



Autónoma
Universidad Autónoma del Perú

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TESIS

SISTEMA INTELIGENTE DE MONITOREO DE VEHÍCULOS UTILIZANDO SIGFOX
EN LIMA METROPOLITANA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS

AUTORES

ENMANUEL EDUARDO SANCHEZ QUIN
ORCID: 0000-0001-8174-8683

VICTOR RAFAEL BARRIGA BALTAZAR
ORCID: 0000-0003-3113-6691

ASESOR

DR. JOSÉ LUIS HERRERA SALAZAR
ORCID: 0000-0002-8869-3854

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS INTELIGENTES

LIMA, PERÚ, JUNIO DE 2020

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, por brindarme su apoyo en todo momento y alentándome en los momentos difíciles por los que pase en el trayecto de este hermoso viaje que es la universidad.

Enmanuel Eduardo Sánchez Quin

Dedico esta tesis a toda mi familia, resaltando especialmente a mis padres, que son la principal motivación que tengo para seguir hacia adelante, proponiéndome nuevas metas y alcanzando nuevos objetivos dentro de mi vida.

Victor Rafael Barriga Baltazar

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al Dr. José Luis Herrera, por brindarnos sus conocimientos y orientaciones que han sido fundamentales para nuestra formación como investigadores, motivándonos a seguir adelante con esta investigación.

De igual manera no podemos dejar de agradecer a cada docente que intervino en nuestro camino, brindándonos su apoyo y enseñanzas para la culminación de esta investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1 Realidad problemática	14
1.2 Justificación e importancia de la investigación	19
1.3 Objetivos de la investigación: general y específicos.....	21
1.4 Limitaciones de la investigación	21
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de estudios	23
2.2 Bases teórico-científicas	37
2.3 Definición de la terminología empleada	57
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo y diseño de investigación	60
3.2 Población y muestra	61
3.3 Hipótesis.....	61
3.4 Variables - Operacionalización.....	62
3.5 Métodos y técnicas de investigación	63
CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	
4.1 Estudio de factibilidad	66
4.2 Modelamiento	68
4.3 Metodología aplicada al desarrollo de la solución	69
CAPÍTULO V ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	
5.1 Validez y confiabilidad del instrumento	93
5.2 Análisis e interpretación de resultados.....	93
5.3 Contrastación de la hipótesis	105
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1 Conclusiones	115
6.2 Recomendaciones	116
REFERENCIAS	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Denuncias por robo de vehículos, según departamento
Tabla 2	Especificaciones del devkit 2.0
Tabla 3	Ventajas y desventajas de las 3 metodologías más conocidas
Tabla 4	Selección del método más apropiado para el desarrollo de la solución
Tabla 5	Valor y peso de los criterios
Tabla 6	Tecnologías sus características
Tabla 7	Descripción de la variable independiente
Tabla 8	Operacionalización de la variable independiente
Tabla 9	Descripción de la variable dependiente
Tabla 10	Operacionalización de la variable dependiente
Tabla 11	Técnicas e instrumentos para la investigación de campo
Tabla 12	Técnicas e instrumentos para la investigación experimental
Tabla 13	Técnicas e instrumentos para la investigación documental
Tabla 14	Aspectos técnicos del proyecto
Tabla 15	Recursos humanos necesarios
Tabla 16	Costos del proyecto
Tabla 17	Requerimientos de la aplicación
Tabla 18	Requerimientos del sistema inteligente
Tabla 19	Funcionalidades por orden de prioridad
Tabla 20	Desarrollo de la funcionalidad rfap1
Tabla 21	Desarrollo de la funcionalidad rfap2
Tabla 22	Desarrollo de la funcionalidad rfap1 y rfap2
Tabla 23	Desarrollo de la funcionalidad rfap3
Tabla 24	Desarrollo de la funcionalidad rfap4
Tabla 25	Desarrollo de la funcionalidad rfap5
Tabla 26	Desarrollo de la funcionalidad rfap3, rfap4 y rfap5
Tabla 27	Desarrollo de la funcionalidad rfp1
Tabla 28	Desarrollo de la funcionalidad rfp2
Tabla 29	Desarrollo de la funcionalidad rfp1 y rfp2
Tabla 30	Desarrollo de la funcionalidad rfp3
Tabla 31	Desarrollo de la funcionalidad rfp4
Tabla 32	Desarrollo de la funcionalidad rfp5

Tabla 33	Desarrollo de la funcionalidad rfp3, rfp4 y rfp5
Tabla 34	Primera revisión del proyecto
Tabla 35	Segunda revisión del proyecto
Tabla 36	Resultados obtenidos de la pre-prueba y post-prueba
Tabla 37	Media de los indicadores
Tabla 38	Puntajes del KPI-1: pre-prueba
Tabla 39	Puntajes del KPI-1: post-prueba
Tabla 40	Estadísticas descriptivas del KPI-1: pre y post prueba
Tabla 41	Estadísticas de la diferencia del KPI-1: post-prueba
Tabla 42	Estadística descriptiva del KPI-1: post-prueba
Tabla 43	Puntajes del KPI-2: pre-prueba
Tabla 44	Puntajes del KPI-2: post-prueba
Tabla 45	Estadísticas descriptivas del KPI-2: pre y post prueba
Tabla 46	Estadísticas de la diferencia del KPI-2: post-prueba
Tabla 47	Estadística descriptiva del KPI-2: post-prueba
Tabla 48	Puntajes del KPI-3: pre-prueba
Tabla 49	Puntajes del KPI-3: post-prueba
Tabla 50	Estadísticas descriptivas del KPI-3: pre y post prueba
Tabla 51	Estadísticas de la diferencia del KPI-3: post-prueba
Tabla 52	Estadística descriptiva del KPI-3: post-prueba

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Modelo de monitoreo vehicular
- Figura 2 Devkit sigfox v2.0
- Figura 3 Sensor de vibración SW-420
- Figura 4 Sensor módulo PIR HC-SR501
- Figura 5 Sensor GPS NEO-6M
- Figura 6 Logo de ionic
- Figura 7 Logo de android
- Figura 8 Logo de ios
- Figura 9 Logo de sigfox
- Figura 10 Ciclo de vida en V
- Figura 11 Coordenada ned
- Figura 12 Tipo de redes
- Figura 13 Metodología estándar para el control y monitoreo
- Figura 14 Línea de tiempo sobre artículos de tecnologías para el control y monitoreo
- Figura 15 Diagrama secuencial del problema
- Figura 16 Diseño del sistema
- Figura 17 Diseño del flujograma
- Figura 18 Funcionamiento del sistema inteligente
- Figura 19 Prototipo de la aplicación
- Figura 20 Arquitectura de comunicación
- Figura 21 Arquitectura de la aplicación
- Figura 22 Desarrollo de la funcionalidad rfap1
- Figura 23 Desarrollo de la funcionalidad rfap2
- Figura 24 Desarrollo de la funcionalidad rfap3
- Figura 25 Desarrollo de la funcionalidad rfap4
- Figura 26 Desarrollo de la funcionalidad rfap5
- Figura 27 Desarrollo de la funcionalidad rfp1 sensor PIR
- Figura 28 Desarrollo de la funcionalidad rfp1 sensor vibración
- Figura 29 Desarrollo de la funcionalidad rfp1 aviso
- Figura 30 Desarrollo de la funcionalidad rfp2
- Figura 31 Desarrollo de la funcionalidad rfp3

- Figura 32 Desarrollo de la funcionalidad rfp4
- Figura 33 Desarrollo de la funcionalidad rfp5
- Figura 34 Informe de resumen KPI-1 pre-grupo experimental
- Figura 35 Informe de resumen KPI-1 post-grupo experimental
- Figura 36 Comparación del KPI-1 de la pre-prueba para el grupo experimental
- Figura 37 Informe de resumen KPI-2 pre-grupo experimental
- Figura 38 Informe de resumen KPI-2 post-grupo experimental
- Figura 39 Comparación del KPI-2 de la pre-prueba para el grupo experimental
- Figura 40 Informe de resumen KPI-3 pre-grupo experimental
- Figura 41 Informe de resumen KPI-3 post-grupo experimental
- Figura 42 Comparación del KPI-3 de la pre-prueba para el grupo experimental
- Figura 43 Comparación de la pre-prueba y post-prueba para el grupo experimental
- Figura 44 Grafica de distribución del KPI-1
- Figura 45 Grafica de distribución del KPI-2
- Figura 46 Grafica de distribución del KPI-3

SISTEMA INTELIGENTE DE MONITOREO DE VEHÍCULOS UTILIZANDO SIGFOX EN LIMA METROPOLITANA

ENMANUEL EDUARDO SANCHEZ QUIN
VICTOR RAFAEL BARRIGA BALTAZAR

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL PERÚ

RESUMEN

En nuestro país en los últimos años se ha incrementado el número de vehículos que circulan en las calles, proporcionalmente también se incrementó el robo de vehículos y de accidentes de tránsito. Teniendo presente estos problemas surgieron grandes innovaciones e investigaciones con el propósito de resolverlos.

Tomando este propósito en común, la presente investigación consiste en el desarrollo de un sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando la tecnología sigfox y siguiendo la metodología V, que nos permitirá la implementación completa tanto software y hardware. Teniendo como principal desarrollo en las aplicaciones móviles con android para realizar la comunicación más eficiente entre prototipo y aplicación. Se debe resaltar que es estudio se realiza mediante la utilización de software y hardware libre, lo que permitirá realizar mejoras del prototipo por futuras investigaciones.

Palabras clave: sistema inteligente, monitoreo de vehículos, tecnología sigfox.

**SMART VEHICLE MONITORING SYSTEM USING SIGFOX IN METROPOLITAN
LIMA**

**ENMANUEL EDUARDO SANCHEZ QUIN
VICTOR RAFAEL BARRIGA BALTAZAR**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL PERÚ

ABSTRACT

In our country in recent years the number of vehicles that circulate on the streets has increased, proportionally theft of vehicles and traffic accidents has also increased. With these problems in mind, great innovations and research emerged to solve them. Taking this purpose in common, the present investigation consists in the development of a vehicle monitoring system using sigfox technology and following the V methodology, which will allow us to fully implement both software and hardware. Having as main development in mobile applications with android to make the most efficient communication between prototype and application. It should be noted that this study is carried out through the use of free software and hardware, which will allow improvements to the prototype for future research.

Keywords: intelligent system, vehicle monitoring, sigfox technology.

.

.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis tiene como propósito desarrollar un sistema inteligente de monitoreo de vehículos, cuya principal función es darles mayor información a los propietarios sobre el estado de su vehículo, respecto a todas las incidencias que se sufren comúnmente en la actualidad, ya sea por accidentes vehiculares, intentos de robos o si el vehículo ha tenido alguna avería durante su trayecto.

Por estas razones, el sistema tiene como finalidad el posicionamiento mediante el rastreo por GPS, reporte de intento de robo del vehículo estacionado y una alerta de incidencias para contactar con las entidades responsables ante cualquier tipo de circunstancia.

Para el desarrollo se utilizará la metodología V, la cual nos guiará desde la elaboración hasta el punto de la implementación.

A continuación, se presentan los capítulos que conforman el trabajo de tesis:

Capítulo I- Planteamiento metodológico: En este capítulo se detallará todo sobre el planteamiento metodológico, definiendo la realidad problemática, justificación, nivel de investigación, objetivos, hipótesis, variables e indicadores, diseño de investigación y los métodos de recolección de datos.

Capítulo II- Marco referencial: En este capítulo se realizará la especificación de los antecedentes con mayor contribución con la investigación, teniendo como referencia tesis, libros, artículos científicos y la parte teórica de la tesis, logrando validar la información y modelos que se utilizan para el desarrollo de la tesis.

Capítulo III- Desarrollo de la solución: En este capítulo llega a ser parte donde se diseña y realiza el desarrollo del sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando la metodología en V con sus faces mencionadas en el marco teórico.

Capítulo IV- Análisis de resultados y contrastación de hipótesis: Se realizará la prueba empírica para la recopilación, análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Primero, se describe la población y muestra, seguidamente el tipo de muestra y nivel de confianza. También se mostrarán el análisis de la pre-prueba y post-prueba. Los datos obtenidos se mostrarán en tablas las cuales al término de este capítulo serán analizadas y seguidamente se realizará la contrastación de la hipótesis.

Capítulo V- Conclusiones y recomendaciones: Se mostrarán las conclusiones y recomendaciones, obtenidas del proyecto realizado. Al final se presentará las referencias bibliográficas, anexos y apéndice.

CAPÍTULO I
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática

1.1.1 Descripción de la realidad problemática

Realidad internacional

Según INTERPOL (2020) a finales de diciembre del 2020, fueron 7.19 millones de registros de vehículos motorizados reportados como robados. Durante el año, se identificaron alrededor de 118,000 vehículos motorizados en todo el mundo a través de su base de datos. Teniendo el apoyo de 126 países que comparten sus registros nacionales de la base de datos de vehículos robados con INTERPOL.

Así mismo, según el diario El Financiero (2017) demuestra que la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguro (AMIS), declarando que en el 2017 se robaron la “cifra histórica”, que es de 90 mil 187 vehículos asegurados, lo que representó un incremento de 27.2% con respecto al 2016, lo cual alcanzo 70 mil 925 unidades. Dando como consecuencia una remuneración histórica para las empresas aseguradoras.

Además, según Rincón (2019), country manager de AVAST, quien declaro en el diario El Economista que estos dispositivos IoT (internet of things) pueden funcionar como punto de entrada a todo el tráfico de las redes a las que los usuarios están conectados y que parte de la seguridad de estos dispositivos depende de los fabricantes.

Realidad nacional

Según El Comercio (2017), entre los meses de enero y setiembre del actual año, fueron reportados 5.715 vehículos robados, de los cuales solo 3.315 fueron recuperados por la policía. Además, se reconoce que la modalidad más usada por los delincuentes para el robo de vehículos son los “estacionamientos”, lo cual por un 75%, a diferencia de los “asaltos y robo”, que solo ocupa un 25%. Así mismo, se resaltó a

la marca “Toyota” es la más preferida por los delincuentes, lo cual tiene un 31%; y la marca “Nissan” con un 28%, teniendo en cuenta que el tipo de vehículo más robado fue la clase “Auto” con un 46.2% de robos reportados. (Anexo 12).

Según otro reporte del diario El Comercio (2017) la policía nacional identifico los distritos donde tiene mayor riesgo de robo: San Juan de Lurigancho, Comas, Los Olivos, San Martín de Porres y Surco. Además, se confirman que los asaltos suelen ocurrir entre las 18:00 y las 22:00, justo cuando los vehículos se encuentran estacionados.

Por otro lado, según el diario Gestión (2018) indica que, según ESET, un 70% de usuarios no considera que estos dispositivos (IoT) no son seguros, fundamentalmente en términos de privacidad. Sin embargo, con respecto a la seguridad que representa el IoT, se afirmó que el gasto en la seguridad crecerá en un 300% entre 2018 y 2023.

Realidad distrital

Según El Comercio (2017), gracias a las estadísticas de la dirección de prevención e investigación de robo vehicular (DRIPROVE), en el año 2017, 881 vehículos han sido robados. Y que el 5.9% de este total, el distrito de Villa El Salvador lo tiene por medios de asaltos o mientras que el vehículo permanecía estacionado.

Además, según el programa ATV noticias (2019), 6 de cada 10 ciudadanos tienen la preocupación de sufrir un asalto en su vehículo o perderlo en los lugares donde lo estacionan, aunque la policía asegura que los hurtos bajo esta modalidad han disminuido en un 25%.

Por otro lado, según el diario Perú 21 (2015), informa que contratar un servicio de vigilancia (GPS) tiene un costo alrededor de los US\$250 o 1.500 soles al año, para brindar una mejor protección a su vehículo, cabe resaltar que en un inicio eran 26

empresas que ofrecían este tipo de servicio, pero en la actualidad solo siguen en operación 10 empresas.

Así mismo, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018) las denuncias por robo vehicular, según departamento, entre los años 2008-2016 han ido en aumento año tras año, teniendo a los años 2013 y 2014 con el mayor total de vehículos robados, y por departamentos los más resaltantes por el INEI son Lima y Loreto que tienen la mayor cantidad de denuncias de robo de vehículo. Véase en la siguiente tabla:

Tabla 1*Denuncias por robo de vehículos, según departamento*

Denuncias por robo de vehículos, según departamento, 2009 - 2018										
Departamento	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Total	13 787	15 179	15 881	16 357	18 927	17 988	16 501	17 544	18 106	19 084
Amazonas	6	26	28	84	63	36	44	47	58	153
Áncash	361	223	258	299	316	293	165	191	184	143
Apurímac	2	4	1	-	-	32	16	19	20	75
Arequipa	144	140	146	139	98	174	138	134	141	141
Ayacucho	123	147	195	173	30	276	308	260	309	100
Cajamarca	1	5	61	84	490	465	395	609	509	520
Prov. Const. del Callao	161	160	210	263	271	227	313	283	270	1 084
Cusco	100	58	75	66	123	153	93	59	438	130
Huancavelica	5	1	5	5	2	-	5	8	5	20
Huánuco	434	507	826	1 096	903	1 104	799	462	642	597
Ica	144	125	288	434	499	234	746	1 466	937	671
Junín	72	111	327	424	516	762	761	780	755	561
La Libertad	462	1 017	1 158	1 203	1 290	1 225	1 100	1 270	1 130	1 292
Lambayeque	558	1 366	1 713	807	1 682	519	662	287	225	1 205
Lima	8 627	6 988	6 460	6 912	6 408	5 975	6 211	5 649	5 833	6 982
Loreto	1 173	1 900	1 132	774	2 296	2 163	1 741	2 062	2 138	2 519
Madre de Dios	1	26	122	744	711	580	730	465	811	544
Moquegua	23	21	25	10	17	20	13	15	23	13
Pasco	41	-	-	-	1	-	4	6	30	39
Piura	576	755	477	301	297	143	350	602	581	785
Puno	50	40	63	303	408	462	446	599	539	42
San Martín	128	415	607	337	430	513	194	338	737	1 048
Tacna	62	53	85	104	99	106	76	62	52	20
Tumbes	214	247	382	428	547	405	448	412	343	350
Ucayali	319	844	1 237	1 367	1 430	2 121	743	1 459	1 396	50

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018

1.1.2 Definición del problema

Para definir debidamente la problemática que pertenece a esta situación se ha dividido en tres sub-problemas:

- **Primer sub-problema**

La primera dificultad que enfrentan los propietarios es la necesidad de saber la ubicación de su vehículo durante un posible evento fortuito. Esto se debe posiblemente a la falta de seguridad de la zona, que sea realizado por personas que no inspiren confianza o que el vehículo no cuente con dispositivos que aseguren su integridad.

- **Segundo sub-problema**

La segunda dificultad que se encuentra está en los vehículos y el personal (presente o no) que realiza el proceso de monitoreo. Esto se debe a que los vehículos en gran mayoría solo cuentan con una alarma y un bloqueo de puertas, los cuales al presentarse un evento alertara al personal más cercano y por lo tanto le tomara un cierto tiempo en avisarle al propietario.

- **Tercer sub-problema**

La tercera dificultad corresponde a la inseguridad de los vehículos y el personal (presente o no) que realiza el proceso de monitoreo. Esto conlleva a que la alarma y el bloqueo de puertas son superados por los delincuentes, como consecuencia se da la pérdida de equipos electrónicos o en el peor de los casos del mismo vehículo. Dando como resultado que el personal alerte a las autoridades y al propietario del vehículo sobre el incidente ocurrido.

1.1.3 Enunciado del problema

A partir de la situación problemática descrita, se presentan las siguientes preguntas de investigación:

Problema general

¿En qué medida un sistema inteligente utilizando sigfox mejorará el monitoreo de vehículos en Lima Metropolitana?

Problemas específicos

¿En qué medida un sistema inteligente utilizando sigfox reducirá el tiempo para reportar la ubicación del vehículo al propietario?

¿En qué medida un sistema inteligente utilizando sigfox reducirá el tiempo para reportar una colisión del vehículo al propietario?

¿En qué medida un sistema inteligente utilizando sigfox reducirá el tiempo para reportar un intento de robo del vehículo al propietario?

1.2 Justificación e importancia de la investigación

La realización del presente estudio en la Universidad Autónoma del Perú, nos permite plantear la solución a las necesidades sobre el monitoreo de vehículos, aportando mejoras en los aspectos:

- **Teórica**

Con este trabajo de tesis se tiene como propósito el aportar al conocimiento existente sobre el uso de tecnologías sigfox y las extensiones que tiene para lograr las mejores competencias en el tema del monitoreo vehicular, cuyos resultados podrán justificar la propuesta para la incorporación como sistema de seguridad, ya que se estaría demostrando que su uso mejoraría el nivel y sería más provechoso.

- **Práctica**

Este trabajo de tesis se realiza por que existe la necesidad de mejorar el nivel de seguridad en Lima Metropolitana, con el uso de este sistema se lograría tener un recurso controlado y seguro ante cualquier situación, además de aumentar el nivel de satisfacción de los propietarios.

- **Metodológica**

La elaboración y aplicación del sistema inteligente sobre cada una de las capacidades que se establecieron como competencia, las situaciones que pueden ser investigadas, una vez que todo sea demostrado como verdadero y de confiabilidad podrá ser estos resultados utilizados en otros trabajos de investigación y aplicados en alguna otra institución.

Franco (2015) sostiene: “Este modelo plantea la oportunidad de ampliarse de diferentes entidades públicas que tienen o requieren un manejo de rastreo satelital para un control absoluto” (p. 3).

- **Social**

Este trabajo de tesis se realiza por que existe una gran necesidad en la actualidad de proteger tus propiedades contra actos delictivos, que podrían afectarlas o llevarte a perderlas. Se proponer el tener un mayor control sobre tus propiedades y la seguridad al saber del estado en las que se encuentran, para poder tomar una decisión en el momento en que se está realizando un acto indebido.

Matta (2018) sostiene: “Esto aumentaría la eficacia en la ubicación de vehículos y sería una herramienta más para la seguridad ciudadana aparte de los que ya están funcionando como las cámaras, GPS de vehículos, serenasgo y policía” (p. 5).

1.3 Objetivos de la investigación: general y específicos

1.3.1 Objetivo general

Determinar en qué medida un sistema inteligente utilizando sigfox mejora el monitoreo de vehículos en Lima Metropolitana.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar en qué medida el uso de un sistema inteligente utilizando sigfox reduce el tiempo para reportar la ubicación del vehículo al propietario.

Determinar en qué medida el uso de un sistema inteligente utilizando sigfox reduce el tiempo para reportar una colisión del vehículo al propietario.

Determinar en qué medida el uso de un sistema inteligente utilizando sigfox reduce el tiempo para reportar un intento de robo del vehículo al propietario.

1.4 Limitaciones de la investigación

Temporal: El presente trabajo de tesis se realiza durante el periodo comprendido entre enero de 2019 hasta marzo del 2020.

Espacial: El presente trabajo de tesis se lleva a cabo en la Universidad Autónoma del Perú.

Conceptual: El presente trabajo de tesis tiene como delimitación conceptual la metodología V.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudios

Autor: Jiu-Ting Weng

Título: On demand surveillance service in vehicular cloud

Año: 2013

Tipo de investigación: Tesis de doctorado

País: Estados Unidos

El autor Weng (2013) tuvo como objetivo de esta tesis es demostrar como diseñar e implementar una red denominada nube vehicular, usando experimentos paralelos y servicios de vigilancia en exteriores del edificio UCLA Engineering IV, usando ocho configuraciones de red diferentes.

Luego de una investigación aplicada-cuasiexperimental, se obtuvieron resultados de ambos métodos, usándose una muestra de 500 vehículos.

En servicios de vigilancia, la comunicación con la nube se tardaba hasta 5 minutos en proporcionar su ubicación estando en un área concurrida, sin embargo, se planteó usar un incentivo para que los usuarios usen una vía no concurrida en la cual se obtendrían mejores resultados.

Finalmente, se demuestra que el intercambio de recursos móviles para el monitoreo, no solo del vehículo sino de toda la red, es beneficioso ya que se encuentra en una red interna en donde disminuye tiempo y consumo de datos.

En esta investigación el aporte fue, permitir seleccionar un grupo de vehículos para tomar fotografías de un paisaje urbano determinado dentro de un tiempo determinado, según lo solicite un cliente. Los vehículos registrados cargan su ubicación GPS periódicamente y el sistema de navegación a bordo mantiene el rastro del vehículo durante un período de tiempo predefinido.

Autor(es): Hongjian Wang, Yanmin Zhu & Qian Zhang

Título: Compressive sensing based monitoring with vehicular networks

Año: 2013

Tipo de investigación: Artículo

País: China

Los autores Wang, Zhu & Zang (2013) para el desarrollo de la tesis se propuso un enfoque basado en la detección compresiva llamado CSM (monitorización basada en sensores de comprensión) para monitorear con redes vehiculares, buscando una disminución de costos en la comunicación.

Se utilizó un método comparativo analizando diferentes simulaciones con los datos obtenidos de 2 600 vehículos en Shanghai, China.

Como resultado obtuvo que el enfoque propuesto estima un error mínimo en comparación a los otros, de 600 vehículos obtuvimos una estimación de 87.5%, a su vez la velocidad de comunicación no demoraba más de 3 segundos.

Por tanto, se concluye que las simulaciones basadas en trazas de GPS utilizando el enfoque CSM logra con éxito la precisión de la estimación requerida con un bajo costo de comunicación.

A partir de esta investigación, observamos que el aporte fue comunicar a vehículos determinados, sin dejar de lado a los que no se encuentran dentro de la red. Se trazó la distancia entre 2 vehículos, proporcionando la información de cada uno y a su vez la de los autos que se encontraban en el mismo camino, los sensores de comprensión permitieron diferenciar la información de todos ellos.

Autor: Ing. Xóchitl Olvera Bernardino

Título: Sistema colaborativo para el monitoreo de tráfico vehicular

Año: 2014

Tipo de investigación: Tesis de maestría

País: México

Para el autor Olvera (2014) implementar un sistema colaborativo móvil para la detección del tránsito vehicular, que ayude a tomar una decisión evitando congestionamientos mediante un análisis histórico de un conjunto de datos proporcionados por los mismos usuarios.

El seguimiento del desarrollo del aplicativo móvil se base en el manejo de los diagramas en UML (Unified Modeling Language) y los requisitos que se necesita es el sistema operativo Android, es importante mencionar para que la aplicación funcione es necesario contar con una versión mayor a 4.0, ya que para su programación se utilizó un menú llamado navigation drawer junto con un componente conocido como fragments que se visualizan después de esa versión.

Luego de una investigación aplicada-cuasiexperimental, se obtuvieron resultados comparando diferentes aplicativos con la propuesta, usándose una muestra de 100 vehículos.

Como conclusión se muestra que cada ciudad tiene sus diferentes comportamientos viales, la app que se utiliza para monitorear el tráfico vehicular.

La presente investigación tuvo como aporte una mejora en cuanto a los sistemas móviles Waze y Google Maps, que se usaron para comparar el tráfico vehicular en tiempo real, el sistema logró disminuir en gran medida tanto el consumo de datos como la situación real dentro de los caminos en donde se hicieron las comparaciones.

Autor: Jorge Antonio Matta Hernández

Título: Sistemas de monitoreo vehicular como herramienta para el sistema de seguridad ciudadana utilizando tecnología zigbee

Año: 2018

Tipo de investigación: Tesis de pregrado

País: Perú

El autor Matta (2018) propuso la implementación un prototipo de monitoreo vehicular en la ciudad de Arequipa Metropolitana usando tecnología inalámbrica zigbee, con el fin de proponer una herramienta que mejore la seguridad ciudadana.

Utilizando la metodología del diseño, se empezó con un análisis de la información recaudada, utilizando una muestra de 7 autos, alrededor de la av. Independencia con Paucarpata (Arequipa).

Realizándose prueba denominadas modelos log-normal y log-distance, y como resultado, se sugiere que la distancia máxima para una comunicación efectiva entre un nodo fijo-nodo no debe exceder de 400 metros y entre un nodo móvil-nodo fijo no debe exceder los 30 metros.

Como conclusión, el prototipo de monitoreo vehicular, contribuye a la seguridad ciudadana, a su vez, se utilizó tecnología zigbee por el bajo consumo de energía, bajo costo de dispositivos, alcance corto y una velocidad de transmisión menor a 250 kbps y la velocidad en la transmisión de datos no demora más de 1 segundo.

En la presente investigación se obtuvo como aporte que hace un seguimiento de vehículos en un camino determinado, en el cual se colocaron semáforos que tenían un dispositivo que registraba la ubicación en tiempo real de los vehículos registrados.

Autor: Br. César Alejandro Gohin Tay y Br. Károl Edir Vera Bernuí

Título: Mejora del sistema de monitoreo y rastreo vehicular position logic-

Fermon Perú S.A.C

Año: 2015

Tipo de investigación: Tesis de pregrado

País: Perú

Para los autores Gohin y Vera (2015) la presente tesis propone un sistema de monitoreo de combustible y bloqueo remoto vehicular, para la complementación del sistema de monitoreo y rastreo de la empresa "Fermon Perú S.A.C".

Este sistema no tiene una metodología, pero se trabajará con el sistema actual, con la diferencia de nuevas características, las cuales ayudaran a solucionar las necesidades de los usuarios, tales como un método rápido y efectivo ante el robo de un vehículo.

Utilizaron una muestra de 8 vehículos, previo a esto se realizaron fórmulas para poder saber la cantidad de combustible de cada vehículo para poder utilizarlas, realizándose pruebas y obteniendo valores muy cercanos, en cuanto al control remoto del motor, se obtuvo un tiempo de respuesta más rápido sobre el equipo GPS, si el comando se envía mediante de un mensaje de texto (SMS).

El sistema de monitoreo de combustible y el bloqueo remoto del vehículo se pueden lograr instalando el sensor de combustible y el relay automotriz, programando al equipo AVL y configurando la plataforma position logic empleada por la empresa "Fermon Perú S.A.C".

Esta investigación tuvo como aporte el control del combustible de los vehículos, así como el corte remoto del motor a través de un mensaje SMS (mensaje de texto), ya que esta fue más rápida que cuando se utilizaba el GPS.

Autor: Fei Ni, Jianxiang Wei & Jianhua Shen

Título: An internet of things (IoT) based intelligent life monitoring system for vehicles

Año: 2018

Tipo de investigación: Artículo

País: China

Los autores Ni, Wei & Shen (2018) tuvieron como objetivo de esta investigación, proponer un sistema de monitoreo utilizando IoT, que permita detectar los movimientos de las personas al interior del vehículo que permita juzgar los parámetros de vida dentro del vehículo y realizar las actividades.

Se utilizó una arquitectura que consta de un subsistema de reconocimiento de vida, subsistema de monitoreo ambiental y subsistema de procesamiento de alarmas.

Cuando el sensor infrarrojo piro eléctrico detecta la presencia del cuerpo humano, monitorea la temperatura y el contenido de dióxido de carbono, devuelve los datos al microcontrolador en tiempo real. Cuando los datos devueltos alcanzan el umbral de advertencia, el sistema envía un mensaje de ayuda al teléfono móvil.

Como resultado se obtuvo el correcto funcionamiento de cada subsistema al cumplir sus funciones.

Por tanto, se concluye que, mediante el uso de este sistema de podría disminuir el elevado número de incidencias producidas al interior del vehículo cuando el conductor no está presente.

A partir de esta investigación, se observa que el aporte fue el análisis de distintos factores, proceso de información y notificar a la persona de que algo ocurre.

Autor: Fernando Gabriel Siancas Fernández

Título: Implementación de un centro de control y monitoreo de flota en la empresa Seratra SRL

Año: 2019

Tipo de investigación: Tesis de pregrado

País: Perú

El autor Siancas (2019) en la presente tesis propone un sistema de control y monitoreo de un grupo de vehículos en la empresa “Seratra SRL” (Perú).

El sistema se desarrolló siguiendo una metodología planteada por el equipo de trabajo (planificación, diseño, ejecución e implementación, pruebas y capacitación, funcionamiento), la cual busca resolver los diferentes problemas que ocurren, tales como la falta de control en ruta de vehículos (choques, desvíos, daños), excesivo tiempo para ubicar en tiempo real los vehículos en casos de robo.

Utilizaron una muestra de 90 vehículos, fue requerido contar con los accesos al sistema de monitoreo antes de iniciar la instalación de los dispositivos, ya que debe haber una verificación del correcto funcionamiento de cada dispositivo. Al realizarse las pruebas, se obtuvo un incremento en los viajes de cada vehículo sin presentar problemas, reduciéndose paradas innecesarias, en cuanto a la ubicación en tiempo real, con el tiempo fue cubierta con las diferentes redes de telefonía.

Se logró cumplir con los objetivos en esta implementación, además que la empresa sea más competitiva en el mercado y sobre el servicio a sus clientes, ya que se les proporciono una herramienta de control y seguimiento a su mercadería.

Esta investigación tuvo como aporte el control y monitoreo de vehículos, haciéndose un seguimiento de las rutas hechas por los vehículos y la ubicación en tiempo real ante una emergencia que se presente.

Autor: Cristian Díaz y Rosell Matthew

Título: Prototipo de alarma inteligente usando GSM/GPS para el monitoreo de incidencias vehiculares

Año: 2018

Tipo de investigación: Tesis de pregrado

País: Perú

Los autores Diaz y Matthew (2018) en la presente tesis proponen un prototipo de alarma inteligente para el monitoreo vehicular usando tecnología GPS/GSM en el estacionamiento externo de la Universidad Autónoma del Perú.

Utilizando la metodología V, un método similar a la metodología en cascada haciendo este una representación gráfica del ciclo de vida del desarrollo de sistemas. Planteándose resolver los distintos problemas, como son el tiempo para reportar un accidente vehicular, el tiempo para reportar una colisión y el tiempo para reportar un intento de robo.

Utilizaron una muestra de 30 vehículos, siguiendo el diseño de investigación pre – experimental, se realizó la medición de tiempos del grupo pre – prueba (alarma común) y el grupo post – prueba (con la alarma inteligente), cómo resultado se obtuvo una gran disminución en los tiempos medidos.

Como conclusión tenemos que el prototipo de alarma inteligente mejora el tiempo en el que los propietarios reciben una advertencia sobre lo que ocurre con sus vehículos.

En la presente investigación se obtuvo como aporte un dispositivo capaz de detectar lo que ocurre con el vehículo y avisar al propietario sobre la situación, haciendo uso de la tecnología GPS/GSM.

Autor: Woramate Pattanusorn & Itthisek Nilkhamhang

Título: Real-time monitoring system for university buses using available Wi-Fi networks and travel time prediction

Año: 2018

Tipo de investigación: Artículo

País: Tailandia

Los autores Pattanusorn & Nilkhamhang (2018) en la presente investigación proponen un sistema de monitoreo en tiempo real para autobuses universitarios utilizando redes Wi-Fi.

Se utilizó un método comparativo analizando los diferentes resultados con los datos obtenidos de 871 vehículos, divididos en tres rutas diferentes de la Universidad de Thammasat Pathumthani (Tailandia).

Como resultado se obtuvo un algoritmo que procesa inicialmente la ubicación del vehículo cuando ingresa al centro de información, y se compara a su historial anterior para predecir su ubicación futura y tiempo que tardará en cumplir su ruta.

Por tanto, se concluye que el algoritmo funciona adecuadamente siempre y cuando la red Wi-Fi está disponible.

A partir de esta investigación, se observa que el aporte fue ubicar un autobús en tiempo real, y comparar su historial anterior para mitigar errores.

Autor: Xianlian Zhang & Minhui Wang

Título: Real-time vehicle wireless remote positioning and monitoring system
based on GPRS network and BeiDou

Año: 2016

Tipo de investigación: Artículo

País: China

Los autores Zhang & Wang (2016) en la presente investigación proponen un sistema de monitoreo y posicionamiento remoto inalámbrico en tiempo real para vehículos basado en la red GPRS y BeiDou.

Se utilizó una arquitectura que consta de un terminal interno en el vehículo, GPRS e internet y un centro de control.

Como resultado se obtuvieron las ubicaciones realizadas por el terminal del vehículo y la información enviada se muestra a través de una interfaz de escritorio.

Por tanto, se concluye que, mediante la conexión inalámbrica de comunicación, satélite tecnologías de navegación, bases de datos y embebidos, el sistema se da cuenta de posición del vehículo a distancia inalámbrico y monitoreo, es estable y fiable, puede resolver muchos trabajos relacionados con monitoreo remoto.

A partir de esta investigación, se observa que el aporte fue la transmisión de la ubicación de vehículos en tiempo real y procesar esto para mostrarla al usuario.

Autor: Yeonjoon Chung, Jae Young Ahn & Jae Du Huh

Título: Experiments of a LPWAN tracking(tr) platform based on sigfox test
network

Año: 2018

Tipo de investigación: Artículo

País: Corea

Los autores Chung, Ahn & Huh (2018) en la presente investigación proponen un LPWAN eficiente el seguimiento de plataforma basado en la red sigfox, que se puede aplicar al sistema de seguimiento de objetos, China.

Se utilizó la plataforma web de sigfox y su arquitectura al transmitir los datos obtenidos de los sensores, hacia el servidor sigfox y posteriormente al servidor local.

Como resultados se obtuvo la transmisión exitosa de la información enviada a través de los sensores, subidas al servidor sigfox y procesadas hasta el servidor local donde se almacenaron dentro de una base de datos MySQL.

Por tanto, se concluye que la plataforma de seguimiento propuesta puede ser aplicado al sistema de seguimiento de sensores de corto alcance.

A partir de esta investigación, se observa que el aporte fue una plataforma eficiente de seguimiento de objetos mediante sensores.

Autor: Jose Santa, Ramon Sanchez, Pablo Rodriguez, Luis Bernal & Antonio Skarmeta

Título: LPWAN-based vehicular monitoring platform with a generic ip network interface

Año: 2019

Tipo de investigación: Artículo

País: España

Los autores Santa, Sanchez, Rodriguez, Bernal & Skarmeta (2019) en la presente investigación proponen una plataforma de monitoreo de vehículos gracias a la tecnología basada en LPWAN, España.

Se utilizó la red LoRAWAN, y su arquitectura al transmitir los datos obtenidos de los sensores, hacia el servidor LoRAWAN y posteriormente al servidor local para ser mostradas a través de una interfaz.

Los resultados obtenidos confirman la validez de la propuesta, que permite la monitorización remota correcta, casi en tiempo real, de la posición del vehículo.

Por tanto, se concluye que la plataforma de monitoreo de vehículos propuesta es eficiente y se puede plantear mejoras futuras.

A partir de esta investigación, se observa que el aporte fue una plataforma de monitoreo de vehículos usando una red de área amplia de baja potencia.

Autor: Jetendra Joshi, Kritika Jain & Yash Agarwal

Título: CVMS: cloud based vehicle monitoring system in VANETs

Año: 2015

Tipo de investigación: Artículo

País: India

Los autores Joshi, Jain & Agarwal (2015) en la presente investigación proponen un sistema de monitoreo de vehículos basado en la nube en VANET (redes vehiculares ad hoc), India.

Se utilizó La arquitectura integrada de VANET y Cloud tiene tres componentes básicos: nube vehicular (VC), en carretera cloud (RSC) y el servidor de la nube central (CCS).

Se realizaron pruebas mediante un algoritmo para demostrar la efectividad de la investigación, la cual busca monitorear mediante una aplicación móvil los vehículos tanto en movimiento como en un estado de emergencia, en un rango de 10 km, en este caso siendo un oficial de policía los que harán uso de esta, con la disponibilidad de ver cómo se encuentra el vehículo ya que cuentan con una cámara, y así mismo alertar al hospital más cercano la ayuda necesaria.

Los resultados obtenidos confirman la validez de la propuesta, que permite la monitorización de vehículos eficiente con una técnica para datos fiables.

A partir de esta investigación, se observa que el aporte fue una aplicación móvil capaz de monitorear los vehículos en un rango de 10 km, saber la ubicación exacta de cada uno, además de poder acceder a la cámara interna de este para verificar su estado y cuenta con la opción de alertar al hospital más cercano ante una emergencia.

Autor: Yadira Quiñonez, Carmen Lizárraga, Juan Peraza y Oscar Zatarain

Título: Sistema inteligente para el monitoreo automatizado del transporte público
en tiempo real

Año: 2019

Tipo de investigación: Artículo

País: México

Los autores Quiñonez, Lizárraga, Peraza y Zatarain (2019) en la presente investigación proponen un prototipo automatizado para el monitoreo del transporte público, de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Se utilizó la red GSM/GPRS, la cual mediante el dispositivo Raspberry pi tiene como tarea interpretar los datos obtenidos por un GPS y enviarlos a la base de datos, para luego ser procesados en la plataforma web, la cual tiene como funcionalidad trazar la ruta y realizar un monitoreo en tiempo real, a su vez se realizó una plataforma móvil la cual alertará al usuario cuando el vehículo este cerca.

Las pruebas dentro del campus universitario fueron con vehículo personal, posteriormente se hicieron en la ciudad para medir el rendimiento del algoritmo.

Los resultados obtenidos confirman la validez de la propuesta, ya que se pudo confirmar que las coordenadas proporcionadas, coincidían a la ubicación real comparándolo con Google Maps, y en caso de los datos móviles usados en la aplicación móvil, dependía totalmente del uso del usuario.

Por tanto, se concluye que el prototipo de monitoreo automatizado es de utilidad, se tendrá acceso a la red de autobuses en trayectos, horarios y retrasos.

La investigación aportó, el uso eficiente del dispositivo GPS, además de las 2 plataformas, en el caso de la web monitorear en tiempo real un vehículo y en el caso de la aplicación móvil que alerte al usuario cuando su transporte este cerca.

2.2 Bases teórico-científicas

Para el desarrollo de este proyecto es necesario tener como base ciertos conceptos en relación al tema de estudio.

2.2.1 Monitoreo vehicular

Li et al. (2016a) define al monitoreo vehicular como:

Un sistema puede implementar funciones como registro y administración de vehículos, monitoreo de posición, comando y despacho, etc. Un sistema de monitoreo de vehículos altamente eficiente y en tiempo real juega un papel vital en la reducción de costos y la mejora de la eficiencia de las empresas de logística. (p. 714).

Li et al. (2016b) afirman:

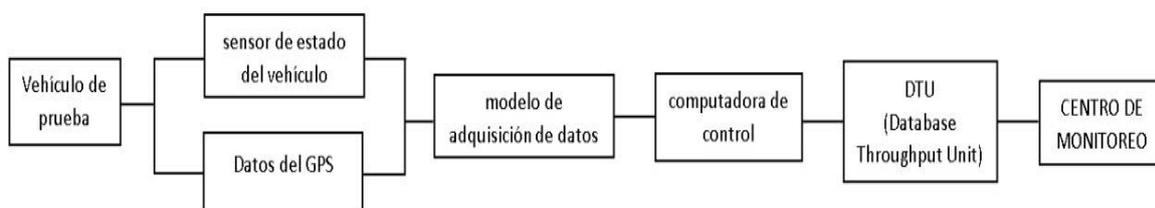
El sistema de monitoreo de vehículos está centrado en microcomputadoras e involucra muchas tecnologías clave como GPS, GPRS, redes de comunicación por computadora y procesamiento de datos. Puede mejorar la seguridad del vehículo y la capacidad de responder a emergencias. Y cuenta con importantes beneficios económicos y sociales. (p. 722).

- **Modelo de monitoreo vehicular**

Para esta investigación nos basamos en el modelo de la investigación “Diseño e implementación del sistema de monitoreo y alerta temprana de vehículos basado en wince” de la universidad de Jilin, China.

Figura 1

Modelo de monitoreo vehicular



Fuente: Li et al. 2011.

Este modelo consistió en sensores de estado de vehículo, GPS, terminal del vehículo, red de comunicaciones GPRS, internet y centro de monitoreo. El cual tuvo como método la recopilación de datos comúnmente utilizados. Los cuales incluían la medición distribuida, medición centralizada y medición de red de sensores inalámbricos.

2.2.2 Sistemas inteligentes

Díaz y Matthew (2018) afirman:

Son un conjunto de dispositivos interconectados que permiten ordenar, administrar y dirigir el comportamiento de otros sistemas con el fin de mejorar y/o reducir fallos. Estos sistemas permiten controlar equipos y maquinarias tecnológicas, por lo general estos sistemas trabajan con sensores o también llamado actuadores los cuales les permiten realizar los cambios de funcionamiento en los equipos. (p. 20).

En este sentido, el proyecto busca automatizar el control vehicular, de manera que el servicio no dependa del factor humano; sino que el sistema sea capaz de rápidamente dar una alerta ante un posible robo al vehículo generando un trabajo más preciso.

- **Capacidades requeridas**

Para la consideración de un sistema inteligente pueda ser considerado completo, deberá incluir una diversidad de funciones que incluyan:

- Inteligencia: es el nivel del sistema en lograr sus objetivos configurados.
- Sistematización: las partes del sistema tienen más, o más fuertes, correlaciones con otras partes del mismo sistema.
- Objetivo: es la situación programada o esperada del sistema inteligente que se considerará que pueda lograr.

- Capacidad sensorial: tener un sentido es parte del sistema que puede recibir comunicación del entorno.
- Conceptualización: el concepto es el elemento básico del pensamiento, para el almacenamiento de información e interpretación de la misma.
- Aprendizaje: es esencialmente la capacidad más importante de un sistema inteligente, el cual aprende según los conceptos recibidos.

2.2.3 Sistema de posicionamiento global

Ramos (2008) afirma:

Es el sistema más conocido y usado sistema de navegación por satélite, que consiste en por lo menos una red de 24 satélites orbitando a 20200 km de la superficie terrestre y que continuamente transmiten señales de frecuencias duales que son procesadas por los receptores GPS. (p. 120).

Quiñonez et al. (2019) define a el sistema de posicionamiento global como:

Es una de las herramientas indispensables para distintos usos como encontrar un automóvil extraviado, rastrear las unidades de paquetería e inclusive los dispositivos móviles cuentan con la opción de rastreo con el fin de saber tu ubicación o encontrar el dispositivo en caso de extravío. (p. 98).

Flores y Sanchez (2017) enfatizan: “El GPS o sistema de posicionamiento global, es un sofisticado sistema de orientación y navegación cuyo funcionamiento está basado en la recepción y procesamiento de las informaciones emitidas por los 24 satélites” (p. 7).

2.2.4 Seguridad vehicular

Se remite a la protección del vehículo, persuadiendo al ladrón a realizar el acto de hurto de autopartes o del vehículo completo.

Para tener una visión más clara mencionaremos las partes que lo conforman para que este tipo de seguridad pueda funcionar:

- Cerebro de sistema

Se enfoca en una alarma de coche de su forma más sencilla, realizándola al unir una serie de sensores conectados a una algún tipo de sirena. Este debe tener un interruptor en la puerta del conductor, y cableada de tal manera que, si alguien la abriera, la alarma comenzaría a sonar.

- Sensores de puertas

El elemento más básico en un sistema de alarma de automóvil es la alarma de puertas. Si al abrirse el capó, el maletero o alguna de las puertas el vehículo este protegido.

- Sensores de choque

Actualmente, solo las alarmas más baratas dependen solo de los sensores de puertas, pero la mayoría de sistemas avanzados confían en sensores de choque para detectar ladrones.

- Sensores de movimiento o inclinación

Muchos ladrones de coches no buscan hacerse con el coche entero, sino con las piezas que este posee.

2.2.5 Arduino

Javed (2016) sostiene: “Arduino es una plataforma de código abierto que se compone de hardware y software muy simple y fácil de usar. Se ha desarrollado principalmente para fines de creación de prototipos” (p. 31).

2.2.6 Arduino devkit sigfox v2.0

El devkit 2.0 es una tarjeta de desarrollo multifuncional que permite conectar más de 8 sensores. Está diseñado para cualquiera que quiera introducirse en el mundo del internet de las cosas (IoT) y que quiera desarrollar cualquier tipo de proyecto.

El IoT se trata de la conexión de los dispositivos de uso cotidiano en la red, lo que se crea la posibilidad de monitorear o controlar máquinas de forma remota.

Figura 2

Devkit sigfox v2.0



Fuente: agelectronica.com. 2017.

A continuación, se mencionará las especificaciones del devkit 2.0:

Tabla 2*Especificaciones del devkit 2.0*

Microcontrolador	ATmega 328
Pines de entrada analógicos	6
Pines digitales (E/S)	6
Interfaces	SPI, UART, 12C
Memoria flash	32KB
Memoria SRAM	2KB
Memoria eeprom	1KB
Velocidad del reloj	16 MHz
Voltaje de entrada	7 – 12V
Potencia de salida	Con 3.3V:500Ma / con 5V: 400Ma
Dimensiones	70.15 x 70.21 mm
Peso	125 gr
Corriente para E/S	200Ma
Modem	Módulo sigfox RCZ2

Nota: Conectividad Sigfox durante un año con 140 mensajes(Uplink) y 4 mensajes(Downlink) al día.

2.2.7 Sensor de vibración SW-420

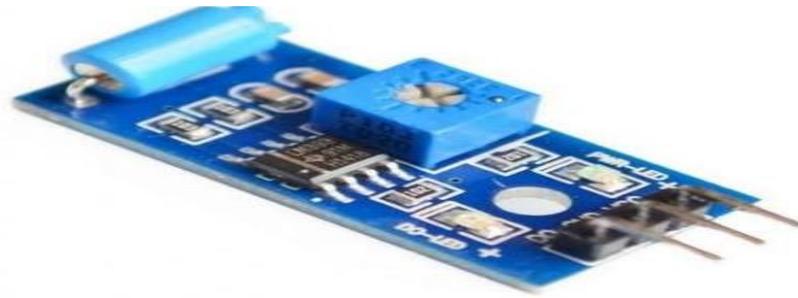
Es una placa de circuito consistente de un dispositivo sensor de vibración, el cual funciona básicamente por medio de un elemento flexible metido en el interior de un cilindro, cuando se produce vibración el elemento interior chocara contra las paredes del cilindro conduciendo así una pequeña corriente la cual es referenciada por el nivel del potenciómetro por medio del amplificador operacional.

El sistema consta de 3 pines los cuales son:

- VCC = referencia positiva
- GND = referencia negativa
- D0 = salida digital (en alto cuando exista vibración)

Figura 3

Sensor de vibración SW-420



Fuente: arcaelectronica.blogspot.com. 2016.

2.2.8 Sensor módulo PIR HC-SR501

Tiene como función la detección de movimiento, el cual contiene un sensor piro eléctrico el cual puede detectar cambios de radiación infrarroja. Todo objeto (o cuerpo humano) emite cierto nivel de radiación y entre mayor temperatura tenga, mayor radiación emitirá. Permite regular la sensibilidad y el tiempo de duración del pulso.

Figura 4

Sensor módulo PIR HC-SR501



Fuente: naylampmechatronics.com. 2021.

2.2.9 Sensor GPS NEO-6M

Tiene como función la de brindar la posición exacta del dispositivo, con lo cual tiene una velocidad de 0.1m/s y en orientación 0.5°, que son valores más aceptables para un sistema de posicionamiento GPS. Además de contar con una alimentación muy pequeña de 37mA en modo de medición continua.

Figura 5*Sensor GPS NEO-6M*Fuente: electronilab.co. 2018.**2.2.10 Software libre**

Se brinda la opción de ser modificado por los usuarios, los mismos que tiene la libertad de ejecutar, copiar, estudiar y mejorar el software. Las libertades más resaltantes en los usuarios son:

- Libertad de uso del software para cualquier propósito.
- Libertad de estudio de funcionamiento del programa y poder adaptarlo.
- Libertad de distribución de contenido para el apoyo de la comunidad.
- Libertad de mejoramiento del software y hacerlas públicas.

2.2.11 Plataformas de desarrollo arduino IDE

El entorno Arduino simplifica la escritura del código como también los procesos de subida a la placa electrónica de entrada y salida. El software puede ser utilizado en las distintas plataformas (Windows, Mac, Linux, Android).

Sandoval (2013) afirma:

El entorno de Arduino está compuesto por un editor de texto para escribir el código a realizar, un área para mensajes, una consola de texto, una barra de herramientas con botones visibles para las funciones comunes

y una barra de menús donde se puede configurar la conexión del hardware. Los programas son realizados en el editor de texto, en el área de mensajes se muestra información mientras se cargan los programas a la placa electrónica y también muestra los errores que se producen en el transcurso de la compilación del programa. (p. 17).

2.2.12 Plataforma de desarrollo Ionic

Ionic framework es el kit de herramientas de interfaz de usuario móvil gratuito y de código abierto para desarrollar aplicaciones multiplataforma de alta calidad para iOS, Android y la web nativa, todo esto se logra gracias a una sola base de código.

Figura 6

Logo de Ionic



Fuente: en.wikipedia.org. 2018.

2.2.13 Dispositivo móvil

Se puede definir como un pequeño aparato con algunas capacidades de procesamiento, cuenta con conexión permanente o intermitente a una red, cuenta con una memoria limitada, además de contar con un diseño de funciones limitadas.

En este trabajo nos enfocaremos principalmente en los teléfonos móviles o teléfonos inteligente por ser uno de los dispositivos más utilizados en la actualidad y nos ofrecen mayor variedad de aplicaciones multimedia.

2.2.14 Sistemas operativos

Es un programa que se inicia al encender el ordenador o el teléfono móvil, el cual se encargara de gestionar todos los recursos del sistema informático tanto del hardware como el software, permitiendo así la comunicación entre el usuario y el ordenador. Los dos principales sistemas operativos móviles que abarcan el mercado son:

- Android: es de código abierto, además de ser gratis y está basado en Linux. Con una gran adaptabilidad a diferentes resoluciones.

Figura 7

Logo de android



Fuente: redeszone.net. 2013.

- iOS: sistema de código cerrado, contiene un sistema de monitoreo del consumo de batería que podría ayudar a gestionarla de forma mucho más eficiente las aplicaciones.

Figura 8

Logo de ios



Fuente: pngwing.com. 2021.

2.2.15 Tecnología sigfox

Es una red global con el objetivo de escuchar miles de millones de objetos que transmiten datos, sin la necesidad de establecer y mantener conexiones de red. Este enfoque único en el mundo de la conectividad inalámbrica, donde no hay sobrecarga de señalización ofreciendo así soluciones de comunicación basada en software, donde toda la complejidad de la red y la información se gestiona en la nube, en lugar de los dispositivos.

Este tipo de tecnología de comunicación se caracteriza por estar compuesta los siguientes beneficios:

- **Baja potencia:** resalta una solución de conectividad única que proporciona el dispositivo a la nube con poco consumo de energía.
- **Bajo costo:** con su enfoque simple de conectividad, sigfox ofrece conectividad ultra competitiva en precio y módulos extremadamente simples y rentables.
- **Tecnología complementaria:** sigfox es compatible con Bluetooth, GPS 2G/3G/4G y Wi-Fi.
- **Cobertura:** la red sigfox tiene una cobertura actual de 65 países y tiene una visión de los próximos años el cubrir todo mundo.

Figura 9

Logo de sigfox



Fuente: twitter.com/sigfox. 2012.

2.2.16 Selección de la metodología de desarrollo

Para la elaboración de este trabajo se planifico utilizar una metodología ágil por mayor conocimiento de este tipo de metodologías, pero en el transcurso del trabajo se reconsidero la evaluación de la metodología y la comparación de estas para un mejor desarrollo, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3

Ventajas y desventajas de las 3 metodologías más conocidas

Metodología	Ventajas	Desventajas
XP	Verifica cuidadosamente todos los aspectos del software generando un porcentaje mayor de calidad. El desarrollo es totalmente visualizado y medio ya que los casos del proceso son sencillos. Tiene métodos de corrección rápida de errores.	La documentación sobre el desarrollo es tediosa y profunda. Tiene su complicación de implementación ya que se requiere una gran cantidad de equipos y recursos para la culminación del proyecto. Las definiciones de los requerimientos deben ser bien definidos para una cotización exacta.
Scrum	Fácil implementación para los proyectos. Está preparada para el desarrollo de aplicaciones para entorno móvil. Método enfocado en el proceso de desarrollo de sistemas integrados.	No contar con un límite de tiempo le permite al usuario la continuidad de cambios en el proyecto. Es un modelo muy rígido, no es maleable con otras metodologías.
Metodología V	Representa el desarrollo del proyecto en un ciclo de vida, además de la descripción de sus actividades y los resultados.	No contempla caminos claros para problemas encontrados durante las fases de desarrollo y la fases de pruebas.

Tabla 4*Selección del método más apropiado para el desarrollo de la solución*

Criterios	XP	Scrum	Metodología V
Documentación	grande	pequeño	pequeño
Tamaño de equipo	grande	pequeño	pequeño
Alcance del proyecto	variable	variable	variable
Tipo de equipo	multifuncional	multifuncional	multifuncional
Precisión	alta	alta	alta
Posibilidad de éxito	alta	alta	alta
Consumo de recursos	alta	alta	alta
Aplicaciones futuras	alta	regular	alta
Pruebas	alta	alta	alta
Total	7	8	9

Tabla 5*Valor y peso de los criterios*

Valor	Peso
Variable	1
Fijo	0
Pequeño	1
Grande	0
Multifuncional	1
Específico	0
Alta	1
Regular	0

Luego de la comprensión y el análisis para seleccionar la metodología más apropiada, en base de la puntuación obtenida se seleccionó la metodología V, porque obtuvo mayor puntaje en base a los criterios de comparación por lo tanto esta metodología se adapta mejor a la necesidad para el desarrollo del proyecto.

2.2.17 Metodología V

Este tipo de modelo se enfoca al desarrollo de software en un componente embebido para el proceso de desarrollo de los sistemas integrados desde el punto de vista del software se presenta como la V – modelo clásico. (Díaz y Matthew, 2018).

Figura 10

Ciclo de vida en V



Fuente: ingsoftware.weebly.com. 2021.

- **Niveles del modelo V**

- Nivel 1: orientado al cliente, se compone del análisis de requisitos y especificaciones que se traducen en un documento.
- Nivel 2: orientado a las características funcionales del sistema propuesto, aquellas funciones que son directa o indirectamente visibles por el usuario final.
- Nivel 3: defines aquellos componentes de hardware y software del sistema final, lo cual se denominó en la arquitectura del sistema.

- Nivel 4: es la fase de implementación, la cual se desarrolla con la elementos unitarios o módulos del programa.
- **Fases del modelo V**
 - Fase 1 especificaciones: se deben definir y documentar todos los requisitos del sistema a desarrollar e identificar los valores numéricos.
 - Fase 2 diseño global: también mencionado como diseño de alto nivel, con el principal objetivo de obtener un diseño y visión general del sistema.
 - Fase 3 diseño en detalle: descripción detallada de la “fase 2”, dándole un sentido mejor para el equipo desarrollador.
 - Fase 4 implementación: en este punto se procederá a la materialización del diseño a detalle.
 - Fase 5 prueba de unidad: en esta fase se procederá a la verificación de cada módulo de hardware y software de forma unitaria, logrando la comprobación de su funcionamiento.
 - Fase 6 integración: en este punto se integran los distintos módulos que forman el sistema, generando así los documentos de pruebas.

Se deberá comprobar que todo el sistema funcione de manera correcta y en caso de tratarse de un sistema tolerante a fallos, se deberá comprobar que ante la presencia de un fallo persista el funcionamiento correcto.

2.3.18 Tecnologías de comunicación para IoT

El control y monitoreo a lo largo de los años y en la actualidad abarca una gran diversidad de campos, esto lo podemos afirmar gracias a nuestra investigación, sobresaliendo así temas como la agricultura, rastreo de animales, vehículos, tránsito, etc.

Pero esta tecnología tuvo presencia desde el año 1909 con la creación de “Jones Live Map” que se originó en Estados Unidos, por su inventor J.W. Jones, resaltando como su objetivo el de combinar la lectura de mapas para su orientación y la conducción al mismo tiempo.

Al paso de los años, esta tecnología ha ido evolucionando conforme a la problemática que presentan los usuarios y empresas que necesitan satisfacer sus necesidades ya sea por su tranquilidad o la optimización de procesos.

Tabla 6

Tecnologías sus características

Características	Tecnologías				
	VANET	GPRS(servicio de paquetes vía radio)	Rfid	Bluetooth	sigfox
Tiempo de respuesta	Alto	Alto	8s	Alto	2s
Alcance	Una ciudad o varias	Satelital	10 m a 100 m	10 m	5 km en el área urbana o 25km en campo
Tipo de red	LAN	WWAN	GSM	LAN	LPWAN
Ancho de banda	54 mbp/s	21,4 kbit/s	4 y 32 kb.	721 kbps por piconet (voz y datos)	12 bytes
Riesgo	Perdida de información	Tiempos largos	Herramientas	Ausencia	140 mensajes

En un estudio realizado en la India, por los autores Agarwal et al. (2018), se presentó la tecnología VANET, la cual utiliza una red LAN para el intercambio de sus datos, esta tecnología contaba con un gran ancho de banda y un gran alcance, pero en el avance del proyecto los autores identificaron ciertos riesgos como el tiempo de respuesta es muy alto y un gran índice de pérdida de información, ya que se trabajó con una red de nodos representados por un auto independiente de una central, lo que se observó es cuando el propietario pide información de la posición, esta deberá saltar entre cada nodo para llegar a su destino y en ese momento es donde la información sufre daños.

Por otro lado, en el país de Francia con los autores Mekki et al. (2017); también se recurrió a la tecnología VANET, pero a comparación de los anteriores autores, al percatarse de los riesgos tomaron otro enfoque para dar una solución más viable al uso de este tipo de tecnología la cual fue la creación de la nube vehicular, la cual facilitaría la comunicación de los nodos con el aplicativo del propietario mitigando así el tiempo de respuesta y la pérdida de información.

Otra investigación vista por el autor Tao (2007), resalta la tecnología GPRS la cual usa a las operadoras móviles para el envío de su información, a través de una red WWAN que viene siendo la señal satelital que utilizan las operadoras móviles, aunque se identificó que debido al bajo ancho de banda y la lenta transmisión de datos, se observa que los tiempos de espera serán relativamente altos, sumado también el tiempo en que llegara la información al destino deseado.

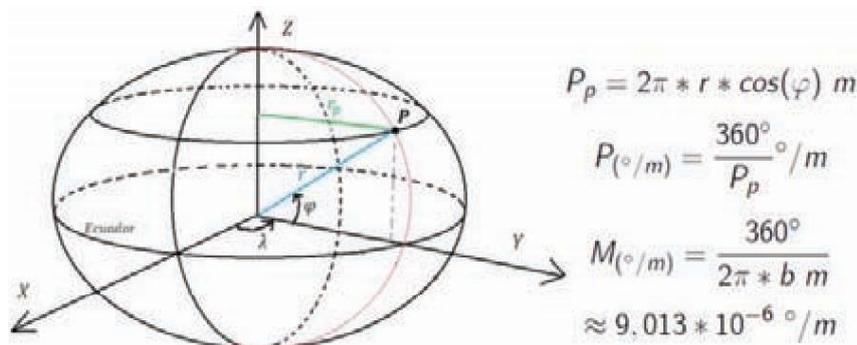
Además, se encontró una investigación que se realizó en Colombia por los autores Pedraza, Vega y Manana (2018); con el objetivo de realizar una PCIV (plataforma inteligente para el control vehicular), la utilización de la tecnología RFID, la cual emplea una red GSM que también es funcional para las operadoras, aunque

este tipo de red es antecesor de la anterior mencionada, se quiso establecer en esta investigación un sistema de alerta y mensajes que no contenían mucho peso ya que se posee un gran alcance, aunque se observó que la herramienta no era lo suficientemente eficiente y que el tiempo de respuesta era mayor al esperado.

Por otra parte, en Colombia con los autores Silva et al. (2015); la investigación resalta la utilización de dos tecnologías RFID y Bluetooth, pero en esta ocasión ambas conectadas a una red LAN que se observó que mejoraría la transmisión de información, pero se resalta que este resultado depende mucho de la distancia y el ambiente en el que se encuentren los dispositivos, ya que cuando más lejos estén, el intercambio de información aumentara.

Figura 11

Coordenada ned



Fuente: Silva y Henao, 2015.

En la figura 12, se muestra el tipo de calculo que se debe realizar para el funcionamiento de las redes GSM y GPRS con su tecnología, estos valores son de un sistema de coordenadas NED y se convertirán a coordenadas geodésicas (Bahos et al. 2016).

Por último, se menciona en la investigación de los autores Fernández et al. (2019); la implementación de la tecnología sigfox, que utiliza una red LPWAN que abarca un área amplia de baja potencia, resaltando su compatibilidad con el software y hardware gratuitos y los datos que transfiere son minúsculos, usándolo

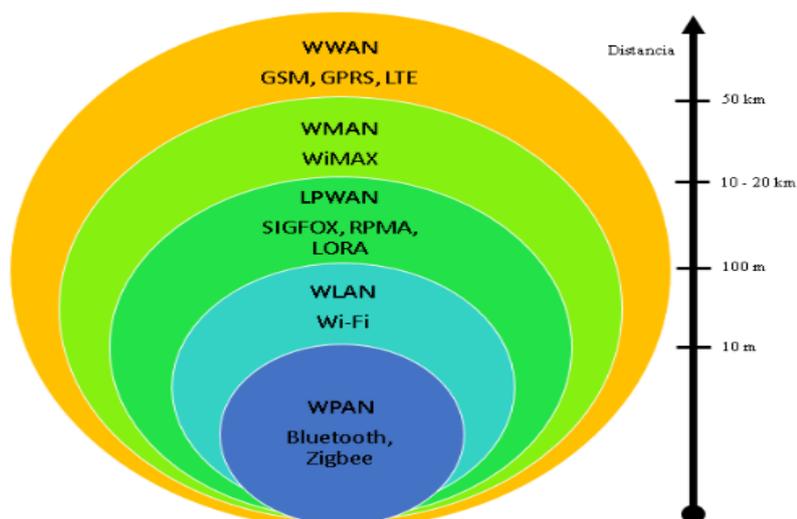
generalmente como alertas o mensajes, aunque viene siendo limitados en la cantidad de mensajes que puede enviar por día.

Aunque se menciona en la investigación de Maroto et al. (2019), así como en la de Ribeiro et al. (2019), a comparación de la implementación de otras tecnologías, los costos de esta son realmente bajos y que abarcan distintas áreas gracias a área amplia de baja potencia.

Teniendo en cuenta estas investigaciones se resalta que los resultados garantizan la utilidad y la portabilidad de esta tecnología (Fernández y Gil, 2017).

Figura 12

Tipo de redes

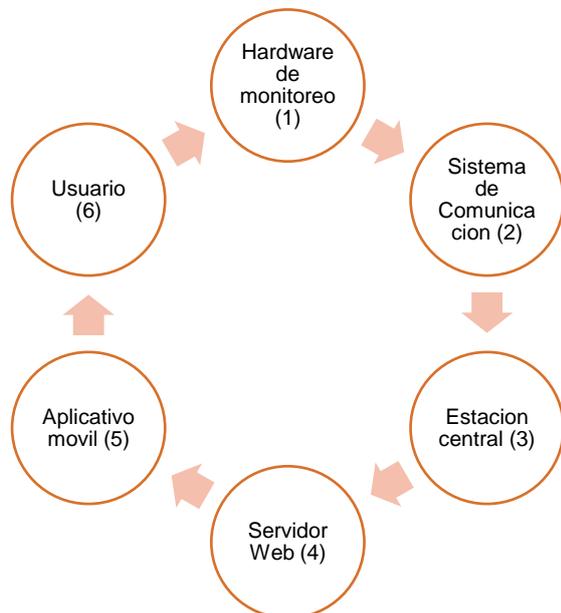


Fuente: Fernández y Gil, 2017.

En la figura 13, se visualiza los tipos de redes que utilizaron en las investigaciones ya mencionadas, además de las distancias que abarcan cada una de ellas.

Figura 13

Metodología estándar para el control y monitoreo

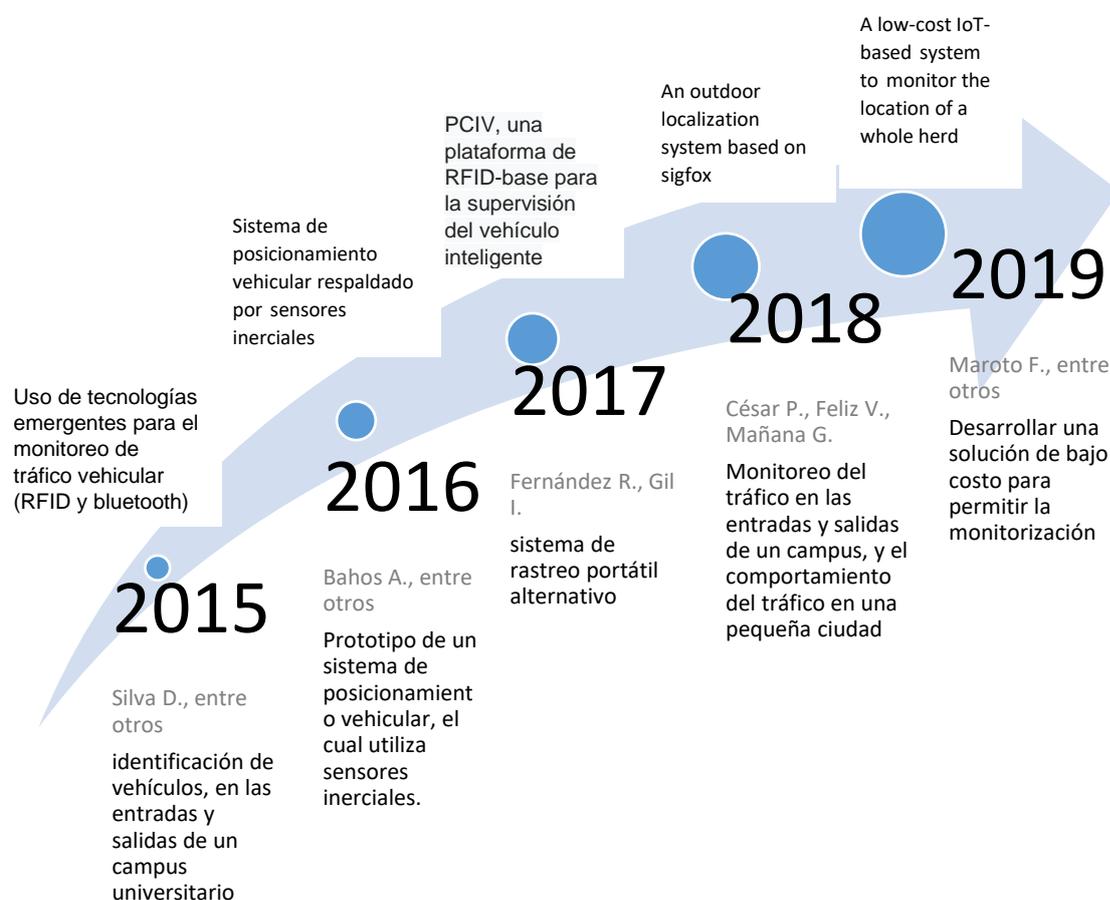


Fuente: Córdoba y Plazas, 2014.

En la figura 14, se muestran las diferentes etapas de la metodología estándar para la realización de un sistema de control y monitoreo, la cual se puede adaptar a la investigación y a la realización del hardware y software de dicho proyecto (Córdoba y Plazas, 2014).

Figura 14

Línea de tiempo sobre artículos de tecnologías para el control y monitoreo



2.3 Definición de la terminología empleada

Aplicación móvil: son herramientas como sistemas de gestión que han sido desarrollados e instalados sobre una plataforma o sistema operativo y que pueden ser ejecutados a través del internet.

Base de datos: es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

Diseño: se refiere al proceso de aplicar técnicas y principios con la finalidad de precisar los detalles para la interpretación y ejecución que tendrá un proceso o sistema.

Funcionalidad: alude a la capacidad que tiene un programa que cumple y ejecuta ciertas funciones y que satisfagan las necesidades impuestas por el usuario.

HTML: referencia al lenguaje de marcado para la creación de páginas web, la cual define la estructura básica y un código para la definición de contenido dentro de la página, como texto, imágenes, videos, juegos, entre otros.

Javascript: es un lenguaje de programación ligera, interpretado por la mayoría de navegadores y que les proporciona a las páginas web, efectos y funciones complementarias.

Firestore: es un sistema de gestión de base de datos relacional. Este gestor es multihilo y multiusuario, lo que le permite ser utilizado por varias personas al mismo tiempo obteniendo una gran versatilidad.

Sigfox: red global para escuchar miles de millones de objetos que transmiten datos, enfoque único de conectividad inalámbrica donde el recurso compartido de objetos no está conectado a la red.

Recurso tecnológico: recurso es un medio de cualquier clase que permite satisfacer una necesidad o conseguir aquello que se pretende. Mientras que por su parte la tecnología, hace referencia a las teorías y técnicas que posibilitan el aprovechamiento práctico del conocimiento científico.

Software: conjunto de programas, instrumentos y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

- **Aplicada**

Esta investigación parte de conocimientos teóricos y el uso de tecnología existente para dar una solución práctica y útil, para la realidad problemática relacionada con el monitoreo vehicular.

3.1.2 Nivel de investigación

- **Explicativa**

Esta investigación que hace un acercamiento a la situación problemática, demuestra la influencia que tiene un sistema inteligente utilizando sigfox en el monitoreo vehicular.

3.1.3 Diseño de la investigación

- Pre-experimental

Ge O1 X O2

Ge = Grupo experimental: es el grupo de estudio al que se le aplicara el estímulo (sistema inteligente).

O1 = Datos de la pre-prueba para los indicadores de la variable dependiente antes de implementar el prototipo de sistema inteligente. Mediciones pre-pruebas del grupo experimental.

O2 = Datos de la post-prueba para los indicadores de la variable dependiente. Mediciones post-prueba del grupo experimental.

X = Prototipo de sistema inteligente: estímulo o condición experimental.

- **Descripción**

Se resume a la comparación de resultados de un grupo (Ge) conformado por los vehículos que participaran en el test, a los cuales se les

aplicara el prototipo inteligente de monitoreo (X), antes de ello se le aplicara una prueba para obtener información de los indicadores (O1); luego se aplicara otra prueba con el prototipo y se obtendrá nueva información de los indicadores (O2). Se espera que los valores de O2 sean mejores que los valores de O1.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Para el caso de esta investigación, la población de estudio estuvo conformado por las incidencias de los vehículos estacionados en el parqueo externo de la Universidad Autónoma del Perú.

3.2.2 Muestra

Para la selección de la muestra de esta investigación se tomó 30 registros de incidencias ocurridas.

$$n = 30 \text{ registros}$$

3.3 Hipótesis

La implementación de un sistema inteligente utilizando sigfox mejora significativamente el monitoreo de vehículos en Lima Metropolitana.

Hipótesis específicas

La implementación de un sistema inteligente utilizando sigfox reduce significativamente el tiempo para reportar la ubicación del vehículo al propietario.

La implementación de un sistema inteligente utilizando sigfox reduce significativamente el tiempo para reportar una colisión del vehículo al propietario.

La implementación de un sistema inteligente utilizando sigfox reduce significativamente el tiempo para reportar un intento de robo del vehículo al propietario.

3.4 Variables - Operacionalización

Variable independiente

- **Sistema inteligente**

Tabla 7

Descripción de la variable independiente

Indicador	Descripción
Presencia – Ausencia	Cuando indique NO, es porque no ha sido desarrollado el sistema inteligente y aún se encuentra utilizando el monitoreo vehicular convencional. Cuando indique SI, es cuando se ha desarrollado el sistema inteligente, esperando obtener mejores resultados.

- **Operacionalización:**

Tabla 8

Operacionalización de la variable independiente

Indicador	Índice
Presencia-ausencia	No, si

Variable dependiente

- **Mejorar el monitoreo de vehículos**

Tabla 9

Descripción de la variable dependiente

Indicador	Descripción
Tiempo para reportar la ubicación del vehículos al propietario.	Es el tiempo en que se demora en enterarse el propietario de la ubicación de su vehículo.
Tiempo para reportar una colisión del vehículo al propietario.	Es el tiempo en que se demora en enterarse el propietario que su vehículo ha sido colisionado.
Tiempo para reportar un intento de robo del vehículo al propietario.	Es el tiempo en que se demora en enterarse el propietario del robo de su vehículo.

- Operacionalización

Tabla 10

Operacionalización de la variable dependiente

Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Unidad de observación
Tiempo	Tiempo para reportar la ubicación del vehículo al propietario.	600-1800 segundos	Reloj
Tiempo	Tiempo para reportar una colisión del vehículo al propietario.	600-1800 segundos	Reloj
Tiempo	Tiempo para reportar un intento de robo del vehículo al propietario.	600-1800 segundos	Reloj

3.5 Métodos y técnicas de investigación

- Técnicas e instrumentos para la investigación de campo

Tabla 11

Técnicas e instrumentos para la investigación de campo

Técnicas	Instrumentos
Observación directa	Fichas de observación
Participante	Diario de campo

- Técnicas e instrumentos para la investigación experimental

Tabla 12

Técnicas e instrumentos para la investigación experimental

Técnicas	Instrumentos
Tiempo para reportar la ubicación del vehículo al propietario.	Fichas de observación
Tiempo para reportar una colisión del vehículo al propietario.	Fichas de observación
Tiempo para reportar un intento de robo del vehículo al propietario.	Fichas de observación

- Técnicas e instrumentos para la investigación documental

Tabla 13

Técnicas e instrumentos para la investigación documental

Técnicas	Instrumentos
Revisión de:	
Tesis	Fichas
Revistas	Impresiones
Artículos	Fotocopias
Libros e internet	Hojas de apuntes

CAPÍTULO IV
DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Estudio de factibilidad

4.1.1 Factibilidad técnica

Para la realización de este proyecto es necesario conocer todas las herramientas y las tecnologías empleadas. Según lo investigado podemos indicar que nuestro proyecto es realizable, ya que se cuenta con una gran variedad de información de distintas fuentes y las cuales serán utilizadas para la implementación de esta solución. Con todo esto, la tecnología requerida para la construcción del prototipo de sistema inteligente es:

Tabla 14

Aspectos técnicos del proyecto

	Tipo	Descripción
Hardware	Laptop	Memoria RAM: 16GB Microprocesador: 2.5 GHz Disco duro: 1TB
	Celular	Memoria RAM: 4 GB Disco duro: 128 GB V. Android: 9 Pantalla: 6'15
Software		Windows10 Microsoft office 2016 Webstorm Android studio Ionic 3.9

4.1.2 Factibilidad operativa

El proyecto es realizable operativamente porque se contó con investigaciones previas y manuales que proporcionaron suficientes recursos para proceder con su realización, además de contar con el asesoramiento de docentes especializado en el tema. A continuación, se mencionan los recursos humanos que participaron en el desarrollo de este proyecto:

Tabla 15*Recursos humanos necesarios*

Cargo	Función	Responsable
Investigador	Encargado del desarrollo de la investigación y del aplicativo móvil.	Barriga Baltazar Victor Rafael
Desarrollador	Encargado del desarrollo del prototipo y aplicativo de la investigación.	Sanchez Quin Enmanuel
Asesor Técnico	Encargado del asesoramiento y dirección de la investigación.	Herrera Salazar José Luis

4.1.3 Factibilidad económica

El proyecto presentado es accesible financieramente por que los recursos utilizados en la elaboración del prototipo son de costo aceptable para una institución o usuario. A continuación, se detallará los costos del proyecto:

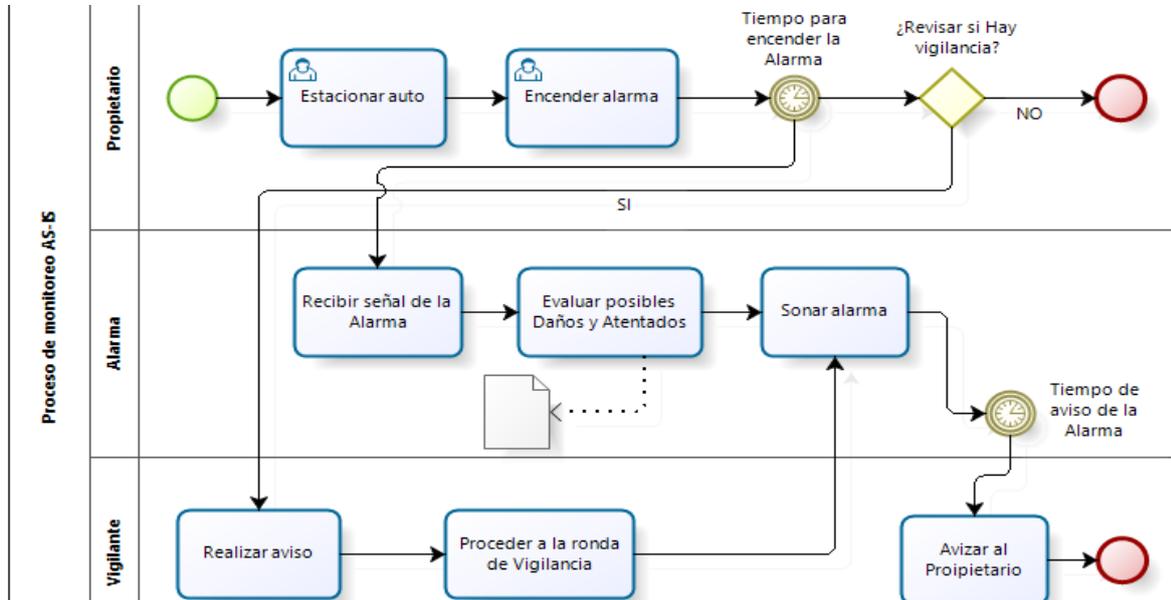
Tabla 16*Costos del proyecto*

	Precio unitario (s/.)	Cantidad	Total (s/.)
Recursos humanos			
Barriga Baltazar, Victor	2150.00	4 meses	8600.00
Sánchez Quin, Enmanuel	2150.00	4 meses	8600.00
Recursos materiales			
Protoboard	18.00	2	36.00
Arduino	90.00	2	180.00
Modulo Gps	160.00	1	160.00
Relé 4 canales	22.00	1	22.00
Protectores arduino	17.00	2	34.00
Batería 9v	5.00	3	15.00
Servicios			
Movilidad	10.00	30	300.00
Conexión a internet	80.00	3 meses	240.00
Impresión	20.00	3	60.00
Materiales de escritorio	40.00		40.00
Hardware			
Laptop	3000.00	1	3000.00
Total			21287.00

4.2 Modelamiento

Figura 15

Diagrama secuencial del problema



- Descripción

Actualmente se puede apreciar que son tres actores que intervienen en un monitoreo son:

- Propietario: dueño del vehículo.
- Alarma: sistema actual de prevención de eventos.
- Vigilante: personal que brinda el servicio de seguridad.

Las acciones realizadas por los tres actores aseguran la seguridad del vehículo considerando la situación por la cual se está viendo afectado, ya que al tratarse de un evento no riesgoso como una colisión el vigilante puede intervenir y notificar al usuario del estado de su vehículo, pero al tratarse un de robo el vigilante únicamente dará la notificación al usuario y a las autoridades para que intervengan.

Se toma en cuenta que las condiciones de los actores no siempre será la misma, teniendo en cuenta la condicional para el vigilante porque, al no contar con él, el usuario solo dependería de su alarma, así aumentando la tensión y preocupación por su vehículo.

4.3 Metodología aplicada al desarrollo de la solución

Con respecto a la metodología a utilizar se recomendó la usar el método-V para la realización del proyecto, ya que las fases contenidas en este método se apegan más al desarrollo tanto del prototipo y el aplicativo.

- Fase 1 especificaciones: se definirán los requisitos del prototipo y aplicativo, identificando cuales tiene valor prioritario.
- Fase 2 diseño global: se mostrará el diseño del prototipo de sistema inteligente.
- Fase 3 diseño de detalle: se detallará el funcionamiento del prototipo de sistema inteligente y mostrar la apariencia del aplicativo móvil.
- Fase 4 implementación: se inicia el desarrollo del prototipo de sistema inteligente y el aplicativo móvil, respetando la secuencia de requerimientos prioritarios.
- Fase 5 prueba de unidad: se realizará el testeado de funcionamiento del prototipo de sistema inteligente.
- Fase 6 integración: se integrará el prototipo de sistema inteligente, con el aplicativo móvil para corroborar que cumplen todas las funciones mencionadas en los requerimientos.

4.3.1 Fase 1: Definición de especificaciones

- Análisis de requerimientos del aplicativo móvil

Tabla 17

Requerimientos de la aplicación

Requerimientos no funcionales	
Rnfap1	Debe tener la disponibilidad del 99% de las veces que deseen usarlo.
Rnfap2	Debe ser desarrollado para todas las plataformas.
Rnfap3	Debe tener una interfaz gráfica agradable para los usuarios.
Rnfap4	Debe contar con un plan de datos o estar conectado a un señal de internet para establecer comunicación.
Rnfap5	Se utilizara Ionic para el desarrollo del aplicativo.
Rnfap6	Debe ser fácil de analizar y modificar posibles fallas.
Rnfap7	Debe ser fácil descargar e instalar.
Requerimientos funcionales	
Rfap1	Contar con un login de acceso al aplicativo
Rfap2	Opción de registro de nuevo usuarios y vehículo.
Rfap3	Debe contar con la opción de incidencias.
Rfap4	Debe contar con la opción de localización.
Rfap5	Debe contar con opción de modificación de información.

- Análisis de requerimientos del sistema inteligente

Tabla 18*Requerimientos del sistema inteligente*

Requerimientos no funcionales	
Rnfp1	Debe tener la disponibilidad del 99% de las veces que deseen usarlo.
Rnfp2	Debe tener un código ya registrado.
Rnfp3	Debe contar con los módulos de los sensores.
Rnfp4	Debe contar con avisos de eventos con el aplicativo que está registrado.
Rnfp5	No debe contar con equipos que necesiten mantenimiento constante.
Rnfp6	Debe ser fácil de instalar en el vehículo.
Rnfp7	Debe estar comunicado permanentemente por la señal sigfox.
Requerimientos funcionales	
Rfp1	Debe obtener los datos de los sensores e interpretarlos en avisos.
Rfp2	Permite saber la localización del prototipo y vehículo.
Rfp3	Debe ser de manera reducida y oculta en el vehículo .
Rfp4	Debe ser alimentado con una batería, para que sea más versátil.
Rfp5	Debe tener capacidad de extensión para otras funciones.

- Funcionalidades por orden de prioridad

Tabla 19*Funcionalidades por orden de prioridad*

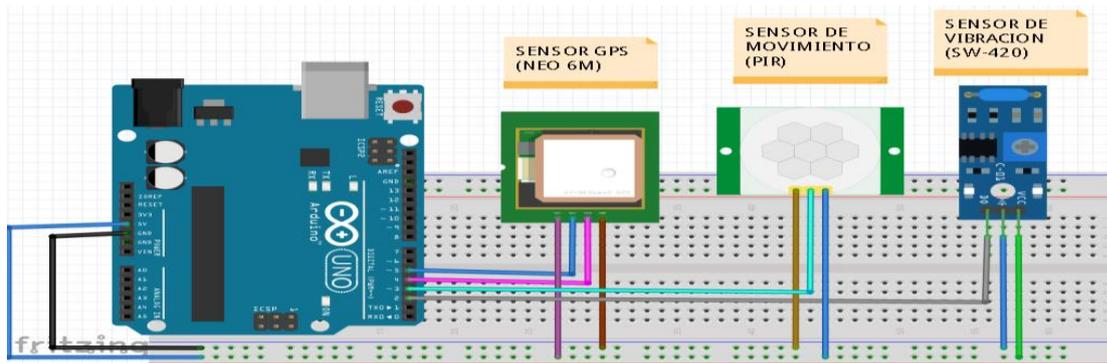
Funciones	Descripción
Rfp1	Debe obtener los datos de los sensores e interpretarlos en avisos.
Rfp2	Permite saber la localización del prototipo y vehículo.
Rfap1	Contar con un login de acceso al aplicativo.
Rfap2	Opción de registro de nuevo usuarios y vehículo.
Rfp3	Debe ser de manera reducida y oculta en el vehículo .
Rfp4	Debe ser alimentado con una batería, para que sea más versátil.
Rfp5	Debe tener capacidad de extensión para otras funciones.
Rfap3	Debe contar con la opción de incidencias.
Rfap4	Debe contar con la opción de localización.
Rfap5	Debe contar con opción de modificación de información.

4.3.2 Fase 2: Diseño global

En la siguiente figura se mostrarán todas las conexiones entre los sensores utilizados y la placa Arduino.

Figura 16

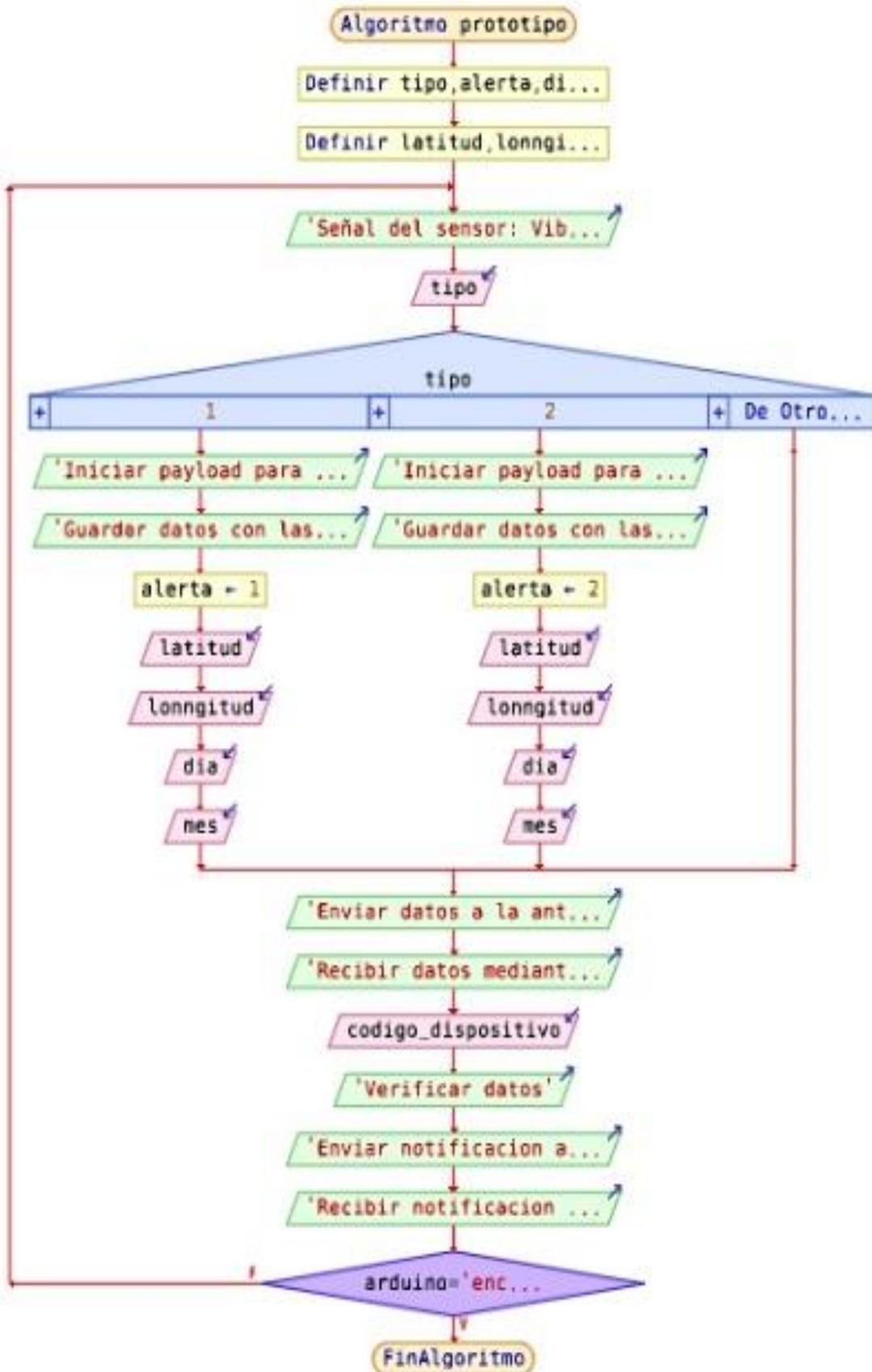
Diseño del sistema



Nota: Diseñado en Proteus.

Figura 17

Diseño del flujograma



```

1  Algoritmo prototipo
2  Definir tipo,alerta,dia,mes Como Entero
3  Definir latitud,lonngitud Como Real
4  Repetir
5      Escribir 'Señal del sensor: Vibracion (1) Movimiento (2) '
6      Leer tipo
7      Segun tipo Hacer
8          1:
9              Escribir 'Iniciar payload para almacenar los datos '
10             Escribir 'Guardar datos con las funciones que proporciona la libreria'
11             alerta <- 1
12             Leer latitud
13             Leer lonngitud
14             Leer dia
15             Leer mes
16         2:
17             Escribir 'Iniciar payload para almacenar los datos '
18             Escribir 'Guardar datos con las funciones que proporciona la libreria'
19             alerta <- 2
20             Leer latitud
21             Leer lonngitud
22             Leer dia
23             Leer mes
24     FinSegun
25     Escribir 'Enviar datos a la antena sigfox'
26     Escribir 'Recibir datos mediante la plataforma web de sigfox'
27     Leer codigo_dispositivo
28     Escribir 'Verificar datos'
29     Escribir 'Enviar notificacion al aplicativo y guardar datos en firebase'
30     Escribir 'Recibir notificacion y datos en el aplicativo'
31     Hasta Que arduino='encendido'
32 FinAlgoritmo
33

```

Nota: Diseñado en Pseint.

4.3.3 Fase 3: Diseño en detalle

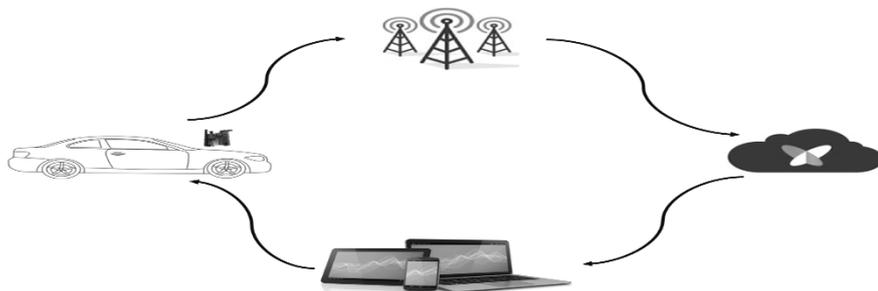
- **Funcionamiento del sistema inteligente**

Ante la detección de cualquier incidente el sistema inteligente enviara una alerta si su vehículo sufre un choque o algún tipo de movimiento dentro de el mismo, ante estas situaciones el usuario puede verificar la localización de su vehículo y llamar a las entidades encargadas de solucionar este tipo de incidente contando con la seguridad de que la red utilizada no se puede bloquear.

En la siguiente figura se observa el recorrido del funcionamiento del prototipo inteligente:

Figura 18

Funcionamiento del sistema inteligente



En esta figura se mostrar cómo sería el aplicativo móvil para el usuario teniendo en cuenta algunos puntos:

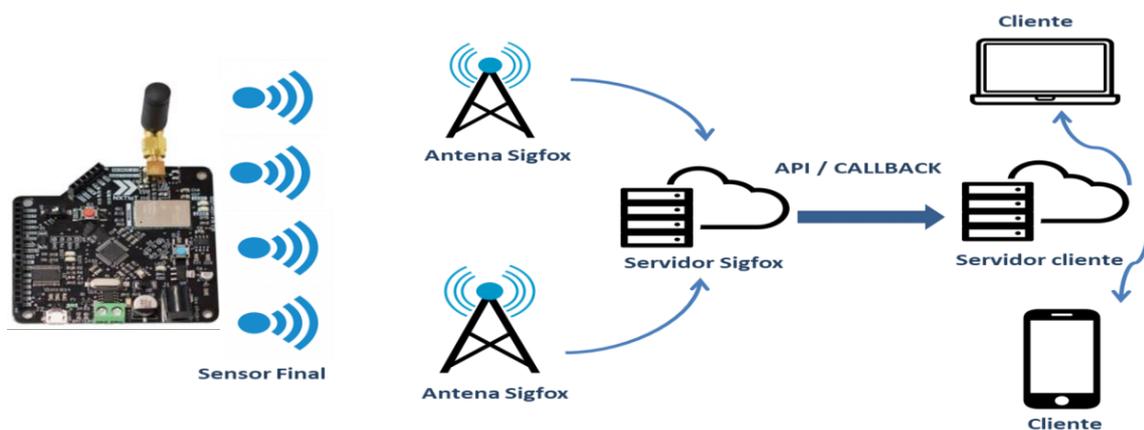
- Tener un entorno amigable con el usuario.
- Una navegabilidad entendible para el usuario.
- Contar con los requisitos como la localización, números de emergencia, historial de alertas y un registro de datos.

Figura 19*Prototipo de la aplicación*

- **Arquitectura de comunicación**

En la siguiente figura mostramos el proceso del sistema inteligente durante el envío de información detectada por los sensores mediante la red sigfox hacia el usuario final.

Se debe tener en cuenta la cercanía y la potencia de la señal para su envío, además del área en la que se encuentra ya que eso causaría la interferencia que hará más lento la transferencia de información mas no se perderá.

Figura 20*Arquitectura de comunicación*

Fuente: dset-energy.com. 2019.

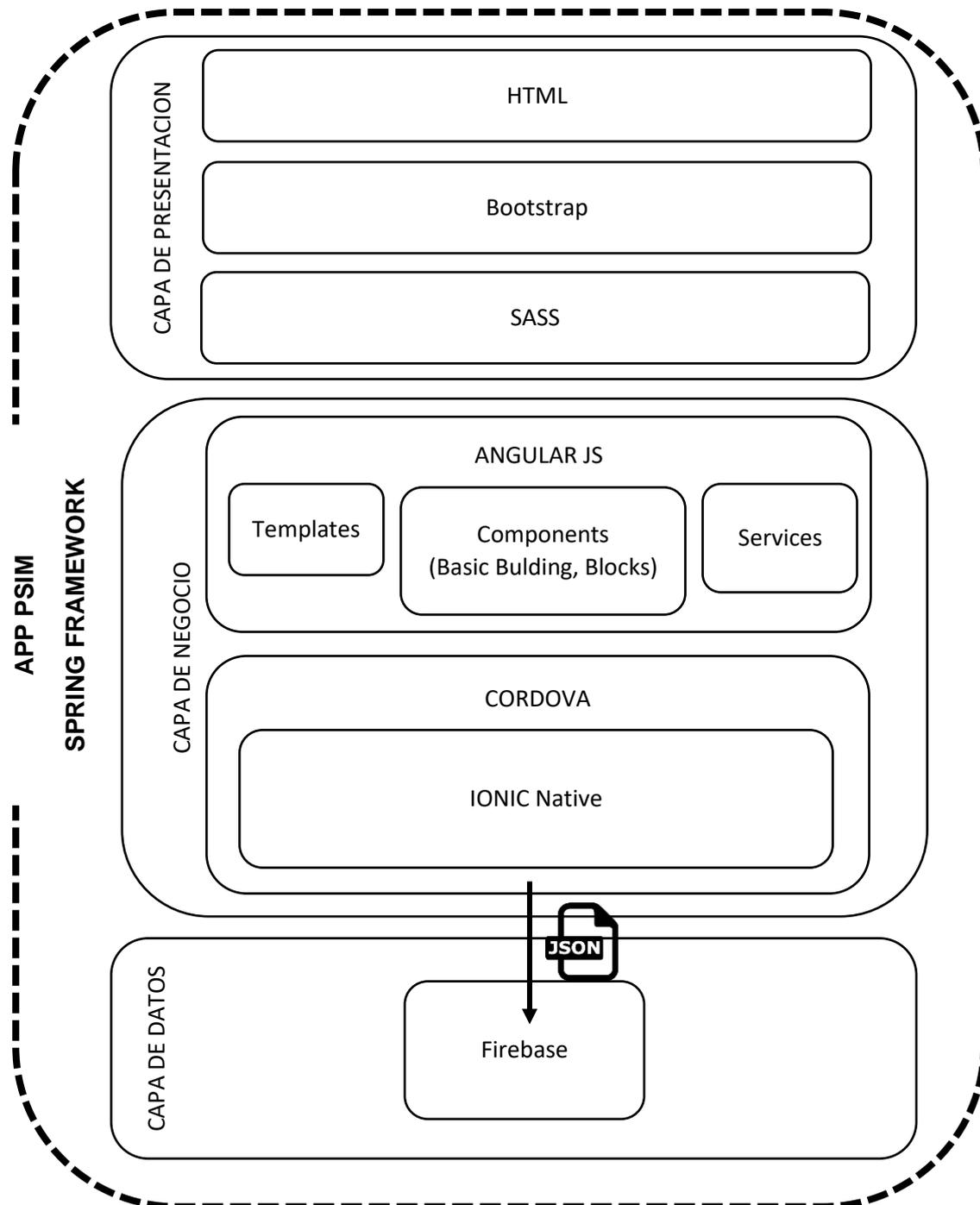
- **Arquitectura de la aplicación**

Para el desarrollo más correlativo del aplicativo se seleccionó una arquitectura de tres capas, las cuales son:

- Capa de presentación: es la presentación visual de aplicativo hacia el usuario, teniendo un entorno agradable, fácil de entender y llamativo para despertar el interés en las partes interesadas.
- Capa de negocio: es donde residen los programas que se ejecuta, se reciben las peticiones del usuario y se envían las repuestas tras el proceso programado para obtenerla.
- Capa de datos: es el entorno donde residen los datos y es la encargada de acceder a los mismos para gestionar las solicitudes de usuario.

Figura 21

Arquitectura de la aplicación



En esta figura se resalta las herramientas que se utilizaran para el desarrollo como la plataforma Ionic y la base de datos Firebase, que son herramientas que nos permiten satisfacer los requerimientos no funcionales establecidos anteriormente para nuestra aplicación.

4.3.4 Fase 4: Implementación

- **Desarrollo de las funcionalidades de la aplicación**
 - Rfap1: Contar con un login de acceso al aplicativo.

Tabla 20

Desarrollo de la funcionalidad Rfap1

Login de acceso	
• Correo electrónico	Correo registrado al momento de crear la cuenta del usuario.
• Contraseña	Contraseña registrada al momento de crear la cuenta del usuario.
• Botón: ingresar	Botón que almacena la acción de ingreso al aplicativo al verificar los datos.
• Botón: crear cuenta	Botón que lanza el formulario de registro para la creación de la cuenta.

Figura 22

Desarrollo de la funcionalidad Rfap1



- Rfap2: Opción de registro de nuevo usuario y vehículo.

Tabla 2*Desarrollo de la funcionalidad Rfap2*

Registro de nuevo usuario	
• Nombres	Dato nombres del usuario.
• Apellidos	Dato apellidos del usuario.
• Teléfono	Dato teléfono del usuario, medio de comunicación y verificación.
• Email	Dato email del usuario, medio de comunicación y verificación.
• Password	Dato password del usuario, credencial que únicamente debe manejar el usuario.
• Botón: siguiente	Botón que le permite pasar al formulario de registro de vehículo.
Registro de vehículo	
• N° de placa	Dato número de placa, identificación del vehículo.
• Código de prototipo	Dato código del prototipo, momento de adquirirlo se le deberá proporcionar uno.
• Modelo de vehículo	Dato modelo de vehículo, contratación de información ante un incidente.
• Marca de vehículo	Dato marca de vehículo, contratación de información ante un incidente.
• Botón: registrar	Botón registrar da por finalizado el formulario y almacena la información en la base de dato de Firebase.

Nota: Los campos deben ser llenados con los parámetros requeridos, de otra manera fallara.

Figura 23*Desarrollo de la funcionalidad Rfap2*

Tabla 22*Desarrollo de la funcionalidad Rfap1 y Rfap2*

Revisión 1	Fecha: 01/09/19	Nombre: Desarrollo del aplicativo			
Código	Funcionalidad	Por hacer	Haciendo	Hecho	
Rfap1	Contar con un login de acceso al aplicativo.				x
Rfap2	Opción de registro de nuevo usuarios y vehículo.				x
Rfap3	Debe contar con la opción de incidencias.	x			
Rfap4	Debe contar con la opción de ubicación.	x			
Rfap5	Debe contar con opción de modificación de información.	x			

- Rfap3: Debe contar con la opción de incidencias

Tabla 23*Desarrollo de la funcionalidad Rfap3*

Incidencias	
• Fecha	Dato fecha, información de un incidente ocurrido.
• Clase de incidencia	Dato clase de incidencia, información que sensor se activó y especifica el incidente.

Figura 24*Desarrollo de la funcionalidad Rfap3*

Alertas		
2019-11-10	09:19:24	Movimien...
2019-11-09	14:10:10	Choque
2019-11-09	19:19:24	Movimien...
2019-11-07	15:34:05	Movimien...
2019-11-05	12:40:00	Choque
2019-11-04	17:59:59	Movimien...
2019-11-03	11:30:01	Choque

- Rfap4: Debe contar con la opción de localización.

Tabla 24*Desarrollo de la funcionalidad Rfap4*

Localización	
• Menú desplegable	Opción de menú desplegable para escoger la opción de localización.
• Localización	Dato de localización, inicia al entrar al aplicativo y mostrar la latitud y longitud del GPS.

Figura 25*Desarrollo de la funcionalidad Rfap4*

- Rfap5: Debe contar con opción de modificación de información.

Tabla 25*Desarrollo de la funcionalidad Rfap5*

Modificar información	
• Teléfono	Dato de primera importancia a modificar de haber pasado por una situación de perdida.
• E-mail	Dato de primera importancia para validación de importancia.
• Contraseña	Dato de acceso al aplicativo modificación al verse comprometido.

Figura 26*Desarrollo de la funcionalidad Rfap5*

Telefono:
975466848

E-mail:
alicia@gmail.com

Contraseña:
.....

GUARDAR

Tabla 26*Desarrollo de la funcionalidad Rfap3, Rfap4 y Rfap5*

Revisión 2	Fecha: 23/11/19	Nombre: Desarrollo del aplicativo	Por hacer	Haciendo	Hecho
Rfap1	Contar con un login de acceso al aplicativo.				x
Rfap2	Opción de registro de nuevo usuarios y vehículo.				x
Rfap3	Debe contar con la opción de incidencias.				x
Rfap4	Debe contar con la opción de ubicación.				x
Rfap5	Debe contar con opción de modificación de información.				x

- **Desarrollo de las funcionalidades de arduino devkit 2.0**
 - Rfp1: Debe obtener los datos de los sensores e interpretarlos en avisos.

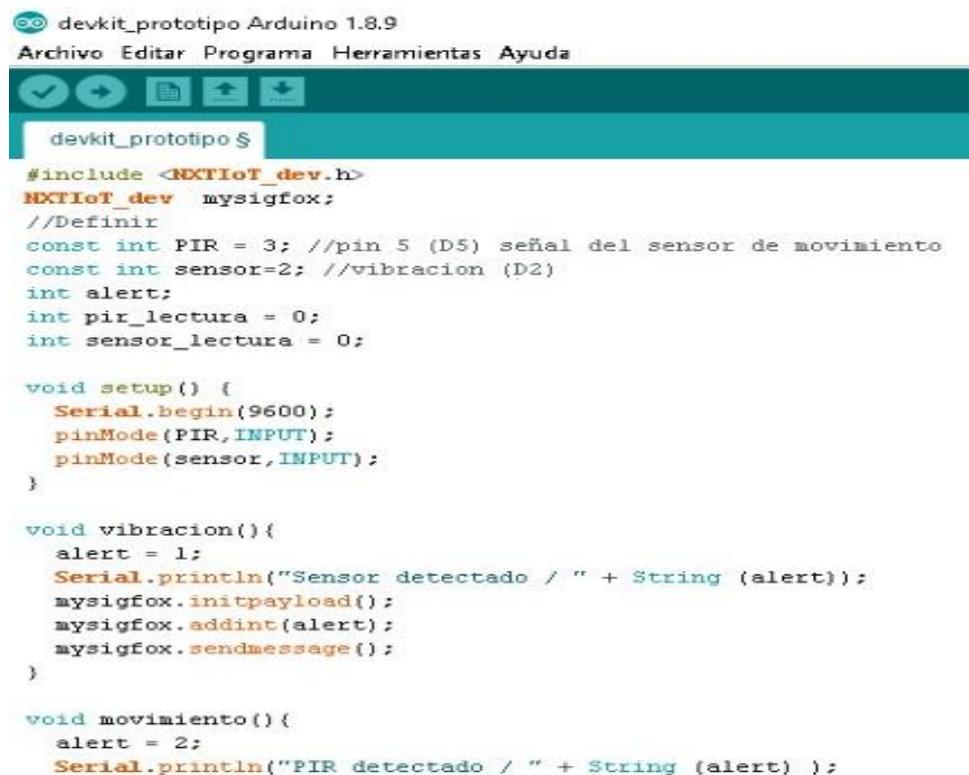
Tabla 27

Desarrollo de la funcionalidad Rfp1

Programación de sensores y aviso	
• Sensor de vibración sw-420	Configuración del funcionamiento del sensor de vibración.
• Sensor de módulo PIR HC-SR501	Configuración del funcionamiento del sensor PIR.
• Notificación de aviso	Detección de incidentes mediante los sensores envía un mensaje.

Figura 27

Desarrollo de la funcionalidad Rfp1 sensor PIR



```

devkit_prototipo Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
devkit_prototipo $
#include <NXTIoT_dev.h>
NXTIoT_dev mysigfox;
//Definir
const int PIR = 3; //pin 5 (D5) señal del sensor de movimiento
const int sensor=2; //vibracion (D2)
int alert;
int pir_lectura = 0;
int sensor_lectura = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(PIR, INPUT);
  pinMode(sensor, INPUT);
}

void vibracion(){
  alert = 1;
  Serial.println("Sensor detectado / " + String (alert));
  mysigfox.initpayload();
  mysigfox.addint(alert);
  mysigfox.sendmessage();
}

void movimiento(){
  alert = 2;
  Serial.println("PIR detectado / " + String (alert) );
}

```

Figura 28

Desarrollo de la funcionalidad Rfp1 sensor vibración



The screenshot shows the Arduino IDE interface for a project named 'devkit_prototipo' on an Arduino 1.8.9 board. The code defines two functions: 'vibracion()' and 'movimiento()'. The 'vibracion()' function sets an alert to 1 and sends a message 'Sensor detectado / 1'. The 'movimiento()' function sets an alert to 2 and sends a message 'PIR detectado / 2'. The 'loop()' function reads the sensor and triggers the appropriate function based on the sensor's state.

```
devkit_prototipo $
void vibracion(){
  alert = 1;
  Serial.println("Sensor detectado / " + String (alert));
  mysigfox.initpayload();
  mysigfox.addint(alert);
  mysigfox.sendmessage();
}

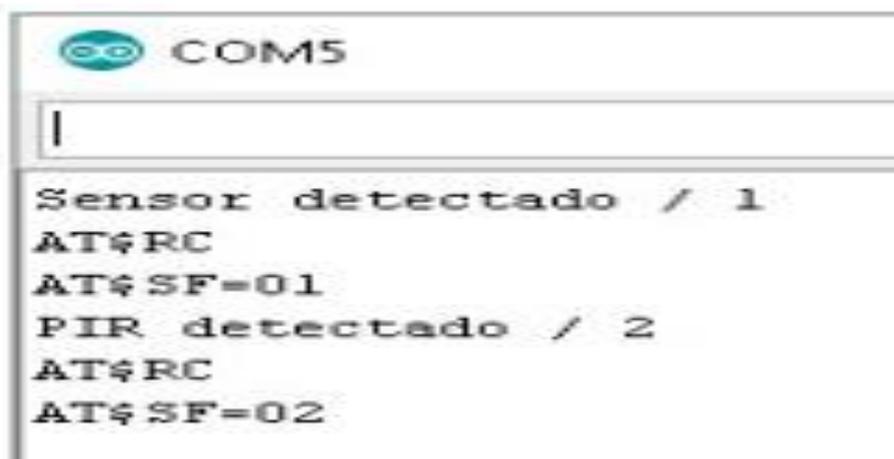
void movimiento(){
  alert = 2;
  Serial.println("PIR detectado / " + String (alert) );
  mysigfox.initpayload();
  mysigfox.addint(alert);
  mysigfox.sendmessage();
}

void loop() {
  pir_lectura = digitalRead(PIR);
  sensor_lectura = digitalRead(sensor);

  if(sensor_lectura==HIGH){
    vibracion();
    delay(500);
  }
  if(pir_lectura ==HIGH){
    movimiento();
    delay(1000);
  }
}
```

Figura 29

Desarrollo de la funcionalidad Rfp1 aviso



The screenshot shows the serial monitor for the 'COM5' port. The output displays the messages sent by the sensor: 'Sensor detectado / 1' followed by 'AT\$RC' and 'AT\$SF=01', and 'PIR detectado / 2' followed by 'AT\$RC' and 'AT\$SF=02'.

```
COM5
|
Sensor detectado / 1
AT$RC
AT$SF=01
PIR detectado / 2
AT$RC
AT$SF=02
```

- Rfp2: Permite saber la localización del prototipo y vehículo.

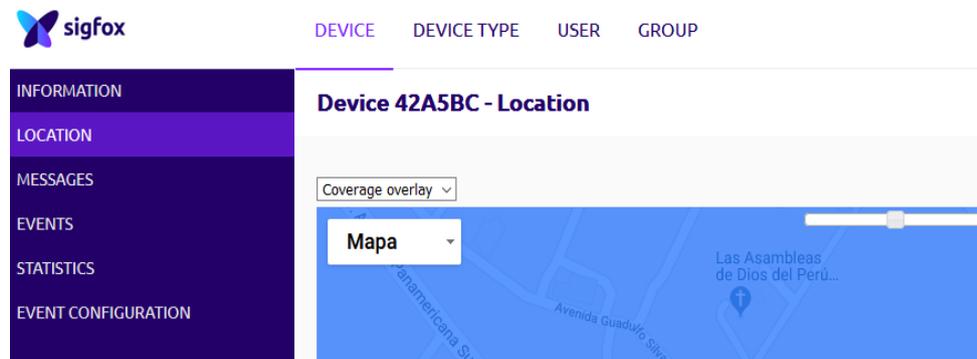
Tabla 28

Desarrollo de la funcionalidad Rfp2

Localización del prototipo	
• Localización	Configuración de la captura de datos del módulo GPS.
• Entorno	La captura de información se da mediante el entorno de la tecnología sigfox.

Figura 30

Desarrollo de la funcionalidad Rfp2

**Tabla 29**

Desarrollo de la funcionalidad Rfp1 y Rfp2

Revisión 1	Fecha: 15/09/19	Nombre: Desarrollo del prototipo			
Código	Funcionalidad	Por hacer	Haciendo	Hecho	
Rfp1	Debe obtener los datos de los sensores e interpretarlos en avisos.			x	
Rfp2	Permite saber la ubicación del prototipo y vehículo.			x	
Rfp3	Debe ser de manera reducida y oculta en el vehículo .	x			
Rfp4	Debe ser alimentado con una batería, para que sea más versátil.	x			
Rfp5	Debe tener capacidad de extensión para otras funciones.	x			

- Rfp3: Debe ser manera reducida y oculta en el vehículo.

Tabla 30*Desarrollo de la funcionalidad Rfp3*

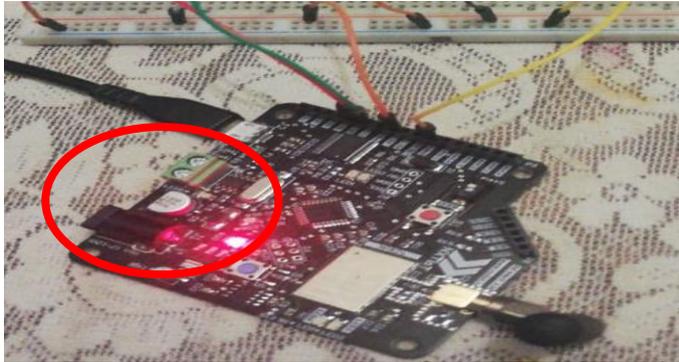
Dimensiones y ubicación del prototipo	
• Dimensiones	El prototipo tiene un ancho de 15 cm y un largo de 60 cm entre la ubicación de los sensores. Depende mucho de la ubicación esta distancia puede aumentar o disminuir.
• Ubicación	Lo ideal es que la ubicación del prototipo sea oculta y que solo el personal la maneje. Pero los sensores deben estar en lugares estratégicos como el sensor PIR arriba de los asiento del conductor o copiloto.

Figura 31*Desarrollo de la funcionalidad Rfp3*

- Rfp4: Debe ser alimentado por una batería, para que sea más versátil.

Tabla 31*Desarrollo de la funcionalidad Rfp4*

Alimentación y versatilidad del prototipo	
• Alimentación	El prototipo puede tener varias formas de alimentación tanto cableadas como batería, se escoge las baterías para evitar la dependencia de la energía del vehículo que puede ser desactivada..
• Versatilidad	Da un mejor opción de ocultamiento al prototipo, ya que al ponerle un cable haría que su detección sea más fácil.

Figura 32*Desarrollo de la funcionalidad Rfp4*

- Rfp5: debe tener capacidad de extensión para otra funciones

Tabla 32*Desarrollo de la funcionalidad Rfp5*

Extensión del prototipo	
• Extensión	El prototipo puede tener más variedad de sensores que se desea implementar o cambiar con una capacidad de un Arduino, además de colocarle las extensiones que se desea.

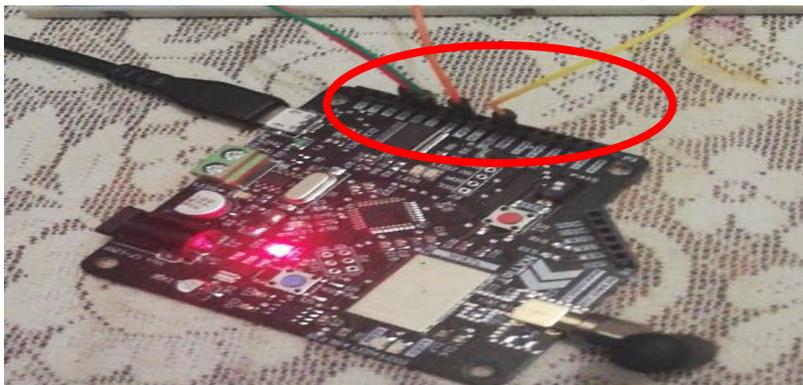
Figura 33*Desarrollo de la funcionalidad Rfp5*

Tabla 33*Desarrollo de la funcionalidad Rfp3, Rfp4 y Rfp5*

Revisión 2	Fecha: 06/10/19	Nombre: Desarrollo del prototipo		
Código	Funcionalidad	Por hacer	Haciendo	Hecho
Rfp1	Debe obtener los datos de los sensores e interpretarlos en avisos.			x
Rfp2	Permite saber la ubicación del prototipo y vehículo.			x
Rfp3	Debe ser de manera reducida y oculta en el vehículo .			x
Rfp4	Debe ser alimentado con una batería, para que sea más versátil.			x
Rfp5	Debe tener capacidad de extensión para otras funciones.			x

4.3.5 Fase 5: Prueba de unidad

Tabla 34

Primera revisión del proyecto

Nombre del proyecto	Sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando sigfox en Lima Metropolitana.	
Lugar	Universidad Autónoma del Perú.	
Fecha	21/09/19	
Actividad	Revisión de funcionamiento.	
Personas convocadas a la reunión	Barriga Baltazar Victor Rafael Sánchez Quin Enmanuel	
Personas que asistieron a la reunión	Barriga Baltazar Victor Rafael Sánchez Quin Enmanuel	
¿Qué salió bien?(aciertos)	¿Qué salió mal?(errores)	¿Qué vamos a implementar en la próxima revisión? (recomendaciones de mejora continua)
Interfaz de usuario llamativa y fácil de interactuar.	Faltaban recurso para la configuración de los sensores.	Reforzar los conocimientos de la red y consultar con una experto.
Validación de campos y funciones de botones en el panel principal.	Falta de conocimiento de la configuración para poder hacer la conexión con la base de datos y el establecer la comunicación con la red sigfox.	
Configuración de los sensores de movimiento y vibración.		

Tabla 35*Segunda revisión del proyecto*

Nombre del proyecto	Sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando sigfox en Lima Metropolitana.	
Lugar	Universidad Autónoma del Perú.	
Fecha	26/11/19	
Actividad	Revisión de funcionamiento.	
Personas convocadas a la reunión	Barriga Baltazar Victor Rafael Sánchez Quin Enmanuel	
Personas que asistieron a la reunión	Barriga Baltazar Victor Rafael Sánchez Quin Enmanuel	
¿Qué salió bien?(aciertos)	¿Qué salió mal?(errores)	¿Qué vamos a implementar en la próxima revisión? (Recomendaciones de mejora continua)
Resolvió el problema de conexión con la antena y se pudo realizar todas las demás funciones como el de incidencias y la modificación de datos.	No poder interactuar o comunicarnos con la página de sigfox, no aparecía el Arduino registrado y podíamos comunicarnos con la base de datos.	Reforzar los conocimientos de la red y consultar con una experto.
La localización se estructura en base al módulo controlador del Arduino y el entorno web de la página sigfox.	La sensibilidad de los sensores era demasiado alta así que por más que se les configuraba no se quedaba con su configuración.	

CAPÍTULO V
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

5.1 Validez y confiabilidad del instrumento

Para esta investigación se consideró con un nivel de confianza del 95%, por lo que tendremos un margen de error del 5%.

5.2 Análisis e interpretación de resultados

En el siguiente cuadro, se mostrará los datos de la pre-prueba y post-prueba de los KPI-1, KPI-2 y KPI-3 de esta investigación.

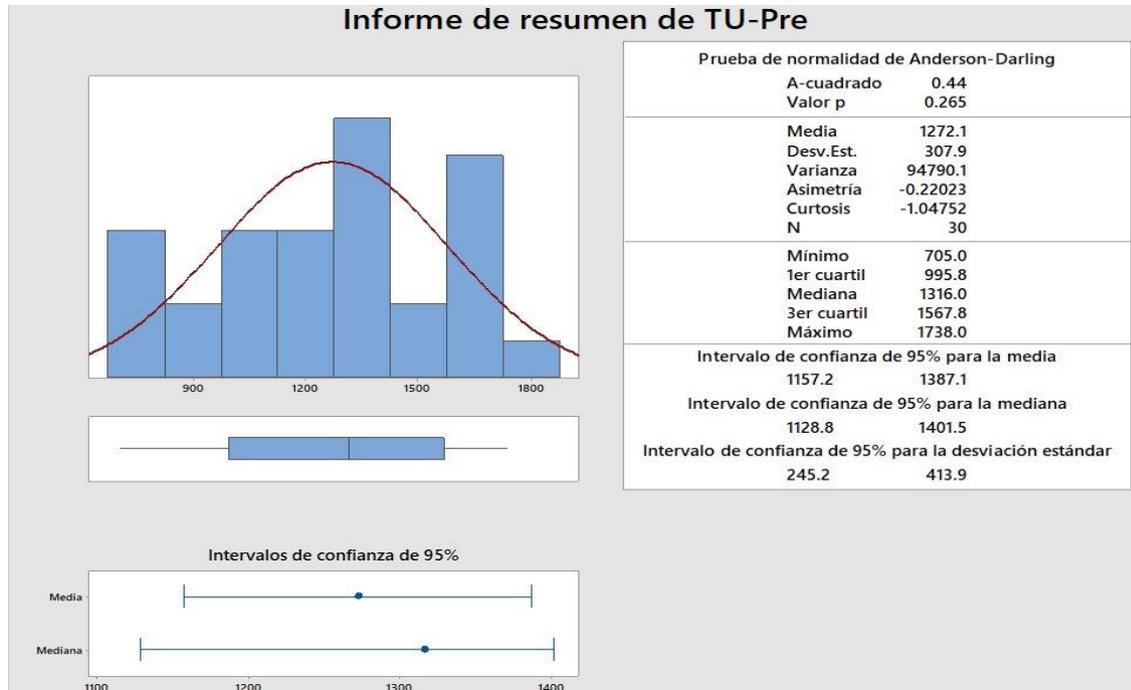
Tabla 36*Resultados obtenidos de la pre-prueba y post-prueba*

N°	KPI-1		KPI-2		KPI-3	
	Tiempo para reportar la ubicación		Tiempo para reportar una colisión		Tiempo para reportar un intento de robo	
	Grupo experimental Pre	Grupo experimental Post	Grupo experimental Pre	Grupo experimental Post	Grupo experimental Pre	Grupo experimental Post
1	924	6	830	4	756	3
2	1348	6	1532	5	1629	4
3	812	5	1175	5	1097	4
4	1738	4	1266	6	840	5
5	808	3	1345	4	801	7
6	1643	4	1307	3	1475	3
7	822	4	1580	4	1386	6
8	839	3	714	4	1135	6
9	705	7	953	4	968	4
10	1556	3	1597	7	1192	3
11	1603	7	1036	7	707	7
12	1265	5	607	4	1776	5
13	1341	6	1383	4	1605	7
14	998	4	877	4	1012	7
15	1648	3	1631	5	1067	7
16	1714	3	1052	7	1005	7
17	1400	3	1104	6	891	7
18	1477	4	1459	3	1506	4
19	1291	4	699	5	1407	3
20	1119	3	1233	3	1767	6
21	1211	7	1133	7	1570	4
22	1162	5	719	4	1799	3
23	1364	6	1610	7	1054	3
24	989	4	1370	7	1507	7
25	1341	5	1469	4	961	3
26	1402	7	957	3	911	3
27	1235	3	1382	5	1374	5
28	1643	4	1223	3	1043	4
29	1109	4	1002	5	1746	5
30	1657	3	697	3	931	6

- Pre-prueba del KPI-1: tiempo para reportar la ubicación

Figura 34

Informe de resumen KPI-1 pre-grupo experimental



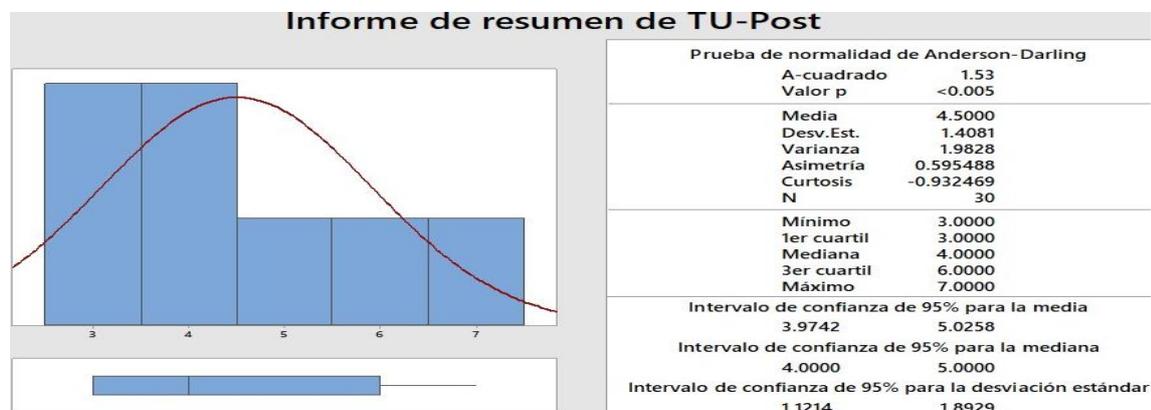
Para este indicador se obtuvo los siguientes resultados:

- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador de tiempo para reportar la ubicación del grupo experimental, con respecto a la media es 307.9 puntos.
- Alrededor del 95% de las calificaciones obtenidas en el indicador de tiempo para reportar la ubicación, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir entre 1157.2 y 1387.1 de puntaje.
- El primer cuartil (Q1) = 995.8 puntos, indica que el 25% de las clasificaciones obtenidas en el indicador de tiempo para reportar la ubicación es menor o igual a este valor.
- El tercer cuartil (Q3) = 1567.8 puntos, indica que el 75% de las clasificaciones obtenidas en el indicador de tiempo para reportar la ubicación es menor o igual a este valor.

- Post-prueba del KPI-1: tiempo para reportar la ubicación

Figura 35

Informe de resumen KPI-1 post-grupo experimental



Para este indicador se obtuvo los siguientes resultados:

- Los datos tienen un comportamiento poco normal debido a que el valor p (0005) $< \alpha$ (0.05), pero son valores muy cercanos, lo cual se confirma al observarse que los intervalos de confianza de la media y la mediana se traslapan.
- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador de tiempo para reportar la ubicación del grupo experimental, con respecto a la media es 1.4081 puntos.
- Alrededor del 95% de las calificaciones obtenidas en el indicador de tiempo para reportar la ubicación, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir entre 3.9742 y 5.0258 de puntaje.
- El primer cuartil (Q1) = 3 puntos, indica que el 25% de las clasificaciones obtenidas en el indicador de tiempo para reportar la ubicación es menor o igual a este valor.
- El tercer cuartil (Q3) = 6 puntos, indica que el 75% de las clasificaciones obtenidas en el indicador de tiempo para reportar la ubicación es menor o igual a este valor.

Figura 36

Comparación del KPI-1 de la pre-prueba para el grupo experimental



Interpretación:

En la figura 34,35 y 36 se observó que los resultados obtenidos de la pre-prueba, para el KPI-1, respecto a la diferencia entre la post-prueba fue de 1267.6 de la media obtenida. Se resalta una disminución significativa en el tiempo para reportar la ubicación a los propietarios. De la misma manera se resalta los datos de la mediana de la post-prueba que es 4.000, esto quiere decir que no hay irregularidad de los datos.

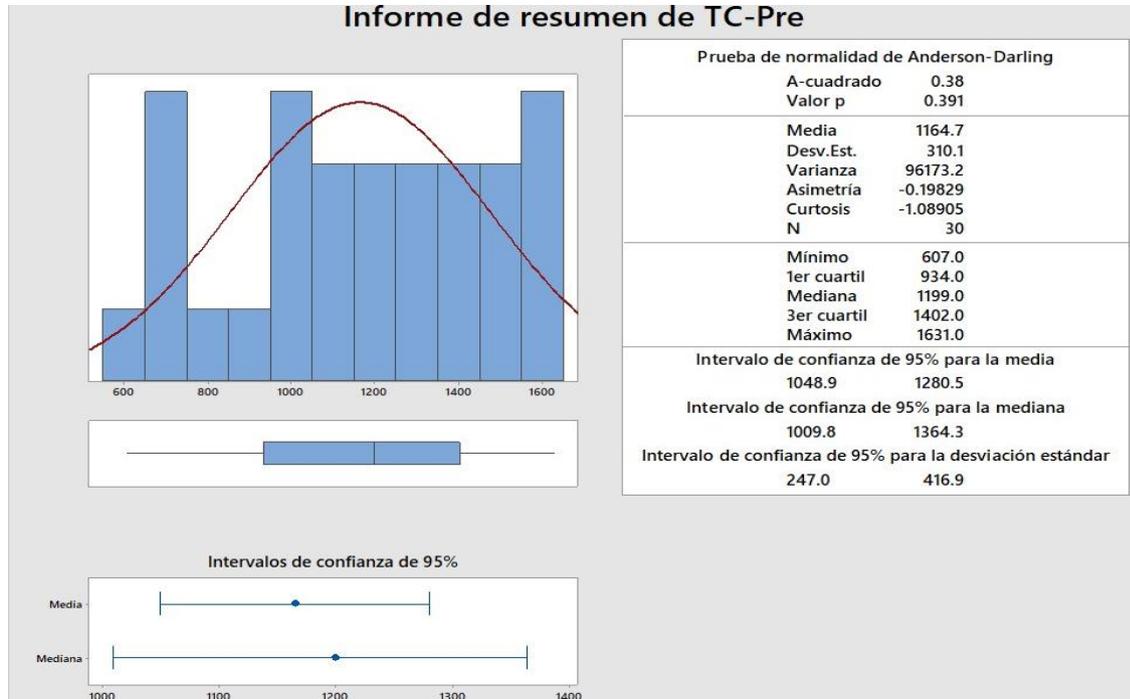
Por otro lado, se observa que el promedio de este KPI-1 para el grupo de estudio se encuentra entre 4 y 1300, lo cual se considera una reducción considerable del tiempo.

En conclusión, con los resultados obtenidos se constata una reducción en el grupo experimental en referencia del KPI-1.

- Pre-prueba del KPI-2: tiempo para reportar una colisión

Figura 37

Informe de resumen KPI-2 pre-grupo experimental



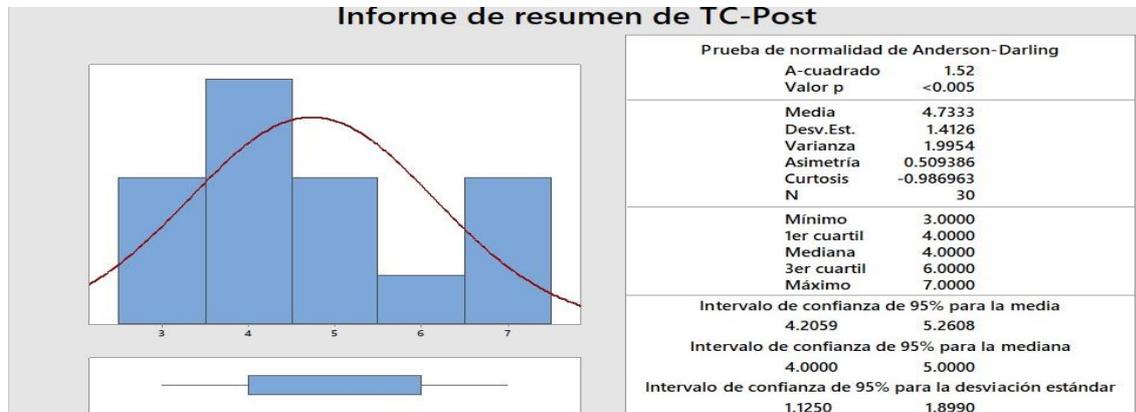
Para este indicador se obtuvo los siguientes resultados:

- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador de tiempo para reportar una colisión del grupo experimental, con respecto a la media es 310.1 puntos.
- Alrededor del 95% de las calificaciones obtenidas en el indicador de tiempo para reportar una colisión, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir entre 1048.9 y 1280.5 de puntaje.
- El primer cuartil (Q1) = 934 puntos, indica que el 25% de las clasificaciones obtenidas en el indicador de tiempo para reportar una colisión es menor o igual a este valor.
- El tercer cuartil (Q3) = 1402 puntos, indica que el 75% de las clasificaciones obtenidas en el indicador de tiempo para reportar una colisión es menor o igual a este valor.

- Post-prueba del KPI-2: tiempo para reportar una colisión

Figura 38

Informe de resumen KPI-2 post-grupo experimental



Para este indicador se obtuvo los siguientes resultados:

- Los datos tienen un comportamiento poco normal debido a que el valor p (0005) $< \alpha$ (0.05), pero son valores muy cercanos, lo cual se confirma al observarse que los intervalos de confianza de la media y la mediana se traslapan.
- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador de tiempo para reportar una colisión del grupo experimental, con respecto a la media es 1.4126 puntos.
- Alrededor del 95% de las calificaciones obtenidas en el indicador de tiempo para reportar una colisión, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir entre 4.2059 y 5.2608 de puntaje.
- El primer cuartil (Q1) = 4 puntos, indica que el 25% de las clasificaciones obtenidas en el indicador de tiempo para reportar una colisión es menor o igual a este valor.
- El tercer cuartil (Q3) = 6 puntos, indica que el 75% de las clasificaciones obtenidas en el indicador de tiempo para reportar una colisión es menor o igual a este valor.

Figura 39

Comparación del KPI-2 de la pre-prueba para el grupo experimental



Interpretación:

En la figura 37,38 y 39 se observó que los resultados obtenidos de la pre-prueba, para el KPI-2, respecto a la diferencia entre la post-prueba fue de 1160 de la media obtenida. Se resalta una disminución positiva significativa en el tiempo para reportar una colisión a los propietarios. De la misma manera se resalta los datos de la mediana de la post-prueba que es 4.000, esto quiere decir que no hay irregularidad de los datos.

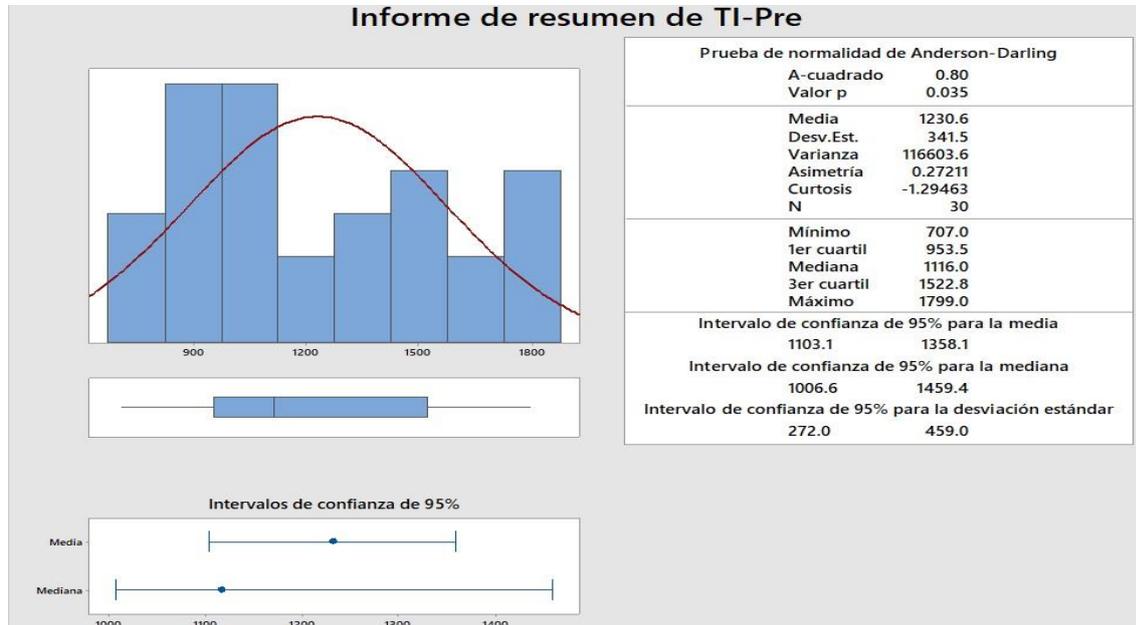
Por otro lado, se observa que el promedio de este KPI-2 para el grupo de estudio se encuentra entre 4 y 1200, lo cual se considera una reducción considerable del tiempo.

En conclusión, con los resultados obtenidos se constata una reducción positiva en el grupo experimental en referencia del KPI-2.

- Pre-prueba del KPI-3: tiempo para reportar un intento de robo.

Figura 40

Informe de resumen KPI-3 pre-grupo experimental



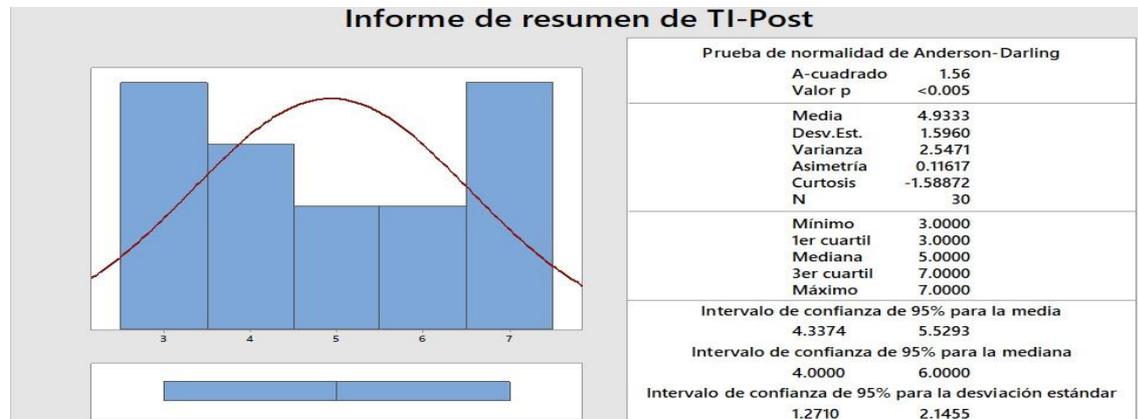
Para este indicador se obtuvo los siguientes resultados:

- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador del tiempo para reportar un intento de robo del grupo experimental, con respecto a la media es 341.5 puntos.
- Alrededor del 95% de las calificaciones obtenidas en el indicador del tiempo para reportar un intento de robo, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir entre 1103.1 y 1358.1 de puntaje.
- El primer cuartil (Q1) = 953.5 puntos, indica que el 25% de las clasificaciones obtenidas en el indicador del tiempo para reportar un intento de robo es menor o igual a este valor.
- El tercer cuartil (Q3) = 1522.8 puntos, indica que el 75% de las clasificaciones obtenidas en el indicador del tiempo para reportar un intento de robo es menor o igual a este valor.

- Post-prueba del KPI-3: tiempo para reportar un intento de robo.

Figura 41

Informe de resumen KPI-3 post-grupo experimental



Para este indicador se obtuvo los siguientes resultados:

- Los datos tienen un comportamiento poco normal debido a que el valor p (0005) $< \alpha$ (0.05), pero son valores muy cercanos, lo cual se confirma al observarse que los intervalos de confianza de la media y la mediana se traslapan.
- La distancia promedio del puntaje obtenido en el indicador del tiempo para reportar un intento de robo del grupo experimental, con respecto a la media es 1.5960 puntos.
- Alrededor del 95% de las calificaciones obtenidas en el indicador del tiempo para reportar un intento de robo, están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, es decir entre 4.3374 y 5.5293 de puntaje.
- El primer cuartil (Q1) = 3 puntos, indica que el 25% de las clasificaciones obtenidas en el indicador del tiempo para reportar un intento de robo es menor o igual a este valor.
- El tercer cuartil (Q3) = 7 puntos, indica que el 75% de las clasificaciones obtenidas en el indicador del tiempo para reportar un intento de robo es menor o igual a este valor.

Figura 42

Comparación del KPI-3 de la pre-prueba para el grupo experimental



Interpretación:

En la figura 40,41 y 42 se observó que los resultados obtenidos de la pre-prueba, para el KPI-3, respecto a la diferencia entre la post-prueba fue de 1225.667 de la media obtenida. Se resalta una disminución significativa en el tiempo para reportar un intento de robo a los propietarios. De la misma manera se resalta los datos de la mediana de la post-prueba que es 5.000, esto quiere decir que no hay irregularidad de los datos.

Por otro lado, se observa que el promedio de este KPI-3 para el grupo de estudio se encuentra entre 4 y 1300, lo cual se considera una reducción considerable del tiempo.

En conclusión, con los resultados obtenidos se consta una reducción en el grupo experimental en referencia del KPI-3.

- Comparativa de las pre-prueba y post-prueba del grupo experimental

Figura 43

Comparación de la pre-prueba y post-prueba para el grupo experimental



Interpretación:

Los resultados obtenidos en los tres KPI's del grupo experimental, tanto en la pre-prueba y la post-prueba realizado luego de 30 días, demuestran una disminución aproximada de un 95% en los tres KPI's, lo cual significa que el uso del sistema inteligente utilizando sigfox sirve de gran apoyo para el monitoreo de vehículos en Lima Metropolitana para los propietarios.

En la figura 43, se observa que los tres KPI's, han sido medidos con pruebas de índice de 0 a 1300, obteniendo resultados bastantes bajos en comparación con los resultados de pre-prueba. Por lo tanto, se concluye que los promedios obtenidos en el grupo experimental mostraron resultados significativos en los tres KPI's.

5.3 Contrastación de la hipótesis

En la siguiente tabla se presenta la mediana de los indicadores de la pre-prueba y post-prueba del grupo experimental.

Tabla 37

Media de los indicadores

Indicador	Grupo	Pre-prueba (mediana)	Post-prueba (mediana)
Tiempo para reportar la ubicación.	Experimental	1316.0 segundos	4.000 segundos
Tiempo para reportar una colisión.	Experimental	1199.0 segundos	4.000 segundos
Tiempo para reportar un intento de robo.	Experimental	1116.0 segundos	5.000 segundos

a) Contrastación para el KPI-1: tiempo para reportar la ubicación

Se valida el impacto que tuvo la implementación de un sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando sigfox en Lima Metropolitana, llevado a cabo la muestra. Se realizó una ficha de observación al grupo experimental (pre-prueba) y otra ficha de observación después de utilizar el aplicativo móvil “PSIM” (post-prueba).

Las siguientes tablas denotan los puntajes obtenidos en el tiempo para reportar la ubicación a los propietarios.

Tabla 38

Puntajes del kpi-1: pre-prueba

Grupo experimental									
924	1738	822	1556	1341	1714	1291	1162	1341	1643
1348	808	839	1603	998	1400	1119	1364	1402	1109
812	1643	705	1265	1648	1477	1211	989	1235	1657

Tabla 39*Puntajes del kpi-1: post-prueba*

Grupo experimental									
6	4	4	3	6	3	4	5	5	4
6	3	3	7	4	3	3	6	7	4
5	4	7	5	3	4	7	4	3	3

Hi: el uso del sistema inteligente “PSIM” utilizando sigfox influye significativamente en el monitoreo de vehículos en Lima Metropolitana en la post-prueba, con respecto a la pre-prueba del grupo experimental.

Solución:

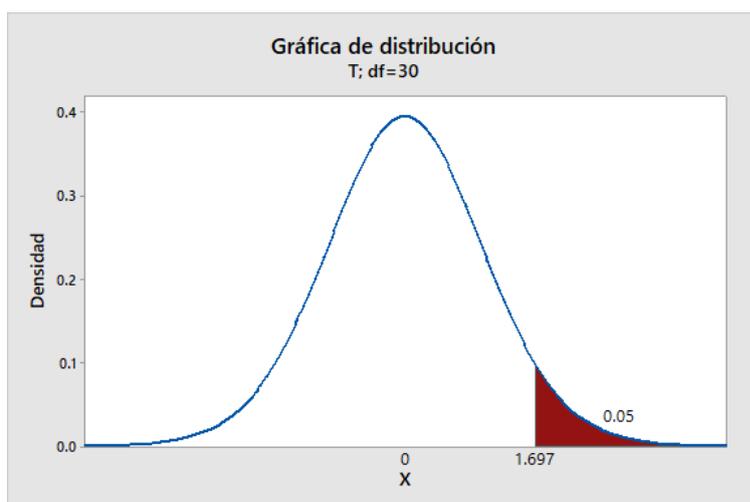
- Planteamiento de la hipótesis:

η_1 = promedio resultante del tiempo para reportar la ubicación (post -prueba).

η_2 = promedio resultante del tiempo para reportar la ubicación (pre-prueba).

Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

- Criterios de decisión

Figura 44*Gráfica de distribución del KPI-1*

- Calculo: prueba Mann-Whitney de dos muestras: grupo experimental (pre-prueba) y grupo experimental (post-prueba).

Método:

η_1 : media del grupo experimental (post-prueba)

η_2 : media del grupo experimental (pre-prueba)

Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Se presupuso igualdad de varianza para este análisis

- Estadísticas descriptivas

Tabla 40

Estadísticas descriptivas del kpi-1: pre y post prueba

Muestra	N	Mediana
Grupo experimental (post-prueba)	30	1199
Grupo experimental (pre-prueba)	30	4

- Estimación de la diferencia

Tabla 41

Estadísticas de la diferencia del kpi-1: post-prueba

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
1194	(1032; 1340)	95.16%

- Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Tabla 42

Estadística descriptiva del kpi-1: post-prueba

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	1365.00	0.000
Ajustado para empates	1365.00	0.000

- Descripción estadística

Resaltando que el valor de $p = 0.000 < \alpha = 0.005$, los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (H_0), en tanto la hipótesis alternativa (H_1), es cierta. La prueba resultó significativa.

b) Contrastación para el KPI-2: tiempo para reportar una colisión

Se valida el impacto que tuvo la implementación de un sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando sigfox en Lima Metropolitana, llevado a cabo la muestra. Se realizó una ficha de observación al grupo experimental (pre-prueba) y otra ficha de observación después de utilizar el aplicativo móvil "PSIM" (post-prueba).

Las siguientes tablas denotan los puntajes obtenidos en el tiempo para reportar una colisión a los propietarios.

Tabla 43

Puntajes del kpi-2: pre-prueba

Grupo experimental									
830	1266	1580	1597	1383	1052	699	719	1469	1223
1532	1345	714	1036	877	1104	1233	1610	957	1002
1175	1307	953	607	1631	1459	1133	1370	1382	697

Tabla 44

Puntajes del kpi-2: post-prueba

Grupo experimental									
4	6	4	7	4	7	5	4	4	3
5	4	4	7	4	6	3	7	3	5
5	3	4	4	5	3	7	7	5	3

H_i : el uso del sistema inteligente "PSIM" utilizando sigfox influye significativamente en el monitoreo de vehículos en Lima Metropolitana en la post-prueba, con respecto a la pre-prueba del grupo experimental.

Solución:

- Planteamiento de la hipótesis:

η_1 = promedio resultante del tiempo para reportar una colisión (post -prueba).

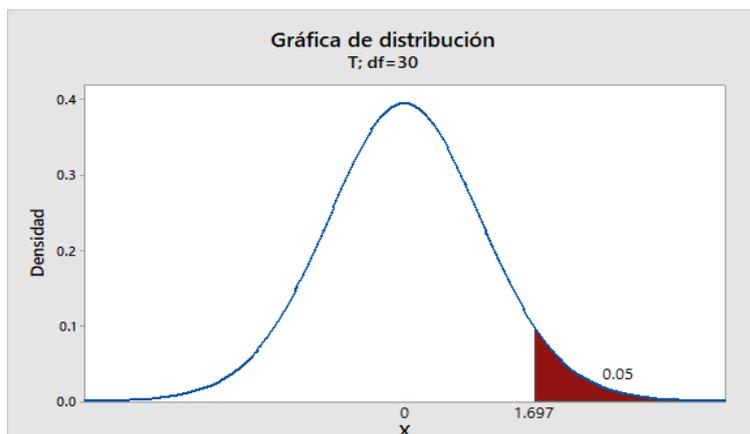
η_2 = promedio resultante del tiempo para reportar una colisión (pre-prueba).

Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

- Criterios de decisión

Figura 45

Grafica de distribución del KPI-2



- Cálculo: prueba Mann-Whitney de dos muestras: grupo experimental (pre-prueba) y grupo experimental (post-prueba).

Método:

η_1 : media del grupo experimental (post-prueba)

η_2 : media del grupo experimental (pre-prueba)

Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Se presupuso igualdad de varianza para este análisis

- Estadísticas descriptivas

Tabla 45

Estadísticas descriptivas del kpi-2: pre y post prueba

Muestra	N	Mediana
Grupo experimental (post-prueba)	30	1199
Grupo experimental (pre-prueba)	30	4

- Estimación de la diferencia

Tabla 46

Estadísticas de la diferencia del kpi-2: post-prueba

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
1194	(1032; 1340)	95.16%

- Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Tabla 47

Estadística descriptiva del kpi-2: post-prueba

Método	Valor de W	Valor p
No ajustado para empates	1365.00	0.000
Ajustado para empates	1365.00	0.000

- Descripción estadística

Resaltando que el valor de $p = 0.000 < \alpha = 0.005$, los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (H_0), en tanto la hipótesis alternativa (H_a), es cierta. La prueba resulto significativa.

c) Contrastación para el KPI-3: tiempo para reportar un intento de robo

Se valida el impacto que tuvo la implementación de un sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando sigfox en Lima Metropolitana, llevado a cabo la muestra. Se realizó una ficha de observación al grupo experimental (pre-prueba) y otra ficha de observación después de utilizar el aplicativo móvil “PSIM” (post-prueba).

Las siguientes tablas denotan los puntajes obtenidos en el tiempo para reportar un intento de robo a los propietarios.

Tabla 48

Puntajes del kpi-3: pre-prueba

Grupo experimental									
756	840	1386	1192	1605	1005	1407	1799	961	1043
1629	801	1135	707	1012	891	1767	1054	911	1746
1097	1475	968	1776	1067	1506	1570	1507	1374	931

Tabla 49

Puntajes del kpi-3: post-prueba

Grupo experimental									
3	5	6	3	7	7	3	3	3	4
4	7	6	7	7	7	6	3	3	5
4	3	4	5	7	4	4	7	5	6

Hi: el uso del sistema inteligente “PSIM” utilizando sigfox influye significativamente en el monitoreo de vehículos en Lima Metropolitana en la post-prueba, con respecto a la pre-prueba del grupo experimental.

Solución:

- Planteamiento de la hipótesis:

η_1 = promedio resultante del tiempo para reportar un intento de robo (post - prueba).

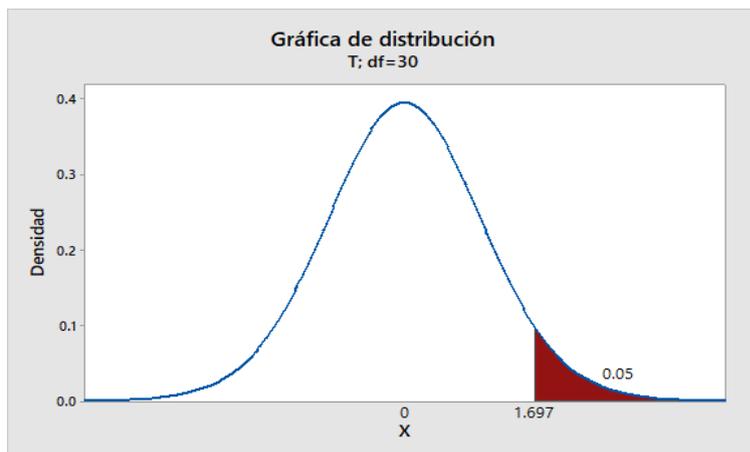
η_2 = promedio resultante del tiempo para reportar un intento de robo (pre- prueba).

Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

- Criterios de decisión

Figura 46

Grafica de distribución del KPI-3



- Calculo: prueba Mann-Whitney de dos muestras: grupo experimental (pre- prueba) y grupo experimental (post-prueba).

Método:

η_1 : media del grupo experimental (post-prueba)

η_2 : media del grupo experimental (pre-prueba)

Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Se presupuso igualdad de varianza para este análisis

- Estadísticas descriptivas

Tabla 50

Estadísticas descriptivas del kpi-3: pre y post prueba

Muestra	N	Mediana
Grupo experimental (post-prueba)	30	1116
Grupo experimental (pre-prueba)	30	5

- Estimación de la diferencia

Tabla 51

Estadísticas de la diferencia del kpi-3: post-prueba

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
1111	(1008; 1402)	95.16%

- Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Tabla 52

Estadística descriptiva del kpi-3: post-prueba

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	1365.00	0.000
Ajustado para empates	1365.00	0.000

- Descripción estadística

Resaltando que el valor de $p = 0.000 < \alpha = 0.005$, los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (H_0), en tanto la hipótesis alternativa (H_a), es cierta. La prueba resultó significativa.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se determinó, que con la implementación de un sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando sigfox dio como resultado la reducción significativamente del tiempo para reportar la ubicación a los propietarios en un 95% del grupo experimental, el cual en la pre-prueba se obtuvo un promedio de 1272.133 segundos, en comparación a la post-prueba que obtuvo un promedio de 4.500 segundos en el tiempo de reporte.
- Se concluyó, que con la implementación de un sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando sigfox mostro resultados de reducción significativamente del tiempo para reportar una colisión a los propietarios en un 95% del grupo experimental, el cual en la pre-prueba se obtuvo un promedio de 1164.733 segundos, en comparación a la post-prueba que obtuvo un promedio de 4.733 segundos en el tiempo de reporte.
- Se determinó, que con la implementación de un sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando sigfox dio como resultado la reducción significativamente del tiempo para reportar un intento de robo a los propietarios en un 95% del grupo experimental, el cual en la pre-prueba se obtuvo un promedio de 1230.6 segundos, en comparación a la post-prueba que obtuvo un promedio de 4.933 segundos en el tiempo de reporte.

6.2 Recomendaciones

- Considerar incluir en el prototipo, a elección del usuario generar alertas a la compañía aseguradora de su preferencia. Para ello se tendrá que desarrollar un sistema general en un inicio, con futuras mejoras que se adapten a cada empresa, que logre captar estas alertas y realizar las medidas pertinentes que cada una de ellas realiza ante estos acontecimientos.
- Se recomienda subir el nivel de seguridad del servidor donde se alojan los datos, ya que fácilmente podría ser atacada, desarrollar un tipo de comunicación cifrada y que solo el dispositivo sea capaz de descifrarla para que así se asegure la información proporcionada por el usuario.
- Se recomienda añadir una interfaz llamada historial de incidencias, con el objetivo que el propietario tenga una información organizada sobre: lugar, fecha, hora y el tipo de incidencia que se identificó en el momento, dándole al propietario un mayor criterio de decisión sobre donde estacionar su vehículo.

REFERENCIAS

AG Electrónica. (2017). *Devkit 2.0 basado en Sigfox V2.0*.
<https://agelectronica.com/detalle.php?p=DEVKIT%202.0>

Agarwal, Y., Jain, K. & Karabasoglu, O. (2018). Smart vehicle monitoring and assistance using cloud computing in vehicular ad hoc networks. *International journal of transportation science and technology*, 7(1), 60-73.
<https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2017.12.001>

Arca Electrónica. (2016). *Sensor de vibración SW-420 Arduino*.
<http://arcaelectronica.blogspot.com/2017/12/sensor-de-vibracion-sw-420.html>

ATV noticias. (2019). *Informe especial: en Lima 7 autos son robados a diario*.
<https://www.atv.pe/actualidad/en-lima-7-autos-son-robados-a-diario-385064>

Bahos, A., Molano, R., Miramá, V. y Hernández, C. (2016). Sistema de posicionamiento vehicular respaldado por sensores inerciales. *Comtel, 2016*, 195-201. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/643>

Chung, Y., Ahn, J. & Huh, J. (2018). Experiments of a lpwan tracking(TR) platform based on sigfox test network. *2018 International conference on information and communication technology convergence*, 1373-1376.
<https://doi.org/10.1109/ICTC.2018.8539697>

Córdoba, L. y Plazas, V. (2014). Prototipo de control y monitoreo para parqueaderos vehiculares. *Revista Tekhnê*, 12, 67-72.
<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tekhne/article/view/10443>

De Luz, S. (2013). *Redes Zone. Android*. <https://www.redeszone.net/android/>

Díaz, C. y Matthew, R. (2018). *Prototipo de alarma inteligente usando GSM/GPS para el monitoreo de incidencias vehiculares* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Perú]. Repositorio Institucional UA.
<http://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/AUTONOMA/582>

Dset Energy. (2019). *Infraestructura Sigfox*. <http://www.dset-energy.com/2019/06/05/tecnologia-sigfox/>

El Comercio. (2017). *Robo de vehículos: los distritos preferidos por los ladrones*. <https://elcomercio.pe/peru/robo-vehiculos-distritos-preferidos-ladrones-417506-noticia/>

El Financiero. (2017). *Robo de autos asegurados alcanza su máximo histórico*. <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/robo-de-autos-asegurados-alcanza-su-maximo-historico/>

Electronilab. (2018). *Modulo GPS Ublox NEO-6M v2 con memoria EEPROM*. <https://electronilab.co/tienda/modulo-gps-ublox-neo-6m-v2-con-memoria-eprom/>

Fernández, L., Ramírez, J., Torres, M. & López, R. (2019). Proposal for the design of monitoring and operating irrigation networks based on IoT, cloud computing and free hardware technologies. *Sensors* 2019, 19(10), 2318. <https://doi.org/10.3390/s19102318>

Fernández, R. y Gil, I. (2017). An alternative wearable tracking system based on a low-power wide-area network. *Sensors*, 17(3), 592. <https://doi.org/10.3390/s17030592>

Flores, A. y Sánchez, R. (2017). *Diseño y construcción de un sistema de seguridad vehicular mediante monitoreo vía GSM-GPS* [Tesis de pregrado, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Institucional IPN. <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/22108>

Franco, J. (2015). *Propuesta de modelo de seguimiento satelital para flotas vehiculares de ep petroecuador-distrito amazónico-lago agrio* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Institucional UCSG. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/4089>

Gestión. (2018). *Internet de las Cosas: ¿Cómo garantizar la seguridad en sus dispositivos?*. <https://gestion.pe/tecnologia/internet-cosas-garantizar-seguridad-dispositivos-240654-noticia/>

Gohin, C. y Vera, K. (2015). *Mejora del sistema de monitoreo y rastreo vehicular position logic—Fermon Perú S.A.C* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Institucional UPAO <https://hdl.handle.net/20.500.12759/1202>

Ingeniería de software. (2021). *Ciclo de vida en “V”*. <https://ingsoftware.weebly.com/ciclo-de-vida-en-v.html>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Robo de vehículos*. <http://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/vehicle-theft/>

INTERPOL (2020). *Lucha contra la delincuencia relacionada con los vehículos*. <https://n9.cl/zk4ww>

Javed A. (2016) *Arduino Basics*. In: *Building Arduino Projects for the Internet of Things*. Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-1940-9_1

Joshi, J., Jain, K. & Agarwai, Y. (2015). CVMS: Cloud based vehicle monitoring system in vanets. *2015 International conference on connected vehicles and expo (iccve)*, 106-111. <https://doi.org/10.1109/ICCVE.2015.65>

Li, D., Zhang, B. & Cheng, C. (2016a). Development of a vehicle monitoring system based on html and asp.net. *2016 7th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, 714-717. <https://doi.org/10.1109/ICSESS.2016.7883167>

Li, D., Zhang, B. & Cheng, C. (2016b). Vehicle remote monitoring system based on android. *2016 7th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, 722-725. <https://doi.org/10.1109/ICSESS.2016.7883169>

- Li, S., Tian, J., Kui, H., Wang, H. (2011). Design and implementation of vehicle monitoring and early-warning system based on WinCE. *2011 International Conference on Electric Information and Control Engineering*, 2073-2076. <https://doi.org/10.1109/ICEICE.2011.5777140>
- Matta, J. (2018). *Sistema de monitoreo vehicular como herramienta para el sistema de seguridad ciudadana utilizando tecnología zigbee* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional UNAS. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5818>
- Maroto, F., Navarro, J., Príncipe, K., Gómez, I., Guerrero, J., Garrido, A. & Pérez, D. (2019). A low-cost iot-based system to monitor the location of a whole herd. *Sensors*, 19(10), 2298. <https://doi.org/10.3390/s19102298>
- Mekki, T., Jabri, I., Rachedi, A. & Jemaa, M. (2017). Vehicular cloud networks: challenges, architectures, and future directions. *Vehicular communications*, 9, 268-280. <https://doi.org/10.1016/j.vehcom.2016.11.009>
- Naylamp Mechatronics SAC. (2021). *Módulo PIR HC-SR501*. <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/55-modulo-de-deteccion-pir-hc-sr501.html>
- Ni, F., Wei, J. & Shen, J. (2018). An internet of things (IoTs) based intelligent life monitoring system for vehicles. *2018 IEEE 3rd Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC)*, 532-535. <https://doi.org/10.1109/IAEAC.2018.8577659>
- Olvera, X. (2014). *Sistema colaborativo para el monitoreo de tráfico vehicular* [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Institucional IPN. <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/18929>

- Pattanusorn, W. & Nilkhamhang, I. (2018). Real-time monitoring system for university buses using available wifi networks and travel time prediction. *15th International conference on electrical engineering/electronics, computer, telecommunications and information technology*, 407-410. <https://doi.org/10.1109/ECTICon.2018.8619903>
- Pedraza, C., Vega, F. & Manana, G. (2018). PCIV, an RFID-based platform for intelligent vehicle monitoring. *IEEE Intelligent transportation systems magazine*, 10(2), 28-35. <https://doi.org/10.1109/MITS.2018.2806641>
- Perú 21. (2015). *¿Qué hacer si deseas contratar un seguro vehicular?*. <https://peru21.pe/mis-finanzas/deseas-contratar-seguro-vehicular-165612-noticia/>
- Pngwing. (2021). *iPhone Apple iOS 11 desarrollo de aplicaciones móviles. iPhone, blanco, electrónica, cara png*. <https://www.pngwing.com/es/free-png-povlu>
- Quiñonez, Y., Lizárraga, C., Peraza, J. y Zatarain, O. (2019). Sistema inteligente para el monitoreo automatizado del transporte público en tiempo real. *Risti - revista ibérica de sistemas e tecnologías de información*, 31, 94-105. <http://dx.doi.org/10.17013/risti.31.94-105>
- Ramos, P. (2008). *Improvements in autonomous GPS navigation of low earth orbit satellites* [Tesis de doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya]. Repositorio Institucional UPC. <http://hdl.handle.net/2117/94337>
- Ribeiro, G., de Lima, L., Oliveira, L., Rodrigues, J., Marins, C. & Marcondes, G. (2018). An outdoor localization system based on sigfox. *2018 IEEE 87th vehicular technology conference (VTC spring)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/VTCSpring.2018.8417853>

- Rincón, J. (2019). *Internet de las Cosas: los riesgos de seguridad de tus dispositivos que necesitas conocer*. eleconomista.com.mx.
<https://www.eleconomista.com.mx/tecnologia/Internet-de-las-Cosas-los-riesgos-de-seguridad-de-tus-dispositivos-que-necesitas-conocer-20191103-0002.html>
- Sandoval, J. (2013). *Estudio, diseño e implementación de un sistema prototipo de alarma barrial y sistema de grabación activado por SMS* [Tesis de pregrado, Universidad Israel]. Repositorio Institucional UI.
<http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/457>
- Santa, J., Sánchez, R., Rodríguez, P., Bernal, P. & Skarmeta, A. (2019). Lpwan-based vehicular monitoring platform with a generic ip network interface. *Sensors* 2019, 19, 264. <https://doi.org/10.3390/s19020264>
- Siancas, F. (2019). *Implementación de un centro de control y monitoreo de flota en la empresa Seratra SRL* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Perú]. Repositorio Institucional UA.
<http://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/AUTONOMA/782>
- Sigfox. (2012). *Sigfox es el proveedor de servicios de comunicación de IoT (Internet de las cosas) líder en el mundo y pionero de la red 0G*.
<https://twitter.com/sigfox/photo>
- Silva, D., Henao, J., Pedraza, C. y Vega, F. (2015). Uso de tecnologías emergentes para el monitoreo de tráfico vehicular. *Actas de Ingeniería*, 1, 139-144.
shorturl.at/fowzU
- Tao, N. (2007). Vehicular GPS monitor system based on gprs network. 2007 international symposium on microwave, antenna. *Propagation and emc technologies for wireless communications*, 277-280.
<https://doi.org/10.1109/MAPE.2007.4393600>

Wang, H., Zhu, Y. & Zhang, Q. (2013). Compressive sensing based monitoring with vehicular networks. *2013 Proceedings IEEE infocom*, 2823-2831. <https://doi.org/10.1109/INFCOM.2013.6567092>

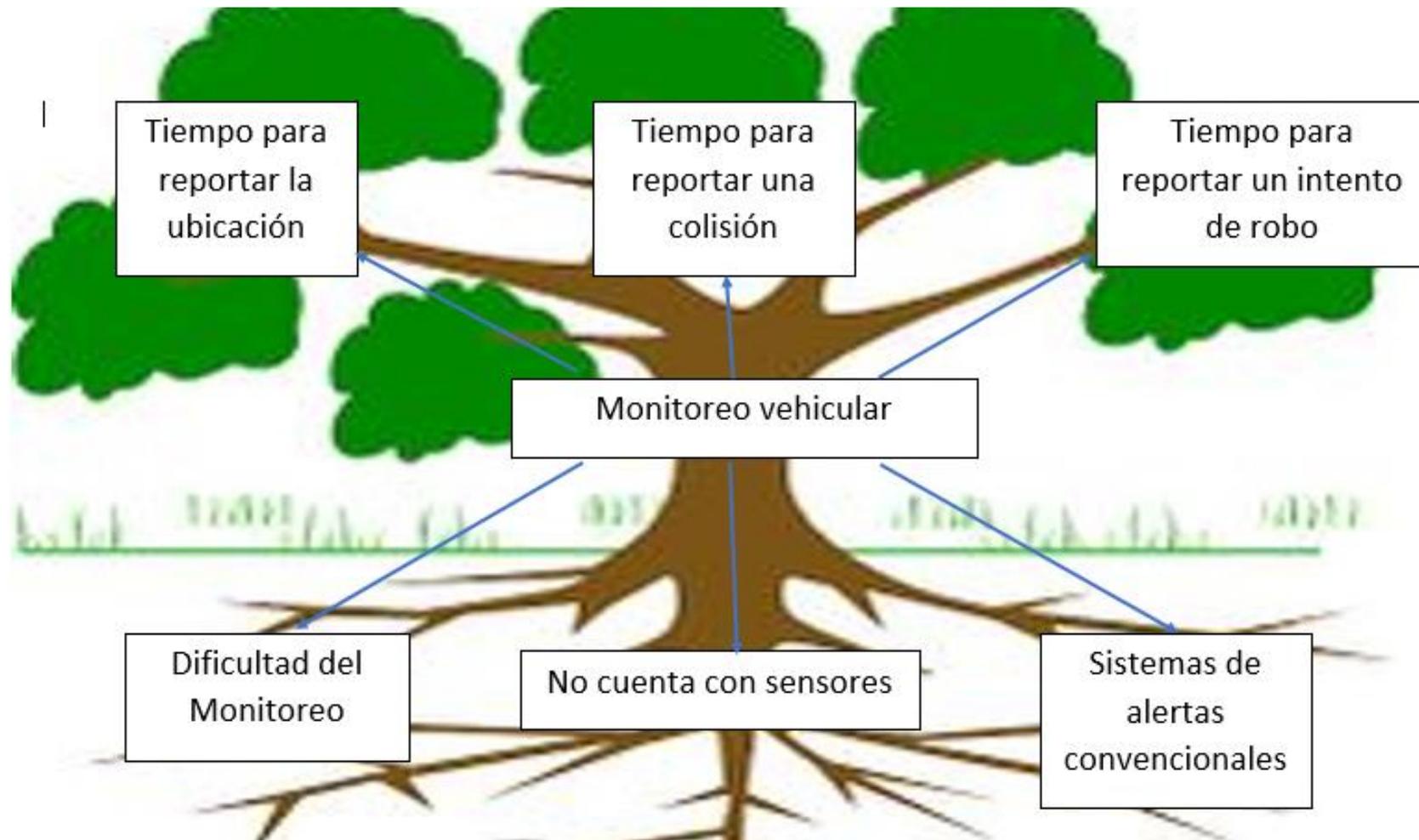
Weng, J. (2013). *On demand surveillance service in vehicular cloud (UCLA)* [Tesis de pregrado, University of California]. Repositorio Institucional UCLA. <https://escholarship.org/uc/item/7sc0b7rb>

Wikipedia The Free Encyclopedia. (2018). *Ionic (mobile app framework)*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Ionic_\(mobile_app_framework\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ionic_(mobile_app_framework))

Zhang, X. & Wang, M. (2016). Real-time vehicle wireless remote positioning and monitoring system based on GPRS network and BeiDou. *International conference on cyber-enabled distributed computing and knowledge discovery*, 350-354. <https://doi.org/10.1109/CyberC.2016.73>

ANEXOS

Anexo 1: Análisis del problema
(sugerencia técnica del árbol de problemas)



Anexo 2: Matriz de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Índice	Unidad de medida	Unidad de observación	Técnica	Instrumento
Sistema inteligente	Programa de computación con características asimilables a la inteligencia humana o animal.	Respuestas programadas ante las situaciones sometidas al dispositivo.	...	Presente-Ausente	Si No
Mejorar el monitoreo vehicular	Proceso en el cual se pueden medir parámetros como ubicación, colisión, robo, etc.	Será medido mediante la observación de situaciones simuladas a los vehículos participantes, teniendo como referencia el tiempo de un reloj y documentado en la ficha de observación.	Tiempo	Tiempo para reportar la ubicación	[600-1800]	Segundos	Reloj	Observación	Ficha de observación
	Siendo de gran importancia el tiempo y la satisfacción del propietario.		Tiempo	Tiempo para reportar una colisión	[600-1800]	Segundos	Reloj	Observación	Ficha de observación
			Tiempo	Tiempo para reportar un intento de robo	[600-1800]	Segundos	Reloj	Observación	Ficha de observación

Anexo 3: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable
¿En qué medida un sistema inteligente utilizando sigfox mejorará el monitoreo de vehículos en Lima Metropolitana?	Determinar en qué medida un sistema inteligente utilizando sigfox mejora el monitoreo de vehículos en Lima Metropolitana.	La implementación de un sistema inteligente utilizando sigfox mejora significativamente el monitoreo de vehículos en Lima Metropolitana.	Independiente Sistema inteligente
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente
¿En qué medida un sistema inteligente utilizando sigfox reducirá el tiempo para reportar la ubicación del vehículo al propietario?	Determinar en qué medida el uso de un sistema inteligente utilizando sigfox reduce el tiempo para reportar la ubicación del vehículo al propietario.	La implementación de un sistema inteligente utilizando sigfox reduce significativamente el tiempo para reportar la ubicación del vehículo al propietario.	Mejorar el monitoreo de vehículos
¿En qué medida un sistema inteligente utilizando sigfox reducirá el tiempo para reportar una colisión del vehículo al propietario?	Determinar en qué medida el uso de un sistema inteligente utilizando sigfox reduce el tiempo para reportar una colisión del vehículo al propietario.	La implementación de un sistema inteligente utilizando sigfox reduce significativamente el tiempo para reportar una colisión del vehículo al propietario.	Variable Interviniente Arduino
¿En qué medida un sistema inteligente utilizando sigfox reducirá el tiempo para reportar un intento de robo del vehículo al propietario?	Determinar en qué medida el uso de un sistema inteligente utilizando sigfox reduce el tiempo para reportar un intento de robo del vehículo al propietario.	La implementación de un sistema inteligente utilizando sigfox reduce significativamente el tiempo para reportar un intento de robo del vehículo al propietario.	

Anexo 4: Matriz de revisión de literatura

Título	Autor	Institución	Año	Objetivo	Método	Aportes	Fecha de Revisión	Tipo Literat
Demand surveillance service in vehicular cloud	Jiu-Ting Weng	University of California (Estados Unidos)	2013	Demostrar como diseñar e implementar una nube vehicular, usando experimentos paralelos y servicios de vigilancia en exteriores del edificio UCLA Engineering IV.	Investigación aplicada-cuasiexperimental	Una red interna en donde disminuye tiempo y consumo de datos.	30/10/2018	Tesis
Compressive sensing based monitoring with vehicular networks	Hongjian Wang, Yanmin, Zhu Qian Zhang	IEEE	2013	Utilizar un enfoque basado en la detección compresiva llamado CSM (Monitorización basada en sensores de compresión) para monitorear con redes vehiculares	Método comparativo	Simulaciones basadas en trazas de GPS utilizando el enfoque CSM.	27/10/2018	Artículo
Sistema colaborativo para el monitoreo de tráfico vehicular	Xóchitl Olvera Bernardino	Instituto Politécnico Nacional (México)	2016	Implementar un sistema colaborativo móvil para la detección del tránsito vehicular, de fácil uso para cualquier usuario, que le ayude a tomar una decisión evitando congestionamientos	Investigación aplicada-cuasiexperimental	Una opción más para revisar la congestión vehicular.	15/10/2018	Tesis
Sistema de monitoreo vehicular como herramienta para el sistema de seguridad ciudadana utilizando tecnología zigbee	Jorge Antonio Matta Hernández	Universidad San Agustín de Arequipa (Perú)	2018	Diseñar e implementar un prototipo de monitoreo vehicular en Arequipa usando tecnología inalámbrica Zigbee, para la seguridad ciudadana.	Método Experimental	Interface Web almacena la Información completa de los vehículos	2/10/2018	Tesis
Mejora del sistema de monitoreo y rastreo vehicular position logic-Fermon Peru S.A.C	Br. César Alejandro Gohin Tay & Br. Károl Edir Vera Bernuí	Universidad Privada "Antenor Orrego" (Perú)	2015	Implementar un sistema de monitoreo de combustible y bloqueo remoto del vehículo	No se siguió una metodología	Nuevas funcionalidades a una aplicación existente	13/10/2018	Tesis

Anexo 5: Ficha de observación

Fecha:

Aspecto a medir: Tiempo para reportar la ubicación

Observador:

Nº	Pre-Prueba	Post-Prueba
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

Anexo 6: Ficha de observación

Fecha:

Aspecto a medir: Tiempo para reportar una colisión

Observador:

Nº	Pre-Prueba	Post-Prueba
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

Anexo 7: Ficha de observación

Fecha:

Aspecto a medir: Tiempo para reportar un intento de robo

Observador:

Nº	Pre-Prueba	Post-Prueba
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

Anexo 8: Validación de instrumentos

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Pretell Cruzado, Ramón Johny

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos. Con el propósito de poner en su conocimiento que, siendo estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma del Perú, promoción 2019-02, solicitamos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para desarrollar nuestra investigación y con la cual obtendremos el título de Ingeniero.

El título de la investigación es: Sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando Sigfox en Lima Metropolitana y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos desarrollados, hemos considerado oportuno recurrir a usted, ante su connotada experiencia en tecnologías: Sistemas de monitoreo y IoT.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Matriz de Consistencia (incluye definición conceptual de las variables)
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Diseño de Instrumentos
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Barriga Baltazar, Víctor Rafael
DNI: 75511229



Sánchez Quin, Enmanuel Eduardo
DNI: 72673168

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Título de la investigación	Sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando Sigfox en Lima Metropolitana
Nombre(s) del(los) instrumento(s)	Ficha de observación
Autor(es) del instrumento	Barriga Baltazar, Victor Rafael / Sanchez Quin, Emmanuel Eduardo

N°		DIMENSIONES / Indicadores			Pertinencia ¹	Relevancia ²	Claridad ³	Sugerencias
DIMENSIÓN 1: Tiempo		INDICADOR: Tiempo para reportar la ubicación			Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
1	Tiempo de observación							
DIMENSIÓN 2: Tiempo		INDICADOR: Tiempo para reportar una colisión			Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
2	Tiempo de observación							
DIMENSIÓN 3: Tiempo		INDICADOR: Tiempo para reportar un intento de robo			Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
3	Tiempo de observación							

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable No aplicable
 Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg: PRETELL CRUZADO RAMON JEHNY DNI: 18104839

27 de Nov. 2019



Firma del experto informante

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado
Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiente, cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Anexo 9: Validación de instrumentos

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Arnao Orosco, Jose

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos. Con el propósito de poner en su conocimiento que, siendo estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma del Perú, promoción 2019-02, solicitamos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para desarrollar nuestra investigación y con la cual obtendremos el título de Ingeniero.

El título de la investigación es: Sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando Sigfox en Lima Metropolitana y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos desarrollados, hemos considerado oportuno recurrir a usted, ante su connotada experiencia en tecnologías: Sistemas de monitoreo y IoT.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Matriz de Consistencia (incluye definición conceptual de las variables)
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Diseño de Instrumentos
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Barriga Baltazar, Victor Rafael
DNI:75511229



Sánchez Quin, Enmanuel Eduardo
DNI:72673168

Anexo 10: Validación de instrumentos

Anexo 11: Carta de aceptación

SOLICITUD PARA AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

Lima, 6 de Diciembre del 2018

Ing. José Luis Herrera Salazar
Director de la carrera de Ingeniería de Sistemas
Universidad Autónoma del Perú

Somos los estudiantes: **BARRIGA BALTAZAR VICTOR** y **SANCHEZ QUIN ENMANUEL**, con DNI 75511229 y DNI 72673168 respectivamente, ambas del VIII ciclo de la Carrera Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma del Perú; y como parte de nuestra formación de pregrado, la universidad considera muy importante la realización de actividades de investigación.

La suscritas, nos encontramos investigando sobre la “**Sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando SIGFOX en lima metropolitana**”, en tal sentido, teniendo en cuenta que la Universidad Autónoma del Perú no cuenta con ello, nos gustaría solicitar su permiso para realizar nuestra investigación aplicada, conjuntamente con su equipo de desarrollo, con el compromiso de aportar con nuestra investigación a la mejora del proceso en cuestión y con la reserva del caso en cuanto a uso y manejo de información.

Es importante señalar que esta actividad no conlleva ningún gasto para su institución y que se tomarán los resguardos necesarios para no interferir con el normal funcionamiento de las actividades propias de su área y del equipo de desarrollo.

Finalmente, aceptada esta solicitud, pedimos se nos pueda emitir un documento formal de Consentimiento para la realización del Proyecto de Investigación, formato que le haremos llegar.

Sin otro particular y esperando una buena acogida, se despiden atte.



BARRIGA BALTAZAR VICTOR
DNI 75511229



SANCHEZ QUIN ENMANUEL
DNI 72673168

CARTA DE ACEPTACIÓN PARA REALIZACIÓN DE PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL PERÚ

Lima 6 de Diciembre del 2018

Sr.
Ramón Johny Pretell Cruzado
Encargado de la carrera de Ingeniería de Sistemas
Universidad Autónoma del Perú
Presente. -

De nuestra consideración

Es grato dirigirme a ustedes en representación de la “Universidad Autónoma del Perú” para hacer de su conocimiento que los señores Barriga Baltazar Victor y Sánchez Quin Enmauel, estudiantes de la carrera profesional de ingeniería de sistemas de la Universidad Autónoma del Perú que usted representa, han sido admitidos para realizar su proyecto de tesis “Sistema inteligente de monitoreo de vehículos utilizando SIGFOX en lima metropolitana” en el “parqueo público” de nuestra organización/empresa, teniendo como fecha de inicio 6 de **Diciembre del 2018.**

Sin otro particular, quedo de usted

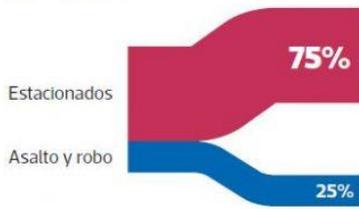
Atentamente



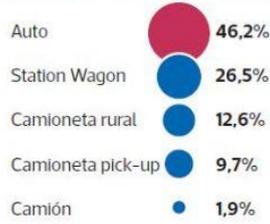
José Luis Herrera Salazar
Director de la carrera de Ingeniería de Sistemas

Anexo 12: Robo de autos, las marcas y los distritos preferidos por los delincuentes.

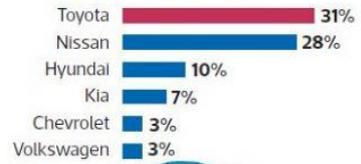
MODALIDAD



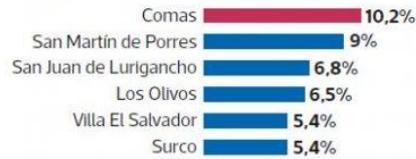
TIPO DE VEHÍCULOS MÁS ROBADOS



MARCAS MÁS ROBADAS



DISTRITOS CON MÁS ALTO ÍNDICE DE ROBOS



ENERO - SETIEMBRE 2017



Si es víctima de hurto o robo de su vehículo comuníquese a los números de Diprove: **328-0573/328-4473**

Fuente: Dirección de Prevención e Investigación de Robo de Vehículos (Diprove) de la Policía Nacional