31,870.99	\$ 26,538.72	\$ 25,783.70
Utilidad operativa después de impuestos		\$ 74,365.64	\$ 61,923.68	\$ 60,161.96
Flujo de caja de operación		<b>\$ 87,085.02</b>	<b>\$ 74,643.06</b>	<b>\$ 72,881.34</b>
<b>Recuperación de capital de trabajo</b>				\$ 6,163.75
Flujo económico	<b>\$ -145,179.02</b>	<b>\$ 87,085.02</b>	<b>\$ 74,643.06</b>	<b>\$ 79,045.09</b>

Fuente: Elaboración propia

### 7.7. Análisis de rentabilidad

Para calcular la rentabilidad del modelo se ha considerado un costo de oportunidad de capital (COK) o tasa de descuento de 10% (0.10), la cual es superior al promedio de la rentabilidad de renta variable (7.21%) publicada por la BVL (Bolsa de Valores de Lima, 2018) para los últimos 12 meses y a la mayor tasa anual para depósitos a plazos para personas jurídicas (6.45%) publicada por la SBS (Superintendencia de banca, seguros y AFP, 2018).

De la información plasmada en el flujo de caja económico se realizó el cálculo de los indicadores de rentabilidad VAN y TIR.

*Tabla 7.7: Cálculo de indicadores de rentabilidad*

<b>Cálculo de VAN</b>	US\$ 18,803.27
<b>Cálculo de TIR</b>	31%

Fuente: Elaboración propia

El cálculo del VAN obtuvo un resultado positivo y el TIR un valor superior a la tasa de descuento considerada por lo cual se concluye que la aplicación del modelo es rentable para la organización.

## **CAPITULO VIII. CONCLUSIONES**

1. El modelo de aplicación de IoT y Telemetría propuesto considera como fases la definición de una arquitectura de hardware y software, el uso de prácticas de gestión de proyectos y la definición de una estrategia de implementación. A través del análisis estratégico se identificó que la empresa ABC SAC tiene definida como propuesta de valor “la intimidad con el cliente” y como ventaja competitiva “la estrategia genérica de diferenciación”. Asimismo, se identificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que pueden ser aprovechados y/o mitigadas a través de iniciativas estratégicas; siendo una de ellas la aplicación de IoT en los servicios de taller. En base a ello, el modelo propuesto de este trabajo se alinea con esta iniciativa estratégica, y es aplicable a los procesos críticos del servicio de taller que fueron analizados, evaluados y seleccionados como la reserva de citas, la recepción del vehículo, el abastecimiento y la venta de repuestos.
2. Tomando como referencia lo revisado en el marco conceptual acerca de las soluciones desarrolladas que aplican la tecnología IoT y la telemetría en el sector automotor, se definieron los componentes que deben considerarse para definir una solución de aplicación de las tecnologías IoT y Telemetría en los procesos de servicio de taller en una empresa concesionaria automotriz peruana, los cuales consisten en el sistema de diagnóstico a bordo OBD-II, dispositivos IoT, aplicaciones de recepción y transmisión de datos, aplicaciones funcionales y de analítica de datos.
3. La ejecución de las herramientas de investigación tales como focus groups y consultas a expertos del sector permitió confrontar el modelo propuesto y enriquecerlo con sus perspectivas y sugerencias.
4. El modelo es económicamente viable y genera beneficios para la empresa tomada como referencia de estudio, obteniéndose como resultado un VAN de US\$ 18,803.27 y un TIR de 31%.
5. La estandarización y evolución del sistema OBD-II en los vehículos permite capturar gran cantidad información de los diferentes componentes del vehículo generando la posibilidad de ofrecer nuevos modelos de negocio a las empresas concesionarias que le permiten diferenciarse de sus competidores, fortaleciendo su ventaja competitiva definida.

## **CAPITULO IX. RECOMENDACIONES**

1. La empresa concesionaria que desee aplicar este modelo debe priorizar su alcance en función de sus objetivos estratégicos definidos, para alcanzar los beneficios que sustenten la inversión.
2. La adopción de este modelo no debe centrarse solo en el aspecto de la solución tecnológica, sino también debe considerar la cultura organizacional de la empresa así como una comunicación oportuna con los clientes.
3. La implementación del modelo debe realizarse bajo una plataforma en la nube, ya que permite agilizar su implementación y garantiza la escalabilidad de la solución, de acuerdo a la necesidad de la empresa.
4. Incrementar el parque con los vehículos que visitan el taller instalándole la solución propuesta a través de una estrategia de priorización o por la segmentación de clientes. Para el caso de los automóviles, el costo de la instalación debe ser considerada como parte de la facturación del servicio de mantenimiento. Para el caso de vehículos comerciales el costo de la instalación debe ser considerada en la facturación de la venta de repuestos.
5. Para la venta de vehículos nuevos, la empresa debe considerar este modelo de solución como parte del equipamiento estándar del vehículo, cuyo costo debe ser incluido en el precio de venta del vehículo, con el objetivo de incrementar el parque de vehículos que utilice esta modalidad de servicio.

## **GLOSARIO**

### **3G – Tercera Generación Red de Telefonía Celular**

La Tercera Generación de la Red de Telefonía Celular permite la transmisión de datos en banda ancha con velocidades de 384 Kbps hasta los 84 Mbps.

### **3GPP LTE - Red de Telefonía Celular**

También conocida como LTE-Advanced, ver definición de LTE-Advanced.

### **4G - Cuarta Generación Red de Telefonía Celular**

La Cuarta Generación de la Red de Telefonía Celular permite establecer velocidades de 100 Mbps en movimiento y 1Gbps en reposo.

### **5G – Quinta Generación Red de Telefonía Celular**

La Quinta Generación de la Red de Telefonía Celular permite velocidades de 10 Gbps de subida y de 20 Gbps de descarga.

### **ABS**

Del inglés Antilock Braking System, cuya traducción es Sistema de Freno Antibloqueo. Es usado en los neumáticos de los automóviles para evitar que las ruedas se bloqueen durante el frenado.

### **Actuador**

Es un componente de un sistema de control electrónico que se encarga de transformar las señales eléctricas en una acción.

### **ADAS**

Del inglés Advanced Driver Assistance Systems, cuya traducción es Sistemas Avanzados de Asistencia al Conductor. Ayudan al conductor en lo que se refiere a aspectos de seguridad, detectando y alertando de obstáculos en la carretera hasta incluso disminuir la velocidad o detener el vehículo.

**Ajax**

Acrónimo del inglés Asynchronous JavaScript And XML, es un método que incluye técnicas de desarrollo para construir aplicaciones web interactivas.

**Android**

Sistema operativo para teléfonos inteligentes y otros dispositivos móviles basado en Linux.

**ANPR**

Del inglés Automatic Number Plate Recognition, cuya traducción es Reconocimiento Automático de Matrículas. Es un sistema que permite la identificación de un automóvil en función de su número de placa.

**API**

Es el acrónimo de Application Programming Interface, cuya traducción es Interfaz de Programación de Aplicaciones. Es un conjunto de protocolos, rutinas y código que permite que dos programas o aplicaciones de software puedan comunicarse entre sí.

**ARM Cortex-A**

ARM es el acrónimo de Advanced RISC Machine y es una arquitectura de procesadores que son ampliamente usados en dispositivos electrónicos de consumo. Cortex-A es una familia de estos procesadores optimizada para proveer mejor rendimiento mediante el uso de procesamiento multi núcleo.

**BLE**

Es el acrónimo de Bluetooth Low Energy, es una tecnología inalámbrica que consume baja energía y a menor costo, de tal manera que puede ser usado en multitud de dispositivos móviles.

## **C/C++**

Lenguaje de programación de propósito general y orientado a objetos.

## **CAN**

Del inglés Controller Area Network, cuya traducción es Red de Área de Controladores, es un bus de comunicación que provee alta velocidad y conversación en tiempo real entre microcontroladores.

## **COK**

Significa Costo de Oportunidad de Capital, es el rendimiento de la inversión al cual una empresa renuncia cuando elige invertir los fondos para un proyecto interno en lugar de invertir en un valor negociable. El COK es la diferencia de rendimiento entre el proyecto interno con la inversión en un valor negociable.

## **CSI**

Del inglés Customer Satisfaction Index, cuya traducción es Índice de Satisfacción del Cliente. Es un indicador para medir cuán satisfechos están los clientes con los servicios que ofrece la compañía.

## **DLC**

Del inglés Data Link Connector, cuya traducción es Conector de Enlace de Datos. Es un puerto serial que sirve para conectar un adaptador OBD y extraer información de los ECU's.

## **ECU**

Del inglés Electronic Control Unit, cuya traducción es Unidad de Control Electrónico. Son dispositivos que controlan uno o más sistemas eléctricos en un vehículo, en un vehículo moderno se pueden encontrar más de cien ECU's.

## **EDT**

Acrónimo de Estructura de Desglose de Trabajo, es una herramienta usada en Gestión de Proyectos que descompone de manera jerárquica el proyecto y está orientada a generar entregables.

### **ELM327**

Es un microcontrolador programado fabricado por la empresa ELM Electronics que traduce los códigos obtenidos del adaptador OBD.

### **ETSI**

Del inglés European Telecommunications Standards Institute cuya traducción es Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones. Es una organización sin fines de lucro que produce estándares referentes a Tecnologías de Información y Comunicación.

### **GPS**

Del inglés Global Positioning System, cuya traducción es Sistema de Posicionamiento Global. Es un sistema de satélites que permite determinar la posición de un objeto en cualquier lugar del planeta.

### **IoT**

Acrónimo de Internet of Things, cuya traducción es Internet de las Cosas. Es la interconexión de una variedad de objetos mediante un modelo de solución conectado a internet.

### **Java**

Es un lenguaje de programación de propósito general orientado a objetos y diseñado para usarse en un ambiente distribuido de internet.

### **JSON**

Acrónimo de JavaScript Object Notation, es un formato liviano que se usa para intercambiar datos, es fácil de leer y escribir para los humanos.

**KPI**

Del inglés Key Performance Indicator, cuya traducción es Indicador Clave de Rendimiento. Es un valor medible que describe la efectividad de una compañía para alcanzar sus objetivos clave de negocio.

**LPR**

Acrónimo de License Plate Recognition, cuya traducción es Reconocimiento de Matrícula. Es un sistema que permite detectar el vehículo y capturar el número de matrícula a un formato que pueda ser usado por otro sistema.

**LTE-Advanced**

Es un estándar de comunicación móvil que provee 3 Gbps de descarga

**M2M**

Acrónimo de Machine to Machine. Se refiere al intercambio de datos entre máquinas o dispositivos usando cualquier medio de comunicación, con la posibilidad de tomar acción sin asistencia del ser humano.

**Microcontrolador programable**

Es un circuito integrado de propósito general que puede ser programado con el fin de ejecutar código para implementar una funcionalidad requerida.

**Middleware**

Es una aplicación que se comunica con otras aplicaciones, redes o sistemas operativos.

**OBD**

Del inglés On Board Diagnostic, cuya traducción es Diagnóstico a Bordo. Es un sistema electrónico automotor que brinda información de autodiagnóstico del vehículo como códigos de errores, estado de los componentes, etc.

**Perl**

Es una familia de lenguajes de programación de alto nivel, de propósito general y basado en scripts; principalmente usado en servidores web.

**Python**

Es un lenguaje de programación de alto nivel, propósito general y multiparadigma. Utilizado ampliamente en sitios web.

**Raspberry Pi**

Es una computadora integrada en una única tarjeta de hardware económico y de software libre.

**Raspbian**

Es un sistema operativo basado en Linux Debian y optimizado para trabajar con el hardware de Raspberry Pi.

**RFID**

Del inglés Radio Frequency Identification, cuya traducción es Identificación por Radiofrecuencia. Es un sistema que usa ondas de radio para comunicar dos o más objetos, es ampliamente usado para identificar etiquetas adheridas a un objeto.

**RISC**

Del inglés Reduced Instruction Set Computer, cuya traducción es Conjunto Reducido de Instrucciones para Computadoras. Es un tipo de diseño de procesamiento que permite un trabajo más eficiente y por lo tanto un menor consumo de CPU. Es usado en equipos móviles como celulares y tabletas.

**RTOS**

Acrónimo de Real Time Operating System, que significa Sistema Operativo en Tiempo Real. Es un sistema operativo creado para sostener aplicaciones en tiempo real con limitaciones de tiempo bien definidas.

**Ruby**

Es un lenguaje de programación orientado a objetos, de fuente abierta e interpretada. Utilizado ampliamente en sitios web.

**SMS**

Del inglés Short Messages Services, cuya traducción es Servicio de Mensajes Cortos. Es un servicio que proveen los operadores de telefonía celular que permite el envío de mensajes de texto.

**SOAP**

Acrónimo de Simple Object Access Protocol, que significa Protocolo de Acceso de Objeto Simple. Es un protocolo de mensajería basado en XML con el objetivo de intercambiar información entre computadoras.

**Telemetría**

Es un sistema que permite la recopilación de datos de manera remota, los cuáles serán transmitidos a través de un medio físico a un lugar central donde serán procesados.

**WSN**

Del inglés Wireless Sensor Networks, cuya traducción es Redes de Sensores Inalámbricas. Es una red de dispositivos que contienen sensores con el objetivo de realizar una tarea en común y compartir sus datos, estas redes pueden ser bidireccionales las cuales permiten controlar a los sensores.

## ANEXOS

### **Anexo 1: Internet de las Cosas**

#### ***Internet de las Cosas (IoT)***

La aplicación de Internet de las Cosas, también definido por sus siglas en inglés como IoT (Internet of Things) actualmente se ha expandido en la vida cotidiana de las personas. Para un mayor entendimiento, un objeto dentro de la perspectiva de IoT va más allá de lo que es una computadora, móvil o tablet, sino que hace referencia a cualquier objeto común como un automóvil, un repuesto, un electrodoméstico, etc. Este objeto será capaz de almacenar información, analizar y realizar una acción en base a la información procesada.

En síntesis el concepto de IoT interconecta el internet con los objetos físicos, a través de una variedad de tecnologías, como son sistemas de posicionamiento global (GPS), dispositivos móviles, sensores y actuadores, etc., con el fin de almacenar datos e información que pueden ser empleadas de forma estratégica, como elemento de toma de decisiones, agilizar procesos a partir de los datos recibidos, generar un registro de datos individualizados, establecer tiempos de uso o interacción con los objetos, etc. El internet de las cosas busca simplificar la vida de las personas impactando en su quehacer diario, y también ha sido aprovechado por las empresas y compañías para optimizar sus servicios, sobre todo relacionados en la atención al usuario (Fermín y Guerra, 2015).

Podemos concluir que el objetivo de IoT es interconectar el mundo físico con el mundo virtual (vinculado con el mundo digital) con el fin de crear un internet más inteligente que permita mejorar la industria y facilitar el estilo de vida de la sociedad.

#### ***Tecnología vinculada a la IoT***

Basado en un artículo de la *School of Computer Sciences, Western Illinois University*, existen 5 tecnologías que se utilizan ampliamente para el despliegue de productos y servicios exitosos basados en IoT:

- Radio Frequency Identification (RFID).
- Wireless Sensor Networks (WSN) - también llamadas Redes de Sensores y Actuadores.
- Middleware – Es una aplicación que se comunica con otras aplicaciones, redes o sistemas operativos.
- Servicio de Cloud Computing.

- Aplicaciones IoT.

Dentro de este marco, los objetos que se utilizarán en este modelo podrán ser categorizados según el nivel de la pirámide en la siguiente figura:

*Figura 11.1: La evolución de un objeto más inteligente*



Fuente: Sensor Telemetry, Accenture (2005)

Los objetos ubicados en la base de la pirámide son utilizados para obtener una identificación. En el segundo nivel la localización es la característica principal del objeto. En el tercer nivel el objeto es capaz de comunicar una información sobre su estado y prioridad. Finalmente, en el cuarto nivel, un objeto es capaz de ser consciente de su entorno y ejecutar acciones propias.

## **Anexo 2: Sistemas de Diagnostico a Bordo (OBD)**

### ***Diagnóstico a Bordo – Primera Generación (OBD-I)***

Concepción (2010) señala que la OBD-I fue un sistema rudimentario de diagnóstico pero que impulsó las bases para la generación de diagnósticos en la actualidad. El OBD-I se centraba en un sistema de evaluación de avería o no avería, aunque no podía detectar componentes deteriorados o gastados por el uso. Con todas estas debilidades el OBD-I abrió camino a la segunda generación de diagnóstico de sensores, más eficaces y proactivos.

El objetivo principal fue mejorar el cumplimiento de las emisiones en uso, monitoreando el sistema computarizado de control de emisiones durante el camino y dar indicación al conductor de que debería volver a revisar / reparar ciertos componentes del vehículo. El Reglamento OBD-I representó un paso sustancial para identificar la reparación de sistemas / partes a partir de sensores sensibles a fallas. Los requisitos de la OBD-I eran:

- Las entradas relacionadas con la emisión de gases debían ser monitoreadas.
- Sistema de medición de combustible.
- Ignición.
- Sistema de recirculación de escape si está equipado (Shinde, Kore, Thipse, 2016).

### ***Diagnóstico a Bordo – Segunda Generación (OBD-II)***

En 1996 se hizo mandatorio que todos los autos y camiones ligeros deberían de venderse con el sistema OBD-II, la diferencia más significativa con respecto a la primera generación fue la estandarización a un tipo de conector universal y las definiciones del protocolo para identificar los códigos.

Para entender la utilidad y el concepto de OBD debemos de remontarnos hacia el año 1970 donde se introduce en la industria automotriz un nuevo componente llamado Unidad de Control Electrónico Automotor (ECU), el cual desde entonces ha significado el inicio de la evolución de los automóviles, pasando de ser unidades completamente mecánicas a dispositivos controlados por la electrónica y el software.

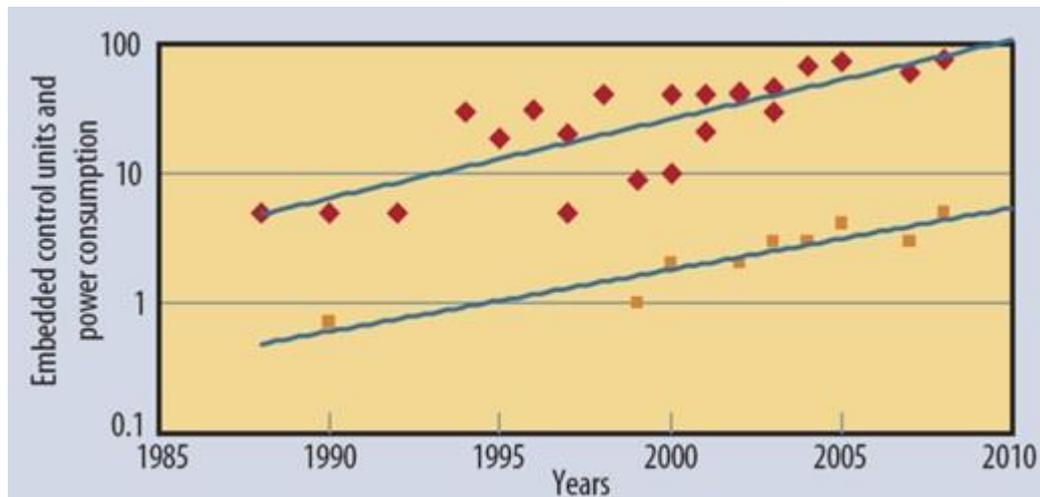
Según Haefner (2010), tomemos como ejemplo la unidad de control del motor de un auto, cuyo funcionamiento sigue siendo por combustión, sin embargo, ECU controla

la apertura y el cierre de la válvula de entrada/salida en base al pedal de acelerador, asimismo ECU controla la cantidad de combustible a liberar.

ECU puede estar presente en cada componente de un auto, según Wedeniwski (2015) un BMW 7 Series del 2005 contiene alrededor de 65 ECU's, conectados a través de 5 sistemas de bus con un software integrado de alrededor de 115 MB.

Ebert y Jones (2009) realizaron una investigación de la evolución de los sistemas integrados en autos concluyendo que el número de ECU's aumentaría a la par que el consumo energético de estas unidades, en el gráfico podemos ver la línea superior que muestra el número de ECUs en modelos de autos de alta gama en el tiempo mientras que la línea inferior muestra el consumo de energía de estas ECU's.

**Figura 11.2: Incremento de ECU's en el tiempo en base a su consumo energético**



Fuente: IEEE (2009) | Elaboración: Ebert y Jones (2009)

Se puede concluir que al usar ECU no sólo optimizamos y hacemos más eficientes los procesos de funcionamiento del auto, sino que podemos obtener información valiosa que abre muchas posibilidades incluyendo la creación de los autos conectados y autos autónomos (Buehler, 2009).

Los diferentes ECUs que se encuentran en un automóvil son conectados mediante un bus serial maestro llamado Red de Área de Controladores (CAN)

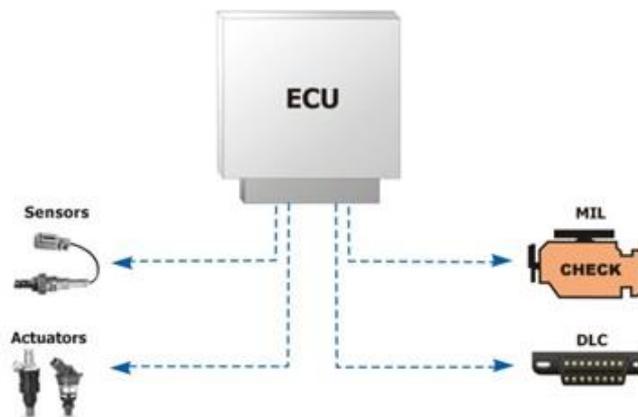
ECU es una unidad de computadora incorporada que se encarga de obtener la información en tiempo real enviada por los sensores con el objetivo de realizar cálculos

matemáticos y controlar a los actuadores, es decir ECU se encarga de gestionar determinados parámetros del automóvil para asegurar su adecuado funcionamiento (Templeman, 2008).

Si esta información enviada por los sensores está fuera de los rangos normales el sistema OBD-II notifica, ya sea mediante indicadores en el panel, alertas, sonidos, etc., a la vez que almacena un registro para su verificación posterior.

Para obtener esta información, existe un puerto de conexión en los automóviles conocido como el Conector de Enlace de Datos (DLC por sus siglas en inglés), que es la interface en el cual se conectan las herramientas de escaneo para acceder al sistema de Diagnóstico a Bordo (Dhanjani, 2015)

**Figura 11.3: Elementos que conforman OBD-II**



Fuente: Recuperado de <http://www.obdsol.com> (2017)

La información que puede obtenerse del OBD-II está relacionado a:

- Lámpara Indicadora de Malfuncionamiento (MIL)
- Caja de transmisión o velocidades
- Sistema de encendido
- Aire acondicionado o calefacción
- Nivel de combustible
- Temperatura de líquido refrigerante de motor
- Velocidad del vehículo
- Posición de árbol de levas, etc.

Las herramientas de escaneo pueden ser de dos tipos:

- Lectores de código: son de menor costo, pueden leer y borrar los códigos de vehículos que cuenten con OBD-II.
- Herramientas de escaneo: tienen mayor costo ya que pueden brindar más información de los códigos específicos del fabricante, pueden acceder a los datos en vivo o grabados, así como ofrecer información adicional para la resolución de problemas.

Se puede aprovechar la telemetría para obtener los datos del OBD-II de manera remota a través de las redes móviles 3G/4G.

### **Componentes del sistema OBD-II**

Los sistemas OBD-II están compuestos básicamente por el módulo de control del tren motriz (PCM por sus siglas en inglés) compuesto por una o varias ECUs (Electronic Control Unit) que recibe e interpreta las señales de los sensores distribuidos en todo el vehículo para controlar los actuadores que hacen posible que opere, el conector DLC (Diagnostic Link Connector) se usa para extraer la información de la ECU a través de los escáneres OBD-II (Craig Smith, 2016).

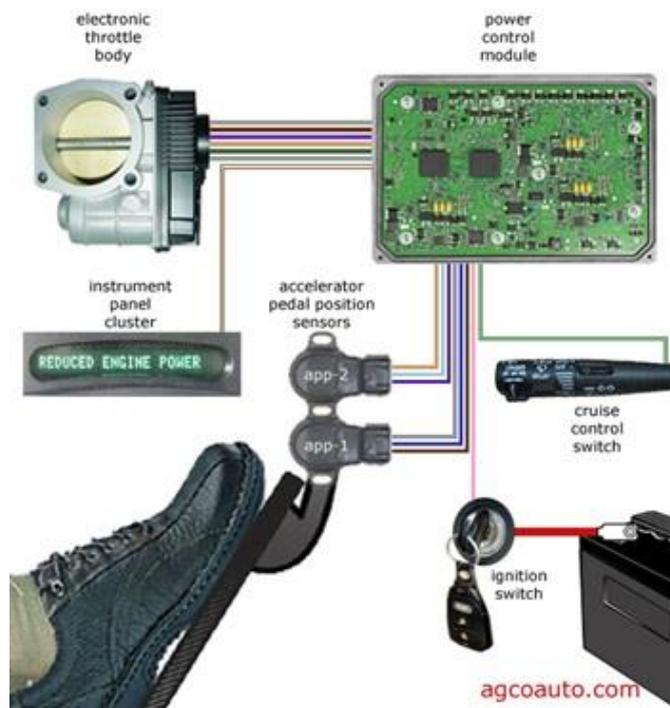
### **Sensores y actuadores del automóvil**

En un automóvil, los sensores son componentes que proveen las entradas que permiten a la computadora realizar las operaciones que hacen que el vehículo opere correctamente (Bonnick, 2001). Mediante los sensores es posible obtener métricas de algún problema o falla y registrarlos para poder tomar una acción.

Actuadores son dispositivos que convierten las señales eléctricas en una acción controlada. Estos pueden ser motores eléctricos, motores de engranaje o válvulas electromagnéticas que controlan sistemas de frenado y dirección.

Por ejemplo, se pueden usar estos componentes en el proceso de aceleración, antiguamente se usaba un cable de acero conectado al pedal para mecánicamente permitir la aceleración, hoy en día los autos cuentan con un sensor en el pedal que transmite la posición exacta del pedal y lo transmite al módulo de control del motor para que mediante un actuador se pueda cambiar la apertura de la válvula de aceleración (Pickerill, 2009).

**Figura 11.4: Componentes del proceso de aceleración del vehículo**



Fuente: Recuperado de <http://www.agcoauto.com> (2017)

Los Sistemas Avanzados de Asistencia al Conductor (ADAS por sus siglas en inglés) y los Sistemas de Conducción Autónoma han incrementado la demanda de sistemas de sensores y actuadores en el vehículo. (Valldorf y Gessner, 2004).

### **Computadoras del automóvil**

Partiremos por definir un Sistema Incrustado (Embedded System), el cual es la integración de hardware de computadora específico y software diseñado específicamente para este hardware con un propósito especial y que cumplen funciones dedicadas. Los Sistemas Incrustados en los automóviles, permiten que los dispositivos electrónicos tomen control de los sistemas mecánicos y estos pueden realizar controles sencillos como en los espejos a controles más complejos como en los sistemas de frenos (ABS), motor, airbag, etc. Los Sistemas Incrustados en un automóvil reciben el nombre de Unidades de Control Electrónico (ECU por sus siglas en inglés). (Shibu, 2009).

Los sensores producen señales de salida, las cuales llegan a una unidad de control electrónico, que está compuesto por un microcomputador. Estas señales son analizadas y luego mediante los actuadores se puede tomar una acción (Sideris, 1998).

Con el avance de la tecnología, los microprocesadores en los ECU's pueden tomar muchos más datos de los sensores y procesarlos eficientemente, según Turner (2009) los vehículos modernos tienen más de cien Unidades de Control Electrónico, los cuales son usados para mejorar la seguridad, comodidad, rendimiento, etc.

Los ECU's pueden también almacenar información de las fallas que son detectadas para que de esta manera mediante los escáneres puedan ser obtenidos, del mismo modo algunas correcciones pueden realizarse mediante una aplicación (software) y no mecánicamente.

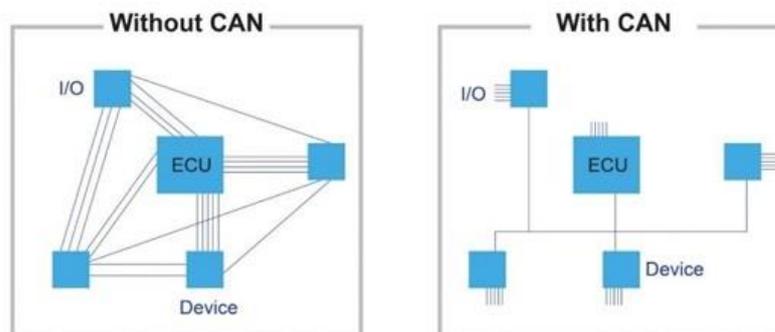
### Bus CAN

Se mencionó que un automóvil moderno puede tener más de cien ECU's, los cuales necesitan comunicarse entre sí. En los años 70's la comunicación de los ECU's, sensores y actuadores se realizaba con cableado punto a punto, lo cual generaba mucha complejidad y más aún cuando se comenzaron a implementar cada vez más ECU's.

El bus CAN (Controller Area Network) fue originalmente propuesto por Robert Bosch en 1986, quien era pionero en proveer soluciones para los Sistemas Incrustados en los automóviles. (Shibu, 2009)

CAN es una tecnología de red serial, es decir un solo cable que recorre el vehículo y al cual están conectados los dispositivos, la principal característica del bus CAN es proveer comunicación veloz y en tiempo real entre microprocesadores y a un bajo costo.

**Figura 11.5: La red CAN reduce significativamente la complejidad del cableado**



Fuente y elaboración: Intersil (2015)

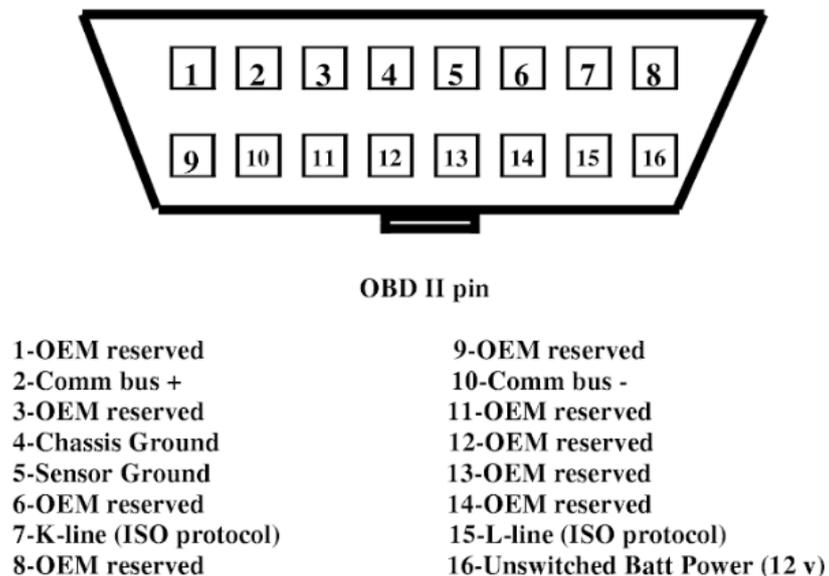
Los ECU's se comunican a través de un mensaje CAN formado por máximo 10 bytes, existen 3 componentes de este mensaje que son relevantes, estos son CAN ID, el campo Control y el campo Data. Para leer los datos de estos campos se coloca un nodo en el bus CAN y se pueden obtener todos los mensajes CAN. El conector OBD2 permite establecer un punto desde donde se pueden acceder a estos datos. Si bien es cierto que el bus CAN nació como idea para comunicar las diferentes ECU's en un automóvil su aplicación llega hoy en día más allá y se usa en áreas donde los microprocesadores necesitan conectarse entre sí (Voss, 2005).

### Conector DLC

El conector de enlace de diagnóstico (DLC) es un puerto serial estandarizado que sirve de interface de la red interna del vehículo (bus CAN) y se usa para conectar el adaptador OBD-II y extraer información de los sensores y subsistemas para tareas de diagnóstico del vehículo (Bennett, 2016).

En la siguiente figura se muestra el conector DLC de 16 pines el cual viene incorporado en los vehículos producidos después de 1996:

*Figura 11.6: Conector DLC*



Fuente: Concepción, M. (2011)

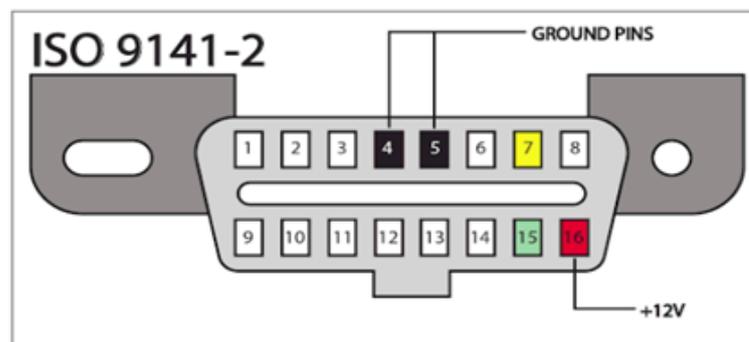
## Protocolos de comunicación

Aunque el estándar OBD-II está bien definido, existen diferentes protocolos mediante los cuales los datos son presentados a través del conector DLC, cada uno de estos protocolos son implementados mediante comunicaciones seriales (McCord, 2011).

Los protocolos de comunicación establecen las reglas con que se transfieren los paquetes a través del bus del vehículo (bus CAN) con el objetivo de conocer el estado de sus componentes y realizar el control de estos. Existen distintos protocolos OBD-II de acuerdo a cada fabricante (Frenzel, 2015):

**ISO 9141-2, en vehículos asiáticos, europeos (BMW, Mercedes Benz, Porsche, Seat) y americanos (Chrysler)**

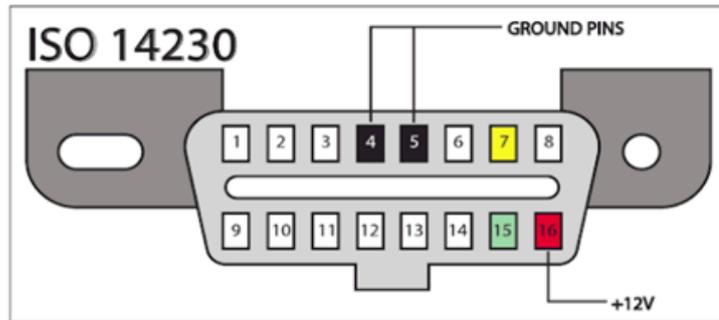
*Figura 11.7: Protocolo ISO 9142-2*



Fuente: McCord, K (2011)

**ISO 14230, en Renault, Peugeot, Daewoo.**

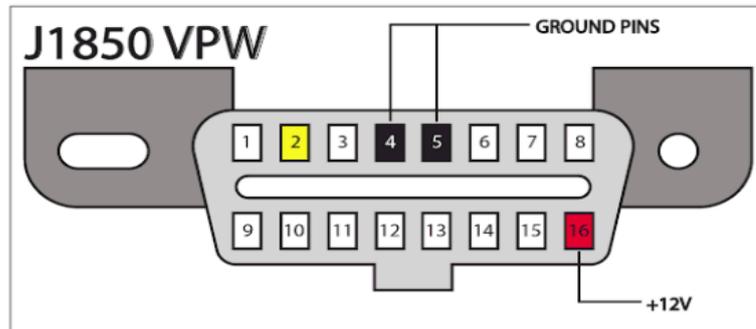
*Figura 11.8: Protocolo ISO 14230*



Fuente: McCord, K (2011)

**VPW (SAE J1850), en General Motors USA**

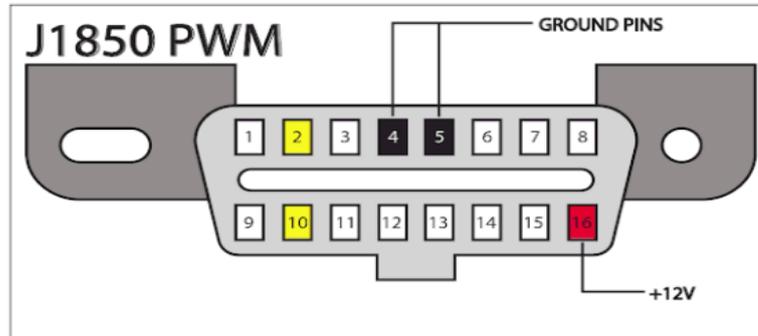
*Figura 11.9: Protocolo J1850 VPW*



Fuente: McCord, K (2011)

## PWM (SAE J1850), en Ford USA

*Figura 11.10: Protocolo J1850 PWM*



Fuente: McCord, K (2011)

### **Modos de medición OBD-II**

Nawrocki (2016) nos dice que desde 1996, por Ley de los Estados Unidos, un conector OBD-II debe de ser instalado en cada auto fabricado en los Estados Unidos y que desde el 2001 cada auto fabricado en la Unión Europea debe de tener un conector compatible con EOBD (European OBD). Este conector tiene una interface conocida como DLC (Data Link Connector) y solo permite la conexión mediante puerto serial.

Las herramientas de diagnóstico hacen uso de este conector para extraer los códigos OBD-II.

### **Microcontrolador Programable ELM327**

La compañía canadiense ELM Electronics vende circuitos integrados desde 1998, en el año 2015 introduce el circuito integrado ELM327 que automáticamente detecta y convierte los códigos enviados por los protocolos del estándar OBD-II.

ELM327 es parte de una familia de traductores OBD de la empresa ELM Electronics, destacándose de las demás por el amplio soporte de los protocolos OBD más usados.

A continuación se muestra el comparativo de los diferentes circuitos integrados que son parte de la familia del chipset ELM:

**Tabla 11.1: Comparativo entre los diferentes circuitos integrados de la familia ELM y los protocolos OBD soportados**

	ELM3 20	ELM3 22	ELM3 23	ELM3 25	ELM3 27	ELM3 27L	ELM3 28	ELM3 29	ELM3 29L
<u>SAE J1850-PWM</u>	✓				✓	✓			
<u>SAE J1850-VPW</u>		✓			✓	✓			
<u>ISO 9141-2</u>			✓		✓	✓			
<u>ISO 14230-4 (slow)</u>			✓		✓	✓			
<u>ISO 14230-4 (fast)</u>			✓		✓	✓			
<u>ISO 15765-4 (CAN)</u>					✓	✓		✓	✓
<u>SAE J2411 (SWCAN)</u>					✓	✓		✓	✓
<u>KW1281 (SAE J2818)</u>									
<u>SAE J1939 (250kbps)</u>					✓	✓		✓	✓
<u>SAE J1939 (500kbps)</u>					✓	✓		✓	✓
<u>SAE J1708 (J1587)</u>				✓					
<u>SAE J1708 (J1922)</u>				✓					

Fuente: ELM Electronics, 2018

El microcontrolador ELM327 es el más usado para establecer comunicación, mediante la interface serial RS-232, con la unidad de control del motor para extraer y enviar los códigos OBD-II en tiempo real al software instalado en cualquier otro dispositivo. Soporta comunicación USB, Bluetooth, Wifi, 2G, 3G, 4G entre otros.

Se puede desarrollar software compatible con el ELM327 para recibir información de la computadora del vehículo y mostrarlo en una aplicación móvil.

El chipset ELM327 es un microcontrolador programable más que un circuito integrado customizado y esto es una gran ventaja ya que al ser un circuito integrado de propósito general se puede programar y ejecutar código para implementar la funcionalidad requerida, asimismo permite que los costos disminuyan significativamente (Oxer y Belmings 2015).

## **Herramienta de diagnóstico OBD-II**

La herramienta de diagnóstico OBD-II es considerada la mejor de todo el equipamiento de diagnóstico en un taller automotor debido a que nos provee de mucha visibilidad del módulo de control electrónico del motor (ECM) siendo muy versátil y de fácil uso (Concepción, 2011). Las herramientas de diagnóstico hacen uso de los códigos OBD para obtener información del estado del vehículo, estas herramientas están formadas por un conector compatible con la interface DLC y un software que se encarga de traducir los códigos utilizando las diferentes fórmulas que se detallan a continuación:

**Tabla 11.2: Lista de Fórmulas usadas para obtener los valores deseados en función de los códigos OBD**

PI D	Bytes	Descripción	Valor mín.	Valor máx.	Unidad	Fórmula
00	4	PIDs implementados [01 - 20]				Cada bit indica si los siguientes 32 PID están implementados.
01	4	Estado de los monitores de diagnóstico desde que se borraron los códigos de fallas DTC.				Codificación en bits.
02	2	Almacena los códigos de fallas de diagnóstico DTC.				
03	2	Estado del sistema de combustible				Codificación en bits.
04	1	Carga calculada del motor	0	100	%	$A / 2.55$
05	1	Temperatura del líquido de enfriamiento del motor	-40	215	°C	$A - 40$
06	1	Ajuste de combustible a corto plazo	-100	99.2	%	$A / 1.28 - 100$
07	1	Ajuste de combustible a largo plazo				
0A	1	Presión del combustible	0	765	kPa	$3A$
0B	1	Presión absoluta del colector de admisión	0	255	kPa	$A$
0C	2	RPM del motor	0	16,383.75	rpm	$(256A + B) / 4$
0D	1	Velocidad del vehículo	0	255	km/h	$A$
0E	1	Avance del tiempo	-64	63.5	°	$A / 2 - 64$

<b>0F</b>	1	Temperatura del aire del colector de admisión	-40	215	°C	A - 40
<b>10</b>	2	Velocidad del flujo del aire MAF	0	655.35	gr/sec	(256A + B) / 100
<b>11</b>	1	Posición del acelerador	0	100	%	A / 2.55
<b>12</b>	1	Estado del aire secundario controlado				Codificación en bits
<b>13</b>	1	Presencia de sensores de oxígeno (en 2 bancos)				[A0..A3] == Banco 1 [A4..A7] == Banco 2
<b>14</b>	2	Sensor de oxígeno 1 A: Voltaje B: Ajuste de combustible	0 -100	1.275 99.2	voltios %	A: A / 200 B: B / 1.28 - 100
<b>15</b>	2	Sensor de oxígeno 2 A: Voltaje B: Ajuste de combustible a corto plazo				
<b>1C</b>	1	Estándar OBD implementado en este vehículo				Codificación en bits
<b>1D</b>	1	Sensores de oxígenos presentes en el banco 4				Similar a PID 13
<b>1E</b>	1	Estado de las entradas auxiliares				A0 == Estado de <b>Power Take Off</b>
<b>1F</b>	2	Tiempo desde que se puso en marcha el motor	0	65,535	sec	256A + B
<b>20</b>	4	PID implementados [21 - 40]				Cada bit indica si los siguientes 32 PID están implementados
<b>21</b>	2	Distancia recorrida con la luz indicadora de falla encendida	0	65,535	km	256A + B
<b>22</b>	2	Presión del tren de combustible, relativa al colector de vacío	0	5177.2 65	kPa	0.079(256A + B)
<b>23</b>	2	Presión del medidor del tren de combustible	0	655,35 0	kPa	10(256A + B)

<b>24</b>	4	Sensor de oxígeno 1 AB: Relación equivalente de combustible CD: Voltaje	0 0	< 2 < 8	V	A, B: (256A + B) / 32768 C, D: (256C + D) / 8192
<b>25</b>	4	Sensor de oxígeno 2 AB: Relación equivalente de combustible - aire CD: Voltaje				
<b>2C</b>	1	EGR comandado	0	100	%	A / 2.55
<b>2D</b>	1	Falla EGR	-100	99.2	%	A / 1.28 - 100
<b>2E</b>	1	Purga evaporativa	0	100	%	A / 2.55
<b>2F</b>	1	Nivel de entrada del tanque de combustible	0	100	%	A / 2.55
<b>30</b>	1	Cantidad de calentamientos desde que se borraron los fallas	0	255	cuenta	A
<b>31</b>	2	Distancia recorrida desde que se borraron los fallas	0	65,535	km	256A + B
<b>32</b>	2	Presión de vapor	-8,192	8191.7 5	Pa	(256A + B) / 4 - 8192
<b>33</b>	1	Presión barométrica absoluta	0	255	kPa	A
<b>34</b>	4	Sensor de oxígeno 1 AB: Relación equivalente de combustible - aire CD: Actual	0 -128	< 2 < 128	prop. mA	A, B: (256A + B ) / 32768 C, D: C + D / 256 - 128
<b>35</b>	4	Sensor de oxígeno 2 AB: Relación equivalente de combustible - aire CD: Actual				
<b>3C</b>	2	Temperatura del catalizador: Banco 1, Sensor 1	-40	6,513. 5	°C	(256A + B) / 10 - 40
<b>3D</b>	2	Temperatura del catalizador: Banco 1, Sensor 1				
<b>40</b>	4	PID implementados [41 - 60]				Cada bit indica si los siguientes 32 PID están implementados

41	4	Estado de los monitores en este ciclo de manejo				Codificación en bits
42	2	Voltaje del módulo de control	0	65.535	V	$(256A + B) / 1000$
43	2	Valor absoluta de carga	0	25,700	%	$(256A + B) / 2.55$
44	2	Relación equivalente comandada de combustible - aire	0	< 2	prop.	$(256A + B) / 32768$
45	1	Posición relativa del acelerador	0	100	%	A / 2.55
46	1	Temperatura del aire ambiental	-40	215	°C	A - 40
47	1	Posición absoluta del acelerador B	0	100	%	A / 2.55
48	1	Posición absoluta del acelerador C				
4C	1	Actuador comandando del acelerador				
4D	2	Tiempo transcurrido con MIL encendido	0	65,535	min	256A + B
4E	2	Tiempo transcurrido desde que se borraron los códigos de fallas				
4F	4	Valor máximo de la relación de equivalencia de combustible - aire, voltaje del sensor de oxígenos, corriente del sensor de oxígenos y presión absoluta del colector de entrada	0, 0, 0, 0	255, 255, 255, 2550	prop., V, mA, kPa	A, B, C, D * 10
50	4	Valor máximo de la velocidad de flujo de aire del sensor de flujo de aire masivo	0	2550	g/s	A * 10
51	1	Tipo de combustible				
52	1	Porcentaje de combustible Etanol	0	100	%	A / 2.55

<b>53</b>	2	Presión absoluta del vapor	0	327.67 5	kPa	$(256A + B) / 200$
<b>54</b>	2	Presión del vapor	- 32,76 7	32,768	Pa	$256A + B - 32767$
<b>55</b>	2	Ajuste del sensor de oxígeno secundario de plazo corto	-100	99.2	%	A: $A / 1.28 - 100$ B: $B / 1.28 - 100$
<b>56</b>	2	Ajuste del sensor de oxígeno secundario de plazo largo.				
<b>59</b>	2	Presión absoluta del tren de combustible	0	655,35 0	kPa	$10(256A + B)$
<b>5A</b>	1	Posición relativa del pedal del acelerador	0	100	%	$A / 2.55$
<b>5B</b>	1	Tiempo de vida del banco de baterías híbridas	0	100	%	$A / 2.55$
<b>5C</b>	1	Temperatura del aceite del motor	-40	210	°C	$A - 40$
<b>5D</b>	2	Sincronización de la inyección de combustible	- 210.0 0	301.99 2	°	$(256A + B) / 128 - 210$
<b>5E</b>	2	Velocidad del combustible del motor	0	3276.7 5	L/h	$(256A + B) / 20$
<b>5F</b>	1	Requisitos de emisiones para los que el vehículo fue diseñado				Codificación en bits

Fuente: Al Santini (2010)

Según McCord (2011) la mayoría de los fabricantes de automóviles tenían su propia forma de conector, esto significaba que una herramienta de diagnóstico necesitaba diferentes tipos de conectores que solo se podían encontrar en los talleres autorizados.

Es por esto por lo que OBD-II se crea para estandarizar la comunicación, hoy en día es posible obtener estas señales OBD-II a un costo menor con la introducción de herramientas de diagnóstico más sencillos de usar y de bajo precio.

Las herramientas de diagnóstico OBD pueden clasificarse de la siguiente manera:

### **Escáner propietario de cada fabricante o escáner OEM**

Es de alto rango, principalmente usado en los talleres autorizados de cada fabricante. Su principal ventaja es que soporta tanto los códigos genéricos como los códigos específicos a su propia marca de automóviles, además de obtener información de componentes no relacionados al motor como los sistemas multimedia, de tracción, ABS, airbag, etc., los cuales no pueden ser accedidos por un escáner estándar. Tiene la capacidad de actualizar el software del automóvil, reparar la unidad de control del motor (Martin, 2007). Entre las desventajas tenemos el hecho de que no puede ser usado en vehículos de distinto fabricante y el costo, que supera los miles de dólares.

*Figura 11.11: Escáner OEM de General Motors*



Fuente: McCord, K (2011)

### **Escáner de nivel profesional**

Son usados en los talleres de reparación de autos, su principal ventaja es que pueden obtener datos de diferentes marcas de automóviles. Soporta todos los códigos genéricos y específicos, pueden identificar la causa de algunos códigos de errores, ver y obtener datos en tiempo real y mostrarlos de manera gráfica. El software del escáner puede ser

actualizado desde internet (Martin, 2007). Su desventaja es el precio, el cual supera los miles de dólares.

*Figura 11.12: Escáner de Nivel Profesional*



Fuente: Tracy, M (2007)

### **Escáner de diagnóstico de entrada**

Su principal ventaja es el precio, que oscila entre 100 y 500 dólares. Lee e interpreta los códigos de errores básicos, es limitado en cuanto a identificar la causa de algunos errores. Las desventajas aparte de la limitación de la lectura de códigos es que la actualización del software se tiene que realizar con conexión directa a una computadora, cuenta con una pantalla pequeña donde se pueden observar los códigos sin entorno gráfico (McCord, 2011).

*Figura 11.13: Escáner de Nivel de Entrada*



Fuente: Tracy, M (2007)

### **Registadores de Datos OBD-II**

Son usados para leer y almacenar los códigos OBD-II en un repositorio local pequeño que puede ser una tarjeta SD, esto con el fin de realizar un posterior análisis, establecer relaciones, reconocimiento de patrones los cuales pueden ayudar a labores de diagnóstico y optimización, por ejemplo, para determinar un mejor comportamiento de manejo y ahorrar combustible, mejorar la forma de conducción, etc.

*Figura 11.14: Registrador de Datos OBD-II con tarjeta SD*



Fuente: Recuperado de <http://www.freematics.com> (2018)

## Interfaces de Datos OBD-II

Con el abaratamiento del microcontrolador programado ELM327, el cual es usado en la mayoría de los escáneres OBD, se fabrican hoy en día conectores OBD-II más económicos. Sumando a esto la proliferación de equipos móviles, es posible crear un sistema de diagnóstico mediante el cual estos conectores OBD se encargan de transmitir los códigos a una aplicación móvil instalado en un teléfono inteligente. Se usan para proporcionar datos en tiempo real.

Las ventajas de este sistema son el bajo costo, pudiendo estar en menos de 100 dólares, así como la facilidad en la instalación y el uso de la aplicación móvil de manera gráfica. Sin embargo, la desventaja de estas herramientas de diagnóstico es que el software es propietario, por lo que solo se puede obtener la información que provee la aplicación, no es posible personalizarlo o extraer una mayor cantidad de información.

Existen muchos conectores en el mercado, los cuales pueden ser divididos de la siguiente manera:

### Conectores OBD-II con comunicación Bluetooth

Bluetooth es una tecnología de conexión inalámbrica, de corta distancia, con un alcance de hasta 10 metros. Nace como una alternativa a la tradicional conexión OBD-II mediante cables, puede ser usado con cualquier dispositivo que soporte conectividad Bluetooth como equipos portátiles, tabletas, teléfonos inteligentes, etc. La única excepción son los dispositivos con sistema operativo IOS.

*Figura 11.15: Conector OBD-II con comunicación Bluetooth*



Fuente: Recuperado de <http://www.amazon.com> (2018)

### **Conectores OBD-II con comunicación WiFi**

Son conectores que usan un punto de conexión inalámbrica para comunicarse con la aplicación móvil, soportan una distancia mayor a los 10 metros. Se usan principalmente en las aplicaciones de los dispositivos con sistema operativo IOS, también soportan Android y Windows.

*Figura 11.16: Conector OBD-II con comunicación WiFi*



Fuente: Recuperado de <http://www.amazon.com> (2018)

### **Conectores OBD-II con comunicación 2G, 3G y 4G**

El nivel de madurez del usuario móvil y la complejidad de la red celular alcanza un nuevo hito, las redes ya no son más las tradicionales GSM sino una mezcla compleja de tecnologías 2G, 3G y 4G (Mishra, Ajay, 2007).

Estas tecnologías son aprovechadas por estos conectores para transmitir los datos OBD-II a una aplicación externa con un alcance limitado por la existencia de antenas del operador de telefonía.

*Figura 11.17: Conector OBD-II con comunicación 2G, 3G y 4G*



Fuente: [globalsources.com](http://globalsources.com) (2018)

### **Anexo 3: Computadora Integrada en una única placa de Código Abierto**

Las computadoras integradas en una única placa más conocidas en el mercado son:

#### **Raspberry Pi**

El sistema operativo oficial de Raspberry Pi es Raspbian, el cual es una variante de Debian, es gratuito y optimizado para trabajar con este hardware. Sin embargo, Raspberry Pi soporta otros sistemas operativos como OSMC, Ubuntu, Windows 10, Android, CentOS, Fedora, entre otros.

El sistema operativo Raspbian trae integrado el lenguaje de programación Python, el cual es ampliamente usado para programar en Raspberry Pi, asimismo es posible usar otros lenguajes como C/C++, Java, Ruby, Perl, etc. (Richardson y Wallace 2013).

Raspberry Pi tiene diferentes modelos, algunos con un precio mayor que otros debido a que incluyen capacidad wireless, bluetooth, adaptador para extensión, etc.

Una de las características más importante es que cuenta con un socket de Entrada/Salida de Propósito General (GPIO por sus siglas en inglés) que permite interactuar con otros dispositivos.

#### **Arduino**

Arduino es una plataforma de hardware y software abierto, convirtiéndose en la plataforma abierta más grande del mundo.

Se puede utilizar para conectarse a dispositivos e interactuar con el hardware y con el software, podemos controlar un elemento mediante el envío de instrucciones al microcontrolador existente en la placa u obtener información de una fuente.

Al ser una plataforma abierta está formada por una gran comunidad de personas como estudiantes, profesionales, programadores que contribuyen con diferentes proyectos y casos de uso de esta plataforma.

Arduino nació el 2005 en el Instituto Ivrea Interaction Design de Italia como una herramienta de fácil uso para crear prototipos y ayudar de esta manera a los estudiantes sin mucho conocimiento de electrónica o programación. El sistema operativo que se instala sobre Arduino puede ser Windows, Macintosh o Linux, sobre esta base se instala el software de la plataforma Arduino conocido como Entorno de Desarrollo Integrado (IDE por sus siglas en inglés), el cual es un conjunto de aplicaciones que incluyen un

editor de código, compilador, depurador y un constructor de interfaz gráfica. (Arduino, 2018). El lenguaje de programación que generalmente usa Arduino es una versión simplificada de C/C++, sin embargo, puede usarse otros lenguajes como Java, Python, etc. (Contreras, 2017).

Arduino consiste de una placa con un microcontrolador, de propósito específico, que soporta un lenguaje de programación en un entorno de desarrollo y permite conectarse con dispositivos para la entrada y salida de datos y señales (Caicedo Pedreira 2017). Arduino es capaz de recibir y traducir las señales de los sensores conectados a sus terminales de entrada y controlar las acciones de otros dispositivos conectados a sus terminales de salida.

### **BeagleBone**

Es una computadora integrada en una única tarjeta de bajo consumo y precio, creada por la Fundación Norteamericana BeagleBone.org, diseñada para usar software de desarrollo abierto e introducida el 2011 (Barrett, Steven; Kridner, Jason 2013). Al igual que Raspberry Pi y Arduino, fue concebida por un grupo de ingenieros con el objetivo de que los estudiantes de colegios de todo el mundo usen esta pequeña placa de computadora para aprender acerca del software y hardware libre.

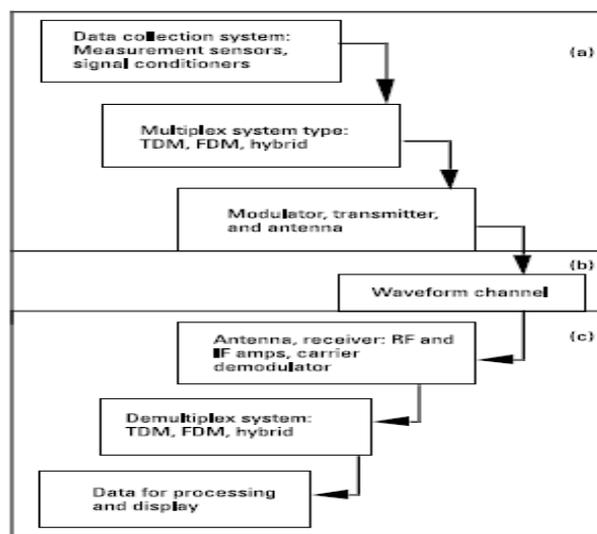
Utiliza procesadores Texas Instruments ARM Cortex-A que pueden ejecutar diferentes sistemas operativos como Android, Linux, FreeBSD, RISC, Symbian, Windows CE, Fedora, etc.). BeagleBone provee una tarjeta microSD con el sistema operativo Angstrom que es una distribución Linux, asimismo provee un Ambiente de Desarrollo Integrado llamado Cloud9 y Bonescript que es un ambiente de programación basado en JavaScript, sin embargo, soporta múltiples lenguajes de programación como Python, Perl, etc.

Presenta un socket de Entrada/Salida de Propósito General (GPIO por sus siglas en inglés) que permite controlar otros dispositivos electrónicos.

## Anexo 4: Telemetría

Carden, Jedlicka y Henry (2002) definen a la Telemetría como un sistema que permite la recopilación de datos de manera remota, los cuáles serán transmitidos a través de un medio físico a un lugar central donde serán procesados. Un sistema de telemetría está conformado por siete subsistemas de comunicación los cuales en conjunto permiten la recolección y control de datos. A continuación, se describe la función que desempeña cada uno de ellos.

*Figura 11.18: Subsistemas de comunicación de un Sistema de Telemetría*



Fuente: Telemetry Systems Engineering (2002)

### Sistema de recolección de datos

El sistema de recolección de datos está compuesto por una diversidad de sensores cuya función es convertir las variables físicas (temperatura, vibraciones, humedad, presión o cualquier otra variable que pueda ser medida) en señales eléctricas, las cuales deberán ser tratadas antes de ser enviadas al bloque de multiplexación (Carden, Jedlicka y Henry, 2002).

### Sistema de Multiplexación

La salida de datos del sistema de recolección de datos puede darse de tres formas (Patanabris, 1999):

- Si los datos vienen de manera separada y se encuentran en diferentes contenedores de frecuencia, el proceso que gestiona la multiplexación es conocido como Multiplexación por División de Frecuencia (FDM por sus siglas en inglés).
- Si los datos son separados en un dominio de tiempo, el proceso que gestiona la multiplexación es conocido como Multiplexación por Dominio de Tiempo (TDM por sus siglas en inglés).
- Cuando se usan ambos procesos de multiplexación en un mismo sistema se le llama sistema híbrido.

### **Modulador, Transmisor y Antena**

Luego que los datos fueron multiplexados ya sea por división de frecuencia o dominio de tiempo, ahora estos deben ser modulados en un transmisor para ser enviados a través de una antena hacia el punto central de recepción (Pisacane, 2005).

### **Sistema de Transmisión**

Una vez que los datos han sido modulados para ser transmitidos por el aire, la siguiente etapa comprende el análisis del enlace para determinar que la señal transmitida llegue al receptor con la suficiente potencia para ser procesada. Dicho análisis se basa en la evaluación de ganancias de la antena, atenuación de señal a medida que viaja por el medio físico, características del receptor y potencia efectiva de transmisión (Carden, Jedlicka y Henry, 2002).

### **Antenas, Receptores de Radio Frecuencia, Amplificadores y Demoduladores**

Una vez que la señal multiplexada fue enviada desde la antena origen, ahora esta señal de Radio Frecuencia será interceptada por la antena receptora, para luego ser amplificada, demodulada y enviada al subsistema de demultiplexación (Carden, Jedlicka y Henry, 2002).

### **Sistema de Demultiplexación**

Luego que la señal fue demodulada en el proceso anterior, ahora en el sistema de demultiplexación los datos serán separados en los canales apropiados ya sea usando la

técnica de dominio de frecuencia (FDM) o dominio de tiempo (TDM) (Patanabris, 1999).

### **Procesamiento de Datos, Manejo y Visualización**

El procesamiento de datos es la última fase del sistema, aquí los datos recolectados ya se encuentran disponibles para ser procesados, estos pueden ser vistos en tiempo real, pueden ser almacenados en algún sistema de cómputo y almacenamiento o grabados en sistemas de grabación análoga.

### **Aplicaciones**

#### **Industria del petróleo y gas**

A menudo se utiliza para concentrar la información en un punto intermedio donde un teléfono o un enlace de línea o satélite lleva los datos a un punto de monitoreo central. La producción puede implicar el almacenamiento del producto antes de la transmisión a un cliente. Este almacenamiento se monitorea y controla utilizando medidores de flujo, nivel sensores, sensores de presión y válvulas. La transmisión de gas natural y de productos derivados del petróleo presenta un control remoto único. En las tuberías se controlan fugas y corrosión. Los sistemas de control también son controlados y monitoreados remotamente, ya que la distancia entre la estación de bombeo y las estaciones de protección catódica pueden ser de decenas de millas, pero la telemetría permite el control remoto a grandes distancias (Kopp, 2002).

#### **Industria de servicios de energía**

Al igual que la industria del petróleo, la industria de servicios de energía tiene tres ramas: generación, transmisión y distribución. A diferencia de la industria del petróleo, no existe una forma eficiente de almacenar energía eléctrica para una adecuada distribución. Como resultado, la demanda y la generación tienen que ser emparejado en tiempo real. Para hacer esto, un sistema de control y monitoreo complejo combina la capacidad del generador con las necesidades de distribución del cliente y los interconecta entre sí utilizando una red de transmisión conocida como cuadrícula (Kopp, 2002).

## **Transporte ferroviario**

La industria del ferrocarril tiene un lugar prominente y único en la historia del monitoreo y control remoto. Hoy, ferrocarriles de Clase 1, son los ferrocarriles más grandes, tienen miles de millas de vías interconectadas en centros de población, puertos, proveedores y usuarios industriales. En general, estos ferrocarriles son operados desde centros de control centralizados. Los circuitos de ocupación de la pista y los enclavamientos de interruptor en cada segmento se monitorean y controlan usando circuitos de comunicaciones individuales para cada segmento. Los ferrocarriles aprovechan otras tecnologías de comunicación para apoyar el monitoreo y control remoto. Como el satélite de posicionamiento global, señales que se están utilizando para la ubicación del tren, etiquetado de frecuencia que se utiliza para rastrear vagones de mercancías, los transceptores de datos por paquetes se utilizan en entornos urbanos en algunos trenes de tránsito para retransmitir datos de salud y bienestar sobre los sistemas a bordo a través de la red de telefonía celular (Kopp, 2002).

## **Anexo 5: Redes de Telefonía Móvil Celular**

Las redes de telefonía móvil o redes celulares permiten las comunicaciones de voz y la transmisión de datos a través de la infraestructura de red de los operadores de telecomunicaciones y su interconexión con internet.

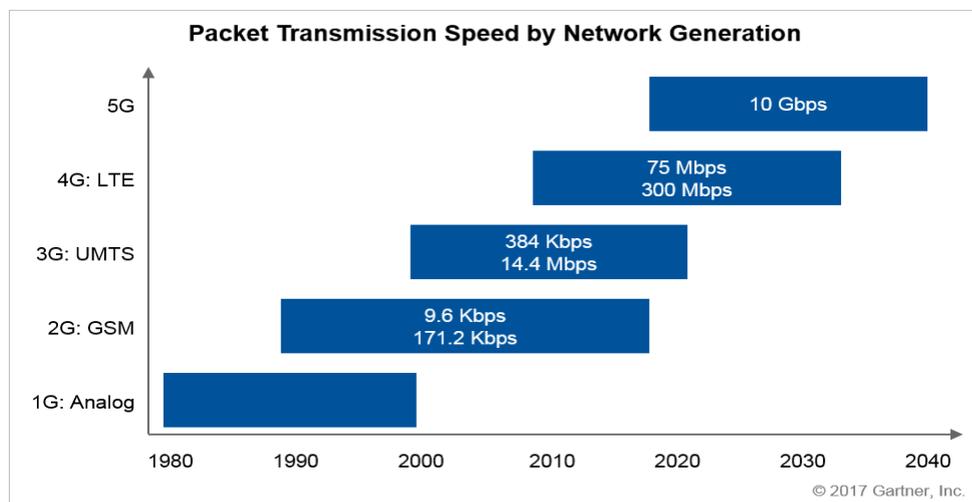
Las redes celulares están conformadas por “células” o “celdas” generadas por estaciones base que en conjunto brindan cobertura dentro de una extensión geográfica determinada. Los dispositivos móviles se desplazan dentro de dicha extensión geográfica conectándose de celda en celda sin perder la comunicación (Sauter, 2013)

Las tecnologías vigentes actualmente en el mercado peruano son principalmente las denominadas generaciones 3G y 4G.

Asimismo, se proyecta la nueva generación de redes móviles 5G diseñada especialmente para soportar comunicaciones masivas máquina-a-maquina (MMTC) asociadas al internet de las cosas (IoT).

La siguiente figura muestra las velocidades promedio de transmisión de datos por generación de red móvil celular:

**Figura 11.19: Velocidad de transmisión por Generación de Red de Telefonía**



Fuente: Gartner (octubre 2017)

### **3G – Tercera Generación**

La 3G permitió la transmisión de datos en banda ancha permitiendo explotar dicha capacidad de conexión móvil a través de acceso a contenido multimedia y la transmisión de mayores cantidades de información a través del internet.

Comprende los estándares EDGE (Enhanced Data rates for GSM of Evolution) que alcanzaba los 384 Kbps, UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) que utiliza WCDMA y teóricamente alcanzaría los 2 Mbps, así como la tecnología HSDPA (High speed downlink packet access) que propone velocidades de descarga de hasta 14 Mbps y la HSPA+ (HSPA Evolucionado) de velocidad de descarga teórica de hasta 84 Mbps. (Santos González, 2012).

### **4G – Cuarta Generación (LTE, LTE-A y LTE-A Pro)**

LTE significa Long Term Evolution también denominado 4G, es un estándar basado completamente en el protocolo IP y que establece velocidades de 1Gbps en reposo y 100 Mbps en movimiento.

La LTE-Advanced o también conocida como 3GPP LTE release 10 y la actualmente en introducción LTE-Advanced Pro (release 13) propone extender la capacidad del LTE a través de la agregación de canales, incrementando la velocidad hasta 3Gbps (Wannstrom 2013).

### **5G - Quinta Generación**

La quinta generación se está aún definiendo en varios organismos de normalización mundiales como ITU, 3GPP y ETSI. La especificación oficial de la UIT, IMT-2020, proyecta velocidades de descarga y subida de 20 y 10 Gbps respectivamente; latencia por debajo de 5 ms y escalabilidad masiva (Hung y Takiishi, 2017).

De acuerdo a lo que proyecta la consultora Gartner, el servicio 5G estará disponible comercialmente en una escala reducida a partir del año 2020.

Con el incremento exponencial de dispositivos móviles a nivel mundial y la masificación de la IoT, esta tecnología se proyecta como la respuesta a una necesidad inminente.

## **Anexo 6: Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

El sistema de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés) es un sistema de satélites que permite determinar la posición de un objeto (persona, vehículo, etc.) en cualquier momento del día, en cualquier lugar del planeta y en cualquier condición climatológica (Letham, 2001).

Este sistema está formado por 24 satélites que orbitan sobre el planeta Tierra cada 12 horas a una altura de más de 20,000 Km con trayectorias sincronizadas.

Este sistema fue desarrollado, implementado, utilizado y controlado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos a inicios de los años 1970's. El sistema GPS es del tipo pasivo (solo de ida), ya que los usuarios sólo pueden recibir las señales de los satélites (*El-Rabbany, 2002*).

### **Composición del Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

Este sistema está constituido por tres partes, los cuales se detallan a continuación.

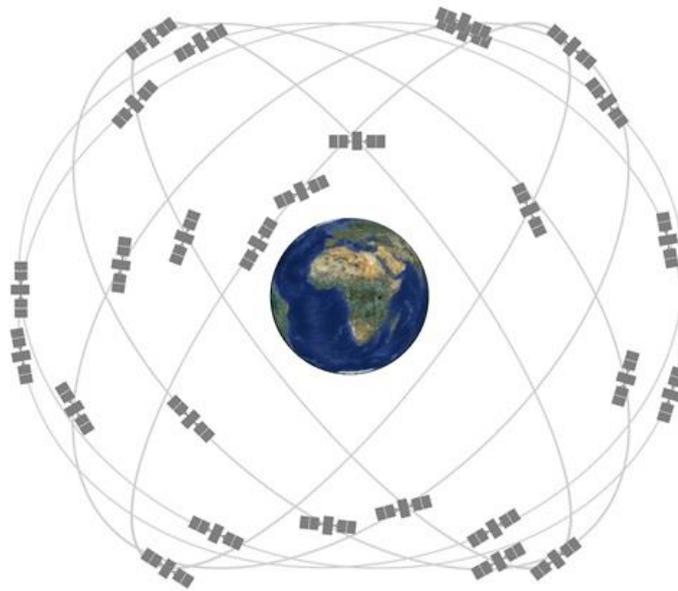
#### **Segmento Espacial**

El cual está constituido por el grupo de satélites que se encargan de transmitir las señales de radio a los usuarios. El Departamento de Defensa de los Estados Unidos tiene el compromiso de mantener al menos 24 satélites el 95% del tiempo. Estos 24 satélites forman 6 órbitas diferentes con 4 satélites en cada una, existen otros satélites de reserva para casos de emergencia.

Cada satélite transmite una señal conformado por dos ondas sinusoidales (también conocidas como frecuencias portadoras), dos códigos digitales y un mensaje de navegación. Los códigos y el mensaje de navegación son agregadas a las portadoras. Las portadoras y los códigos son usados para determinar la distancia del receptor del usuario a los satélites GPS. El mensaje de navegación contiene las coordenadas (ubicación) de los satélites en función del tiempo, los satélites tienen relojes atómicos de alta precisión (*El-Rabbany, 2002*).

Según la página web oficial del Global Positioning System hasta el 14 de marzo del 2018 existen un total de 31 satélites operacionales en la constelación GPS sin incluir los satélites fuera de servicio o los de respaldo.

**Figura 11.20: Constelación y distribución de los satélites GPS**



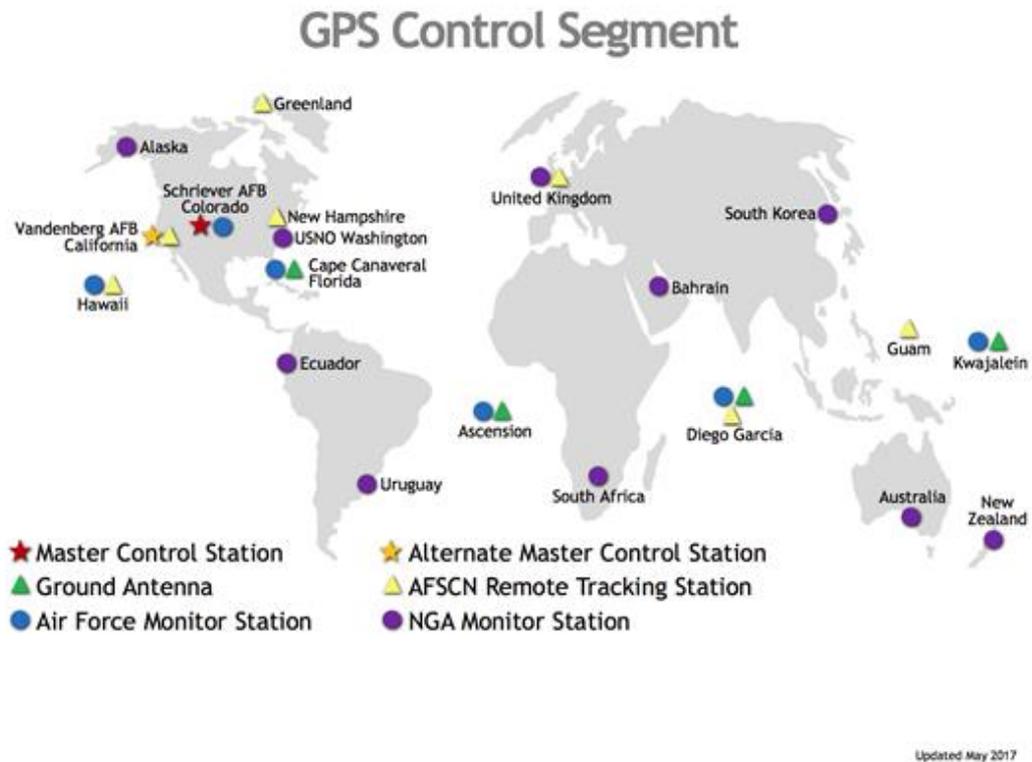
Fuente: Global Positioning System, U.S. Government Information (2018)

### **Segmento de Control**

Está conformado por una red global de instalaciones distribuidas alrededor del planeta cuya función es la de rastrear los satélites con el objetivo de determinar y predecir sus ubicaciones, monitorear sus transmisiones, verificar la integridad del sistema y de los relojes atómicos, efectuar análisis, enviar datos y órdenes a la constelación de satélites.

El segmento de control operacional (OCS por sus siglas en inglés) tiene una estación de control maestro situado en USA Colorado Springs, una estación de control maestro alternativa situada en USA California, 11 antenas de comando y control, y 16 sitios de monitoreo según se puede ver en el siguiente gráfico (gps.gov, 2018).

*Figura 11.21: Segmento de Control Operacional*



Fuente: Global Positioning System, U.S. Government Information (2018)

### **Segmento del Usuario**

Este segmento está formado por todos los usuarios ya sean civiles o militares. Ellos usan un receptor GPS conectado a una antena GPS que recibe las señales GPS que pueden ser usados para determinar la posición en cualquier lugar de la Tierra.

### **Aplicaciones del Sistema de Posicionamiento Global (GPS)**

Al igual que Internet el GPS se ha convertido en un elemento de información masivo y esencial, en torno al GPS se han desarrollado numerosas aplicaciones. Es posible hoy en día colocar un receptor GPS a cualquier dispositivo, desde teléfonos móviles, relojes de pulsera, vehículos, cajeros automáticos, etc.

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es usado principalmente en las siguientes áreas:

### **Agricultura**

El GPS es usado juntamente con Sistemas de Información Geográfica para la asignación de campos de cultivo y como guía para la navegación de los vehículos agrícolas. Asimismo, permite administrar de manera específica la producción de cultivos, que es conocido como agricultura de precisión. El uso de la tecnología GPS es indispensable para mapeo del rendimiento del suelo, muestreo de suelo, topografía de campo y otras prácticas de recopilación de datos (Heldman y Moraru, 2011)

### **Aeronáutica**

EL GPS es usado para mejorar la seguridad de los vuelos ya que ofrece servicios de navegación a través de los satélites.

Asimismo, es parte importante de los sistemas de advertencia de proximidad a tierra (GPWS por sus siglas en inglés), este sistema permite que los pilotos sean informados si existe un peligro de colisión hacia el suelo o hacia un obstáculo (Salas y Maurino, 2010)

Del mismo modo puede ser usado para rastrear los vehículos usados en el aeropuerto.

### **Autopistas y Carreteras**

Mediante los sistemas GPS es posible conocer la ubicación y posición del vehículo en función de la carretera, esto sumado a sistemas que usan Machine Learning es posible entregar en una pantalla las rutas más óptimas para la conducción, informar a los pasajeros el horario de llegada. Los sistemas de transporte público lo usan para rastrear los autobuses, ferrocarriles u otros sistemas de transporte público.

Los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS por sus siglas en inglés) usan GPS como parte de la solución, según Williams (2008) El sistema Inteligente de Transporte existe en un mundo de tecnología de la información, y estas tecnologías como RFID, GPS, detectores biométricos, etc. forman parte de ITS.

La idea de ITS es que estos sistemas que están conformados no solo por tecnología sino también por vehículos, conductores, pasajeros, operadores de carreteras y supervisores, interactúen en este ecosistema con el objetivo de reducir el número de muertos y heridos en accidentes de tránsito, así como mejorar la eficiencia de las redes viales (Rizos, Drane 1998).

## **Navegación Marítima**

Al igual que en la aeronáutica, el GPS juega un papel importante ya que es necesario que el capitán de la embarcación conozca su posición exacta, especialmente en los puertos ya que existe un alto tráfico de embarcaciones y por lo tanto un mayor riesgo a accidentes. Las naciones utilizan el GPS para la colocación eficaz de boyas, detección de zonas de peligro, seguimiento de movimientos migratorios de peces, etc. En los puertos más conocidos del mundo se usa el GPS para controlar la ubicación de los contenedores y de esta manera automatizar el proceso de recolección, transferencia y descarga, permitiendo ahorro de costos y reducción de extravíos.

En conjunto con el Sistema Automático de Identificación (AIS por sus siglas en inglés) se usa para identificar y controlar los buques comerciales cuando éstos navegan por las rutas más transitadas y puertos permitiendo mayor seguridad (Sweet, 2003)

## **Auxilio en caso de desastre y seguridad pública**

EL GPS viene desempeñando un papel importante en las labores de ayuda en caso de desastre, los equipos de búsqueda y rescate usan dispositivos GPS en conjunto con los sistemas de información geográfica para construir mapas y planos de las zonas afectadas y de esta manera elaborar planes eficaces y eficientes para el rescate y auxilio de las víctimas. Cuando se trata de incendios forestales, el GPS se usa junto con dispositivos para realizar el escaneo infrarrojo y de esta manera detectar la extensión del incendio y los puntos que tienen las más altas temperaturas para que con esta información los bomberos se enfoquen en estos puntos (Zschau y Küppers, 2003)

El receptor GPS es tan pequeño que puede encontrarse en teléfonos móviles o en relojes de pulsera y permite que los usuarios conozcan su ubicación en caso de emergencia. Un nuevo nivel en la seguridad vial se puede dar con la inclusión del GPS en los vehículos ya que al usarlos junto con sistemas inteligentes se pueden detectar colisiones y realizar llamadas automáticas de socorro e informar la ubicación sin la necesidad de que los pasajeros intervengan (Atkinson, Bunse, Gross y Peper, 2005)

## **Anexo 7: Sistema de Reconocimiento Automático de Matrículas (LPR)**

Según Singh y Singh (2007) el reconocimiento de números tiene un rol importante en el campo de procesamiento de imágenes, por ejemplo existen cientos de vehículos en las carreteras y se tiene que colocar peajes para realizar el cobro o existen miles de contenedores y camiones en los terminales que necesitan ser registrados manualmente, además del error que pueden traer los procesos manuales; la lentitud en el registro hace que se incremente el número de autos esperando la atención en los peajes o de los contenedores y camiones en los terminales.

El proceso de reconocimiento de matrículas está compuesto por técnicas para la detección del vehículo y la localización de la matrícula. Las cámaras son utilizadas para obtener la imagen del vehículo y detectar la posición de la matrícula. Luego, la imagen obtenida es procesada por un software de reconocimiento que extrae el número de placa a un formato que puede ser usado por otro sistema para presentarlo al usuario o almacenarlo.

Dun y Zhang (2015) propusieron un sistema llamado Localización de Números de Matrícula en una pista multi-carril en China, en el cual la principal dificultad estaba relacionada con el color de la placa que para este caso era amarillo y azul, por lo que el primer paso es convertir la imagen a una escala de grises y resaltar las áreas más azules y amarillas.

Yang y Hu (2013) propusieron un sistema llamado License Plate Recognition que es usado en sistemas de estacionamiento y está basado en tres pasos: detección de la imagen, segmentación de caracteres y reconocimiento de caracteres. En cada uno de estos pasos existen algoritmos basados en software (Singh y Kaur, 2017).

El uso de los Sistemas de Reconocimiento Automático de Matrículas se está extendiendo hacia la seguridad, desde la integración con una barrera para abrirla una vez identificado un vehículo autorizado hasta el reconocimiento de vehículos robados e incluso reconocimiento facial de los conductores.

Se pueden definir los siguientes elementos que forman parte de un Sistema de Reconocimiento Automático de Matrículas:

## **Cámaras de Video de reconocimiento de matrículas**

Son dispositivos que detectan y almacenan las fotos o videos de las matrículas de los vehículos. Los tipos de cámaras varían en función de la prestación que realizan, entre las principales características que se toman en cuenta para elegir una cámara se encuentran:

- Velocidad de los vehículos.
- Uso en interiores o exteriores.
- Uso en ambientes iluminados o con poca luminosidad.

Las cámaras tienen conexión IP y cuando detectan un vehículo, toman fotografías o graban video de gran calidad y alto contraste los cuales son almacenados en un repositorio a fin de que el software de reconocimiento óptico de caracteres (OCR por sus siglas en inglés) pueda reconocer las matrículas de los vehículos (Caputo, 2014). Las cámaras más sofisticadas cuentan con el software OCR incluido, lo cual permite obtener la matrícula y compararlo con una base de datos incluida también en la cámara a fin de enviar una señal a un dispositivo externo como puede ser un relé para abrir una barrera o activar una alarma (Maino y Foresti, 2011).

## **Software de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR)**

La cámara almacena una imagen o video que es un mapa de bits conformado por miles de píxeles, el software de reconocimiento óptico de caracteres se encarga de convertir los píxeles en caracteres y después enviarlos a un repositorio donde puede ser publicado en una pantalla o almacenado en una base de datos (Kumar Sahoo, 2010).

## **Base de Datos**

Es un repositorio donde se almacenan las matrículas a fin de que puedan ser usadas por otras aplicaciones.

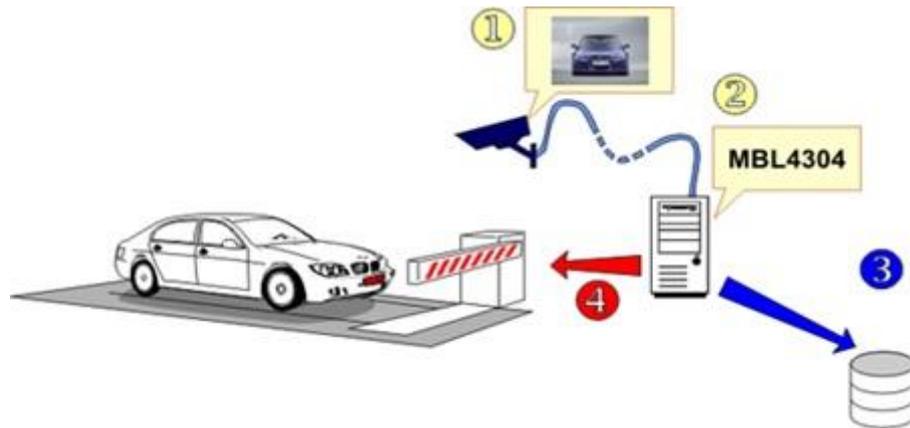
## **Software de control de las cámaras**

Permite realizar control y monitoreo de las cámaras de manera remota a través del protocolo IP. Mediante este software, para las cámaras con el sistema OCR integrado, se puede cargar una lista de valores con las cuales la cámara compara para realizar una

acción en base a ciertas políticas, estas acciones pueden ser accionar dispositivos (puertas, barreras, luces, relés, sirenas, etc.), enviar correo electrónico o SMS, grabar un evento, etc.

*Figura 11.22: Sistema de reconocimiento de matrículas*

1. Cámara
2. Software OCR
3. Base de Datos
4. Software de Control



Fuente: Solutions Head (2017)

## Anexo 8: Arquitectura de Internet de las Cosas (IoT)

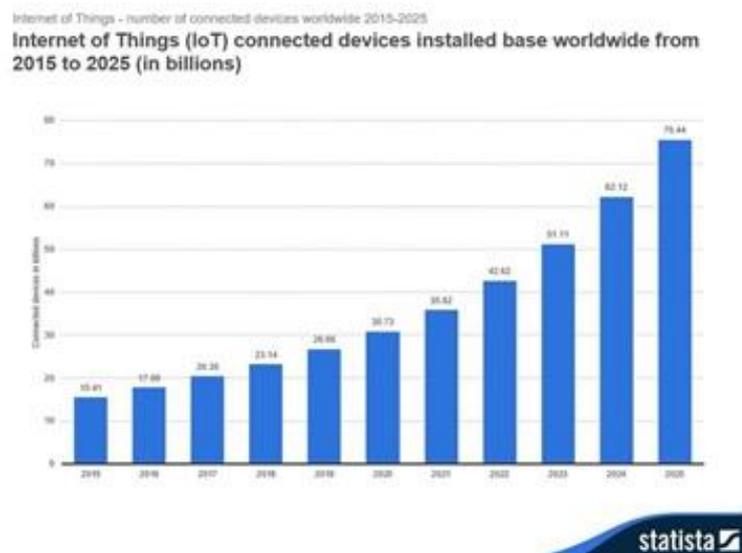
### Diferencia entre Arquitectura de TI y Arquitectura de IoT

La Arquitectura de TI es diferente a la Arquitectura de IoT, la primera está enfocada en mantener la continuidad y la integridad de las aplicaciones críticas del negocio (como sistemas ERP, CRM, Bases de Datos, Correo, etc.) y la segunda está dirigida a cómo recolectar, transportar, almacenar, analizar y explotar los datos capturados por los sensores de manera eficiente y segura. Los desafíos que pueden encontrarse respecto a la arquitectura de IoT son las siguientes:

#### Escalabilidad

Existen innumerables dispositivos IoT y más por venir, según Statista la cantidad de dispositivos IoT instalados el año 2020 será de 31 billones.

*Figura 11.23: Proyección de dispositivos IoT conectados al 2020*



Fuente: Statista (2018)

El principal desafío tiene que ver con la conectividad ya que IPv4 ha llegado a su límite y solo queda escalar hacia IPv6.

#### Volumen de datos generados

Los dispositivos IoT obtendrán y enviarán una gran cantidad de datos, lo cual generará cuellos de botella a nivel de las redes y lentitud en el análisis de estos datos.

Se prevé que para este año los dispositivos IoT generen alrededor de 403 ZBs, sin embargo, de acuerdo a Cisco no todos los datos son enviados a un repositorio central. IDC predice que la décima parte de los datos generados serán producidos por máquinas el 2020.

Frente a esto se debe de pensar en distribuir el análisis a lo largo de la red IoT, desde el borde a la nube a diferencia de lo que se hace tradicionalmente donde el análisis se realiza en la nube.

### **Seguridad**

Muchos de los dispositivos IoT estarán expuestos físicamente, principalmente aquellos que usan redes Wireless. Según el Reporte de Amenazas de Seguridad en Internet (ISTR por sus siglas en inglés) de Symantec (2017), los dispositivos IoT fueron responsables por el más grande ataque de Denegación de Servicio (DDoS) jamás vistos el 2016, el cual alcanzó picos de 1 Tbps. El mismo reporte del año 2018 nos indica que el 2017 hubo un aumento del 600% de ataques a dispositivos IoT con respecto al año 2016.

Se necesita asegurar cada punto en la red IoT, mediante una estrategia completa con autenticación a nivel de dispositivo y encriptación de las comunicaciones.

### **Análisis en Tiempo Real**

Debido al aumento de dispositivos, volumen de datos generados y seguridad se requiere que el análisis sea en tiempo real y cercano al borde, a diferencia de cómo se trabaja hoy en día, en el cual el análisis se realiza mediante un proceso batch en la nube.

### **Arquitecturas de IoT**

No existe un consenso de arquitectura en IoT, existen diferentes propuestas de arquitectura para IoT. El concepto principal de estas arquitecturas es dar soporte a los dispositivos IoT, procesos y datos.

En esta tesis analizaremos las arquitecturas de 3 y 7 capas.

### **Arquitectura de IoT de 3 capas**

Podría nombrarse como principal representante de esta arquitectura a la arquitectura estandarizada para las comunicaciones máquina a máquina (M2M) que son las predecesoras de IoT.

Las comunicaciones M2M se diferencian de las de IoT en lo siguiente:

- Las comunicaciones M2M son punto a punto, mientras que IoT usa redes IP.
- M2M no necesariamente usa conexión a internet, IoT en su mayoría requiere que los dispositivos estén conectados a internet.
- Algunos autores (Anton-Haro y Dohler) consideran a M2M como la base para IoT, si a M2M se agrega protocolos de internet puede ser considerado como un subconjunto de IoT.
- Otros autores consideran que agregar analítica a M2M lo convierte en IoT.

Por el año 2000 los únicos sistemas M2M eran desplegados como soluciones propietarias o soluciones verticales en función de cada caso de negocio, creando silos y soluciones heterogéneas que reutilizaban las conexiones de red diseñadas para otros propósitos, es por eso que el año 2008 el Instituto Europeo de Estándar de Comunicaciones (ETSI por sus siglas en inglés) creó el comité Técnico M2M con el objetivo de acelerar el uso de aplicaciones y dispositivos máquina a máquina mediante la elaboración de una arquitectura común que use estándares abiertos para la comunicación (Anton-Haro y Dohler, 2015)

De acuerdo a Barton, Salgueiro y Hanes (2017) la arquitectura de M2M se divide en tres capas, las cuales son:

#### **Capa de Aplicaciones**

Esta capa está formada por los protocolos y API's estandarizados para la interacción con sistemas de inteligencia de negocios. Aquí es donde se definen los servicios que se brindarán a los usuarios.

#### **Capa de Servicios**

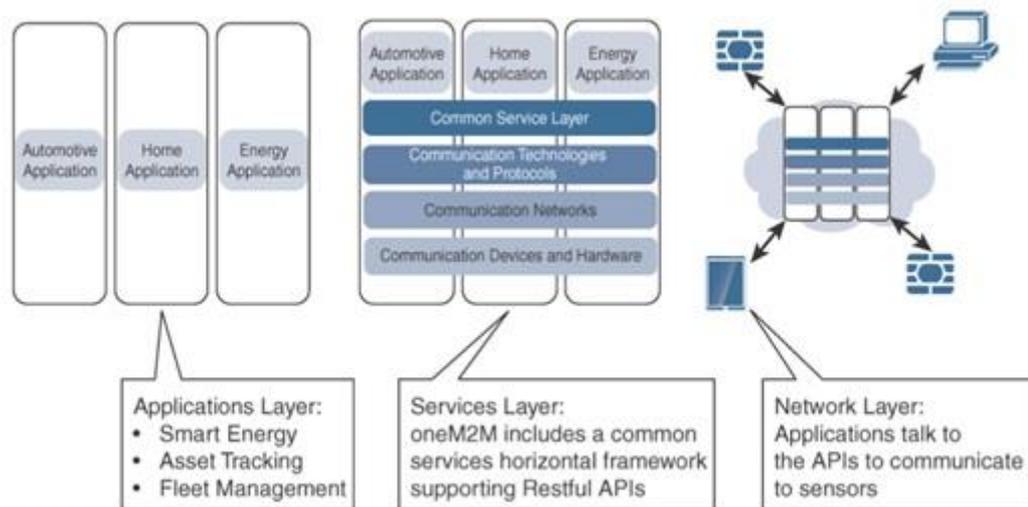
Esta capa está formada por las redes y el equipamiento de comunicación sobre las cuales se ejecutan las aplicaciones y los protocolos de administración. Esta capa

también agrega API's y soporte a aplicaciones middleware. Esta capa también es conocida como capa de red ya que tiene la función de conectar los dispositivos y sirve como canal de transmisión de los datos capturados por los sensores.

### Capa de Red o de Transporte

Esta capa está formada por las redes y protocolos de comunicación para los dispositivos y terminales como pueden ser sensores y actuadores. Estas redes principalmente son Wireless o Multipunto. En esta capa la preocupación es cómo las diferentes aplicaciones van a interactuar con estas redes y dispositivos heterogéneos, frente a esto ETSI M2M ha considerado una capa en el límite superior llamado Capa de Capacidad de Servicio (SCL por sus siglas en inglés), el cual se implementa en los dispositivos o gateways. Esta capa es conocida también como la capa de percepción que es donde se encuentran los sensores que detectan variaciones físicas y otros objetos en el ambiente (Barton, Salgueiro y Hanes, 2017)

**Figura 11.24: Arquitectura M2M**



Fuente: IoT Fundamentals, Barton, Salgueiro y Hanes (2017)

### Arquitectura de IoT de 7 capas

La arquitectura más básica es la de 3 capas, que fue introducida a comienzos del año 2000 con la expansión de los sensores y la necesidad de establecer comunicaciones

M2M, sin embargo, con el auge de internet y la posibilidad de dotar a estos dispositivos con conexión a esta gran red se hizo necesario ampliar la arquitectura a una de 7 capas. Esta arquitectura fue publicada el 2014 por el comité de arquitectura del Foro Mundial de IoT (IoTWF por sus siglas en inglés), este comité está formado por empresas de tecnología reconocidas a nivel mundial como Cisco, General Electric, Intel, IBM, Oracle, SAP, Samsung, Gartner, IDC, etc.

Estas capas que componen este modelo de referencia de arquitectura son:

### **Capa de Dispositivos Físicos y Controladores**

Esta capa está formada por los diferentes sensores y actuadores que están conectados a dispositivos IoT los cuales capturan, envían y reciben información. Estos dispositivos pueden estar formados por sensores microscópicos a inmensas máquinas, cuyo objetivo fundamental es generar datos y que éstos puedan ser manejados o consultados remotamente a través de una red (Hwang y Chen, 2017)

### **Capa de Conectividad**

Como su nombre lo indica, esta capa provee conectividad no solo entre los dispositivos que se encuentran en la primera capa con la red sino también entre la red y los sistemas de procesamiento de información que se encuentran en la tercera capa. El objetivo de esta capa es que se realice una transmisión de datos confiable y a tiempo.

### **Capa de Cómputo de Borde (Edge Computing)**

Uno de los grandes dilemas en la arquitectura de IoT es la gran cantidad de datos que se pueden recolectar de los dispositivos IoT y el consecuente tráfico que se generará, el objetivo de esta capa es la reducción de los datos y la conversión de éstos en información que se encuentre disponible para ser almacenado y procesado por las capas superiores; para esto se realiza un filtro de los datos antes de ser enviados e incluso puede ocurrir un reformateo o codificación para prepararlos para las capas superiores (Lea, 2018). La idea es que se procese la información lo más cercano al borde de la red como sea posible.

### **Capa de Acumulación de Datos**

Está formado por las bases de datos donde se almacenarán los datos recibidos de la capa inferior, el almacenamiento se realiza de tal manera que sea usable por las aplicaciones de las capas superiores, es decir se convierten los datos basados en eventos a procesos basados en consultas (Barton, Salgueiro y Hanes, 2017).

### **Capa de Abstracción de Datos**

Su función es agrupar y consolidar distintos datos con formatos diferentes y asegurar que tengan un sentido y significado a pesar de venir de varias fuentes, esta capa verifica que los datos están completos y los almacena en uno o varios repositorios de datos mediante la virtualización, esto asegura que se pueda cambiar la estructura de la base de datos de manera lógica sin realizar cambios físicos a la base de datos. Generalmente se usa aplicaciones middleware que permiten exponer esquemas y datos customizados (Oppitz y Tomsu, 2018).

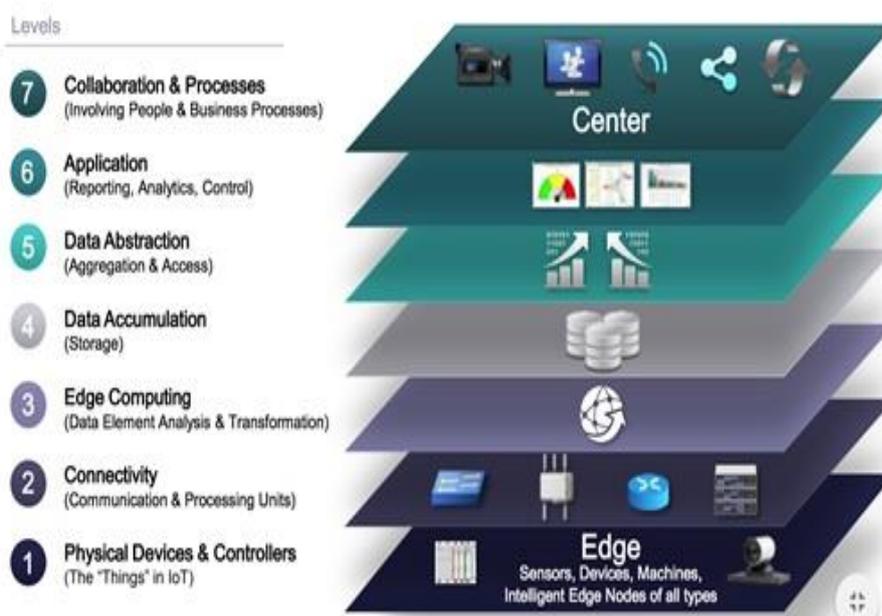
### **Capa de Aplicaciones**

Son aplicaciones de software que se encargan de traducir los datos, se usan para monitorear, controlar y brindar reportes basados en análisis de los datos. Muchas veces las aplicaciones tienen que procesar los datos en tiempo real con el objetivo de detectar anomalías. Esta capa la pueden conformar las aplicaciones de analítica, aprendizaje automático, inteligencia artificial, etc. (Hassan, Rehman Khan y Madani, 2018).

### **Colaboración y Procesos**

Como en toda tecnología que causa disrupción en la forma de operar de las compañías, se requiere que las personas y los procesos se encuentren alineados para una mejor toma de decisiones en base a los datos que se generan y son analizados.

*Figura 11.25: Arquitectura de IoT de siete niveles*



Fuente: Internet of Things World Forum (2017)

Cabe resaltar que la seguridad se debe de considerar como elemento transversal a todas estas capas, este modelo está basado en el flujo de información generado en las capas más bajas (edge) y aprovechado en las capas superiores (cloud).

### **Software requerido para la Arquitectura de IoT**

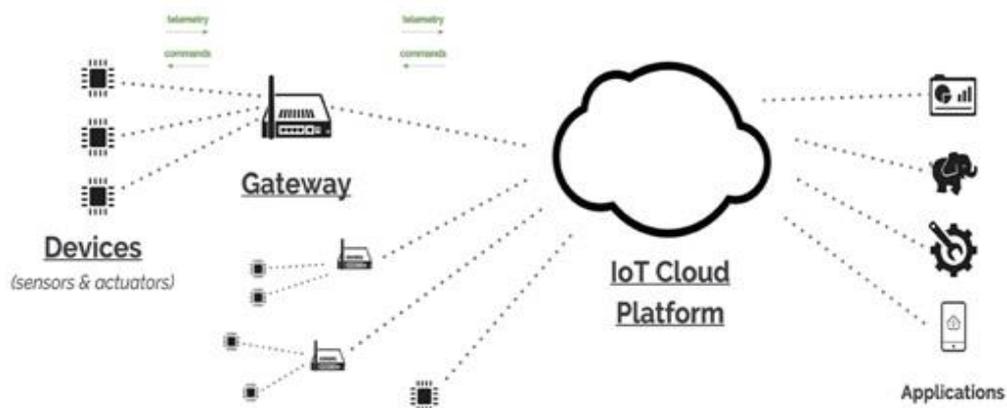
En esta parte vamos a describir de manera general cuál es el software que soporta la arquitectura de IoT. Si bien es cierto que existen diferentes fabricantes de software comercial, nos enfocaremos en el software abierto por su escalabilidad, agnosticismo al hardware y a la nube, customización y costo.

Así como el enfoque de software abierto LAMP (Linux- Apache HTTP Server - MySQL - PHP) ha dominado las arquitecturas web se propone un modelo de software de 3 capas para soportar la arquitectura de IoT (Cao y Liu, 2016).

Una solución de IoT está conformado por dispositivos (sensores y actuadores) que usan un gateway para comunicarse a través de una red con servidores que se ejecutan en una plataforma que consolida la información y en donde existen aplicaciones que procesan y consumen esta información dependiendo de las necesidades de la empresa.

De lo expuesto anteriormente se puede diferenciar las 3 capas del modelo, los cuales son: Capa de dispositivos, Capa de Gateway y Capa de Plataformas de Nube IoT (Mahmood, 2017).

*Figura 11.26: Modelo de IoT de software de tres capas*



Fuente: IoT Eclipse (2017)

### **Capa de Dispositivos**

Formado por dispositivos microcontroladores que contienen o interactúan con los sensores y actuadores. Los sensores son los que detectan un evento y el microcontrolador se encarga de realizar el registro y recibir las órdenes para accionar los actuadores.

Las capas de software que se encuentran en los dispositivos son:

### **Sistema Operativo IoT**

En su mayoría se ejecutan directamente sobre el hardware, se pueden usar los sistemas operativos basados en Linux que son ampliamente conocidos como Debian, Ubuntu, etc., sin embargo, algunos dispositivos muy pequeños poseen sistemas operativos integrados optimizados o sistemas operativos en tiempo real (RTOS por sus siglas en inglés).

**a. Sistemas Operativos IoT basados en Linux (Russell y Van Duren, 2016)**

- Brillo, basado en Android y requiere el protocolo de comunicación Weave de Google.
- OpenWrt, frecuentemente encontrado en routers y tarjetas WiFi.
- Ostro Linux, seleccionado por Intel para su proyecto Intel Joule. Está enfocado en la seguridad de IoT, provee protección a nivel del sistema operativo, dispositivo, aplicación.
- Raspbian, usado en los sistemas Raspberry Pi, el cual es la plataforma más ampliamente usada para proyectos de IoT.
- Tizen, Respaldado por Samsung en el mercado móvil inicialmente, luego escaló hacia TVs, relojes inteligentes y tiene proyectado extenderse hacia otros dispositivos Samsung.

**b. Sistemas Operativos IoT no basados en Linux (Silva, Rabelo y Ferreira, 2018)**

- Apache Mynewt, bastante usado en placas Arduino.
- Contiki, sistema RTOS que requiere 10KB de memoria RAM y 30KB de disco flash.
- FreeRTOS, sistema muy popular para dispositivos IoT que requieren ejecutarse en tiempo real. Muy cercano rival a Linux para plataformas integradas.
- RIOT OS, conocido por su uso eficiente de energía.
- Zephyr, Usado en placas Arduino, sistema RTOS que se caracteriza por estar habilitado para prestaciones de seguridad.

### **Soporte a las Comunicaciones**

Son los controladores y protocolos que facilitan la comunicación entre los dispositivos y de los dispositivos hacia los gateway. Estos pueden ser:

### **a. Bluetooth Low Energy**

Bluetooth es un protocolo de comunicación inalámbrica, las limitaciones que presenta es el requerimiento de emparejar los dispositivos, consumo elevado de energía y corto alcance. Es por esto por lo que Bluetooth Low Energy es la versión mejorada del tradicional Bluetooth, con un menor consumo de energía y usado en teléfonos inteligentes, relojes inteligentes, beacons y otros dispositivos IoT. Se perfila como un protocolo importante para la comunicación IoT (Usama bin Aftab, 2017).

### **b. Z-Wave**

Protocolo de comunicación inalámbrica, usado principalmente en domótica para la comunicación entre dispositivos como electrodomésticos, sistemas de iluminación, cerraduras, etc. Provee la comunicación para los hogares inteligentes (Paetz, 2015).

### **c. Message Queue Telemetry Transport (MQTT)**

Protocolo ampliamente usado en la comunicación de los dispositivos IoT, su principal característica es que requiere poco ancho de banda y la comunicación puede ser de uno a uno o de uno a muchos.

Las diferencias contra el protocolo http son las siguientes (Boyd, Gauci, Robertson, Van duy, Gupta, Gucer y Kislicins, 2014):

HTTP es un protocolo centralizado en documentos, con un modelo del tipo requerimiento-respuesta para cliente-servidor que no está optimizado para dispositivos móviles. Por otra parte, MQTT es ligero (en una conexión 3G es 90 veces más rápido que http), tiene un modelo del tipo publicar-suscribir que frente a la caída de un dispositivo el sistema continúa trabajando y esto es ideal para dispositivos móviles con comunicación limitada.

Con MQTT, en caso de desconexión no programada de un cliente, todos los demás clientes recibirán un mensaje de aviso y cuando un nuevo cliente se suscribe obtendrá un mensaje informando acerca del estado del sistema. HTTP no posee estas opciones.

MQTT se recomienda cuando se requiere un menor tiempo de respuesta, ahorro de batería, uso eficiente del ancho de banda los cuales son características requeridas en una arquitectura IoT.

#### **d. Constrained Application Protocol (CoAP)**

Este protocolo es usado principalmente por su compatibilidad con HTTP, es una buena opción si tenemos sistemas que están basadas en servicios web (Barton, Salgueiro y Hanes, 2017).

#### **Capa de Gateways**

Los gateways IoT son un punto desde donde se orquesta la conectividad de los dispositivos IoT (sensores, actuadores) entre ellos y con la red externa. El gateway puede ser un dispositivo de hardware dedicado o puede estar integrado en un dispositivo IoT más grande. La gran ventaja del gateway es que puede realizar el procesamiento de datos en el borde (edge) y almacenarlos en un repositorio, esto con el fin de afrontar la latencia en la red y asegurar la confiabilidad de los datos. Asimismo, el gateway es el puente para la conversación de dispositivos incompatibles entre sí; es posible tener más de un Gateway (Narasimhan y Chundury, 2018).

Las capas de software que conforman los gateways son:

##### **a. Sistema Operativo**

Generalmente se usa un sistema operativo de propósito general como Linux, Windows o macOS.

##### **b. Ambiente de Ejecución o Contenedor de Aplicación**

Los gateways tiene la posibilidad de ejecutar el código del programa y permitir que las aplicaciones se actualicen dinámicamente. Los gateway pueden soportar Node.js, Python, Java (Patil, 2017).

##### **c. Conectividad y Comunicación**

Los gateway pueden soportar diferentes protocolos para la conexión con los dispositivos, éstos pueden ser ZigBee, Bluetooth, WiFi. Asimismo usan diferentes tipos de conexión a las capas superiores (Ethernet, LTE, WiFi, Satelital, etc.) (Guzman y Gupta, 2017).

#### **d. Mensajería y Administración de Datos**

Los gateway tienen que soportar análisis en tiempo real, modo fuera de línea y persistencia a la latencia. En esta capa se pueden usar soluciones de mensajería basadas en MQTT o Apache Camel (Botto-Tobar, 2018).

#### **Capa de Plataformas Cloud IoT**

Es la plataforma de software que contiene los servicios que consumen los datos generados por las capas inferiores. Esta plataforma puede operar en una infraestructura de nube (Amazon Web Services, Azure, OpenShift, Cloud Foundry) o el centro de datos de la empresa. Una característica importante de esta capa es que sea escalable tanto horizontalmente para soportar un incremento de dispositivos IoT y verticalmente para implementar soluciones IoT. Esta capa permitirá la comunicación entre las aplicaciones de la empresa con las soluciones IoT.

El software que se puede encontrar en esta capa para analítica y visualización puede ser Hadoop, Apache Spark, Apache Storm (Thodge, 2018).

## **Anexo 9: Estructura de Preguntas – Entrevista Experto**

### **Entrevista: Jefe de taller, Mecánico**

1. ¿En qué parte de vehículo recomendaría instalar un dispositivo de transmisión de datos (Raspberry) con el objetivo de que no genere un impacto estético?
2. ¿Consideras que esta instalación es compleja y/o factible? ¿Cuánto tiempo aproximado estimas que implique realizar esta instalación?
3. ¿Consideras que existe algún impacto de la instalación de este dispositivo en el sistema eléctrico del vehículo?
4. Bajo la premisa que el dispositivo se conectara mediante bluetooth ¿Consideras que exista alguna interferencia o inconveniente para que el cliente pueda utilizar el bluetooth para otro dispositivo dentro del vehículo?
5. ¿Consideras que realizar este tipo de instalación pone en riesgo la garantía del vehículo?
6. ¿Qué recomendación nos darías para realizar este tipo de instalación?

### **Entrevista: Sub-Gerente de Repuestos**

1. ¿Consideras que la información que obtienes actualmente te permite tomar decisiones para poder vender los repuestos que están obsoletos? ¿Por qué?
2. ¿Cuánto se reduce el porcentaje de stock durante las campañas de ventas para repuestos obsoletos?
3. ¿Cuál consideras que son las causas de tener repuestos obsoletos en el stock?
4. ¿Consideras que la solución explicada, ayudaría a resolver el problema de obsolescencia de repuestos?
5. ¿Ayudaría bastante tener campañas personalizadas, dado que identifica las fallas que tuviera cada vehículo?
6. ¿Esto implicaría también ser más efectivo en la estructura de los costos de la importación de los repuestos?

### **Entrevista: Jefe de Abastecimiento de repuestos**

1. ¿Consideras apropiado el uso de las siguientes variables para estimar la demanda de compra de los repuestos de baja rotación como por ejemplo el código de falla de los vehículos y el parque en la cual se presentan estas fallas?

2. ¿Consideras de gran valor obtener un sugerido de compra de manera automática en base a las variables indicadas?
3. ¿Cuáles son tus criterios para estimar la compra de repuestos de baja rotación?
4. ¿Consideras que esta propuesta reduciría la compra de los repuestos de baja rotación, y de ser afirmativo en qué porcentaje?
5. ¿Cuál consideras que son las principales causas de tener repuestos obsoletos en stock?
6. ¿Consideras que la solución explicada ayudaría a resolver el problema de obsolescencia de repuestos?

## **Anexo 10: Transcripción de Entrevista a Experto**

### **Entrevista N1: Entrevista al Jefe de producto de división Camiones**

**Fecha:** Lunes 23 de Julio de 2018

**Hora:** 18:00 a 19:00 hrs

**Lugar:** Oficinas de empresa ABC SAC.

**Participante:** Ricardo Flores (RF) – Jefe de Producto de División camiones

#### **Desarrollo de la Entrevista**

- 1. ¿En qué parte de vehículo recomendaría instalar un dispositivo de transmisión de datos (Raspberry Pi) con el objetivo de que no genere un impacto estético?**

RF: Como recomendación, considero que es importante que este dispositivo este dentro de la consola o por debajo de la consola para que no malogre el habitáculo.

- 2. ¿Pero es factibles instalarlo entonces?**

RF: Si es correcto, si hay espacio suficiente, siempre hay galerías y espacios vacíos que si se retira con cuidado se pueden aprovechar.

- 3. ¿Consideras que esta instalación es compleja y/o factible? ¿Cuánto tiempo aproximado estimas que implique realizar esta instalación?**

RF: Creo que se trata de un equipo bastante sencillo de instalar y bastante factible, obviamente tienes que hacer un ejercicio previo para poder establecer un procedimiento de trabajo. Siempre cuando haces el primer trabajo te vas a demorar un tiempo más, yo calculo que podrías tardarte en el primer vehículo unas 6 horas porque se tiene que definir conectores y una serie de cosas, ya más adelante el trabajo se hace más rápido.

- 4. ¿Consideras que existe algún impacto en el sistema eléctrico del vehículo?**

RF: No creo, si solamente se trata de un dispositivo que recibe información no debería haber.

**5. ¿Pero, el consumo de energía sería de 12 voltios?**

RF: No, no te preocupes, los vehículos están diseñados para utilizar solo el 80% de la carga que genera el alternador, el otro 20% está disponible para consumibles. Por lo tanto no debería haber mayor impacto.

**6. Bajo la premisa que el dispositivo se conectara mediante bluetooth ¿Consideras que existe alguna interferencia o inconveniente para que el cliente pueda utilizar el bluetooth para otro dispositivo dentro del vehículo?**

RF: No, no creo sinceramente. Acuérdate que hoy en día muchos teléfonos pueden soportar hasta más de una conexión bluetooth.

**7. ¿Consideras que realizar este tipo de instalación pone en riesgo la garantía del vehículo?**

RF: No, yo no creo que ponga en riesgo la garantía del vehículo.

**8. ¿Cuáles son los temas que si implica una pérdida de garantía del vehículo?**

RF: Siempre y cuando esta clase de conexiones no se coordine con el área especializada, que es el área técnica. Por eso te decía que el primer trabajo siempre te va tomar más tiempo porque hay que estudiar de dónde vas a tomar los voltajes para poder alimentarlo, donde te vas conectar para poder obtener la información. Este trabajo debe seguir los lineamientos del área técnica del representante local, y de esa manera considero que no debería haber mayores problemas.

**9. ¿Qué recomendación nos darías para realizar este tipo de instalación?**

RF: Como te comente, es importante siempre hacer el primer ejercicio con el especialista en la marca, luego sobre esto establecer un protocolo, un procedimiento de trabajo con un listado de materiales, en base a ello, cuando exista rotación de personal, los técnicos podrán tener claro cómo realizar el montaje. Se debe realizar un procedimiento de trabajo bien descrito. Este debería ser el punto fuerte donde enfocarse.

## **Entrevista N2: Entrevista al Jefe de taller y jefe de soporte Técnico.**

**Fecha:** Martes 24 de Julio de 2018

**Hora:** 18:00 a 19:00 hrs

**Lugar:** Oficinas de empresa ABC SAC.

**Participante:** Renzo Guerrero (RG) – Jefe de Taller

Franz Osco (FO) – Jefe de Soporte técnico autos

### **Desarrollo de la Entrevista**

- 1. ¿En qué parte de vehículo recomendaría instalar un dispositivo de transmisión de datos (Raspberry Pi) con el objetivo de que no genere un impacto estético?**

RG: Recomendaría ubicarlo abajo del volante de dirección, internamente donde se ubica el conector OBD.

- 2. ¿Consideras que tendrá algún impacto estético dado que son clientes de alta gama?**

RG: No, no tendría ningún impacto dado que no sería visible para el cliente o conductor.

- 3. ¿Pero si hay espacio en esa parte?**

RG: Así es, si hay espacio.

- 4. ¿Consideras que esta instalación es compleja y/o factible? ¿Cuánto tiempo aproximado estimas que implique realizar esta instalación?**

FO: Complejidad, según lo que comentas son dos dispositivos, uno es un receptor de bluetooth y el otro es un emisor que va estar conectado al OBD2, por lo tanto en cuanto a complejidad debería ser rápido, no debería ser tan tedioso según lo que me estas comentando.

- 5. ¿Y cuánto tiempo aproximado estimas?**

FO: Considero que entre desmontar la parte baja, el protector y los demás lugares, debería ser una hora y media. Pero es obvio que es necesario realizar pruebas.

**6. ¿Consideras que existe algún impacto de la instalación de este dispositivo en el sistema eléctrico del vehículo?**

FO: Como te comente, si es posible viéndolo desde el punto de vista de un consumo de corriente adicional a lo que ya está calculado por fábrica, es decir si tu instalas un deposito eléctrico adicional a toda red de a bordo del vehículo puedes generar un consumo que va a descargar la batería en menos tiempo de lo normal, ósea si yo tengo un vehículo parado de un día para dos es muy probable que yo al arrancar, no pueda hacerlo porque seguramente todo el día el nuevo dispositivo ha estado consumiendo la energía, por lo tanto tendríamos que hacer un cálculo de cuánto podría soportar la batería original del carro para soportar ese consumo adicional.

**7. Bajo la premisa que el dispositivo se conectara mediante bluetooth ¿Consideras que existe alguna interferencia o inconveniente para que el cliente pueda utilizar el bluetooth para otro dispositivo dentro del vehículo?**

RG: No, no habría ningún inconveniente, todos los aparatos o sistemas electrónicos que cuentan con bluetooth están en la capacidad de tener conexiones diferentes o varios bluetooth a la vez. Por lo tanto no debería haber un problema.

**8. ¿Es decir aparecería como una lista para elección del cliente? Y obviamente el cliente no lo va elegir.**

RG: Es correcto. Va a aparecer una lista, que mostrara por ejemplo los teléfonos de todas las personas que estén a bordo de ese vehículo u algún otro dispositivo electrónico que tenga bluetooth, por lo tanto el cliente solo va a elegir el que es necesario.

**9. ¿Consideras que realizar este tipo de instalación pone en riesgo la garantía del vehículo?**

FO: Diría que si desde el punto de vista de la fábrica, porque ellos te restringen mucho el tema de instalar dispositivos o equipamiento adicional no original, debido a que ellos asumen que cualquier alteración en el sistema a la larga pueda afectar al sistema original del vehículo.

En la práctica se instala acá por decir sensores, GPS, o algunos clientes por su cuenta instalan alarmas y no se ven afectados, entonces dentro de lo lógico no debería existir problema, pero desde el punto de vista de fábrica si pone en riesgo la garantía.

**10. Y de esas instalaciones que acabas de mencionar cuando el cliente desea reclamar por una falla, ¿Esto procede?**

FO: No, no procede. Ya hemos tenido un caso donde no se hizo responsable la fábrica porque detecto que hubo una instalación adicional.

RG: En este caso yo puedo agregar que se puede buscar una homologación no con fábrica, pero si con el distribuidor importador de la marca con la que se vaya trabajar. Es decir si sabemos que un vehículo va entrar por algún trabajo y el cual tenemos que mandar un informe a Fabrica, desconectaríamos el sistema para que no aparezca en los datos a enviar al fabricante, eso lo trabajamos seguidamente.

**11. Ultima pregunta ¿Qué recomendación nos darías para realizar este tipo de instalación?**

RG: La principal recomendación que podríamos dar es que el dispositivo que se instale tenga una batería propia de alimentación y que a la vez que cuando el vehículo este detenido o motor apagado se corte la señal de alimentación para que no haga un consumo, ya que estando el vehículo apagado no tendría sentido que empiece a leer o buscar alguna falla o algún dato, dado que no hay funcionamiento del motor ni de ningún sistema del vehículo.

**12. ¿Y algún factor importante a tener en cuenta para asegurar el éxito de este modelo?**

RG: Me parece importante asegurar niveles de servicio para el caso en que los dispositivos a instalar tengan fallas, dado que sin estos dispositivos no se tendrá la información. De hecho que este propuesta implicaría cambios en el proceso que hoy conocemos.

### **Entrevista N3: Entrevista al subgerente de repuestos**

**Fecha:** Miércoles 25 de Julio de 2018

**Hora:** 18:00 a 19:00 hrs

**Lugar:** Oficinas de empresa ABC SAC.

**Participante:** Ricardo Soto (RS) – Subgerente de repuestos.

#### **Desarrollo de la Entrevista**

- 1. ¿Consideras que la información que obtienes actualmente te permite tomar decisiones para poder vender los repuestos que están obsoletos? ¿Por qué?**

RS: Sí, porque actualmente a pesar de tener un sistema un poco arcaico, este nos ayuda a identificar algunos repuestos que nos permite vender un porcentaje mínimo de la obsolescencia.

- 2. ¿En cuánto se reduce el porcentaje de stock durante las campañas de ventas para repuestos obsoletos?**

RS: Entre 0.5 a 1%. Del monto que tenemos.

- 3. ¿Cuál es el criterio que utilizas para identificar los repuestos obsoletos?**

RS: Tenemos un política de obsolescencia, en la cual si un producto es mayor a cinco años, o no han tenido movimiento en 12 meses son considerados obsoletos.

- 4. ¿Cuál consideras que son las causas de tener repuestos obsoletos en el stock?**

RS: La principal causa es la diversidad de configuraciones que tenemos en el mercado automotriz.

- 5. ¿Consideras que la solución explicada, ayudaría a resolver el problema de obsolescencia de repuestos?**

RS: Si ayudaría e incrementaría el porcentaje que actualmente tenemos de 0.5%, yo creo que podríamos reducir en 5 o 10% el stock actual.

**6. ¿Ayudaría bastante tener campañas personalizadas, dado que identifica las fallas que tuviera cada vehículo?**

RS: Si, es más ayudaría a reducir también el factor de internamiento de repuesto porque ya preveríamos que repuesto tener antes de la campaña.

**7. ¿Esto implicaría también ser más efectivo en la estructura de los costos de la importación de los repuestos?**

RS: Correcto, nos ayudaría a ser en la parte logística un poco más proactivo en lo que hoy tenemos como estructura.

**8 ¿Qué factores críticos de éxito consideras se debe tener en cuenta para la propuesta?**

RS: A mi punto de vista, considero importante que existan políticas claras entre la concesionaria y los clientes para no ver afectado el servicio prestado.

#### **Entrevista N4: Entrevista al Jefe de Abastecimiento de repuestos**

**Fecha:** Viernes 27 de Julio de 2018

**Hora:** 18:00 a 19:00 hrs

**Lugar:** Oficinas de empresa ABC SAC.

**Participante:** Alberto Jayo (AJ) – Jefe de Abastecimiento de repuestos.

#### **Desarrollo de la Entrevista**

**1. ¿Consideras apropiado el uso de las siguientes variables para estimar la demanda de compra de los repuestos de baja rotación como por ejemplo el código de falla de los vehículos y el parque en la cual se presentan estas fallas?**

AJ: Si me parecería de mucha utilidad, dado que hoy solo nos basamos en el histórico de consumo, y si sabemos cuáles son las fallas y si sabemos cuál es el parque al que aplica los repuestos podíamos definir desde el momento del sugerido de compra si compramos una cantidad menor o mayor en base a eso.

**2. ¿Consideras de gran valor obtener un sugerido de compra de manera automática en base a las variables indicadas?**

AJ: Sí, porque nos ayudaría a trabajar en el sentido de que si tenemos un sugerido por fallas podríamos comenzar a prever el inventario para poder hacer una compra anticipada y cuando caigan esos vehículos en el taller ya tendrían el repuesto en el momento que lo necesiten. Adicionalmente nos ayudaría también a definir la compra del repuesto de baja rotación, dado que si vemos que ciertos repuestos no están siendo afectado por ninguna fallas, comenzaríamos a disminuir la compra para mejorar lo temas de obsolescencia.

**3. ¿Cuáles son tus criterios ahora para estimar la compra de los repuestos de baja rotación?**

AJ: Actualmente revisamos el tema de los históricos de ventas, el parque de algunas configuraciones y estamos viendo que tan antiguo es ese repuesto, porque si es muy antiguo el repuesto lo quitamos de la planificación

**4. ¿Y consideran al cliente como una variable para la compra de repuestos de baja rotación?**

AJ: Una herramienta que vea directamente al cliente no hay, si el cliente no paso por el taller o no ha sido registrado no tendríamos manera de ver eso.

**5. ¿Consideras que esta propuesta reduciría la compra de los repuestos de baja rotación, y de ser afirmativo en qué porcentaje?**

AJ: Si nos ayudaría a reducir la compra, porque estaría más focalizados tendríamos un mejor criterio para poder definir una cantidad de compra. De hecho que nos ayuda no solamente en la prevención de comprar solamente lo que se necesite, sino también en que podríamos ayudar a corregir el inventario en almacén porque tendríamos identificado las configuraciones que vendrían con fallas y podríamos hacer el análisis hacia atrás para saber que repuestos que tenemos antiguos podríamos estar utilizando para darles rotación.

**6. ¿Y cuántos son las compras de los repuestos de baja rotación al año?**

AJ: Para los repuestos de baja rotación estamos hablando que podríamos ser de un millón y medio dólares al año.

**7. ¿Cuánto crees que esta propuesta te ayudaría a reducir la compra?**

AJ: Considero que la reducción sería hasta en un 20% de este millón y medio de dólares

**8. ¿Cuáles son las principales causas de tener repuestos obsoletos en stock?**

AJ: Bueno primero por la diversidad de configuraciones, adicionalmente tenemos revisión de las políticas de planificación de cada repuesto, es decir en qué momento el repuesto de baja rotación pasa a ser no planificable, la otra causa puede ser los reemplazos de fábrica que no nos ayuda en el tema de la diversidad de configuraciones y la diversidad de reemplazos que van saliendo para estas configuraciones.

**9. ¿El no tener la relación de repuestos con el vehículo, es un factor que afecta la obsolescencia de los repuestos?**

AJ: Si claro, de todas maneras eso es lo que estamos necesitando la manera de incluir esta relación en los criterios de planificación, porque de esa manera podemos identificar que repuestos de baja rotación van a un parque que es pequeño, y podríamos ya no estar haciéndolo planificable, sino pasarlo a no planificable, y en base a ello hacemos la prevención de los obsoletos.

**10. ¿Consideras que la solución explicada ayudaría a resolver el problema de obsolescencia de repuestos?**

AJ: Si claro, desde dos puntos de vistas, desde la prevención comenzar a identificar desde ahora que repuestos de baja rotación aplica a un bajo parque por ejemplo, o que repuestos de baja rotación no están presentando continuidad de fallas, entonces eso haría que nosotros desde ya no planificarlo más y traerlo a pedido. Y desde otro punto de vista referente al stock, la solución nos ayudaría a identificar mejor y poder impulsar la venta de estos repuestos que ya tenemos en stock hacia las unidades que la están necesitando inclusive con la identificación de que cliente es.

## **Anexo 11: Guía de Focus Group**

### **Objetivos del focus group**

Los objetivos del focus group para el presente trabajo son:

- Conocer la percepción de los clientes de la propuesta con respecto a los servicios de taller (reserva de citas, recepción de vehículos).
- Conocer el nivel de aceptación de los clientes de compartir los datos del vehículo a la concesionaria y la implicancia legal que corresponde.

### **Requisitos**

- Presencia de un moderador con cualidades necesarias sobre el conocimiento de la propuesta y el IoT.
- Número promedio de participantes entre 6 a 8 personas.
- Duración promedio fluctuante entre 60 y 90 minutos.
- Contar con los siguientes elementos.
  - Sala de reunión para máximo 8 personas
  - 1 Laptop
  - Material de papelería
  - Obsequios a los encuestados

### **Guía de Preguntas**

La discusión del Focus Group se debe orientar bajo la siguiente guía de preguntas.

1. ¿Estarías dispuesto a interactuar con tu concesionaria mediante una aplicación móvil? ¿Cuál es tu opinión?
2. Bajo este contexto. ¿Estarías dispuesto a confirmar una propuesta de cita de manera automatizada para poder realizar tu mantenimiento preventivo o correctivo? ¿Por qué?

3. ¿Consideras un beneficio importante que puedas realizar el ingreso al taller de manera automática mediante reconocimiento de imágenes de tu vehículo?
4. ¿Consideras de gran valor poder visualizar en tu App el comportamiento de manejo de tu vehículo respecto a las siguientes variables como temperatura, vibraciones, humedad, presión o cualquier otra variable que pueda ser medida? ¿Por qué? ¿Qué otras funcionalidades considerarías importante tener en esta aplicación?
5. ¿Aceptarías recibir campañas personalizadas de venta de repuestos de acuerdo al comportamiento de tu vehículo?
6. Con el fin de brindarles los beneficios ya mencionados, ¿Estarías dispuesto a aceptar que tu empresa concesionaria obtenga información de tu vehículo como Km recorrido y estado de los componentes del mismo?
7. ¿Estarías dispuesto a aceptar que la transferencia de datos de tu vehículo, se realice mediante tu celular basado en una conexión automática?
8. ¿Estarías de acuerdo a que se te instale dispositivos adicionales en tu vehículo para poder recibir los servicios mencionados?

## **Anexo 12: Transcripción del Focus Group**

### **Focus Group N°1**

#### **Participantes:**

- Ana Verónica (36 años)
- Gino Aguilar Taype (41 años)
- Pedro Rubén Mayorga (36 años)
- Iván Cordova (36 años)
- Álvaro Gómez (42 años)

#### **Entrevista grupal:**

**Moderador:** Buenas noches, primero agradecerles por su tiempo, la reunión tiene como objetivo conocer su percepción sobre la solución tecnológica a implementar en una empresa concesionaria el cual ya he detallado con cada uno previamente, vamos a tratar de profundizar un poco de sus percepciones y experiencias.

Les agradecería por favor presentarse cada uno indicando su nombre y ocupación para iniciar la charla.

**Ana:** Hola, buenas noches mi nombre es Ana y trabajo como administradora.

**Gino:** Hola, mi nombre es Gino y soy ingeniero electrónico.

**Pedro:** Hola mi nombre es Pedro y soy ingeniero mecánico

**Iván:** Hola mi nombre se Iván y soy ingeniero electrónico.

**Álvaro:** Hola mi nombre es Álvaro y soy ingeniero electrónico.

**Moderador:** Perfecto, muchas gracias, ahora entonces empecemos, les pido por favor ser lo más sincero en las respuesta para poder obtener los resultados más realistas.

**Moderador:** ¿Estarían dispuesto a interactuar con tu concesionaria mediante una aplicación móvil? ¿Cuál es su opinión?

**Ana:** Si, sería interesante.

**Gino:** Si, pero siempre y cuando sea para que ellos mejoren sus servicios

**Pedro:** Si, opino lo mismo sino no tendría mucho sentido para mí.

**Iván:** Si, exacto que sirva a modo de feedback para que en adelante mejoren sus servicios en términos de agilidad y calidad

**Álvaro:** Si, en mi caso lo vería importante porque me ahorraría tiempo al no tener que ir hasta la concesionaria si tengo dudas al respecto sobre cualquier servicio.

**Moderador:** OK, entonces bajo este contexto. ¿Estarían dispuestos a confirmar una propuesta de cita de manera automatizada para poder realizar tu mantenimiento preventivo o correctivo? ¿Por qué?

**Ana:** Si, porque aminora tiempos de espera.

**Gino:** Si, porque sería más cómodo para mí, ya que siempre reviso mi celular.

**Pedro:** Si, siempre y cuando exista un control del kilometraje frecuente, e.g. podría ser cada semana. Caso contrario no sería muy preciso cuando me soliciten que debo ir al mantenimiento.

**Ivan:** Si opino lo mismo que Pedro.

**Álvaro:** En mi caso sí, porque me va permitir ahorro de tiempo y no tener que esperar más de lo debido, obviamente bajo el escenario que la solicitud de cita para ir al mantenimiento sea certera.

**Ivan:** Si exacto, porque de nada me va servir a mí ir a la concesionaria en mejores tiempos si no me siento tan seguro de que realmente le corresponde su mantenimiento.

**Moderador:** Si pero recuerden que la propuesta de mantenimiento preventivo será basado en su kilometraje de acuerdo a rangos que define la misma fábrica.

**Ivan:** ah ok, en ese sentido entonces no habría problema.

**Moderador:** ok listo continuamos, Siguiente pregunta: ¿Consideras un beneficio importante que puedas realizar el ingreso al taller de manera automática mediante reconocimiento de imágenes de tu vehículo?

**Ana:** Si de hecho.

**Gino:** Bueno si, sería un plus.

**Pedro:** Si de hecho porque en mi caso siempre demoro al ingresar al taller.

**Ivan:** Si, entiendo que el reconocimiento de imágenes solo será por la placa. ¿Este reconocimiento será efectivo siempre?

**Moderador:** Así es. La solución planteada utilizara algoritmos sofisticados dentro de las cámaras que permitirá reconocer la placa del vehículo. El margen de error calculamos es mínimo.

**Ivan:** ah ok está bien.

**Moderador:** y que hay de ti Álvaro, ¿cuál es tu opinión?

**Álvaro:** En mi caso si sería un beneficio tener el ingreso automatizado para evitar llenar formatos, pero considero que sería ideal como otro plus que durante el ingreso se tome

fotos del estado actual del vehículo como abolladuras, etc. Así me aseguro en qué estado deje mi vehículo al taller.

**Moderador:** Ok interesante, ¿Has tenido problemas en ese aspecto?

**Álvaro:** Sí, me paso en la última vez que tuve que dejar mi vehículo, tuve que reclamar a la concesionaria porque encontré una abolladura que yo no lo hice. Y es un tema porque no tienes como evidenciar esto y te genera un malestar en el servicio.

**Moderador:** Entiendo, gracias por tu aporte.

**Moderador:** Siguiendo pregunta señores, ¿Consideran de gran valor poder visualizar en tu App el comportamiento de manejo de tu vehículo respecto a las siguientes variables como temperatura, vibraciones, humedad, presión, gasolina? ¿Por qué? ¿Qué otras funcionalidades considerarías importante tener en esta aplicación?

**Ana:** Bueno, si sería de gran valor porque conocería el estado de mi vehículo

**Gino:** SI, agregaría conocer el kilometraje adecuado para el cambio de aceite, nivel de líquido, y conocer siempre el estado de presión de llantas.

**Pedro:** En mi caso me es importante también conocer la presión de los neumáticos. E incluiría obtener valores de alineamiento.

**Ivan:** Podría añadir, también considerar el nivel de carga de batería. Puede ser que debido a un mal uso ni te des cuenta que tu batería tiene baja carga.

**Álvaro:** Yo preferiría, tener un reporte con toda la información al finalizar el servicio.

**Moderador:** Ok, pero la idea del App es que pueda conocer el comportamiento de tu vehículo, no solo al finalizar el servicio de mantenimiento, sino que esta información la puedas visualizar en cualquier momento.

**Álvaro:** Ah ok, si es así, entonces sí de hecho que si sería de gran ayuda, porque podría estar más alerta sobre cualquier falla.

**Moderador:** Exacto, siguiente pregunta ¿Aceptarían recibir campañas personalizadas de venta de repuestos de acuerdo al comportamiento de tu vehículo?

**Ana:** Si, mientras no sean tan invasivas, normal.

**Gino:** Si, efectivamente.

**Pedro:** Si, así es.

**Ivan:** En mi caso también estoy de acuerdo.

**Álvaro:** Ok también de mi lado.

**Moderador:** Perfecto, y con el fin de brindarles los beneficios ya mencionados, ¿Estarías dispuesto a aceptar que tu empresa concesionaria obtenga información de tu vehículo como Km recorrido y estado de los componentes del mismo?

**Ana:** Si, no veo problema alguno.

**Gino:** Si.

**Pedro:** Si, no hay problema, porque así verifican los repuestos probables a cambiar.

**Ivan:** Si, y lo que espero es que el centro de servicios tenga la historia, y que esté disponible en la base de datos compartida de los diferentes talleres de la concesionaria.

**Moderador:** Por supuesto, el propósito es que la información esté disponible para cualquier sede de la concesionaria.

**Álvaro:** Bueno, en mi caso si podría aceptar que la concesionaria tenga la información, pero en el caso de mi ubicación sería mejor que solo supieran el histórico y no el dato al momento.

**Moderador:** Ok gracias.

**Moderador:** Siguiente pregunta ¿Estarías dispuesto a aceptar que la transferencia de datos de tu vehículo, se realice mediante tu celular basado en una conexión automática?

**Ana:** Si, mientras yo no tenga que hacer algo manual, mejor para mí.

**Gino:** Si exacto la idea es no estar pendiente si realmente se está transfiriendo los datos.

**Pedro:** De acuerdo con lo dicho.

**Ivan:** Si exacto.

**Álvaro:** En mi caso no soy optimista, considero que este tipo de conexión es mejor que la realice el vehículo de manera autónoma, y que no dependa del celular porque creo que resultaría fastidioso estar siempre con el celular cargado, además que no sabría si el consumo en datos seria significativo.

**Moderador:** Bueno, te aseguro que el consumo de datos no será significativo, no se va comparar con el uso de datos que utilizas en redes sociales o videos por ejemplo.

**Álvaro:** Si entiendo, pero igual no me convence del todo, no se imaginó que tendría que verlo en la práctica.

**Moderador:** Si claro, y para añadir te adelanto que el objetivo es tener esta conexión de manera automática, sin que tengas que realizar alguna acción manual. Bueno aclarando que solo al inicio se tendrá que realizar una configuración de los equipos.

**Álvaro:** Ok.

**Moderador:** Listo. Ultima pregunta ¿Estarían de acuerdo a que se te instale dispositivos adicionales en tu vehículo para poder recibir los servicios mencionados?

**Ana:** Si, pero no quisiera que esto malogre la vista de mi auto.

**Moderado:** No te preocupes Ana, la instalación no tendrá un impacto estético.

**Ana:** Ok,

**Gino:** Bueno en mi caso no veo problema.

**Ivan:** Yo también estoy de acuerdo, pero añadiría que este tipo de instalación cuente con una certificación de seguridad.

**Pedro:** Exacto, yo quisiera tener garantía que la instalación de estos dispositivos no va malograr ninguna garantía en mi vehículo.

**Moderador:** No te preocupes Pedro, eso está contemplado.

**Álvaro:** En mi caso no estoy tan seguro, porque muchos de estos dispositivos incluyen GPS

**Moderador:** El tema de la privacidad de los datos ¿Es un tema prioritario para ti?

**Álvaro:** Si porque no quisiera estar preocupado que otras personas puedan saber fácilmente donde me ubico

**Moderador:** Si pero eso no sería un problema porque la propuesta implica entregarle al cliente un acuerdo de confidencialidad al respecto.

**Álvaro:** Igual, aunque como digo preferiría que esta información no esté en línea siempre.

**Moderador:** De acuerdo Álvaro. Anotado.

**Moderador:** Bueno señores, muchas gracias a todos por su valioso aporte.

## **Focus Group N°2**

### **Participantes:**

- Walter Reynoso (35 años)
- Ornella Vásquez (32 años)
- Salustiano Ágape (35 años)
- Edwin Llactas (33años)
- Luis Loayza (26 años)

## **Sobre la propuesta:**

**Moderador:** Buenas noches. Como se les comento previamente la finalidad de esta reunión es conocer sus percepciones y opiniones de una propuesta tecnológica dentro del proceso de servicio de taller, sus opiniones serán de gran ayuda para el propósito de la investigación.

A continuación, por favor me gustaría que cada uno se presente, brindando su nombre y ocupación para iniciar la charla.

**Walter:** Hola, buenas noches soy Walter, y soy Contador Público.

**Ornella:** Hola, mi nombre es Ornella y trabajo como coordinadora de sistemas.

**Salustiano:** Hola, buenas noches mi nombre es Salustiano y soy ingeniero de sistemas.

**Edwin:** Hola mi nombre es Edwin y soy ingeniero de sistemas.

**Luis:** Hola mi nombre es Luis, y soy periodista

**Moderador:** Excelente, entonces empecemos.

**Moderador:** ¿Estarían dispuestos a interactuar con tu concesionaria mediante una aplicación móvil? ¿Cuál es su opinión?

**Walter:** Si por supuesto, si esto me permite obtener mejores beneficios.

**Ornella:** Si y que esta app me pueda brindar información que requiero al instante.

**Salustiano:** En mi caso si también, pero de preferencias quisiera más interactuar con especialistas en mi marca para cualquier consulta. Para mí eso sería interesante.

**Edwin:** Si de hecho siempre y cuando me permita tener un mejor servicio.

**Luis:** Opino igual depende en que me beneficiaria, la verdad que no acostumbro a tener instalado varios app en mi celular.

**Moderador:** Ok, entonces bajo este contexto. ¿Estarías dispuesto a confirmar una propuesta de cita de manera automatizada para poder realizar tu mantenimiento preventivo o correctivo? ¿Por qué?

**Walter:** Si porque me permitirá evitar esperas en la atención.

**Ornella:** Si igualmente por tiempos.

**Salustiano:** De mi parte, opino lo mismo.

**Edwin:** Si, pero eso en términos de tiempo ¿cuánto me va ahorrar?

**Moderador:** No puedo asegurar el tiempo de cada concesionaria, pero basado en una empresa que hemos analizado, el ahorro de tiempo se estima que sería de 20 minutos.

**Edwin:** Si ok, me parece perfecto.

**Luis:** Si igual de mi parte, solo una duda. ¿Cómo puedo asegurarme que el mantenimiento que debo realizar en tal fecha que me propongan es la adecuada?

**Moderador:** Lo que sucede es que la sugerencia estará basado en el km de recorrido, y se propondrá de acuerdo a los km que establezca la marca.

**Luis:** Ah ok, entonces será la misma cantidad de km que veré en mi vehículo.

**Moderador:** Así es.

**Luis:** Ok si estaría perfecto.

**Moderador:** Ok siguiente pregunta ¿Consideras un beneficio importante que puedas realizar el ingreso al taller de manera automática mediante reconocimiento de imágenes de tu vehículo?

**Walter:** Si es un gran aporte.

**Ornella:** Si, mejor para mi

**Salustiano:** De mi parte igual

**Edwin:** Si, bueno sería un plus, pero a mí me sigue importando más el servicio que realicen en el taller.

**Luis:** Si sería un plus porque será un ahorro de tiempo, así sea unos minutos.

**Moderador:** Ok perfecto. Siguiente pregunta, ¿Consideran de gran valor poder visualizar en tu App el comportamiento de manejo de tu vehículo respecto a las siguientes variables como temperatura, vibraciones, humedad, presión, gasolina? ¿Por qué? ¿Qué otras funcionalidades considerarías importante tener en esta aplicación?

**Walter:** Si, lo principal para mi es que me notifique sobre posible fallas.

**Ornella:** Si opino lo mismo. Añadiría que no solo me alerte sino me diera la posibilidad de indicarme consejos para optimizar mi manejo. Muchas veces pensamos que manejamos bien, y resulta que no hacemos bien el cambio, por poner un ejemplo.

**Moderador:** Si claro el objetivo del modelo planteado contempla esa posibilidad.

**Salustiano:** Yo añadiría, también que me diera consejos de como optimizar el uso de mi combustible por ejemplo basado en mi forma de manejar.

**Moderador:** Perfecto. Si es un aporte que revisaremos. Cuál es tu opinión Edwin?

**Edwin:** Si opino lo mismo, saber el comportamiento de tu vehículo te puede ayudar a ser más eficiente en su cuidado.

**Luis:** En mi caso, si veo valioso utilizar este servicio.

**Moderador:** Perfecto, siguiente pregunta ¿Aceptarían recibir campañas personalizadas de venta de repuestos de acuerdo al comportamiento de tu vehículo?

**Walter:** Si, aunque quisiera que el canal no solo sea el app, en mi caso reviso mucho el correo, es decir que las campañas personalizadas no solo se centren en la app.

**Moderador:** Ah claro, por supuesto, el app será un canal más, pero no el único

**Ornella:** En mi caso, no veo inconveniente.

**Salustiano:** Si aceptaría, sería interesante recibir campañas sobre llantas basado en la cantidad de kilometraje recorrido.

**Edwin:** En mi caso si estaría dispuesto a recibir campañas

**Luis:** Si igual, mientras las campañas sean tan agresivas, no veo problemas

**Moderador:** Ok. Siguiendo pregunta con el fin de brindarles los beneficios ya mencionados, ¿Estarías dispuesto a aceptar que tu empresa concesionaria obtenga información de tu vehículo como Km recorrido y estado de los componentes del mismo?

**Walter/Ornella:** Si.

**Salustiano:** Si de acuerdo.

**Edwin/Luis:** Si,

**Moderador:** Pero si les dijera que se les pide tener GPS en su vehículo, ¿Aceptarían?

**Walter:** Si no veo problema, siempre y cuando no compartan esta información.

**Ornella:** Si

**Salustiano:** En ese sentido me pongo un poco escéptico, preferiría que supieran el km recorrido, pero no necesariamente que sepan donde estoy ahora.

**Edwin:** De mi parte no estoy tan seguro, porque se tendría que revisar bien las cláusulas de confidencialidad, muchas veces las empresas comparten este tipo de información.

**Luis:** Si opino lo mismo.

**Moderador:** Entiendo, por eso también contemplamos el tema legal, y habrá un contrato de confidencialidad en ese sentido.

**Salustiano:** ok, pero aun así, sería interesante que pudieran separar la aceptación de este servicio con GPS y sin GPS.

**Moderador:** Si entiendo, eso lo contemplamos. Siguiendo pregunta ¿Estarías dispuesto a aceptar que la transferencia de datos de tu vehículo, se realice mediante tu celular basado en una conexión automática?

**Walter:** Si normal.

**Ornella:** Si, igual.

**Salustiano:** Si ok.

**Edwin:** Si, pero y que sucedería si no tengo el celular a la mano. Los datos de recorrido de mi vehículo se perderá dado que el celular será el único medio de envío de datos.

**Moderador:** Los datos no se perderán, pero no estará en línea hasta que el vehículo se conecte con la App.

**Edwin:** ah ok.

**Luis:** Si de mi lado no veo problema.

**Moderador:** ¿Estarías de acuerdo a que se te instale dispositivos adicionales en tu vehículo para poder recibir los servicios mencionados?

**Walter:** Mientras la empresa concesionaria se haga responsable y no pierda la garantía de mi vehículo no veo problemas.

**Ornella:** Si, mientras sea algo interno, porque no quisiera perder espacio a la hora de manejar o que incomode en cierto sentido.

**Moderador:** No te preocupes porque la instalación será interna.

**Salustiano:** En mi caso no veo problema, siempre y cuando estén bien detallados y sólo cumplan con las reglas descritas.

**Edwin:** Si de acuerdo, no veo inconvenientes.

**Luis:** Si, con tal que no afecte el estado actual de mi vehículo no hay problema.

**Moderador:** ok Perfecto, muchas gracias a todos, ha sido un valioso aporte.

## **Anexo 13: Encuesta de Satisfacción y Propuesta de Nuevos Servicios de Mantenimiento**

### **Experiencia de los clientes respecto al servicio de mantenimiento**

**1. ¿Qué tan fácil le resulta realizar una reserva de cita al taller?**

- Muy complejo
- Complejo
- Regular
- Fácil
- Muy fácil

**2. ¿Cuál es el canal más frecuente que utiliza para reservar su cita al taller?**

- Correo electrónico
- Teléfono
- Página web
- Redes sociales
- No realiza cita

**3. ¿Qué información le parece que no debiera ser solicitado por el concesionario al momento de realizar su cita al taller?**

- Marca del vehículo
- Modelo del vehículo
- Nro. de placa
- Kilometraje
- Datos del propietario

**4. ¿Qué valora más Ud. en una atención de servicio de mantenimiento?**

- Atención del personal
- Instalaciones e Infraestructura
- Rapidez del servicio mantenimiento
- Otro:

**5. ¿Qué actividad debe agilizarse en el proceso de servicio de mantenimiento?**

- Control de ingreso por el agente de seguridad
- La recepción e inventario del vehículo
- Disponibilidad de repuesto

- Facturación
- Entrega del vehículo

**Percepción de los clientes respecto a nuevos servicios**

**6. ¿Valoraría Ud. recibir por correo una propuesta de cita de servicio de mantenimiento acorde a su Km. actual?**

- Nada
- Poco
- Regular
- Bastante
- Mucho

**7. ¿Valoraría Ud. que el ingreso al taller se realice de manera automatizada cuando tiene reservada una cita?**

- Nada
- Poco
- Regular
- Bastante
- Mucho

**8. ¿Le gustaría recibir promociones direccionadas acorde a su vehículo?**

- No
- Me da igual
- Si

**9. ¿Valoraría Ud. tener información sobre el comportamiento de manejo de su vehículo?**

- Nada
- Poco
- Regular
- Bastante
- Mucho

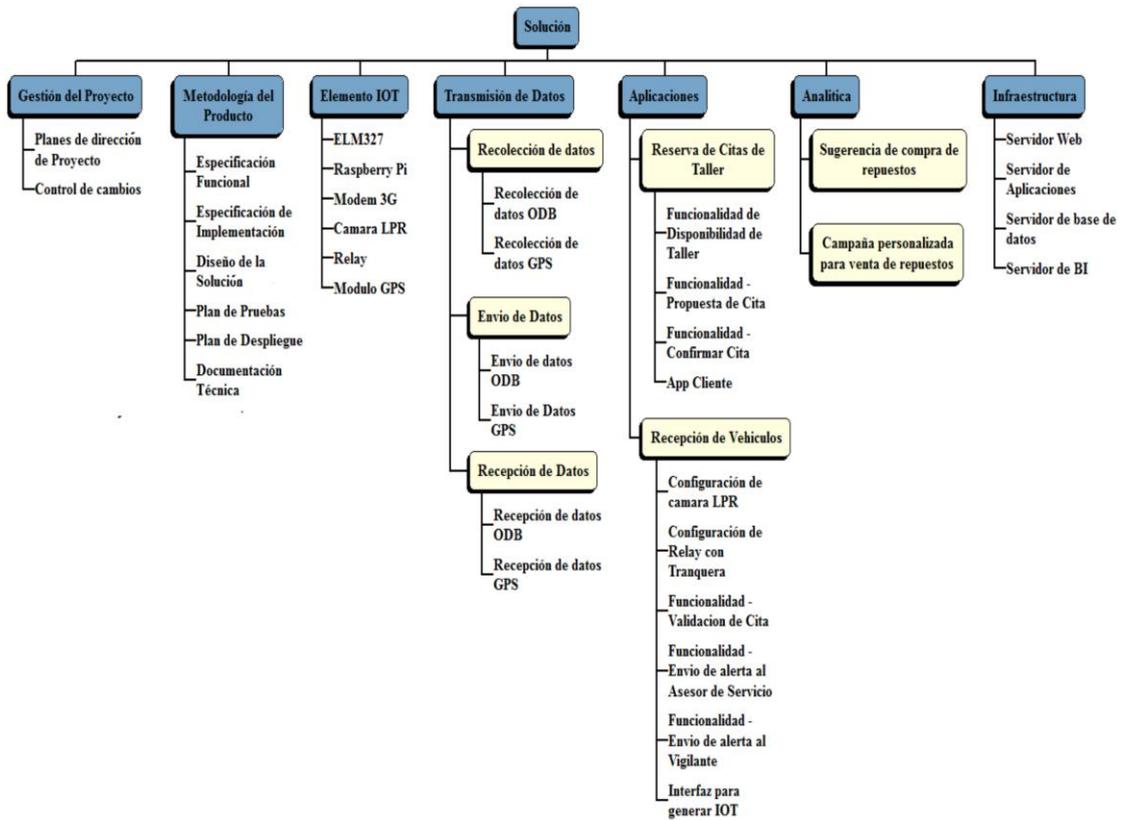
Fuente: Elaboración propia

## Anexo 14: Áreas de Conocimiento

Área de conocimiento	Descripción
Gestión de la integración	En esta área de conocimiento se toma decisiones referidas a la asignación de recursos, balancear objetivos y manejar las interdependencias entre las áreas de conocimiento dentro de los grupos de procesos.
Gestión del alcance	En esta área de conocimiento se incluye los procesos que garantizan que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para completarlo exitosamente. Su objetivo principal es definir y controlar qué se incluye y qué no es incluye en el proyecto.
Gestión del tiempo:	En esta área de conocimiento se incluye los procesos necesarios para administrar la conclusión a tiempo del proyecto.
Gestión de los costos:	En esta área de conocimiento los procesos se basan en estimar, presupuestar y controlar los costos de tal manera que el proyecto se ejecute con el presupuesto aprobado.
Gestión de la calidad:	En esta área de conocimiento se determinan las políticas y procedimientos necesarios para conseguir que el proyecto cumpla con los requisitos establecidos.
Gestión de los recursos humanos:	En esta área de conocimiento se determinan los procesos con la gestión del equipo del proyecto junto con la organización.
Gestión de las comunicaciones:	En esta área de conocimiento se determinan los procesos para asegurar y facilitar el flujo de información de manera adecuada y oportuna a todos los involucrados del proyecto.
Gestión de los riesgos:	En esta área de conocimiento se desarrollan los procesos para analizar, controlar y dar respuesta de riesgos inherente al proyecto, así como su monitoreo, control y minimización en un proyecto.
Gestión de las adquisiciones:	En esta área de conocimiento se desarrollan los procesos de compra o adquisición de los insumos, bienes y servicios que se requiere para el proyecto.
Gestión de los interesados:	En esta área de conocimiento se desarrolla los procesos que hacen posible la identificación de las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto. Se busca conocer y evaluar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto.

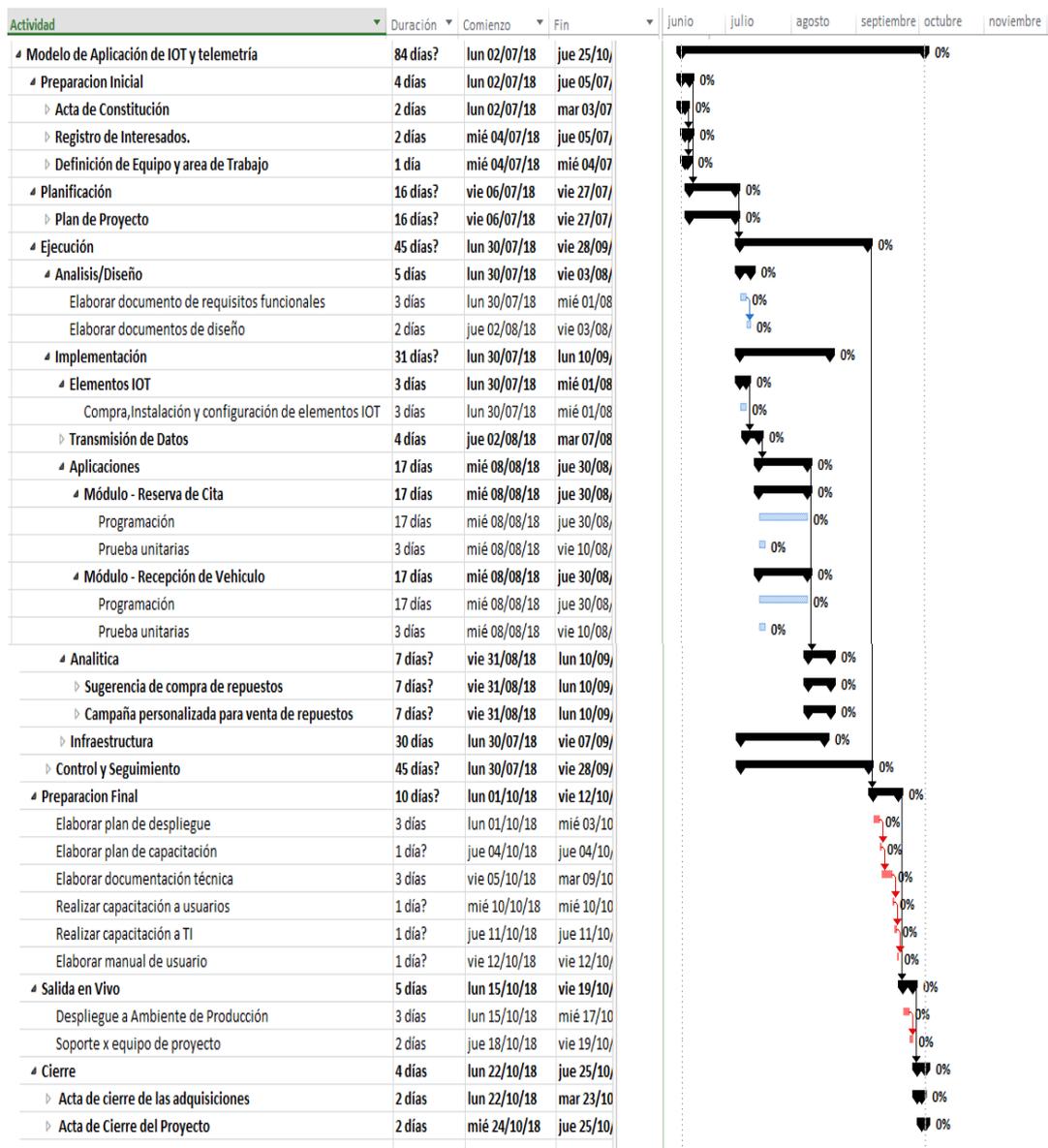
Fuente: (PMBOK, Sexta Edición)

## Anexo 15: EDT desglosado en base a la solución tecnológica



Fuente: Elaboración propia (2018)

## Anexo 16: Cronograma del Proyecto



Fuente: Elaboración propia (2018)

## Anexo 17: Registro histórico de unidades vendidas ABC SAC 2017

Registro histórico de unidades vendidas Divemotor

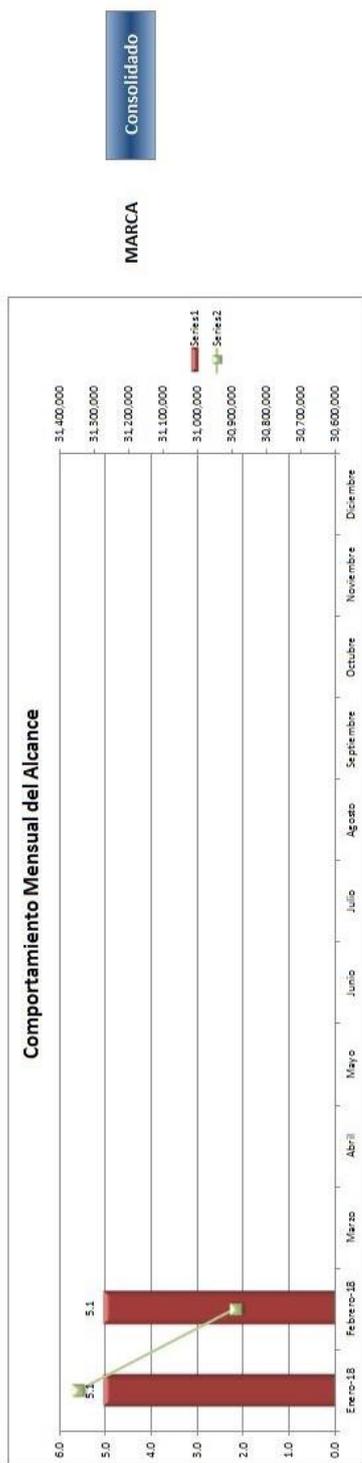
Canal	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1992	1991
<b>Autos (MB + CDJ)</b>	2,867	2,169	2,162	2,270	2,247	2,034	1,613	1,153	910	920	679	419	207	130	81	72	41	4	81	147	44	1	1	1	1	1
Autos CDJ	1,564	1,268	1,366	1,490	1,632	1,586	1,234	847	652	634	450	258	104	8	23	48	23									
Autos Mercedes B	1,303	901	796	780	615	448	379	306	258	286	229	161	103	122	58	24	18	4	81	147	44	1	1	1	1	1
<b>Buses + Vans</b>	1,396	1,183	850	958	958	1,018	904	806	504	820	660	502	274	255	92	39	5	1	41	15	2	0	0	0	0	0
Buses	806	775	575	534	550	678	614	596	399	643	460	364	162	149	52	31	2									
Vans	590	408	275	424	408	340	290	210	105	177	200	138	112	106	40	8	3	1	11	5	1					
<b>Camiones</b>	1,598	1,544	1,378	1,612	2,159	1,629	1,141	943	577	1,484	705	329	235	107	41	17	3		44	28	1	2	1	1	2	1
<b>TOTAL</b>	5,861	4,896	4,390	4,840	5,364	4,681	3,658	2,902	1,991	3,224	2,044	1,250	716	492	214	128	49	5	166	190	47	3	2	2	2	1

Fuente: Elaboración propia (2018)

# Anexo 18: Reporte de antigüedad de inventario ABC SAC 2018

## REPORTE DE INDICADORES DE INVENTARIO

### I. ALCANCE



Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Alcance	5.4	5.2	5.4	6.0	4.7	4.8	5.2	4.9	5.7	5.7	5.5	5.7
STOCK	24,611,685	28,750,868	28,895,093	29,137,287	28,637,245	28,173,595	29,640,982	30,444,334	32,624,194	32,962,734	32,340,436	32,117,878

Mes	Enero-18	Febrero-18	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Alcance	5.1	5.1										
STOCK	31,343,817	30,889,089										

### II. STOCK VALORIZADO POR CLASIFICACION

Mes	Febrero
Rotacion	
CANTIDAD DE ITEMS	
Tipo A	15%
Tipo B	16%
Tipo C	15%
Tipo D	40%
Tipo Z	15%
TOTAL	100%

STOCK VALORIZADO	STOCK VALORIZADO	%
Tipo A	11,862,882	38%
Tipo B	6,051,268	20%
Tipo C	3,653,761	12%
Tipo D	6,420,244	21%
Tipo Z	2,500,534	9%
TOTAL	30,889,089	100%

minimo 9 meses con ventas en los últimos 12 meses  
 de 4 a 8 meses con ventas en los últimos 12 meses  
 de 2 a 3 meses con ventas en los últimos 12 meses  
 0 meses con ventas en los últimos 12 meses  
 un mes con venta en los últimos 12 meses

Fuente: Elaboración propia (2018)



## Anexo 20: Cálculo de estimación de la inversión

Proyecto: Modelo de aplicación de Telemetría e IOT en procesos de servicios de Taller		Presupuesto - proyecto	Reservar	Inversión total					
		126,377.52	12,637.76	139,015.27					
		Tipo de cambio		3.25					
		% Reserva		10%					
<b>Presupuesto de Proyecto</b>									
Categoría	Recursos	Descripción	Días	Tipo de Unidad	Cantidad	Moneda	Cuenta unitaria (día)	Cuenta total USD	%
	Arquitecto de software	Definir la arquitectura de Software	22	Cantidad	1.0	USD	141	3,100	2%
	Analista	Definir las especificaciones funcionales	50	Cantidad	1.0	USD	127	6,364	5%
	Programador	Realiza la codificación de los programas	36	Cantidad	3.0	USD	114	12,273	9%
	Analista BI	Definir el modelo de los cubos	27	Cantidad	1.0	USD	182	4,909	4%
<b>Instalación IOT</b>									
	Instalar elementos IOT	Instalar los elementos IOT en el panel del Veh.		Cantidad	1,000.0	USD	10	10,000	7%
<b>Licencias</b>									
	Licencias Sistema operativo	Uso de licencia de software base		Cantidad	1.0	USD	2,000	2,000	1%
<b>Materiales y equipos</b>									
	ELM327	Scanner con conexión usb		Cantidad	1,000.0	USD	10	10,000	7%
	Raspberry	Minicomputador		Cantidad	1,000.0	USD	50	50,000	36%
	Case	Cobertor del del minicomputador		Cantidad	1,000.0	USD	5	5,000	4%
	Camara LPR (Hikvision)	Camara de reconocimiento de placas		Cantidad	1.0	USD	350	400	0%
	Relay	Dispositivo que permite activar la tranquera		Cantidad	1.0	USD	100	100	0%
<b>Servidores</b>									
	Servidor	Adquirir un servidor para la BD y Servidor de App		Cantidad	1.0	USD	15,000	15,000	11%
<b>Reserva</b>									
	Reserva	Para mitigar riesgos		Cantidad	1.0	USD	12,638	12,638	10%

Fuente: Elaboración propia (2018)

## BIBLIOGRAFÍA

- Afonso, J.; Sousa, R.; Ferreira, J.; Monteiro, V. y Afonso, J. (2016). *IoT System for Anytime/Anywhere Monitoring and Control of Vehicles' Parameters*. Universidad de Minho, Instituto Universitario de Lisboa. Portugal.
- After.marketing. (7 de Abril de 2017). *Connected Cars - The impact on the aftermarket*. Obtenido de <https://www.after.marketing/news/2017/6/1/connected-cars>.
- Al Santini (2010). *OBD II: Functions, Monitors & Diagnostic techniques*. USA: Delmar Cengage Learning.
- Alcaraz, M. (2010). *Internet de las Cosas*. Paraguay: Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción.
- Anthony Sabella, R. I.-M. (2018). *Orchestrating and Automating Security for the Internet of Things*. United States: Cisco Press .
- Anton-Haro, C. & Dohler, M. (2015). *Machine-to-machine (M2M) Communications: Architecture, Performance and Applications*. England: Elsevier.
- Asociación Automotriz del Perú. (24 de Marzo de 2018). *Estadísticas del Sector Automotor*. Obtenido de <http://aap.org.pe/estadisticas/>.
- Atkinson, C., Bunse, C., Gross, H & Peper, C. (2005). *Component-Based Software Development for Embedded Systems*. Germany: Springer.
- Banco Mundial. (2018). *Perspectivas de la economía global*. Washington, DC 20433, USA: World Bank Publications.

- Banco Mundial. (8 de Mayo de 2018). *Perspectivas Económicas Mundiales*. Obtenido de <http://www.bancomundial.org/es/publication/global-economic-prospects>
- Barrett, S. & Kridner, J. (2013). *Bad to the Bone: Crafting Electronic Systems with BeagleBone and BeagleBone Black*. USA: Morgan & Claypool Publishers.
- Bennett, S. (2016). *Heavy Duty Truck Systems*. USA: Cengage Learning.
- Bolsa de Valores de Lima. (abril de 2018). *Informe Bursatil - Abril 2018*. Obtenido de [http://www.bvl.com.pe/pubdif/infmen/Ultimo\\_IB.pdf](http://www.bvl.com.pe/pubdif/infmen/Ultimo_IB.pdf).
- Bonnick, A. (2001). *Automotive Computer Controlled Systems*. USA: Butterworth-Heinemann.
- Bosch, R. (2003). *Técnica de los gases de escape para motores de gasolina*. Alemania: Serie Amarilla.
- Botto-Tobar, M. (2018). *Technology Trends: Third International Conference, CITT 2017*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Boyd, B., et al (2014). *Building Real-time Mobile Solutions with MQTT and IBM MessageSight*. USA: IBM Redbooks.
- Böhm, C. & Hofer, M. (2013). *Physical Unclonable Functions in theory and Practice*. London: Springer.
- Brucker, I., et al (2012). *Telemetria na transmissão de dados de desempenho de máquinas agrícolas utilizando tecnologías. GSM/GPRS e ZigBee*. *Ciência Rural*, vol. 42, núm. 8, agosto, 2012, pp. 1430-1433. Universidade Federal de Santa Maria-Santa Maria, Brasil.
- Buehler, M. (2009). *The DARPA Urban Challenge: Autonomous Vehicles in City Traffic*. Germany: Springer International Publishing.

- Caicedo, A. (2017). *Arduino para Principiantes: 2a. Edición*. España: IT Campus Academy.
- Cao, G. & Liu, J. (2016). *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2016*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Capgemini Consulting. (2014). *Monetizing the Internet of Things*.
- Caputo, A. (2014). *Digital Video Surveillance and Security*. USA: Elsevier.
- Carden, F., et al (2002). *Telemetry Systems Engineering*. Artech House, ProQuest Ebook Central.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2016). *Mortality—Motor Vehicle Traffic Deaths*.
- Centre for Connected & Autonomous Vehicles. UK. (2018). *UK Connected & Autonomous Vehicle Research & Development Projects 2018*.
- Chapman A. (2014). *Hacking into internet connected light bulbs*. <http://contextis.com/resources/blog/hacking-internet-connected-light-bulbs>. (14/04/2018; 14.05 h).
- Christof, E. Capers, J. Embedded Software (2009): *Facts, Figures, and Future*. USA: Software Productivity Research Issue No. 04 - April, Volume 42.
- Cisco. (28 de Marzo de 2017). *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021 White Paper*. Obtenido de <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html>.

CMACICA. (2 de junio de 2018). *TASAS DE INTERÉS ACTIVAS*. Obtenido de [https://www.cmacica.com.pe/CMACICA/Webcmacica/userfiles/file/TARIFA\\_RIO/TASAS\\_ACTIVAS/AG\\_San\\_Isidro.pdf](https://www.cmacica.com.pe/CMACICA/Webcmacica/userfiles/file/TARIFA_RIO/TASAS_ACTIVAS/AG_San_Isidro.pdf).

Comité EENA (2018). *eCall and open issues*. 2018 revisión.

Concepción, M. (2010). *Estrategias de Sistemas Automotrices OBD-II*. USA: Autodiagnóstics and publishing.

Concepcion, M. (2011). *Diagnostics Strategies of Modern Automotive Systems. Scan Tool PID Diagnostics*. USA: Diagnostics Strategies of Modern Automotive Systems Series.

Contreras, M. (2017). *Programa tus dispositivos*. España: Aula Mentor.

Corbetta, P. (2010). *Metodología y técnicas de investigación social*. España: Editorial McGrawHill.

Dameri, R. (2017). *Smart City Implementation: Creating Economic and Public Value in Urban Space*. London: Springer International Publishing.

David Hanes, G. S. (2017). *IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things*. United States: Cisco Press.

DeCarlo, O. ;Walsh, A.; Davis, N y Ryder, B. (2014). *Smart Automotive Diagnosis Adapter*.

Dhanjani, N. (2015). *Abusing the Internet of Things: Blackouts, Freakouts, and Stakeouts*. USA: O'Reilly Media.

DLA Piper. (2017). *Data Protection Laws of the World*. <https://www.dlapiperdataprotection.com/?t=law&c=US>. (11/06/2018; 22.00h).

- Dodge, M. (2011). *Telemetría usando Redes de Datos de Telefonía Celular*. INGENIARE, Universidad Libre-Barranquilla, Año 6, No. 11.
- Droguett Jorquera, F. J. (2012). Tesis. *Calidad y Satisfacción en el Servicio a Clientes de la Industria Automotriz: Análisis de Principales Factores que Afectan la Evaluación de los Clientes*. Chile.
- Ekler, P. y Balogh.T. (2015). *Social driving in connected car environment*. IEEE.
- El-Rabbany, A. (2002). *Introduction to GPS: The Global Positioning System*. USA: Artech House.
- European Commission. (2016). *Gear 2030 Discussion Paper. Roadmap on Highly Automated Vehicles*. Unión Europea.
- FANCI. (2016). *Autonomous cars—game-changers for safety?*.
- Federal Ministry for Economics Affairs and Energy. (2017). *Smart Services World – Internet-based Business Services*. Alemania: MKL Druck GmbH & Co. KG.
- Fermín, F. & Guerra, J. (2015). *Internet de las cosas. Rev. Perspectivas*, Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
- Fleetcarma. (31 de Marzo de 2018). *Everything you need to know about electric cars*. Obtenido de <https://www.fleetcarma.com/everything-need-know-electric-cars/>.
- Fondo Monetario Internacional. (7 de abril de 2018). *Perspectivas de la Economía Mundial abril 2018*. Obtenido de <http://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2018/03/20/world-economic-outlook-april-2018>.

- Fondo monetario internacional. (2018). *Regional economic outlook. Western Hemisphere : seizing the momentum*. Washington, DC 20090, U.S.A.: International Monetary Fund, Publication Services.
- Forbes. (4 de Noviembre de 2017). *70% Of Enterprises Invest In IoT To Improve Customer Experiences*. Obtenido de <https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2017/11/04/70-of-enterprises-invest-in-iot-to-improve-customer-experiences/#70024df3622b>.
- Glinton, Sonari. (2014). *For Automakers, Internet-Connected Cars Are A Balancing Act*. <https://www.npr.org/sections/alltechconsidered/2014/05/21/314604401/for-automakers-internet-connected-cars-are-a-balancing-act>. (25/04/2018; 06.30h).
- González, D. (2015). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diésel*. España: Paraninfo.
- Greenberg A. (2015). *Hackers remotely kill a jeep on the highway—with me in it*. <http://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/> (28/02/2018; 08.30h).
- GrowthEnabler. (2017). *Market pulse report, Internet of things (IoT)*. Reino Unido: GrowthEnabler.
- Guzman, Aaron & Gupta, Aditya (2017). *IoT Penetration Testing Cookbook: Identify vulnerabilities and secure your smart devices*. UK: Packt Publishing Ltd.
- Hándel, P y Skog, I. (2014). *Insurance telematics: Opportunities and challenges with the smartphone solution*. IEEE Intelligent Transportation System Magazine. Vol. 6, No. 4, pp. 57–70, Oct. 2014.
- Hassan, Q., Rehman, A. & Madani,S. (2018). *Internet of Things: Challenges, Advances, and Applications*. USA: Taylor & Francis Group.

- Heldman, D. & Moraru, C. (2011). *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering 2nd. Edition*. USA: Taylor & Francis Group.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hewlett Packard Enterprise. (2016). *The Internet of Things and connected cars. IoT on board*.
- Hewlett Packard Enterprise. (2016). *The Internet of Things: Today and Tomorrow*.
- HG Legal Resources. (2017). <https://www.hg.org/data-protection.html>. (20/06/2018; 19.30h).
- Howard, B. (2013). *Blind spot detection: Car tech that watches where you can't*. <https://www.extremetech.com/extreme/165742-blind-spot-detection-car-tech-that-watches-where-you-cant>. (11/07/2018; 08.30h).
- Hushni, E. (2017). *Driving and Fuel Consumption Monitoring with Internet of Things*. Institut Teknologi Bandung. Indonesia.
- Hwang, K. & Chen, M. (2017). *Big-Data Analytics for Cloud, IoT and Cognitive Computing*. USA: John Wiley & Sons Ltd.
- Ibañez. (18 de Abril de 2017). *De 0 a 5: cuáles son los diferentes niveles de conducción autónoma, a fondo*. Obtenido de <https://www.xataka.com/automovil/de-0-a-5-que-son-los-diferentes-niveles-de-conduccion-autonoma>.
- IHS Markit . (11 de Enero de 2018). *Global Auto Sales Growth to Slow in 2018, Yet Remain at Record Levels; 95.9 Million Light Vehicles Forecast to Be Sold in 2018, IHS Markit Says*. Obtenido de <http://news.ihsmarket.com/press->

release/automotive/global-auto-sales-growth-slow-2018-yet-remain-record-levels-959-million-lig.

Inmarsat Research Programme. (2017). *The Future of IoT in Enterprise*.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Comportamiento de la Economía Peruana*. Lima: INEI.

International Telecommunication Union y Cisco. (2016). *Harnessing the Internet of Things for Global Development*. Geneva.

Jaime Santillana y Julia Salinas de Santillana. (31 de Marzo de 2018). *PERU ADOPTA EL EURO IV, PETROPERU CONTINÚA EVALUANDO PRODUCCION DE COMBUSTIBLES QUE CUMPLA CON EURO VI*. Obtenido de <http://www.ssecoconsulting.com/peruacute-adopta-el-euro-vi-petroperuacute-evaluacuttea-producir-combustibles-que-cumplan-euro-vi.html>

Kheedkar, S.; Oswal, A.; Setty, M. y Ravi, S. (2015). *Driver Evaluation System Using Mobile Phone and OBD-II System*. V.E.S.I.T. Mumbai, India.

Kneller, D. (2017) *Australia: New Mandatory Privacy and Breach Notification Laws*.

KPMG. (2015). *Automobile insurance in the era of autonomous vehicles*. Survey results.

Krasniqi, X. & Hajrizi, E. (2016). *Use of IoT Technology to Drive the Automotive Industry from Connected to Full Autonomous Vehicles*. IFAC-Papers On Line pp. 49-29 269–274. Kopp, B. (2002). *Industrial Telemetry*. ProQuest Ebook Central.

Kulkarni, U. (2016). *Arduino: A Begineer's Guide*. India: Udayakumar.G.Kulkarni.

- Kumar, S. (2010). *A Real-Time Implementation of License Plate Recognition (LPR) System*. Germany: Grin Verlag.
- Kwon, D.; Park, S. y Ryu, J. (2017). *A Study on Big Data Thinking of the Internet of Things-Based Smart-Connected Car in Conjunction with Controller Area Network Bus and 4G-Long Term Evolution*. Symmetry.
- K.V. Shibu (2009) *Introduction to Embedded Systems*. India: McGraw Hill.
- Lanctot, R. (2011) Brazil Contrans 245 Vehicle Tracking Law Will be Delayed  
<https://www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/news/strategy-analytics-press-releases/2014/05/19/brazil-contrans-245-vehicle-tracking-law-will-be-delayed> (18/03/2018; 18.40h).
- Lasse, K. (2015). *IoT basics: Getting started with the Internet of Things*. pp. 1-6.
- McKinsey Global Institute (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. pp. 51-60.
- Le, N. ; Hossain, M.; Islam, A.; Kim, D.; Choi, Y.; Jang, Y. (2016) *Survey of Promising Technologies for 5G Networks*.
- Lea, P. (2018). *Internet of Things for Architects*. Reino Unido: Packt Publishing.
- Lee, I. & Lee, K. (2015). *The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises*. Rev. Business Horizons 58, pp. 431—440. ScienceDirect.
- Letham, L. (2001). *GPS fácil. Uso del sistema de posicionamiento global*. España: Editorial Paidotribo.
- Lucero, S. (2016). *IoT platforms: enabling the Internet of Thing*. IHS Technology Whitepaper.
- Mahmood, Z. (2017). *Connected Environments for the Internet of Things: Challenges*

*and Solutions*. Switzerland: Springer International Publishing.

Maino, G. & Foresti, G. (2011). *Image Analysis and Processing*. Italy: Springer.

Marstop, G. y Linström, H. (2017). *Security Testing of an OBD-II Connected IoT Device. E2B: IOT Hacking*.

Martin, T. (2007). *How to Use Automotive Diagnostic Scanners*. USA: Motorbooks.

McCord, K. (2011). *Automotive Diagnostic Systems: Understanding OBD I and OBD II*. USA: Booklands Book Ltd.

McLelland, M. y Fedeles, E. (2017). *Australia's new breach notification law to take effect February 2018*.

Meola, A. (20 de Diciembre de 2016). *Automotive Industry Trends: IoT Connected Smart Cars & Vehicles*. Obtenido de <http://www.businessinsider.com/internet-of-things-connected-smart-cars-2016-10>.

Mercedes Benz. (2016). *Safety. Peace of mind is what makes luxury possible*. <https://www.mbusa.com/mercedes/benz/safety#module-3>. (26/06/2018; 15.30h).

Meseguer, J.; Toh, C.; Calafate, C.; Cano, J. y Manzoni, P. (2016). *DrivingStyles: A mobile platform for driving styles and fuel consumption characterization*.

Mishra, A. (2007). *Advanced Cellular Network Planning and Optimisation: 2G/2.5G/3G...Evolution to 4G*. England: John Wiley & Sons Ltd.

Morgan Stanley. (2014). *The 'Internet of Things' Is Now Connecting the Real Economy*.

- Mubako, A. (2017). *Digital Transformation. The Realignment of Information Technology and Business Strategies for Retailers in South Africa*. Alemania: Anchir Academic Publishing.
- Narasimhan, S. & Chundury, J. (2018). *Enterprise Digitization Patterns: Designing, Building and Deploying Enterprise Digital Solutions*. India: Notion Press.
- National Association of Insurance Commissioners. (2014). *Usage-Based Insurance and Telematics*.
- National Security Agency. (2017). *Post-Quantum Cryptography*.  
<https://csrc.nist.gov/Projects/Post-Quantum-Cryptography> (15/03/2018; 20.30h).
- Nkenyereye, L. y Jang, J. (2015) *Addressing Big Data Solution enabled Connected Vehicle Services using Hadoop*. Journal of Korean Institute of Information and Communication Engineering. Volme 19. Issue3. Pp.607-612.
- Nuance Communications and ZTE. (2014). *ZTE Adds Nuance Speech Technologies to In-Car Mobile Apps*. <http://www.speechtechmag.com/Articles/News/Speech-Technology-Digest/ZTE-Adds-Nuance-Speech-Technologies-to-In-Car-Mobile-Apps-94149.aspx>. (30/05/2018; 06.00h).
- Office of Inspector General, United States Postal Service. (2015). *The Internet Postal Things. USA: RARC Report Number RARC-WP-15-013*.
- Official Journal of the European Communities. (2016). Directive 95/46/EL Amended; 2016.
- O'Neill, M. (2016). *Insecurity by Design: Today's IoT Device Security Problem*. Elsevier. pp. 48-49.

- ONU. (24 de Marzo de 2018). *ONU Medio Ambiente*. Obtenido de <http://drustage.unep.org/es>.
- Oppitz, M. & Tomsu, P. (2018). *Inventing the Cloud Century: How Cloudiness Keeps Changing Our Life, Economy*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Oxer, J. & Belmings, H. (2015). *Practical Arduino: Cool Projects for Open Source Hardware*. USA: Springer+Business Media.
- Paetz, C. (2015). *Z-Wave Essentials 3. Edition*. USA: Zwickau.
- Pajankar, A. (2015). *Raspberry Pi Computer Vision Programming*. UK: Packt Publishing.
- Pal, A. y Pal, M. (2017). *IoT for Vehicle Simulation System. School of electronics Engineering*, KIIT University. India.
- Panga, G.; Zamfir, S.; Balan, T. y Popa, O. (2016). *IoT Diagnostics for Connected Cars*. Transilvania Univesity, Rumanía.
- Patanabris, D (1999). *Telemetry Principles*. USA: McGraw-Hill.
- Patil, Y. (2017). *Azure IoT Development Cookbook*. UK: Packt Publishing Ltd.
- Perlman, M. (2012). *We Test Out Ford's Biometric Wellness Car Seat (Video)*. <https://www.technobuffalo.com/2012/07/03/we-test-out-fords-biometric-wellness-car-seat-video/>. (13/04/2018; 19.00h).
- Pickerill, K. (2009). *Today's Technician: Automotive Engine Performance*. USA: Delmar Cengage Learning.
- Pisacane, V. (2005). *Fundamentals of Space Systems*. USA: Oxford University Press.

- Ptolemus Consulting Group. (2016). *The state of usage based insurance today*.
- Ramamurthy, A. y Jain, P. (2017). *The Internet of Thingd in the Power Sector – Opportunities in Asia and the Pacific*.
- Richardson, M. & Wallace, S. ( 2013). *Getting Started with Raspberry Pi 3rd. Edition*. USA: Maker Media, Inc.
- Rifà, P. M. (2017). *El Concesionario hacia la digitalización*. Madrid: Faconauto.
- Rizos, C. & Christopher, D. (1998). *Positioning Systems in Intelligent Transportation Systems*. USA: Artech House.
- Rivera J. & Van der Meulen R. (2014). *Gartner says 4.9 billion connected “things” will be in use in 2015*. <http://www.gartner.com/newsroom/id/2905717> (15/05/2018; 23.15 h).
- Russell, B. & Van Duren, D. (2016). *Practical Internet of Things Security*. UK: Packt Publishing Ltd.
- Salas, E. & Maurino, D. (2010). *Human Factors in Aviation*. USA: Academic Press.
- Sauter, M. (2013). *3G, 4G and Beyond: Bringing Networks, Devices and the Web Together*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
- Science Alert. (2015). *Driverless cars could reduce traffic fatalities by up to 90 percent*.
- Seguros Rímac. (2017). *Memoria Anual 2016*.
- Shinde, B., Kore, D. & Thipse, D. (2016). *Comparative Study Of On Board Diagnostics Systems-EOBD, OBD-I, OBD-II, IOBD-IOBD-II and I*. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 03.

- Singh, S. & Kaur, B. (2017). *Communication and Computing Systems*. India: CRC Press/Balkema.
- Singh, S. & Singh, M. (2007) *Progress in Pattern Recognition England: Springer-Verlag*.
- Sideris, M. (2008). *Methods for Monitoring and Diagnosing the Efficiency of Catalytic Converters*. USA: Elsevier Science B.V.
- Silva, S., Rabelo, R. & Ferreira, A. (2018). *Examining Developments and Applications of Wearable Devices in Modern Society*. USA: IGI Global.
- Smith, C. (2016). *The Car Hacker's Handbook: a guide for the penetration tester*. USA: No Starch Press.
- Sonawane, A.; Dhabe, S.; Nadgouda, U.; Jadhav, V y Mane, G. (2016). *A Systematic Approach for Real-Time Clustering and Analysis of Drivers' Driving Behavior using OBD-II*.
- Song, H., Srinivasan, R., Sookoor, T. & Jeschke, S. (2017) *Smart Cities: Foundations, Principles, and Applications*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Strategy&. (2016). *Connected Car Report 2016: Opportunities, risk and turmoil on the road to autonomous vehicles*.
- Superintendencia de banca, seguros y AFP. (26/05/2018 de mayo de 2018). *TASA DE INTERÉS PROMEDIO DE LAS EMPRESAS FINANCIERAS*. Obtenido de <http://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIPasivaDepositoEmpresa.aspx?tip=F>.
- Sweet, R. (2003). *GPS for Mariners*. USA: McGraw-Hill.

- Swiss Re y Here. (2016). *The Future of motor insurance*. Germany.
- Thakkar, D. (2015). *Global Automobile Industry Inclined Towards Adopting Automotive Biometrics*. <https://www.bayometric.com/automobile-industry-adopting-automotive-biometrics/>. (15/06/2018; 14.30h).
- The Institution of Engineering and Technology. (2017). *IoT Case Studies from India*.
- Thodge, S. (2018). *Cloud Analytics with Google Cloud Platform*. UK: Packt Publishing Ltd.
- Turner, J. (2009). *Automotive Sensors*. USA: Momentum Press.
- Truong, A. (2014). *A New Take on Auto Insurance by the Mile*. Fast Company.
- Universidad Mediterranea of Reggio Calabria. (2012). *SMaRTCar: An Integrated Smartphone-based Platform to Support Traffic Management Applications*. Italy.
- Upton, E., Duntemann, J., Roberts ,R., Everard, B. & Mamtora, T. (2016). *Learning Computer Architecture with Raspberry Pi*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- Usama bin Aftab, M. (2017). *Building Bluetooth Low Energy Systems*. UK: Packt Publishing Ltd.
- Tarkoma, S. y Siekkinen, M. (2014). *Smartphone Energy Consumption*. Cambridge University Press.
- Tech Mahindra. (2016). *The Internet of the Future*. White Paper.
- Templeman, G. (2008). *The Competition Car Data Logging Manual*. USA: Veloce Publishing.

- Tesla. (2016) *Model S Software Release Notes v7.1*.  
[https://www.tesla.com/sites/default/files/pdfs/release\\_notes/tesla\\_model\\_s\\_software\\_7\\_1.pdf](https://www.tesla.com/sites/default/files/pdfs/release_notes/tesla_model_s_software_7_1.pdf) (20/04/2018; 20.30h).
- U.S. Department of Transportation. (2014). *Vehicle-to-Vehicle Communications: Readiness of V2V Technology for Application*. USA: NHTSA.
- U.S. Department of Transportation. (2016). *History of Intelligent Transportation Systems*. USA: NHTSA.
- Valentijn de Leeuw. (2016). *IoT as a Force for Re-imagination*. Dedham, Massachusetts, MA: ARC VIEW.
- Valldorf, J. & Gessner, W. (2004). *Advanced Microsystems for Automotive Application*. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Vavouranakis, P. (2016). *Smartphone-Based Telematics for Usage Based Insurance*. Master's Thesis. Technological Educational Institute of Crete. Greece.
- Voss, W. (2005). *A Comprehensible Guide To Controller Area Network*. USA: Copperhill Technologies Corporation.
- Wahlström, J.; Skog, I. y Händel, P. (2017). *Smartphone-based Vehicle Telematics — A Ten-Year Anniversary*. IEEE.
- Wearesocial. (30 de Enero de 2018). *Digital in 2018: World's internet users pass the 4 billion mark*. Obtenido de <https://wearesocial.com/blog/2018/01/global-digital-report-2018>.
- William, B. (2008). *Intelligent Transport Systems Standards*. USA: Artech House Inc.

Wyman, O. (2018). *Will Big Data be the next revolution that disrupts procurement?*. Marsh & McLennan Companies.

Zhang, M.; Chen, C.; Wo, T.; Xie, T.; Alam, Z y Lin, X. (2016). *SafeDrive: Online Driving Anomaly Detection from Large-Scale Vehicle Data*. IEEE Transactions on Industrial Informatics.

Zito, M. (2018). *La sustentabilidad de Internet de las Cosas*. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos, no.70 Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Zschau, J. & Küppers, A. (2003). *Early Warning Systems for Natural Disaster Reduction*. USA: Springer –Verlag.