

**GESTIÓN DE PROYECTOS
TECNOLÓGICOS APLICADOS A
RETOS EMPRESARIALES**

**MEMORIA DEL
PROYECTO:
PARADAS INTELIGENTES
DE AUTOBUSES.
TITSA**

AFONSO RODRÍGUEZ, Manuel Gustavo
CORREA ANAISSI, Jacinto Carlos
ESQUIVEL GONZÁLEZ, Guillermo
GONZÁLEZ DÍAZ, Antonio David
PÜSCHNER, Raphael Claudius

TUTOR: CORONEL GRANADO, Adriano



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO



Escuela de
organización
industrial

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. EDT (Estructura de Descomposición del Trabajo).....	4
3. DICCIONARIO EDT	6
4. CRONOGRAMA.....	10
5. DESARROLLO DEL PROYECTO PARADAS INTELIGENTES DE AUTOBUSES.....	12
5.1. GESTIÓN DEL PROYECTO	13
5.2. ENTORNO LEGAL	19
5.3. SISTEMA ACTUAL	22
5.4. ANÁLISIS DEL ENTORNO	35
5.5. ESTUDIO DE PATENTES	55
5.6. ANÁLISIS DE DECISIÓN	58
5.7. LECCIONES APRENDIDAS	92
5.8. ESTUDIO ECONÓMICO	94
5.9. TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	111
5.10. GLOSARIO	114
5.11. RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS	116

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del reto consiste en solucionar mediante la tecnología actual un problema que TITSA tiene, de forma recurrente, en algunas paradas de la isla.

Existen paradas, sobre todo aquellas que están en vías como las autopistas, que están provistas de un pulsador que, al ser accionado por el usuario, se activa una señal visual para que el conductor del vehículo sepa que debe parar. Una vez entra el vehículo a recoger al pasajero, acciona un sensor que desactiva la señal.

Las debilidades de este sistema actual son:

1. El usuario no acciona el pulsador.
2. Que el pulsador esté averiado.
3. Actos vandálicos.
4. Que, habiendo utilizado el pulsador, un vehículo ajeno a la compañía acceda a la parada por cualquier motivo y lo desactive, por lo que el usuario deberá de accionarlo de nuevo y no siempre es así.
5. Que algún elemento arrastrado por el viento pase por delante del sensor y lo desactive.
6. Que la señal visual no funcione.

El objetivo del reto es diseñar un sistema más robusto, que nos indique en tiempo real si hay usuarios en la parada y que, en un futuro, incorpore la emisión, además de la señal visual, de un mensaje al pupitre del autobús, que es el ordenador con el que interactúa el conductor y el cual recibe mensajes por parte del SAE.

El equipo diseñado permitirá la identificación de los siguientes parámetros del individuo:

- Hombres/mujeres.
- Niños.
- PMR (sillas de ruedas).
- Cantidad de usuarios en la parada.

Para que el sistema sea más robusto, podría detectarse cuántos móviles están cerca de la parada, y detectar a través de éstos, si hay usuarios del servicio, de forma que, si falla la cámara termográfica, habría un segundo sistema redundante con el mismo fin.

Con este sistema no sólo seríamos capaces de saber cuántas personas se suben en una parada, sino también cuántas se bajan en cada una de ellas. La detección de la bajada de pasajeros en las citadas paradas principales de las autopistas es de importancia con el fin de mejorar la matriz origen-destino. Esto nos permitirá optimizar la planificación de los servicios en diversos aspectos, como el ajuste de las plazas ofertadas a las solicitadas por los usuarios, la ubicación y características de las paradas, etc.

El sistema tendría que ser capaz de enviar avisos en casos de anomalías, como fallos de la cámara, del avisador, falta de corriente, etc.

A continuación, adjuntamos un posible esquema del proyecto utilizando cámaras termográficas, para cumplir con la G.P.R.D., y alimentación del sistema por energías renovables:

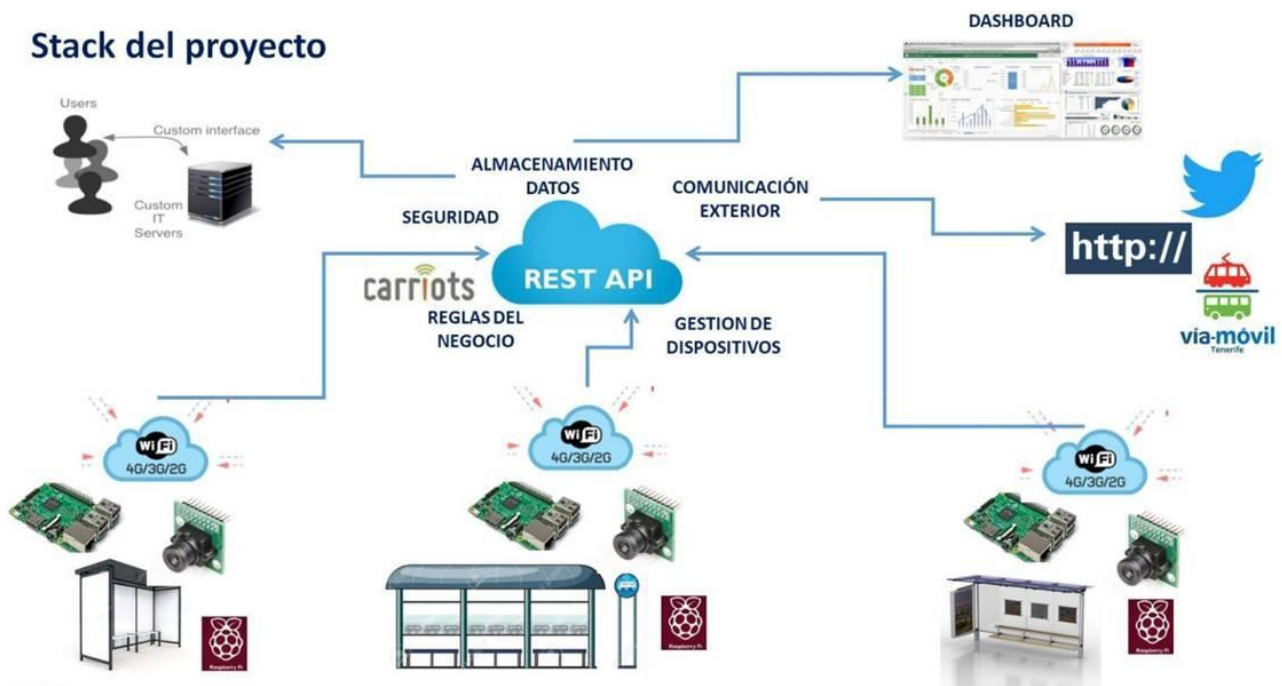


Ilustración 1. Esquema del Proyecto

2. EDT (ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DEL TRABAJO)

En este apartado adjuntamos la Estructura de Descomposición del Trabajo definida para poder desarrollar el reto planteado.

La EDT ha sido realizada en la plataforma online miro.com. Adjuntamos URL para su consulta:

https://miro.com/app/board/o9J_kxYgk2A=/

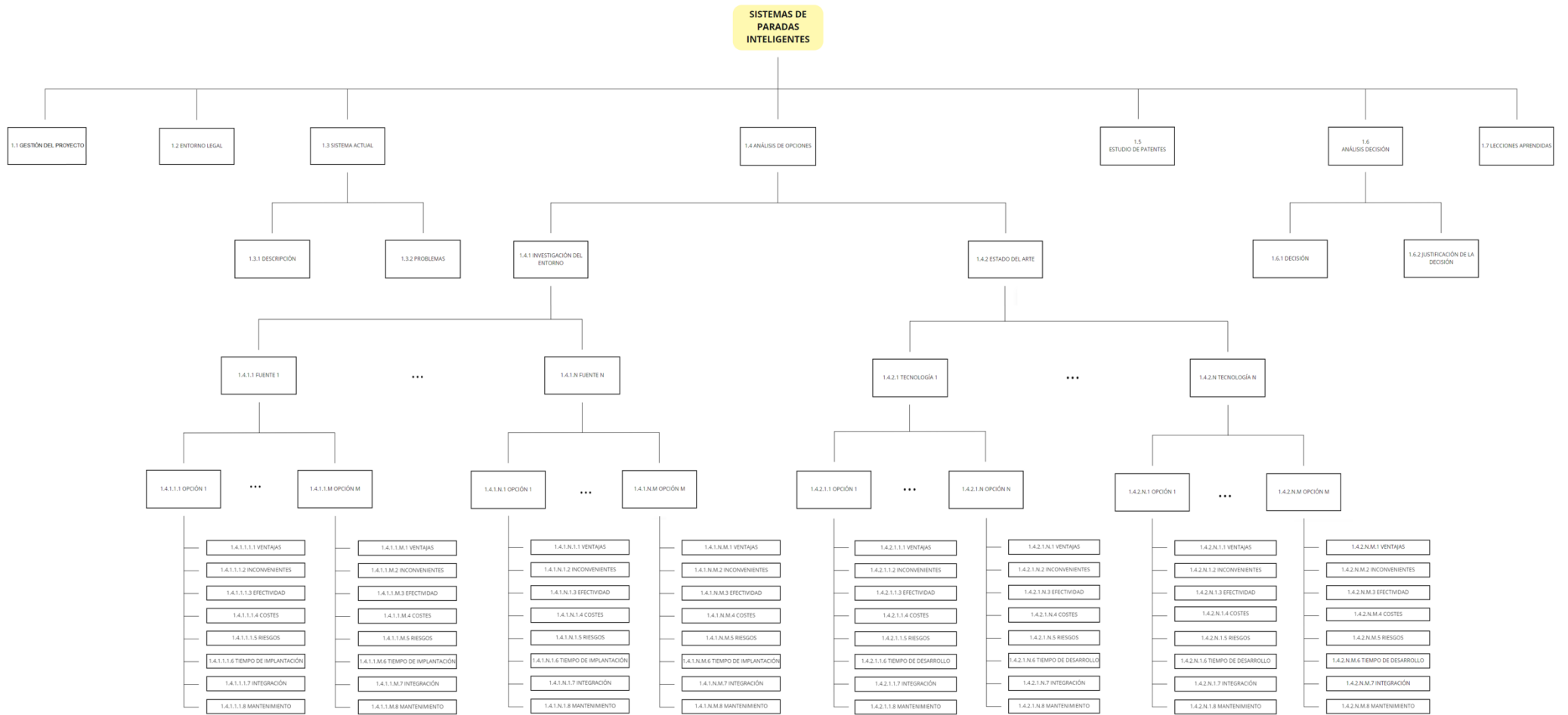


Ilustración 2. EDT

3. DICCIONARIO EDT

1.1 GESTIÓN DEL PROYECTO	<p>En esta tarea se realiza la planificación, organización y control de los recursos con el propósito de alcanzar los objetivos del proyecto.</p> <p>La importancia de la gestión de proyectos se cimienta en la garantía de que haya rigor en la arquitectura de los mismos, de forma que se realice de forma adecuada para que se ajuste correctamente al marco estratégico definido.</p>
--------------------------	---

1.2 ENTORNO LEGAL	<p>Esta tarea conlleva la realización del análisis del entorno legal asociado a las posibles soluciones tecnológicas encaminadas a conseguir los objetivos del proyecto.</p> <p>Las soluciones deben cumplir normativas con la G.D.P.R. (Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea). Esta normativa busca proteger los datos personales y la forma en la que las organizaciones los procesan, almacenan y, finalmente, destruyen, cuando esos datos ya no son requeridos. La ley provee control individual acerca de cómo las compañías pueden usar la información que está directa y personalmente relacionada con los individuos, y otorga ocho derechos específicos. Además, establece normas muy estrictas, que rigen lo que sucede si se viola el acceso a datos personales y las consecuencias (penalizaciones) que las organizaciones pueden sufrir en tal caso.</p>
-------------------	---

1.3 SISTEMA ACTUAL	1.3.1 DESCRIPCIÓN	<p>En esta tarea se efectuará una descripción de los distintos sistemas que actualmente gestionan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La solicitud de parada en autopistas • La solicitud de servicio de las P.M.R. (Personas de Movilidad Reducida) • El servicio en paradas multitudinarias por eventos o similar <p>Se añadirá cualquier otro sistema que pudiere estar asociado a los objetivos del proyecto.</p>
--------------------	-------------------	--

1.4 ANÁLISIS DE OPCIONES	1.4.2 ESTADO DEL ARTE	1.4.2.1 TECNOLOGÍA 1 ... N ... 1.4.2.N TECNOLOGÍA N	1.4.2.1.1 OPCIÓN 1 ... 1.4.2.N.M OPCIÓN M	1.4.2.1.1.1 ... 1.4.2.N.M.1 VENTAJAS	Esta tarea conlleva el análisis de las ventajas que tiene la opción 1 ... M, en la que se utiliza la tecnología 1 ... N, como solución del proyecto.
				1.4.2.1.1.2 ... 1.4.2.N.M.2 INCONVENIENTES	Esta tarea implica el análisis de las desventajas que tiene la opción 1 ... M, en la cual se utiliza la tecnología 1 ... N, como solución del proyecto.
				1.4.2.1.1.3 ... 1.4.2.N.M.3 EFECTIVIDAD	Esta tarea establece el análisis de la efectividad (capacidad para lograr los objetivos) que tiene la opción 1 ... M, en la que se utiliza la tecnología 1 ... N, como solución del proyecto.
				1.4.2.1.1.4 ... 1.4.2.N.M.4 COSTES	Esta tarea conlleva el análisis de los costes que tiene la opción 1 ... M, en la que se utiliza la tecnología 1 ... N, como solución del proyecto.
				1.4.2.1.1.5 ... 1.4.2.N.M.5 RIESGOS	Esta tarea implica el análisis de los riesgos que tiene la opción 1 ... M, en la que se utiliza la tecnología 1 ... N, como solución del proyecto.
				1.4.2.1.1.6 ... 1.4.2.N.M.6 TIEMPO DE DESARROLLO	Esta tarea establece el análisis del tiempo de desarrollo que conlleva la opción 1 ... M, en la que se utiliza la tecnología 1 ... N, como solución del proyecto.
				1.4.2.1.1.7 ... 1.4.2.N.M.7 INTEGRACIÓN	Esta tarea conlleva el análisis de las dificultades de integración que tiene la opción 1 ... M, en la que se utiliza la tecnología 1 ... N, como solución del proyecto.

1.5 ESTUDIO DE PATENTES	<p>La realización de esta tarea implica realizar una búsqueda en profundidad de las distintas patentes que puedan existir sobre posibles soluciones a nuestro proyecto.</p> <p>Esta tarea es de gran importancia dado que si una vez desarrollada una solución cualquiera se descubre que esta está patentada los costes del proyecto podrían aumentar drásticamente. Es por eso que la búsqueda de patentes debe de hacerse a conciencia de las distintas opciones que se han planteado en el punto 1.4.</p>
-------------------------	---

1.6 ANÁLISIS DE DECISIÓN	1.6.1 DECISIÓN	Llegados a esta tarea se debe de tomar una decisión. De entre todas las opciones planteadas anteriormente se debe seleccionar una que será tomada como solución del proyecto.
	1.6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA DECISIÓN	En esta tarea se debe hacer una justificación argumentativa de la decisión tomada. Para esto se utilizará el análisis de viabilidad se hizo previamente.

1.7 LECCIONES APRENDIDAS	Esta tarea conlleva realizar un informe sobre los diferentes conocimientos que han sido adquiridos durante el proyecto. La importancia de esta tarea radica en detallar y dejar por escrito las lecciones aprendidas con el afán de que éstas puedan ser aplicadas en futuros proyectos.
--------------------------	--

4. CRONOGRAMA

A continuación, se presenta la distribución de tareas, responsables y recursos en el tiempo:

Nombre de la tarea - Componente/s	Responsable	Fecha de inicio	Fecha final	Duración (días)
1.1 PROJECT MANAGEMENT - GV	Gustavo	05/07/2019	14/02/2020	225
1.2 ENTORNO LEGAL - AD	Antonio David	07/08/2019	14/08/2019	8
1.3 SISTEMA ACTUAL - AD	Antonio David	14/08/2019	31/08/2019	18
1.3.1 DESCRIPCIÓN - AD	Antonio David	25/08/2019	10/09/2019	17
1.3.2 PROBLEMAS - AD	Antonio David	10/09/2019	30/09/2019	21
1.4 ANÁLISIS DE OPCIONES - JC&RF	Rafael	05/07/2019	01/01/2020	181
1.4.1 INVESTIGACIÓN DEL ENTORNO - JC&RF	Rafael	01/09/2019	01/12/2019	92
1.4.1.1 FUENTE 1..N - JC&RF	JC/RF	01/09/2019	04/11/2019	65
1.4.1.1.1 OPCIÓN 1..M - JC&RF	JC/RF	01/11/2019	01/12/2019	30
1.4.2 ESTADO DEL ARTE - GV&GLL	Gustavo	05/07/2019	01/01/2020	180
1.4.2.1 TECNOLOGÍA 1..N - GV&GLL	GV/GLL	10/08/2019	04/10/2019	55
1.4.2.1.1 OPCIÓN 1..M - GV&GLL	GV/GLL	01/09/2019	15/11/2019	75
1.5 ESTUDIO DE PATENTES - AD	Antonio David	01/10/2019	01/01/2020	92
1.5 ESTUDIO DE PATENTES - JC&RF	Jacinto	01/12/2019	01/01/2020	31
1.6 ANÁLISIS DECISIÓN - JC&RF&AD&GV&GLL	Gustavo	10/01/2020	25/01/2020	15
1.6.1 DECISIÓN - JC&RF&AD&GV&GLL	Todos	12/01/2020	15/01/2020	3
1.6.2 JUSTIFICACION DE LA DECISIÓN - JC&RF&AD&GV&GLL	Todos	15/01/2020	25/01/2020	10
1.7 LECCIONES APRENDIDAS - JC&RF&AD&GV&GLL	Guillermo	25/01/2020	14/02/2020	20

Fuente: Elaboración propia.

- 5,6, 12 y 13 julio
- 13,14,27,28 septiembre
- 4,5,25,26 octubre
- 15,16,29,30 noviembre
- 13,14 diciembre
- 10,11 enero
- Presentación proyectos 14 febrero.

GV GUSTAVO
GLL GUILLERMO
AD ANTONIO DAVID
RF RAFAEL
JC JACINTO

Ilustración 3. Distribución de tareas, responsables y recursos

Tras definir las distintas tareas que se desarrollaran en el proyecto, se representa el cronograma asociado:

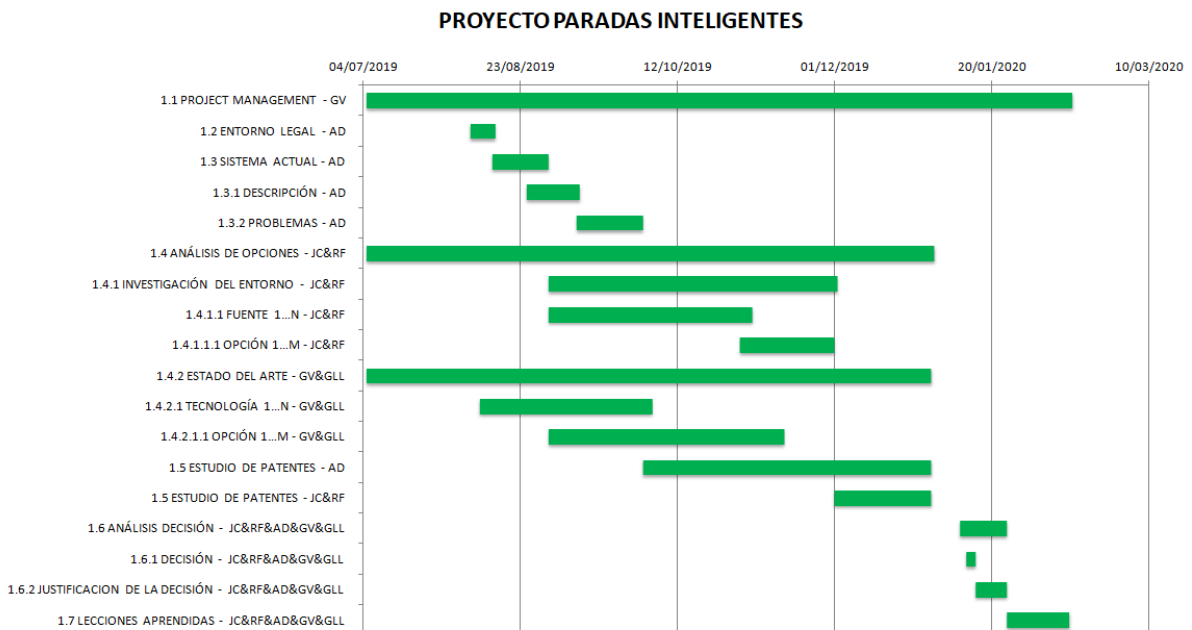


Ilustración 4. Cronograma

Cada una de las tareas principales, es decir, las denominadas como 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6 y 1.7, finalizará con un hito de entrega de un documento que contendrá la descripción detallada de la tarea realizada, así como sus conclusiones.

Finalmente, indicar que se ha añadido un hito adicional situado el día 27 de septiembre de 2019 y que consiste en la entrega del documento de análisis de la primera opción estudiada, tanto respecto a fuentes como a tecnologías, de forma que dicho documento pueda servir de modelo para realizar el análisis del resto de opciones.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO PARADAS INTELIGENTES DE AUTOBUSES

En este punto se desarrollarán los siguientes apartados del proyecto, tal y como se planificó en el EDT:

- Gestión del proyecto
- Entorno legal
- Sistema actual
- Análisis del entorno
- Estudio de patentes
- Análisis de decisión
- Lecciones aprendidas
- Estudio económico
- Transferencia tecnológica

Debe añadirse que los apartados referidos al estudio económico y a la transferencia tecnológica fueron requerimientos posteriores al diseño del EDT del proyecto.

5.1. GESTIÓN DEL PROYECTO

En este apartado se expondrán aspectos clave de la planificación, organización y control de los recursos con el propósito de alcanzar los objetivos del proyecto.

Toda vez que ya ha sido presentado el cronograma y el EDT en este documento, pasaremos a exponer el alcance del proyecto, así como los recursos disponibles para realizarlo.

Alcance del proyecto:

El alcance de este reto consiste en la generación de un documento que presente:

- Los requerimientos del sistema para proveer una solución automatizada y redundante para el problema de solicitud de parada que tiene TITSA en una parte importante de las paradas situadas en las autopistas de la isla.
- El análisis de distintas soluciones tecnológicas que puedan cumplir los requerimientos anteriormente expuestos. Se tratará, tanto de soluciones ya existentes en el mercado, que denominaremos fuentes y que pueden haber sido usadas en otros ámbitos o necesitan componentes adicionales a desarrollar para obtener una correcta integración del sistema; Como de soluciones completamente desarrolladas en base al estado del arte de esta área. A este tipo de soluciones las llamaremos tecnologías.
- La selección de la solución más adecuada de entre las anteriormente expuestas.
- El conjunto detallado de los componentes de la solución seleccionada.
- El diagrama de bloques de la solución seleccionada.
- Una propuesta de implantación de la solución en las paradas de la autopista del sur de la isla.
- Un plan de negocio asociado a la propuesta de implantación en la autopista del sur.

El alcance de la solución, como ya ha sido comentado brevemente en la introducción, es proveer un sistema automatizado y redundante que indique, en tiempo real, la presencia de usuarios en las paradas de la autopista de la isla. Debe comunicarse con las balizas existentes (señales visuales en la autopista para que el conductor tome los desvíos hacia las paradas) y permitir, en un futuro próximo, su integración con los sistemas actuales presentes a bordo de los vehículos para que el conductor pueda recibir un mensaje en el pupitre de la guagua, es decir, en el ordenador con el cual interactúa con el SAE (Sistema de Ayuda a la Explotación). Para que esto último sea posible, el sistema debe guardar la información de la presencia de pasajeros en tiempo real en una base de datos accesible por los actuales servidores de la empresa.



Ilustración 5. Sistema en paradas

La solución automatizada permitirá la identificación en tiempo real de los siguientes parámetros respecto a los pasajeros situados en las paradas:

- Si se trata de PMR (pasajeros con movilidad reducida, en este caso en silla de ruedas).
- La cantidad de usuarios aproximada. Es especialmente importante el reconocimiento de grupos grandes no esperados porque derivan en la necesidad del envío de vehículos de refuerzo si es posible.
- Si son hombres o mujeres.
- Si son niños o no.

Debe formar parte de la solución, la inclusión de, al menos, dos cuadros de mando (CDM) sencillos que permitan consultar la información anteriormente comentada mediante la herramienta Power BI de Microsoft. A continuación, se muestran algunas capturas de estos posibles cuadros de mando:

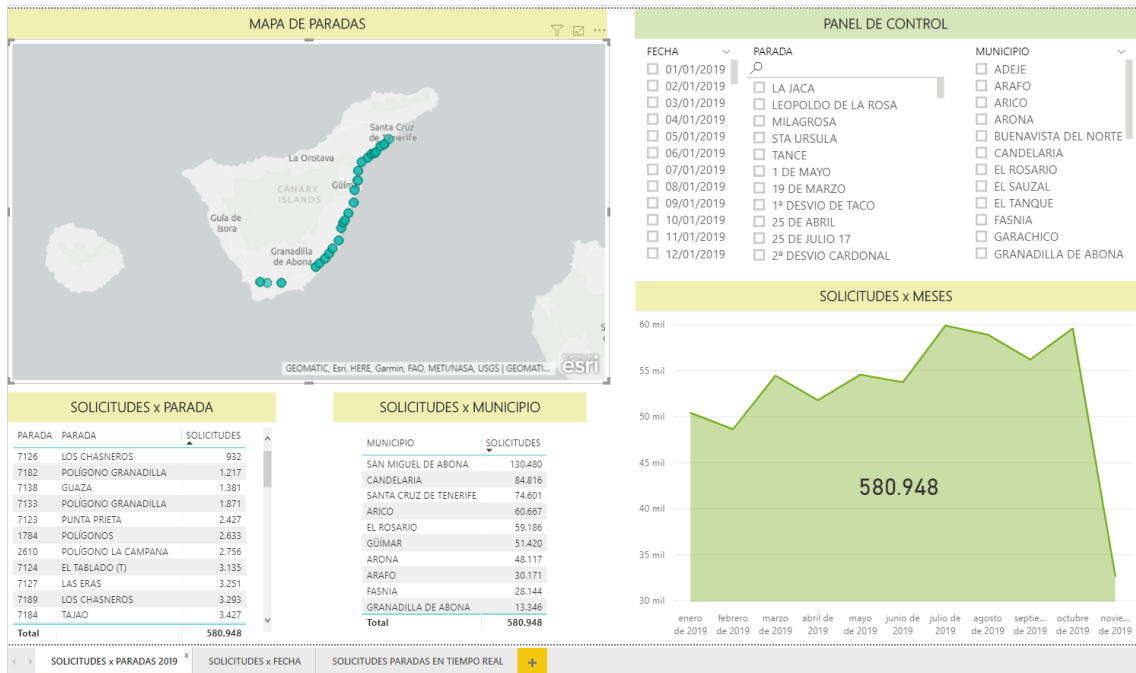


Ilustración 6. Cuadro de Mando. Solicitudes por paradas

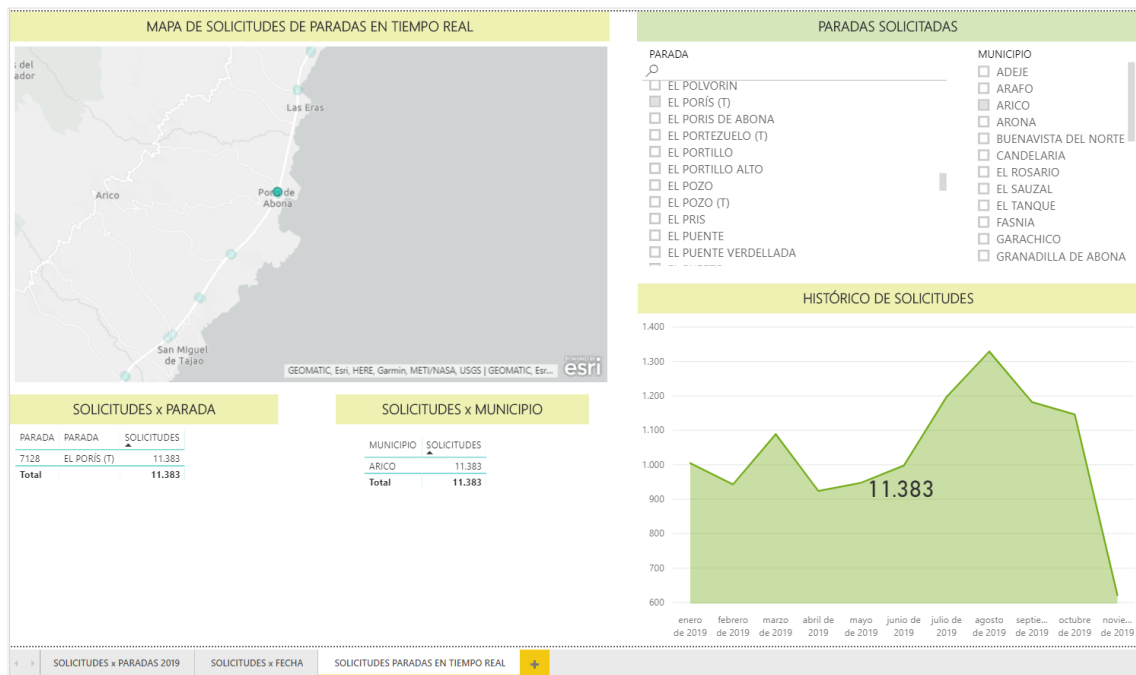


Ilustración 7. Cuadro de Mando. Solicitudes de Paradas en Tiempo Real

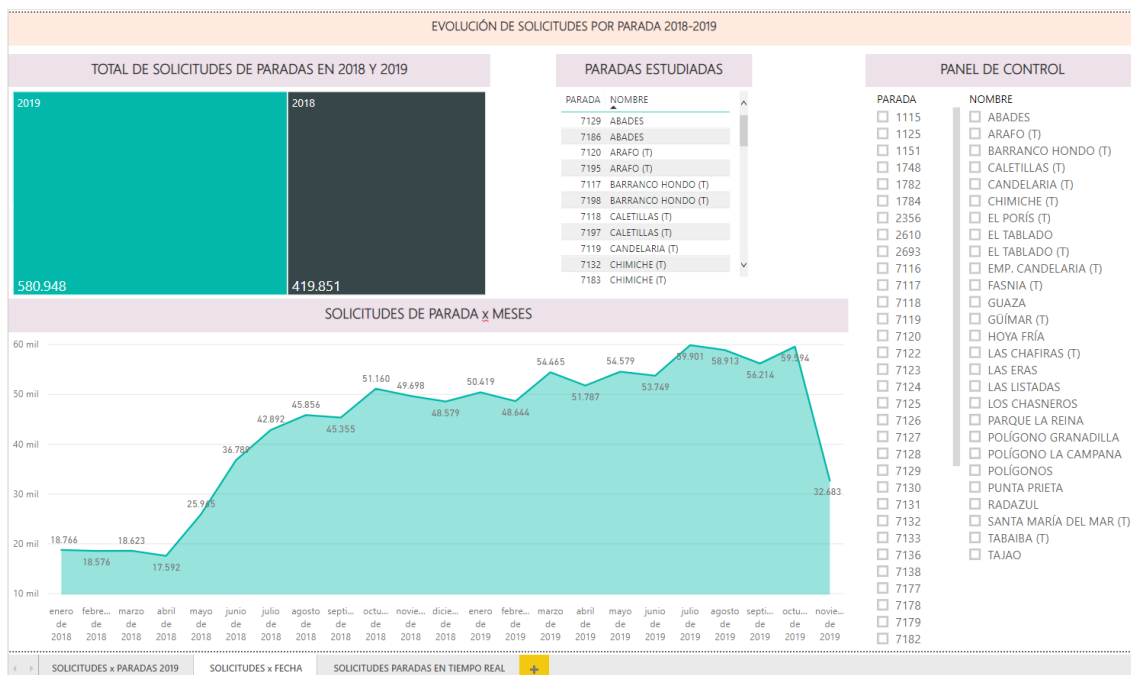


Ilustración 8. Cuadro de Mando. Evolución de Solicitudes por Paradas

Se requiere también que la solución pueda ser implantada, aunque su realización no forme parte de este proyecto, en el interior de las guaguas para la detección de la bajada de los usuarios de las mismas. Esta opción nos permitirá la mejora de la matriz origen-destino, es decir, de la herramienta dónde se almacena en qué momento y paradas se suben y se bajan todos los pasajeros de la empresa, y que permite realizar una mejor planificación de los servicios en diversos aspectos, como el ajuste de las plazas ofertadas a las solicitadas por los usuarios, la ubicación y características de las paradas, etc.

Es importante que la solución sea capaz de enviar avisos en casos de averías, como fallos de la cámara, del avisador, falta de corriente, etc.

Debemos añadir, como requerimiento indicado por la empresa y en lo que se refiere a la protección de datos personales, que no posible incluir soluciones que incorporen:

- La grabación de videos o imágenes donde pueda reconocerse a las personas presentes en los mismos.
- La detección de las señales de los teléfonos móviles de los usuarios.

Como último apartado del alcance, pero no menos importante, debemos destacar que la empresa ha establecido una inversión máxima para la propuesta de implantación en la autopista del sur de la isla de 200.000 euros en 5 años.

Recursos:

En lo que se refiere a los recursos disponible, nos centraremos en dos aspectos básicos:

- Personal:

Decir que contamos con el personal propio de nuestro equipo, es decir:

AFONSO RODRÍGUEZ, Manuel Gustavo - Ingeniero Superior en Informática y director del proyecto.

CORREA ANAISSI, Jacinto Carlos - Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales.

ESQUIVEL GONZÁLEZ, Guillermo - Graduado en Ingeniería Informática.

GONZÁLEZ DÍAZ, Antonio David - Graduado en Geografía y Ordenación del Territorio.

PÜSCHNER, Raphael Claudius - Estudiante de último curso del grado de Administración y Dirección de Empresas.

- Información:

Hemos tenido acceso a distintas bases de datos relacionales y geográficas para poder seleccionar las paradas afectadas por el proyecto, los kilometrajes asociados, los pasajeros que han utilizado las citadas paradas en 2019, etc.

5.2. ENTORNO LEGAL

La Agencia Española de Protección de Datos (AEPD), en el documento titulado “Protección de datos: Guía sobre el uso de videocámaras para seguridad y otras finalidades”, que forma parte de un conjunto de publicaciones sectoriales, establece:

Los sistemas de videovigilancia, al permitir la grabación de información personal en forma de imágenes, requiere un tratamiento de datos de carácter personal atendiendo a los fines descritos, salvo que sea de aplicación la denominada excepción doméstica, este tratamiento debe ajustarse a los principios y obligaciones que establece la normativa de protección de datos.

Por tanto, la imagen de una persona, en la medida que identifique o pueda identificar a la misma, constituye un dato de carácter personal que puede ser objeto de tratamiento para diversas finalidades. Si bien, las más comunes consisten en utilizar las cámaras con la finalidad de garantizar la seguridad de personas, bienes e instalaciones, investigación, asistencia sanitaria o control de la prestación laboral por los trabajadores.

Al suponer un tratamiento de datos de carácter personal atendiendo a los fines descritos, salvo que sea de aplicación la denominada excepción doméstica, este tratamiento debe ajustarse a los principios de obligaciones que establece la normativa de protección de datos.

Se debe informar de la existencia de videocámaras instalando carteles informativos que cumpla con los requisitos de información que establece la Agencia de Protección de Datos en un lugar suficientemente visible.

Analizando la guía para el uso de videocámaras para otro fin distinto a la seguridad tras analizar las características de la tecnología que emplearemos para obtener el fin del proyecto, no recoge el tratamiento de las imágenes obtenidas con cámaras termográficas que permiten realizar conteo de personas datos cuantitativos.

Esto lo consultamos con el asesor en materia de RGDP de la empresa y con otro asesor externo experto en la misma materia, y nos confirman que el uso de esta tecnología cumpliría con la normativa actual de protección de datos en materia de videovigilancia, ya que a través de la imagen recogida por las cámaras termográficas no es posible identificar a una persona física, pero nos aconsejan que nos ajustemos a la misma normativa que se aplica con el uso de cámaras de videovigilancia, instalando carteles de información en un lugar suficientemente visible.

Además, reseñamos que, en la descripción del alcance del proyecto, se definen como características:

1. La tecnología seleccionada no almacenará ningún tipo de imagen, sino el resultado del algoritmo definido. En nuestro caso, almacenaría datos cuantitativos relacionados con el número de personas identificadas.
2. Las imágenes térmicas que trata el algoritmo no tendrán, por su propia naturaleza, la suficiente resolución para permitir la identificación de personas.

5.3. SISTEMA ACTUAL

5.3.1 DESCRIPCIÓN

ANTECEDENTES

En el momento en el que se realizó el traspaso de funciones de la Administración Pública de la Comunidad Autónoma de Canarias a los Cabildos Insulares en materia de explotación, uso y defensa y régimen sancionador de las carreteras de interés regional, de acuerdo al Decreto 112/2002, de 9 de agosto, las paradas de guaguas de las autopistas de la isla se realizaban en su mayor parte en los arcenes del tronco de las mismas. No existiendo, en la mayoría, ni apartadero específico, ni ramales de desaceleración y aceleración, acera de espera y aproximación a la guagua, ni marquesina y ni por supuesto el acceso peatonal adecuado hasta las mismas.

A partir del citado traspaso de funciones, el Cabildo Insular, a través del Servicio Técnico de Carreteras y después del Servicio Administrativo de Movilidad, pone en marcha una serie de actuaciones de acondicionamiento y mejora de la seguridad vial de las paradas de guaguas existentes en las autopistas.

Estas actuaciones, que se han ido realizando progresivamente, han tenido como objeto el dotar a las paradas de:

- Los correspondientes carriles bus dentro del enlace, que permiten la pérdida y recuperación de la velocidad de las guaguas fuera de la calzada del tronco de la autopista, a través de los carriles de aceleración y desaceleración existentes. Reduciendo así la peligrosidad que suponía una guagua que frene hasta parar en el carril derecho de una autopista.
- Separación física de la autopista con barrera de hormigón que protege a los usuarios de una posible colisión.
- Acera de apeadero para los peatones.
- Marquesina de protección.
- Acceso peatonal.
- Sistema electrónico de solicitud de parada.



En general, para la seguridad de los usuarios, lo más idóneo sería que las paradas de guaguas estuviesen situadas en la zona más urbana de los enlaces, de modo que se evitase la circulación de los mismos sobre los ramales. Esta solución, en la mayoría de los casos, supone, al atravesarlos, un mayor recorrido y por tanto un mayor consumo de combustible y una importante pérdida de la velocidad comercial de las líneas de transporte público.

Teniendo en cuenta la problemática y las necesidades descritas en las paradas de guaguas, con el fin de dotarlas de los elementos de seguridad y accesibilidad, se ha buscado una nueva ubicación para las mismas. Para que esta nueva ubicación no suponga una pérdida de velocidad comercial del servicio de transporte, se han instalado el Sistema de solicitud de parada, que evita el desvío innecesario de las guaguas cuando no hay usuarios que la esperan.

Se trata de un sistema que indica al conductor de las guaguas si hay usuarios esperando en cada parada, de modo que sólo se desvía hacia el enlace cuando tiene que dejar o recoger algún pasajero. Con este sistema se consigue:

- Diseño de una red de transporte más eficiente, adecuando el servicio ofertado a nuestros usuarios tras analizar la matriz Origen-Destino.
- Aumento de la velocidad comercial de cada línea, el conductor tarda menos tiempo en llegar al destino, ya que conoce si existe o no usuarios en cada parada.
- Disminución del tiempo de viaje, lo que genera un incremento en el número de pasajeros motivado por la similitud de tiempo de viaje frente al uso del vehículo privado.
- Reducción tanto de kilómetros por viajeros transportados como de kilómetros realizados, con el consiguiente ahorro de combustible y de contaminación que ello supone.

OBJETO Y ÁMBITO

El deterioro normal de estas instalaciones unido a los propios producidos por colisiones y vandalismo, así como a las nuevas necesidades que pueden surgir, hacen necesario el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema. Con el fin de homogeneizar el sistema electrónico instalado se realiza el presente documento.

La prestación del servicio tendrá como fin primordial mantener las características funcionales de las instalaciones y su seguridad y conseguir la máxima eficiencia de sus equipos.

La red de paradas de guaguas con instalaciones de sistema electrónico de solicitud de parada y/o de alumbrado (interior y/o exterior), cuenta en la actualidad con un total de setenta y una (71) paradas ubicadas en las autopistas TF-1, TF-4 y TF-5 de la isla de Tenerife.

Cabe destacar que el mantenimiento de las paradas, incluyendo el sistema de solicitud de parada, es asumido, en el caso de las autopistas, autovías y carreteras, por el área de carreteras del Cabildo de Tenerife y no por TITSA. En el caso de las vías urbanas, por los ayuntamientos correspondientes.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El sistema está dotado de indicadores de parada solicitada al conductor, de tecnología led (alta intensidad), visibles tanto en horario nocturno como diurno, con dimensiones adecuadas a la vía y ubicados de forma estratégica (sobre columna y próximos a la calzada) al efecto de ser visto con la suficiente claridad y antelación por parte del conductor del autobús.

Del lado de la marquesina, el usuario dispone de un pulsador de solicitud de parada (PSP) y de un indicador luminoso (Indicador de Parada Solicitada al Usuario, IPSU) indicando al pasajero dentro de la marquesina que la solicitud de parada ha sido activada, una vez pulsado se enciende el indicador de parada solicitada al conductor (Display con la palabra BUS) indicando al conductor de la guagua que un usuario ha solicitado la parada de una guagua.

Dentro de la zona de detención del autobús, justo delante de la marquesina, el sistema incorpora dos espiras electromagnéticas bajo el asfalto, las cuales integran el sistema de anulación de solicitud de parada en curso cuando un autobús (o vehículo mayor de 10 metros) se sitúa de forma simultánea sobre las dos espiras, no pudiendo cursarse una nueva solicitud de parada hasta que el vehículo que ha activado las espiras del sistema se desplace y deje libre al menos una de ellas.

El sistema debe incorporar un avisador tipo led de aviso de que el sistema está operativo, formado por una señal luminosa que debe estar siempre parpadeante y estará ubicado sobre el Display con la palabra BUS.

El sistema, además, debe incorporar una luz de cortesía tipo led en el interior de la marquesina con un regulador de encendido por franja horaria.

En algunos casos la falta de suministro eléctrico en la zona de la parada requiere la instalación y el mantenimiento de paneles fotovoltaicos y baterías.

El sistema estará controlado según un sistema de relés, e irá instalado en armario estanco IP65 dentro de un armario metálico o Arcabloc de hormigón.

Cada instalación debe ir equipada con una pica de tierra.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Partimos del supuesto de no existencia de una solicitud de parada previa (Display bus apagado) y no ocupación simultánea de ambas espiras (E1: off, E2: off). Cuando un usuario solicita una parada, accionando el pulsador de solicitud de parada (PSP), el sistema enciende simultáneamente los dos elementos de indicación de parada solicitada (IPSU y Display BUS). A partir de este momento ambos indicadores permanecen encendidos, aunque se reiteren nuevas solicitudes.

Sólo cuando un vehículo tal que su longitud (aprox. 10m.) le permita de forma simultánea situarse sobre ambas espiras, se apagarán ambos indicadores de parada solicitada. A partir de este momento se podrá cursar una nueva solicitud siempre y cuando no exista ocupación simultánea de las espiras por parte de algún vehículo.

COMPONENTES

Pulsador de Solicitud de Parada – PSP, está compuesto por un pulsador, el cual al ser pulsado por el usuario cursa al conductor del autobús una solicitud de parada y mantiene encendido una indicación luminosa en el propio pulsador formado por leds de alta luminosidad. Inoxidable, antivandálico, instalado y funcionando.

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
PSP	Ud.	Pulsador de Solicitud de Parada

Tabla 1. PSP

Panel de Mensaje de Parada Solicitada – Display BUS. Consistente en panel de leds con texto “BUS”, doble línea de LED y **baliza Indicadora de Avería del Sistema - BIA.** Consistente en triple línea de LED formando un rectángulo de 16 x 3 leds, sobre la palabra “BUS”. Las Características de los leds son: color ámbar, de alta luminosidad mínimo de 8.200 mcd, 5 mm, 2,6 V y montados en circuito impreso, estarán alojados en armario con el Frontal de metacrilato y alimentado a 12V. Tamaño del cartel 62 x 35 x 8 (cm) y tamaño de la letra 20,5 x 14 cm.

El funcionamiento del panel es el siguiente: cuando se enciende la palabra BUS informa al conductor de la guagua que hay una solicitud de parada por parte de un usuario en la marquesina, la baliza estará normalmente encendida de forma intermitente cuando el sistema opera correctamente y apagada cuando en el sistema existe una anomalía.

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Display BUS	Ud.	Panel de Mensaje de Parada Solicitada

Tabla 2. Display BUS

Detector de Espiras – DE. Se trata de un detector inductivo de doble espira (Espira 1: E1 y Espira 2: E2), modo de detección por presencia, con contactos de relé normalmente cerrado, Alimentación 12-24V, con señales de led de alimentación y estado de cada una de las espiras, conexión por conector 86CP11 de 11-pin, rango de temperatura -30°C a +40°C. Programación por switch.

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
DE	Ud.	Detector de Espiras

Tabla 3. Detector de Espiras

Espiras electromagnéticas - E. Pareja de espiras. Están dispuestas en el área de detención del autobús (delante de la marquesina). Provee la forma de anular la solicitud de parada en curso cuando un autobús ocupa simultáneamente ambas espiras. Medidas de 1 x 1m con una inter distancia de 8 m, fabricadas con tres vueltas de cable: 1 x 1,5, aislamiento FEP, rango de temperatura – 90°C a +205°C.

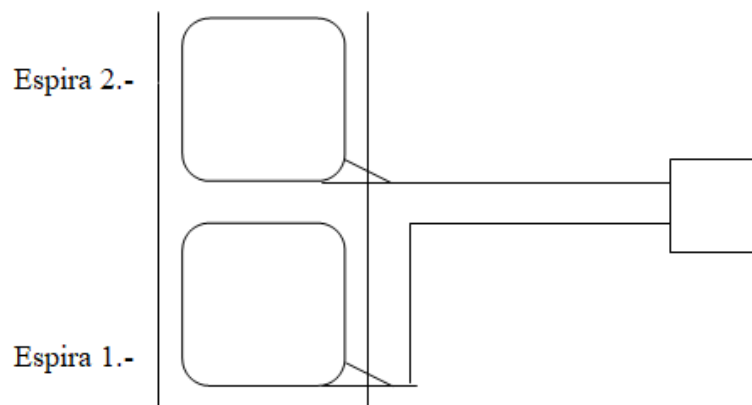


Ilustración 10. Espiras Electromagnéticas

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
E	Ud.	Espiras electromagnéticas

Tabla 4. Espiras Electromagnéticas

Sistema de Alimentación - SA. La alimentación de las instalaciones es a 12VDC. En los casos que no hay suministro de red, está integrado por panel solar, batería y regulador de carga. Si se alimenta a través de alumbrado público está integrado por batería y cargador.

Regulador de Carga - REGCARG.- Tensión de la batería 12/24, gestión inteligente de la batería mediante la desconexión de cargas, protección sobre temperatura, carril DIN.

Panel solar - PANSOL.- Voltaje en el punto de máxima potencia (Vmp) 30,3V, Potencia máxima (W) 240, temperatura de funcionamiento -40 a +85 °C.

Batería - BAT.- Batería de larga duración 12V 160AH.

Cargador / Fuente de alimentación - FUENALI: Tensión de salida (V) 12, IP67, tensión entrada (180-265 VAC), corriente de carga(A) 25, a prueba de cortocircuitos, temperatura de funcionamiento -20 a +60 °C, Carril DIN.

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
REGCARG	Ud.	Regulador de Carga
PANSOL	Ud.	Panel solar
BAT	Ud.	Batería
FUENALI	Ud.	Cargador / Fuente de alimentación

Tabla 5. Cargador / Fuente de Alimentación

Sistema de Iluminación - SISTILUM. Se dotará al sistema de una luz de cortesía en el interior de la marquesina que se efectuará por medio de aplique LED redondo con las siguientes características:

consumo (w) 14, lumens 1.250, temperatura de color 4.000 ° K, grado de protección ip65, grado de protección contra impactos IK10, además se incluye un **Reloj programable digital - RELPRO**. En el reloj se definen la hora de encendido y la de apagado de la luminaria. De forma orientativa se suelen fijar los siguientes valores: 19:00 ON – 8:00 OFF.

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
SISTILUM	Ud.	Sistema de Iluminación
RELPRO	Ud.	Reloj programable digital

Tabla 6. Sistema de Iluminación

Sistema de control del Sistema - SISCONTR: Sistema de control basado en relé: (Tensión (V) 12, 2 contactos 8 A, montaje en zócalo). Según el siguiente esquema:

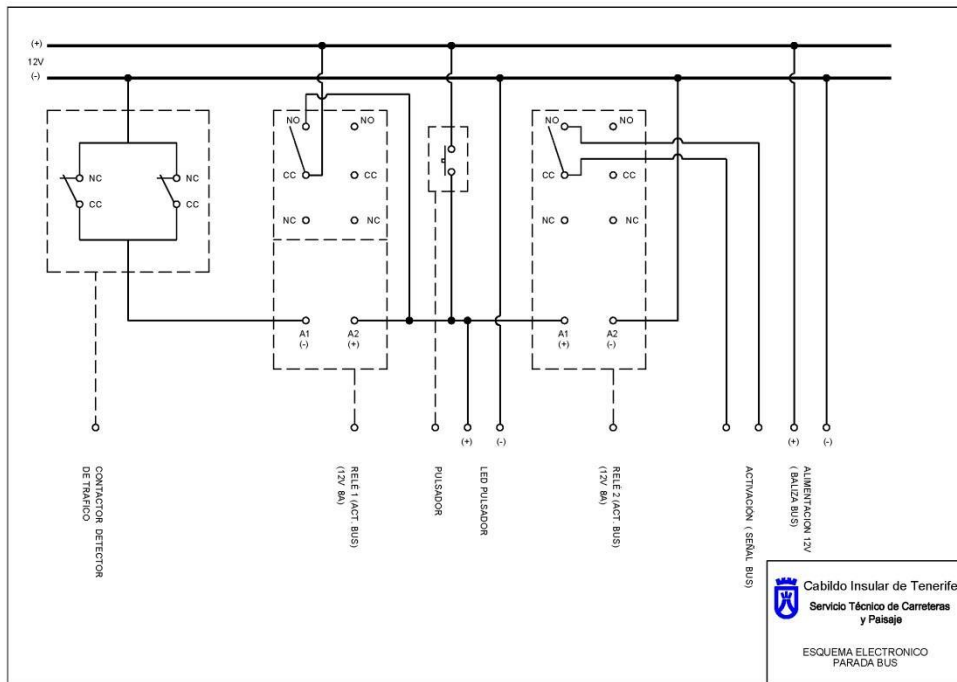


Ilustración 11. Sistema de Control del Sistema

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
SISCONTR	Ud.	Sistema de control del Sistema

Tabla 7. Sistema de Control del Sistema

Sistema de protección eléctrica - SISTPROELEC: Irá alojado en el interior de armario eléctrico, policarbonato, una puerta, cerradura, IP66, placa de montaje, 500x500x30, donde irán alojados todos los elementos del sistema.

El sistema de protección eléctrica tiene el siguiente esquema:

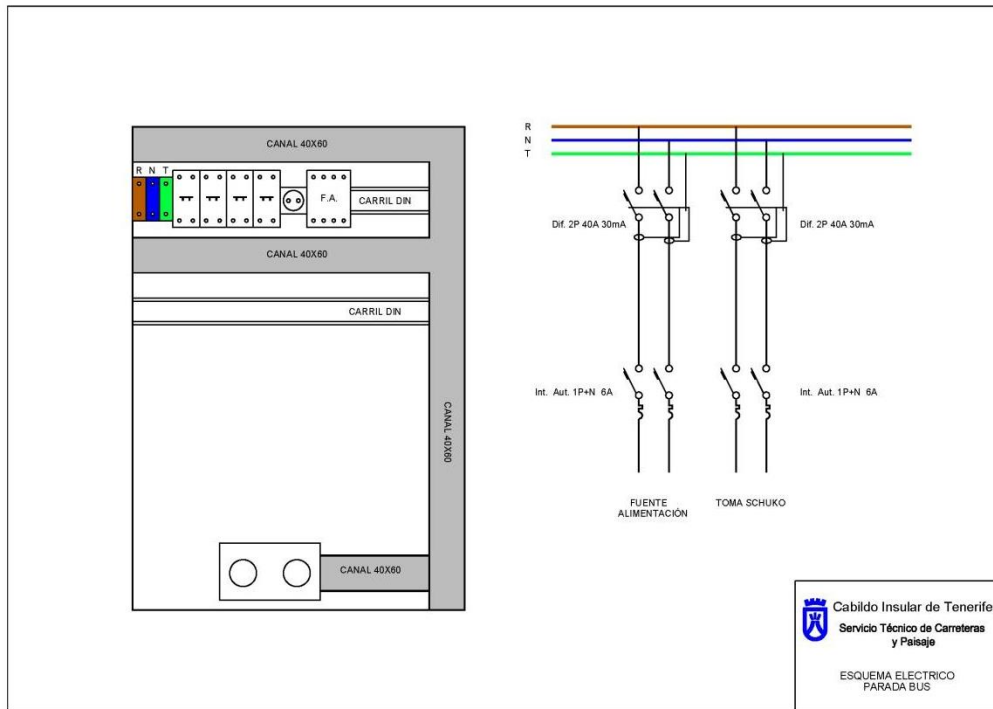


Ilustración 12. Sistema de Protección Eléctrica

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
SISTPROELEC	Ud.	Sistema de protección eléctrica

Tabla 8. Sistema de Protección Eléctrica

Toma a Tierra - TOMTIE: Pica de acero cobreado (1.500 x 14 mm), cobreado de 330 micras, se deben añadir compuestos mejoradores líquidos, se instalará en arqueta de registro con puente de comprobación.

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
TOMTIE	Ud.	Toma a Tierra

Tabla 9. Toma a Tierra

Armario metálico exterior - ARMEXT: Tamaño de 80 x 50 x 85 alto (cm) con puerta en la parte delantera, huecos para ventilación, cerradura, anclaje en dado de hormigón y varilla roscada de 12mm, imprimado y pintado en Oxidon negro. Forja. Incluida instalación.

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
ARMEXT	Ud.	Armario Metálico exterior

Tabla 10. Armario Metálico Exterior

Báculo - BAC: Estructura galvanizada, troncocónico de 6m de alto. Incluido base de hormigón e instalación.

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
BAC	Ud.	Báculo

Tabla 11. Báculo

Sistema de Telecontrol - SISTTELE: Este sistema permite el envío de indicaciones, mediante un enlace de transmisión, del estado de los dispositivos. Está formado por sistema de telegestión del correcto funcionamiento del sistema con alarmas. Comunicaciones a través de red móvil. Visualización de paradas sobre mapa. Conexión a elementos. Incluso módem de comunicaciones para centro de control, incluida antena, cableado, alimentación y parametrización.

CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
SISTTELE	Ud.	Sistema de telecontrol

Tabla 12. Sistema de Telecontrol



Ilustración 13. Elementos del Sistema Actual en Parada



Ilustración 14. Pulsador Solicitud de Parada (PSP)



Ilustración 15. Armario exterior



Ilustración 16. Display BUS

5.3.2 PROBLEMAS

Este sistema cuenta con las siguientes debilidades identificadas:

1. Vehículo ajeno a la compañía accede a la vía de la parada, ya que, justo delante de la marquesina, el sistema incorpora dos espiras electromagnéticas bajo el asfalto, las cuales integran el sistema de anulación y, al acceder otro vehículo y éste situarse entre ambas espiras, se produciría la desactivación del sistema de solicitud. Tras ello, el display BUS se apagaría, el usuario podría no darse cuenta de que la solicitud de parada ya no está activa, y la guagua siguiente podría no pasar a recogerle.
2. Avería del sistema de espiras electromagnéticas. El sistema incorpora un avisador led que indica si el sistema se encuentra operativo o no. En caso de no estar operativo, el conductor debe pasar siempre por la parada.
3. Pulsador averiado. El pulsador puede averiarse debido a fallos en el funcionamiento del PSP, o por actos vandálicos de cualquier índole, como pueden ser golpearlo para conseguir su rotura, tirar hasta desencajarlo de su soporte, etc.
4. Usuario no acciona el pulsador. Este problema puede deberse, principalmente, a las siguientes causas:
 - El usuario puede desconocer la existencia del sistema de solicitud de parada.
 - Actos vandálicos han averiado el PSP, por lo que el usuario no puede activarlo.
 - El usuario acciona el PSP, por consiguiente, entra en la parada un autobús, el cual no corresponde para llegar a su destino, se desactiva el Display BUS, y el usuario no vuelve a pulsar el PSP ya que no comprende correctamente el funcionamiento del sistema.
 - El usuario desconoce que el paso por la vía de la parada de cualquier otro vehículo ajeno a la compañía puede desactivar el sistema de aviso. En este sentido, decir que la casuística más recurrente es la que se produce por la parada de vehículos privados para dejar o recoger a usuarios en la parada.
5. Actos vandálicos, que no permiten informar al sistema de la avería de un elemento en cuestión.
6. Señal visual no operativa. Avería producida en el Display BUS.
7. Posible fallo humano. Influyen varios factores:
 - La agilidad de los conductores para adelantarse y comprobar la situación del Display BUS.

- Problemas de visión de nuestros conductores por las condiciones climáticas existentes o por causas propias de la persona.
- Por cuestiones del servicio, un conductor puede realizar una línea diferente a su línea habitual, por lo que podría no recordar el funcionamiento de este sistema de aviso de parada si en su línea previa no existía.

Finalmente, indicar que, en lo referido a la existencia de un sistema redundante, en caso de fallo de la baliza, se muestra un indicador de que no está funcionando correctamente, por lo que el conductor debe desviarse para realizar la parada porque desconoce si hay o no usuarios esperando.

5.4. ANÁLISIS DEL ENTORNO

5.4.1 INVESTIGACIÓN DEL ENTORNO

5.4.1.1. FUENTES y OPCIONES

Tras el correspondiente análisis de productos, hemos encontrado distintas soluciones que podríamos aplicar para resolver el reto tecnológico propuesto. Estas fuentes son:

FUENTE 1: SISTEMAS DE CONTEO DE PERSONAS CON CÁMARAS TERMOGRÁFICAS

OPCIÓN 1: IRISYS VECTOR 4D

DESCRIPCIÓN:

Vector 4D es el último producto innovador Irisys. Desarrollado basado en los comentarios de los clientes durante muchos años, es altamente preciso y cuenta con funciones avanzadas de detección de permanencia y personal. Estos datos objetivos van más allá del conteo de personas y permiten a las empresas tomar decisiones informadas que mejoren la experiencia del cliente a la vez que se ahorra dinero y se aumentan ganancias. El precio de este componente es 896,26€ para compras por Internet. Se adjunta el enlace para su compra online: <https://bit.ly/37WEIAo>



Ilustración 17. OPCIÓN 1. IRISYS VECTOR 4D

Algunas de las características principales del dispositivo son:

Staff Detection



Mejora la precisión y la confianza en los datos al poder categorizar al individuo que está siendo contado.

Anonymity



La privacidad de los clientes y el personal está protegida, ya que ninguno de los dos es personalmente identificable.

Dwell



Mide el tiempo que las personas pasan en áreas definidas. Estas áreas pueden ser definidas manualmente.

Darkness



No se ve afectado por la oscuridad, el sol brillante, las superficies reflectantes o las alfombras estampadas.

Multi Unit



Permite conectar sin problemas varias unidades para cubrir grandes áreas.

Children



Cuenta a niños y adultos en base a mediciones precisas de altura con opciones de filtro adicionales disponibles.

COMPONENTES ADICIONALES DE LA SOLUCIÓN

Raspberry Pi 4 Modelo B

Con el fin de poder detectar cuando un usuario acciona manualmente el pulsador, utilizaremos un microordenador Raspberry Pi 4 que se encargue de publicar a través de MQTT cuando se ha

realizado una pulsación manual del botón. De esta forma, en el sistema central se puede conocer en qué instante se ha solicitado la parada de la guagua.



Ilustración 18. Componente adicional de la solución: RASPERRY PI 4. MODELO B

Las principales características de este dispositivo son:

- Procesador: Broadcom BCM2711, SoC de 64 bits Cortex-A72 (ARM v8) de 64 bits a 1,5 GHz.
- Memoria: SDRAM LPDDR4-2400 de 4GB.
- Conectividad: IEEE 802.11ac de 2.4 GHz y 5.0 GHz, Bluetooth 5.0, BLE.
- Gigabit Ethernet.
- 2 puertos USB 3.0; 2 puertos USB 2.0.
- Cabezal GPIO Raspberry Pi estándar de 40 pines (totalmente compatible con las placas anteriores)
- 2 puertos micro-HDMI (hasta 4kp60 compatibles)
- Puerto de visualización MIPI DSI de 2 carriles.

- Puerto para cámara MIPI CSI de 2 carriles.
- Puerto estéreo de 4 polos y puerto de video compuesto.
- H.265 (decodificación 4kp60), H264 (decodificación 1080p60, codificación 1080p30)
- Gráficos de OpenGL ES 3.0.
- Ranura para tarjeta micro-SD para cargar el sistema operativo y el almacenamiento de datos.
- 5 VCC a través del conector USB-C (mínimo 3A*)
- 5V DC a través de la cabecera GPIO (mínimo 3A*)
- Alimentación a través de Ethernet (PoE) habilitada (requiere PoE HAT por separado)
- Temperatura de funcionamiento: 0 - 50 grados C ambiente.

El precio de este componente con todos los accesorios necesarios para su instalación es de 80.99 y puede ser comprado en: <https://amzn.to/2S1kk5a>

Router Wifi POE

El modem 4G de OutdoorRouter toma 2 tarjetas Nano-SIM y proporciona Internet en Wi-Fi y LAN. El módem móvil Cat4 en el interior es compatible con todas las redes móviles del Reino Unido, y por lo tanto compatible con las de España.

- El módem móvil Cat4 proporciona una velocidad máxima de descarga de 150 Mbps.
- La velocidad de Wi-Fi de MIMO es de 300 Mbps y admite 57 usuarios simultáneos.
- Enrutador alimentado por un único cable LAN desde un adaptador PoE de 48 voltios.
- Carcasa impermeable con clasificación IP67 y protección de iluminación incorporada.



Ilustración 19. Componente adicional de la solución: ROUTER WIFI POE

Contar con un buen router es de gran importancia para el sistema final dado que será el encargado de mover todo el flujo de datos a través de la red. Es por ello que se ha escogido un modelo fiable y

robusto que cuente con puertos POE para conectar la cámara y que permita obtener como fuente de internet una tarjeta SIM. Las características de este router son las siguientes:

El precio del dispositivo es de 338€ y puede ser adquirido en:

<https://www.outdoorrouter.com/product/outdoor-uk-4g-router-external-wifi-cat4/>

Relé Wifi con opción MQTT

Para poder encender la baliza en caso de que la cámara detecte uno o varios usuarios se hace necesario contar con un dispositivo que sea capaz de recibir una orden MQTT. El dispositivo Sonoff WiFi Basic R2 es capaz de conectarse a internet para recibir órdenes MQTT. De esta forma, una vez la cámara detecta un usuario, se enviará una orden MQTT al relé indicando que se debe de encender la baliza en caso de que no lo esté ya. De la misma manera, si durante un periodo prolongado de tiempo la cámara no detecta a ninguna persona, el relé debe de recibir una señal de apagado de la baliza.

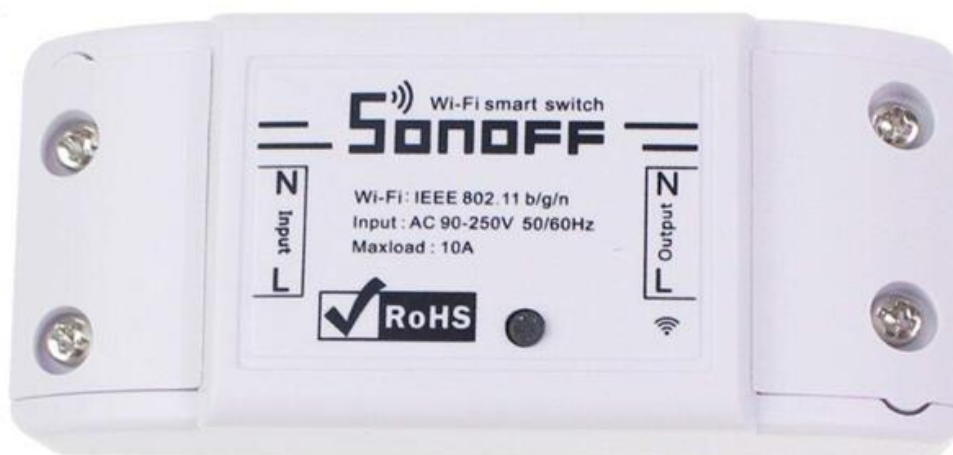


Ilustración 20. Componente adicional de la solución: RELÉ WIFI CON OPCIÓN MQTT

La descripción técnica del producto es la siguiente:

LTE Category:	CAT.4 (3GPP E-UTRA Release 10)
4G FDD Bands:	B1/B3/B5/B7/B8/B20 Download max 150Mbps / Upload max 50Mbps
4G TDD Bands:	B38/B40/B41 Download max 130Mbps / Upload max 30Mbps
3G Bands:	B1/B5/B8 DC-HSDPA: DL Max 42Mbps HSUPA: UL Max 5.76Mbps WCDMA: DL 384Kbps / UL 384Kbps
2G Bands:	GSM/EDGE: B3/B8 EDGE: DL 296Kbps / UL 236.8Kbps GPRS: DL 107Kbps / UL 85.6Kbps
Bandwidth:	1.4/3/5/10/15/20MHz
Support Antenna:	DL MIMO, supports Rx-diversity
Temperature:	Working: -40°C ~ +80°C
Working Area:	Europe, Africa, Middle East, Korea, Thailand, India
Certification:	RCM/CE/Deutsche Telekom/ICASA/ FAC/GCF

Ilustración 21. Componente adicional de la solución: DESCRIPCIÓN TÉCNICA RELÉ WIFI CON OPCIÓN MQTT

El precio de este producto es de 9.99€ y puede ser comprado en: <https://amzn.to/36MmzhW>

ESQUEMA DE COMPONENTES DE LA SOLUCIÓN:

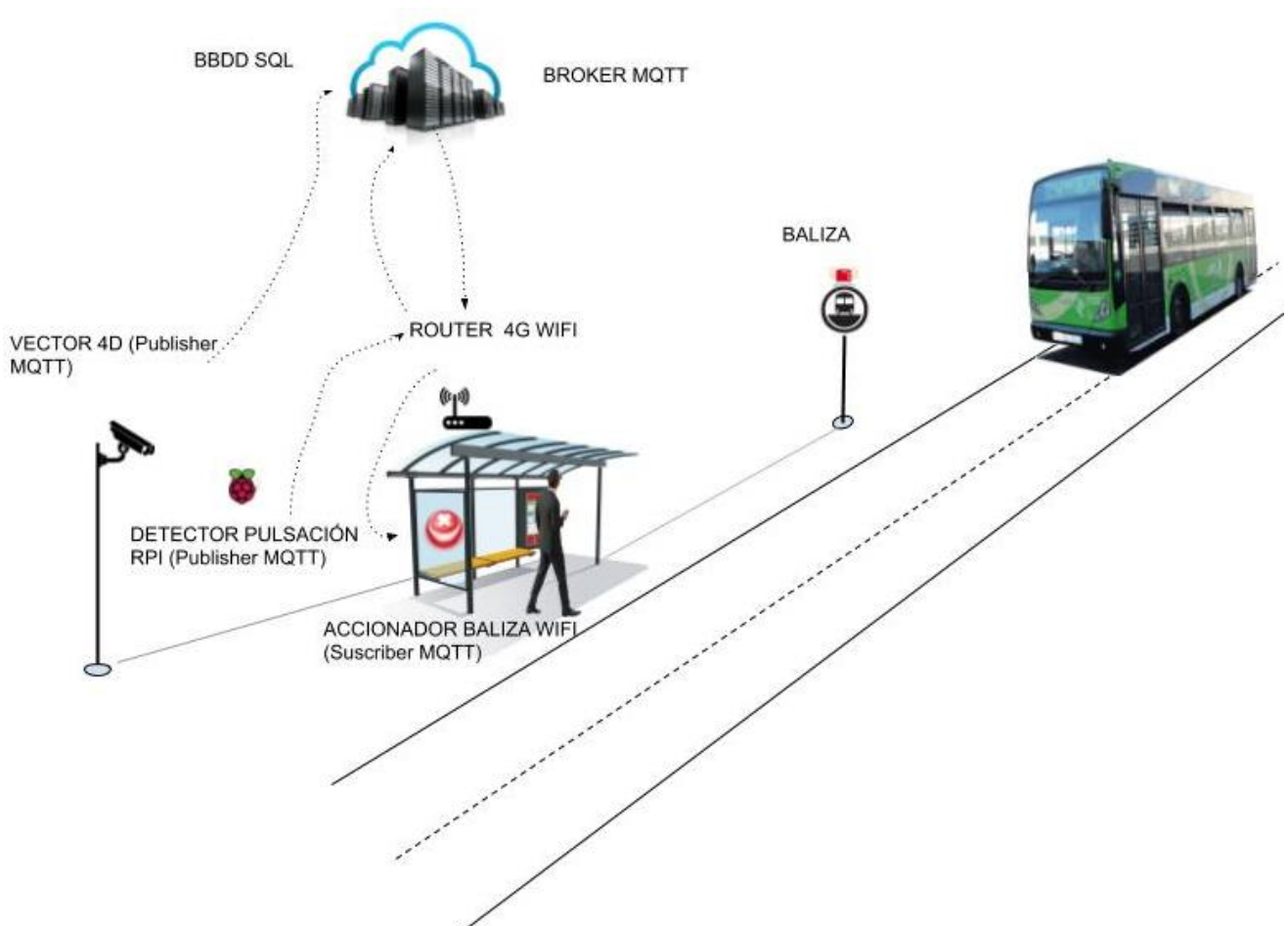


Ilustración 22. Esquema de los Componentes de la Solución

VENTAJAS:

A continuación, se presenta el listado de ventajas asociadas a este componente:

- Posibilidad de extracción de datos de manera limpia y segura mediante los protocolos MQTT, REST API o HTTP POST.
- Los datos generados son accesibles mediante una base de datos SQL.
- Escalabilidad del sistema mediante nuevos paquetes software integrables.
- Soporte técnico por terceros.
- Distinción entre adultos y niños.
- Distinción entre empleados y usuarios.
- Detección de PMRs.
- Alimentación vía POE, disminuyendo el cableado necesario.

INCONVENIENTES:

Los puntos que han sido considerados un inconveniente para este dispositivo son los siguientes:

- Necesidad de implementar un sistema de comunicación entre todos los componentes.
- Acondicionamiento del entorno físico de la parada para la correcta integración.

OPCIÓN 2: IRISYS GAZELLE 2

DESCRIPCIÓN:

La cámara termográfica Gazelle 2 es la próxima generación de la popular gama Gazelle de Irisys, especializada en el proceso de conteo de personas. Este nuevo dispositivo, cuenta con la capacidad de configuración mediante bluetooth, funcionalidad iBeacon, un campo de visión mayor gracias a su lente 90" además de un conjunto de sensores y opciones de red. La Gazelle 2 es una solución hardware capaz de garantizar la fidelidad del dato y la privacidad de las personas que han sido contadas. El dispositivo está equipado con la tecnología necesaria para su buen funcionamiento en cualquier entorno. El precio de este componente es 948,24 € para compras por Internet en la Península. Se adjunta el enlace para su compra online: <https://www.ebay.es/itm/192880234418>



Ilustración 23. OPCIÓN 2. IRISYS GAZELLE 2

El dispositivo cuenta principalmente con las siguientes características:

- Lente de 90°, que abre una amplia gama de posibilidades de instalación:
 - Cobertura más amplia por lo que se requieren menos sensores, ahorrando tiempo y dinero.
 - Amplia gama de entradas compatibles y alturas de montaje.
 - Mayor campo de visión.
- Matriz térmica de 24 x 24, que ofrece una resolución 50% mejor.
- Opción de configuración inalámbrica con tecnología Bluetooth.
- Sistema de captación de E-learning gratuito en el portal de socios Irisys
- Instalación más rápida y fácil que nunca.
- API disponible para la instalación de software asociado.
- Compatibilidad total con Irisys Estate Manager.

VENTAJAS:

A continuación, se presenta el listado de ventajas asociadas a este componente:

- Posibilidad de extracción de datos de manera limpia y segura mediante REST API.
- Escalabilidad del sistema mediante nuevos paquetes software integrables.
- Soporte técnico por terceros.
- Alimentación vía POE, disminuyendo el cableado necesario.

INCONVENIENTES:

Los puntos que han sido considerados un inconveniente para este dispositivo son los siguientes:

- No es posible la extracción de datos de manera limpia y segura mediante los protocolos MQTT o HTTP POST.
- Los datos generados no son accesibles mediante una base de datos SQL.
- No es capaz de distinguir entre adultos y niños.
- No es capaz de distinguir entre empleados y usuarios.
- No es capaz de detectar a PMRs.

FUENTE 2: SISTEMA DE CONTEO DE PERSONAS EN ESPACIOS COMERCIALES

OPCIÓN 1: TB Retail

DESCRIPCIÓN:

TB Retail es una suite de herramientas que combina hardware y software de última generación, haciendo uso de algoritmos avanzados de inteligencia aplicada que permiten conocer y analizar con detalle el comportamiento de los clientes en el espacio comercial, qué ocurre en el interior del mismo, cuánto tiempo tarda un cliente en pagar un artículo, cuántas veces pasa por delante de un determinado lugar e, incluso, permite conocer qué zonas tienen un mayor flujo de clientes, generando un plano virtual del espacio del negocio.

Es el aliado ideal para la definición de estrategias y la toma de decisiones que afectan directamente a su negocio.

VENTAJAS:

- Fácil implantación
- Aumento de ventas
- Incremento del tráfico en tienda
- Aumento del tamaño medio de la bolsa
- Optimización del staff
- Optimización de las acciones de marketing, como promos, merchandising, publicidad estática, etc.
- Instalación sencilla sin afectar el funcionamiento de la tienda
- Integración con los sistemas de vídeos IPs existentes

INCONVENIENTES:

- Se requiere una importante adaptación del sistema al entorno en el que será instalado.
- No permite la detección de personas con movilidad reducida.
- Sistema cerrado que está especialmente diseñado para retail.

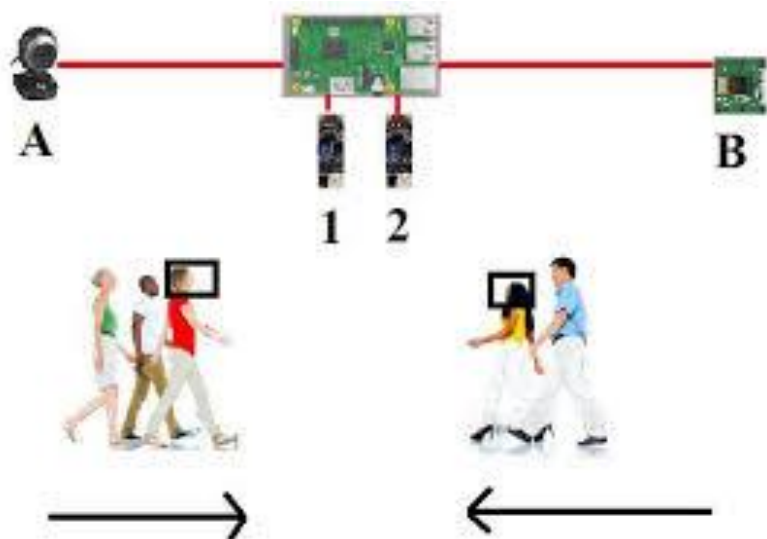


Ilustración 24. Sistema de Conteo de Personas TB RETAIL

OPCIÓN 2: INFFINITY STORE by Metrofflex

DESCRIPCIÓN:

INFFINITY STORE es una solución tecnológica utilizada en el mundo del retail que facilita la gestión de las tiendas, ya que sincroniza los datos estadísticos de la afluencia de público con cifras claves del negocio. Estos datos estadísticos permiten interpretar la información de una manera práctica y simple, permitiendo tomar decisiones informadas y oportunas con el fin de ser, cada vez, más rentables y eficientes.

Esta solución de Retail Intelligence permite dar respuesta a preguntas a los distintos niveles y áreas, de manera que los retailers puedan tomar decisiones estratégicas basadas en el análisis multidimensional de sus tiendas.

VENTAJAS:

- Nivel de atracción de clientes
- Nivel de conversión de clientes potenciales en clientes reales
- Gestión operativa
- Gestión de Marketing y Publicidad
- Gestión Comercial
- Gestión de Sucursales

INCONVENIENTES:

- Se requiere una importante adaptación del sistema al entorno en el que será instalado.
- No permite la detección de personas con movilidad reducida.
- Sistema cerrado que está especialmente diseñado para retail.



Ilustración 25. Sistema de Conteo de Personas INFINITY STORE

FUENTE 3: SISTEMA DE CONTEO DE PERSONAS EN METRO

OPCIÓN 1: Counterest

DESCRIPCIÓN:

Counterest es una solución de conteo de personas para el Transporte Público. Esta solución tiene como fin ayudar a que los Ayuntamientos y operadoras comprendan el comportamiento de los usuarios del transporte público. Además, colabora con la Universidad de Cambridge para desarrollar un modelo predictivo para el Metro de Londres que permita distribuir los trenes en función el número de viajeros.

Este sistema es capaz de entender el comportamiento de los pasajeros de la red metropolitana de autobuses a largo tiempo, permitiendo identificar patrones, valores atípicos y variables que puedan trazar una matriz Origen-Destino de los trayectos de los pasajeros.

VENTAJAS:

Obtener número de pasajeros por expedición
Establecer matriz Origen-Destino de los usuarios
Recopilar número de subidas y bajadas por parada

INCONVENIENTES:

- Se requiere una importante adaptación del sistema al entorno en el que será instalado.
- No permite la detección de personas con movilidad reducida.
- Incompatible con las restricciones impuestas por el área de protección de datos personales de TITSA.

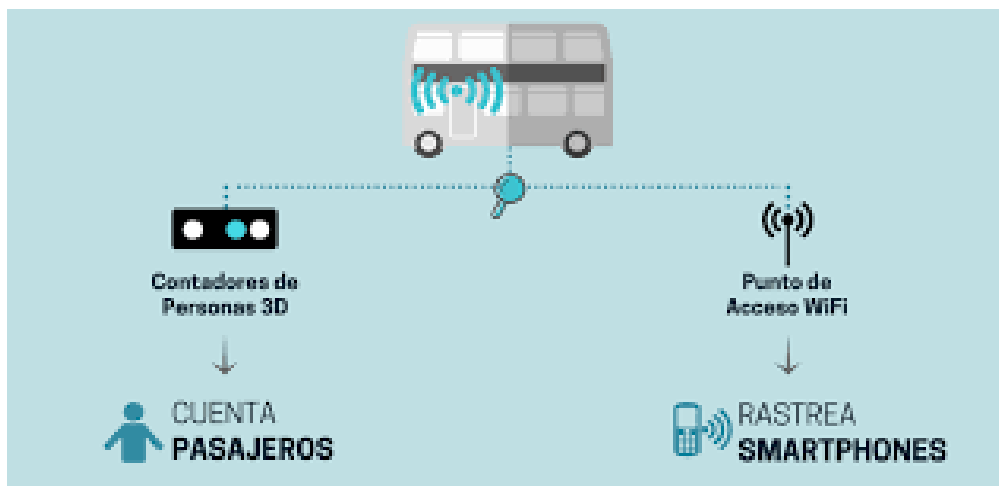


Ilustración 26. Sistema de Conteo de Personas en Metro COUNTEREST

OPCIÓN 2: Iris Intelligence Sensing

DESCRIPCIÓN:

Iris Intelligent Sensing emplea tecnología 3D para realizar el conteo automático de pasajeros en autobuses y trenes a tiempo real. Este sistema está compuesto por un conjunto de sensores en las entradas y salidas de los espacios a controlar, proporcionando datos fiables que permiten determinar los flujos de los pasajeros.

VENTAJAS:

- Sistema capaz de diferenciar más de un pasajero. Los sensores distinguen entre equipaje y objetos relacionados con el transporte, como sillas de rueda, bicicletas y coches de bebé, permitiendo determinar tanto el espacio requerido en el vehículo como la necesidad de rampas para sillas de ruedas.
- Cálculo automático de los rendimientos económicos de la empresa según los consumidores con alta precisión, ya que se puede diferenciar los distintos tipos de viajeros (adultos, niños, sillas de ruedas, coches de bebé y bicicletas). Esta tecnología permite una distribución de ingresos precisa y orientada al rendimiento.
- Esta tecnología se está empleando en numerosas ciudades del mundo (Berlín, Hamburgo, Múnich, Milán, Montreal, Viena, Salzburgo, Gotemburgo, Los Ángeles, Las Vegas, Houston y Atlanta).

INCONVENIENTES:

- Se requiere una importante adaptación del sistema al entorno en el que será instalado.
- No permite la detección de Personas con Movilidad Reducida.

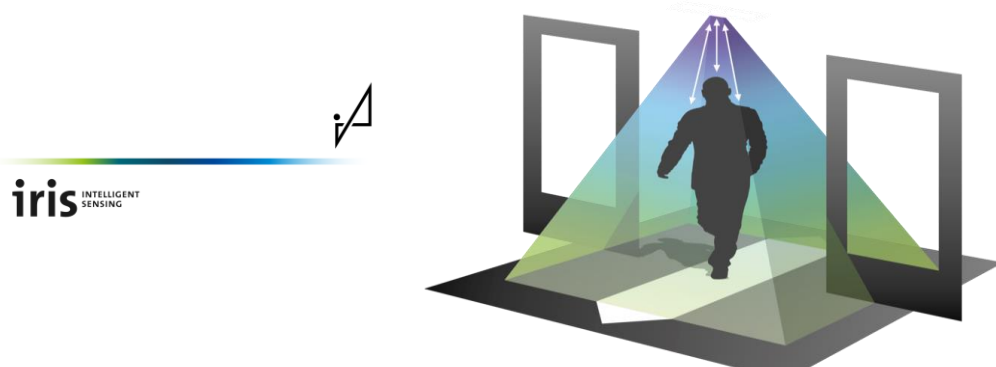


Ilustración 27. Sistema de Conteo de Personas en Autobuses y Metros IRIS INTELLIGENT SENSING

1.4.2. ESTADO DEL ARTE

1.4.2.1. TECNOLOGÍA Y OPCIONES

Actualmente, en el mercado hemos encontrado diferentes tecnologías que podríamos utilizar en el desarrollo de nuestro reto tecnológico. Dichas tecnologías son:

TECNOLOGÍA 1: CÁMARAS TÉRMICAS

OPCIÓN 1: Cámara térmica Adafruit AMG8833

DESCRIPCIÓN:

Esta cámara térmica de Adafruit está basada en el sensor de Panasonic AMG8833 y presenta un array de sensores térmicos de 8x8 que permite medir temperaturas en un rango de 0-80°C y obtener una huella térmica captada mediante interpolación. Puede detectar a una persona a una distancia de hasta 7 metros y tiene una tasa de refresco de 10Hz, es compatible con Arduino y con Raspberry Pi. Cuenta con un pin que puede actuar como interruptor cuando un pixel se sale de una escala de valores previamente definida. Este dispositivo permite su conexión por I2C a una Raspberry PI, a un microcontrolador o similar. Puede funcionar, tanto a 3V, como a 5V, pues cuenta con un regulador de voltaje. El precio de este componente es 39,95 € en el sitio web del fabricante: <https://www.adafruit.com/product/3538>

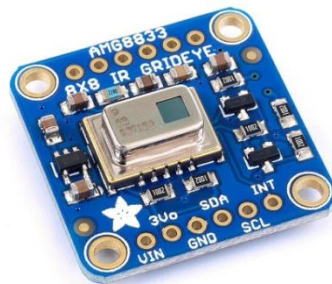


Ilustración 28. Cámara Térmica ADAFRUIT

Se adjunta un enlace que incluye el manual de uso: <http://descargas.cetronic.es/AMG8833.pdf>.

VENTAJAS:

A continuación, se presenta el listado de ventajas asociadas a este componente:

- Posibilidad de utilizar esta cámara con Raspberry PI, Arduino, etc.

- Existencia de proyectos en Github o similar para realizar el conteo de personas utilizando este componente.

INCONVENIENTES:

Los puntos que han sido considerados un inconveniente para este dispositivo son los siguientes:

- No se trata de un componente certificado para su uso intensivo, ni en exterior. Se espera que una carcasa convenientemente ruggedizada pueda ofrecerle la protección necesaria.
- No tenemos experiencia en su uso.

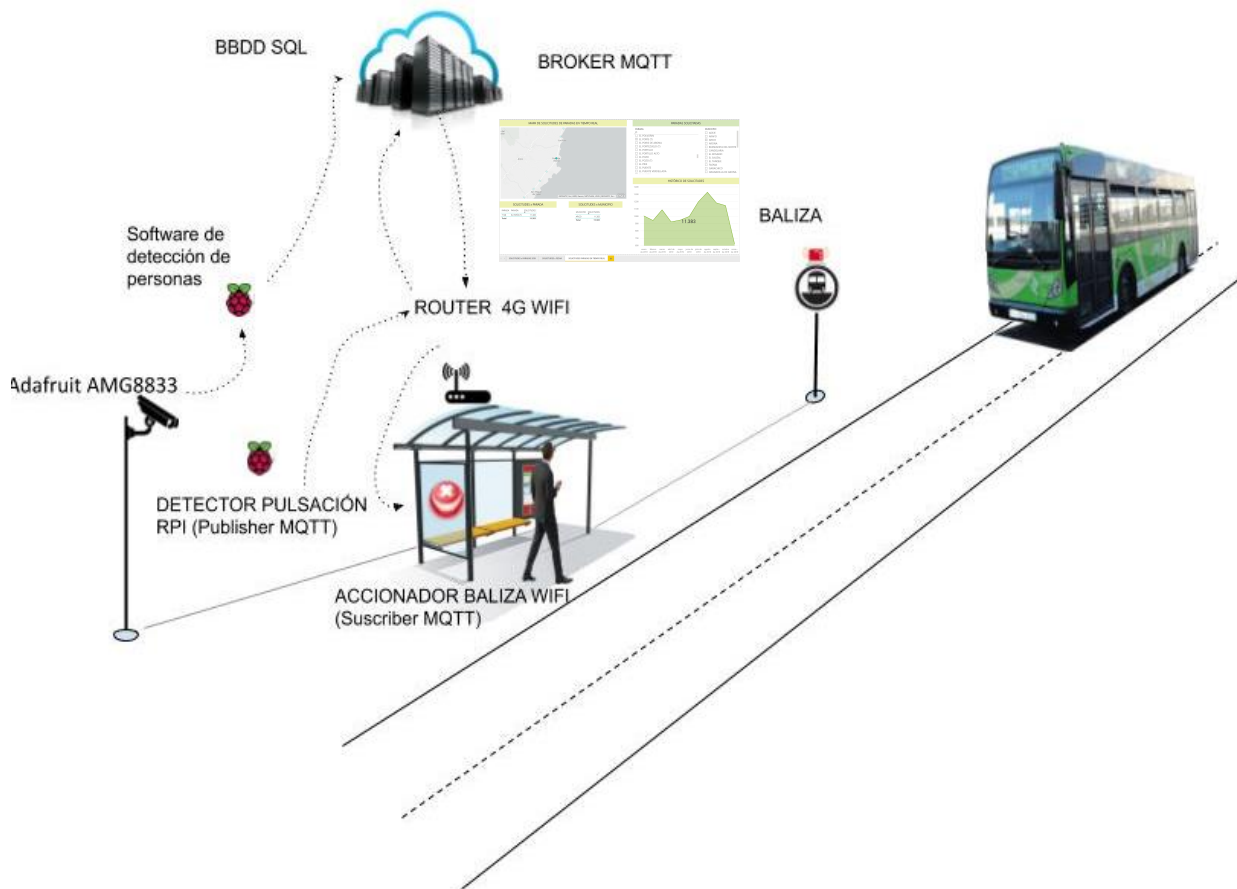


Ilustración 29. Esquema de Componentes Cámara Térmica Adafruit

OPCIÓN 2: Cámara térmica Melexis MLX90640

DESCRIPCIÓN:

La serie PIM365 de Pimoroni es una placa de pruebas para cámaras de imágenes térmicas que utiliza el sofisticado sensor de cámara infrarrojo lejano MLX90640 de Melexis. La cámara MLX90640 tiene una matriz de 768 (32 x 24) píxeles IR que pueden detectar temperaturas de -40 °C a +300 °C con aproximadamente 1 °C de precisión y hasta 64 FPS. La placa de pruebas facilita el uso de la cámara con Raspberry Pi o Arduino usando I2C y de 3 a 5V de alimentación. El precio de este componente es 47, 63 € para compras por Internet en la Península. Se adjunta el enlace para su compra online: https://www.digikey.es/products/es?Keywords=pim365&WT.z_header=search_go&v=1778



Ilustración 30. Cámara Térmica MELEXIS MLX90640

Destacar que compatible con todos los modelos de Raspberry Pi y con ciertos modelos Arduino y que el sensor viene calibrado de fábrica. El campo de visión es 55° x 35° o 110° x 75° e incluye protección contra polaridad inversa. Algunas aplicaciones de este sensor son: La medición de calor, la identificación de ineficiencias térmicas, la detección de presencia y la visión nocturna con búsqueda de calor.

Se adjunta un enlace que incluye el data sheet del dispositivo:

https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Pimoroni%20PDFs/PIM365_Web.pdf

VENTAJAS:

A continuación, se presenta el listado de ventajas asociadas a este componente:

- Posibilidad de utilizar esta cámara con Raspberry PI, Arduino, etc.
- Existencia de algunos proyectos en Github o similar acerca del manejo de la cámara.

INCONVENIENTES:

Los puntos que han sido considerados un inconveniente para este dispositivo son los siguientes:

- No se han encontrado proyectos para el conteo de personas en Github o similar, si bien se comenta que se han desarrollado este tipo de proyectos.
- No se trata de un componente certificado para su uso intensivo, ni en exterior. Se espera que una carcasa convenientemente rugerizada pueda ofrecerle la protección necesaria.
- No tenemos experiencia en su uso.

5.5. ESTUDIO DE PATENTES

La primera decisión tomada antes de comenzar a desarrollar el proyecto ha sido la búsqueda de la existencia del producto innovador que necesitamos implantar en las paradas de las autopistas de la Isla de Tenerife. Para ello, la búsqueda se centró en la consulta de la página de la Oficina Española de Patentes y Marcas (**OEPM**).

Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM)

La Oficina Española de Patentes y Marcas (**OEPM**) pone al alcance de los usuarios dos opciones para buscar referencias de prototipos industriales o marcas comerciales.

Para comprobar si un producto, servicio o idea está patentada, se tiene la opción de realizar una búsqueda gratuita directamente en la base de datos de la OEPM, o a través del buscador **INVENES**.

Por otro lado, existe la posibilidad de realizar la comprobación mediante una búsqueda de pago, la cual ofrece una serie de detalles mucho más concretos al respecto.

Como producto del estudio exhaustivo de las soluciones existentes, se encontró que había muchos productos ya patentados que, en mayor o menor medida, realizaban una parte importante de las necesidades que se demandaban con la búsqueda.

La solución final ha consistido, como se detallará en el presente documento, en la adaptación, a un producto ya existente, de la tecnología adicional necesaria para satisfacer los requerimientos del proyecto.

Se ha verificado, por interés económico futuro, que es posible patentar un producto o idea, siempre que sea nueva, o que suponga un perfeccionamiento, o mejora, de los ya existentes.

Con la misma finalidad, también se ha explorado la posibilidad de transformar el producto en un modelo de utilidad. Un Modelo de Utilidad es un título que reconoce el derecho de explotar en exclusiva una invención, impidiendo a otros su fabricación, venta o utilización sin consentimiento del titular. Como contrapartida, el Modelo de Utilidad se pone a disposición del público para general conocimiento.

El derecho otorgado por un Modelo de Utilidad no es tanto el de la fabricación, el ofrecimiento en el mercado y la utilización del objeto del modelo sino, sobre todo y singularmente, "el derecho de excluir a otros" de la fabricación, utilización o introducción del producto protegido en el comercio.

El alcance de la protección de un Modelo de Utilidad es similar al conferido por la Patente, sin embargo, a diferencia de las patentes, no podrán protegerse como Modelos de Utilidad las invenciones de procedimiento, las que recaigan sobre materia biológica y las sustancias y composiciones farmacéuticas (el resto de sustancias y composiciones químicas sí podrán acogerse a esta modalidad de protección).

La duración del Modelo de Utilidad es de diez años desde la presentación de la solicitud. Para el mantenimiento del derecho es preciso el pago de tasas anuales.

La monetización de este futuro modelo de utilidad, se estudiará finalizados los 5 años planificados para este proyecto, tras analizar los resultados obtenidos.

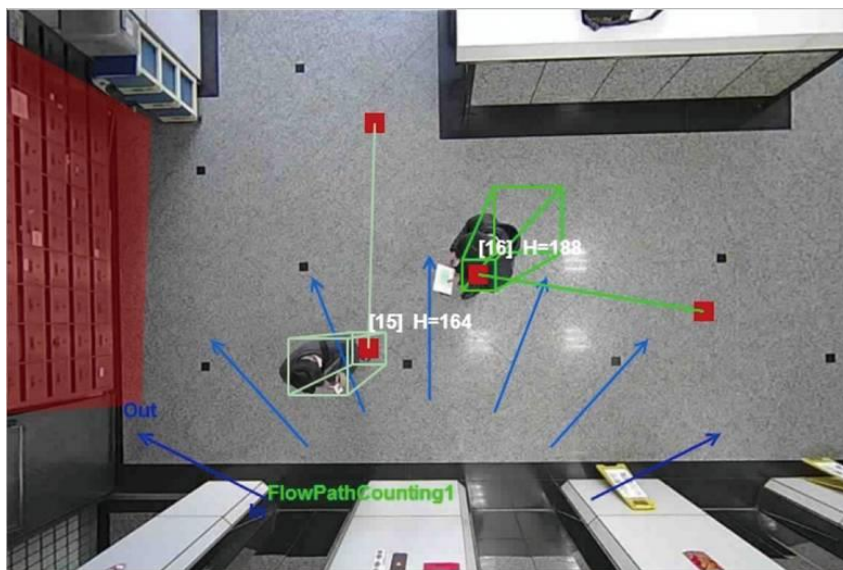


Ilustración 31. Ejemplo Sistema de Conteo de Personas

5.6. ANÁLISIS DE DECISIÓN

Con el fin de realizar el análisis de las distintas opciones propuestas y efectuar la selección de la solución más adecuada, se evaluará el siguiente conjunto de características:

- Efectividad: Determina en qué medida se cumple con los requisitos establecidos para la solución del proyecto, donde 0 indica que no se cumple en absoluto con los requisitos y 10 que se cumplen completamente.
- Integración: Establece la facilidad con la que la opción propuesta se integra con el resto de componentes del sistema actual de TITSA, donde 0 muestra la imposibilidad de integrar la solución y 10 la capacidad de realizar una integración completa.
- Implantación: Valora la facilidad para implantar la solución seleccionada, donde 0 establece que no es posible realizar la implantación y 10 que la implantación es prácticamente automática.
- Riesgos: Define la importancia de los riesgos asociados a cada opción analizada, donde 0 indica que el riesgo es máximo y 10 que la solución comporta unos riesgos prácticamente nulos.
- Costes: Determina la bondad de la solución a nivel económico, donde 0 establece que se trata de una mala solución a nivel económico, es decir, que tiene un coste superior al máximo establecido en el alcance del proyecto, y 10 que tiene un coste muy inferior a los costes previstos según los requisitos. La opción con un coste más bajo será la que defina el nivel del 10 y el resto tendrá un valor proporcionalmente inferior según el umbral descrito.
- Mantenimiento: Establece la bondad de la solución respecto a las distintas características asociadas al mantenimiento de la misma, donde 0 indica que se trata de una mala solución por las dificultades relativas al mantenimiento, es decir, que, por el tipo de componentes de la misma, sufrirá averías frecuentes e inhabilitantes para el correcto funcionamiento del sistema, y 10 que prácticamente carecer

Como ya se ha comentado, cada una de las citadas características se valorará entre 0 y 10 y, con el fin de ponderarlas según nos indica el responsable de TITSA, se han establecido los siguientes pesos:

- Efectividad (E): 25%.
- Integración (I): 25%.
- Implantación (P): 5%
- Riesgos (R): 10%.
- Costes (C): 20%.
- Mantenimiento (M): 15%.

Por lo tanto, el resultado del análisis de cada opción podrá establecerse como sigue:

$$A_i = (0,25 * E_i) + (0,25 * I_i) + (0,05 * P_i) + (0,1 * R_i) + (0,20 * C_i) + (0,15 * M_i)$$

Donde A_i obtendrá un valor entre 0 y 10. Siendo 0 la peor calificación posible para la solución analizada y 10 la mejor calificación que puede obtenerse en el presente análisis.

En los siguientes apartados de este documento se presentará la decisión tomada respecto a la selección, es decir, la opción seleccionada en base a tener la mayor puntuación en el análisis; y, a continuación, la justificación de la citada decisión. Este último punto estará conformado por el resultado del análisis de todas las opciones estudiadas para el proyecto y expuestas en estas páginas.

Las valoraciones de cada uno de los apartados de las soluciones han sido realizadas conjuntamente entre los miembros de este equipo y técnicos especializados de TITSA.

5.6.1 DECISIÓN

La opción seleccionada es la denominada “Vector 4D Camera”.



Ilustración 32. Opción seleccionada: VECTOR 4D CAMERA

Esta solución incluye, básicamente, los siguientes componentes:

- Cámara IRISYS VECTOR 4D Camera
- Router 3G WIFI POE
- SIM M2M 2GB
- Relé Wifi con opción MQTT
- Raspberry Pi 4 Modelo B

El análisis detallado de las características de esta opción se encuentra incluido en el apartado de Fuentes del presente documento.

Por otra parte, la valoración cuantitativa de esta solución se expone a continuación, si bien se explica en detalle en el apartado asociado a la justificación de la decisión:

A₁: Solución “Vector 4D Camera”

$$A_1 = (0,25 * E_1) + (0,25 * I_1) + (0,05 * P_1) + (0,1 * R_1) + (0,20 * C_1) + (0,15 * M_1)$$

$$A_1 = (0,25 * 9) + (0,25 * 9,2) + (0,05 * 7) + (0,1 * 8) + (0,20 * 8) + (0,15 * 8,5)$$

$$A_1 = 8,575$$

Siendo su valoración superior al del resto de opciones analizadas. En el siguiente apartado del documento, denominado Justificación de la Decisión, se analizan y valoran las distintas soluciones posibles en base a la fórmula descrita.

Las principales ventajas competitivas de esta solución son:

- Utilización de protocolo MQTT que permite consultar en cualquier momento si una parada determinada ha sido solicitada por los usuarios, ya sea con pulsador o automáticamente.
- Incorporación de una base de datos SQL que permite un fácil acceso con los sistemas actuales de la empresa, tanto para futuras conexiones con el SAE (mensaje en el pupitre del conductor y no sólo en la baliza de la carretera), como para la consulta mediante cuadros de mando realizados con Power BI (herramienta que utiliza actualmente la empresa).
- Esta solución puede incorporarse en el interior de las guaguas para contar la bajada de pasajeros por el tipo de elementos que la componen. De hecho, podría usarse el router wifi 3G que incorporan actualmente las guaguas (para dar WIFI a los usuarios), por lo que no sería necesario utilizar el router que añadimos en la solución para las paradas de la autopista.
- Se ha podido verificar que todos los costes están dentro del límite máximo indicado por la empresa. Añadir que, aunque se prevé un aumento del 0.5% (ver estudio económico) por la incorporación de este sistema según nos indica la empresa, la solución se amortizará, aunque sólo aumentará un 0,23% los pasajeros en las líneas que afectan al proyecto. En cualquier caso, la empresa nos ha confirmado que las siguientes son causas suficientes para justificar la inversión:
 - El beneficio social generado por la ayuda a las PMR (Personas de Movilidad Reducida). La detección anticipada de PMRs permite chequear si las guaguas en camino tienen las rampas operativas (todos los vehículos actuales tienen rampas, pero existe la posibilidad de que estén averiadas, se trata de un elemento móvil que se estropea con cierta frecuencia) y, si no es así, se puede enviar un transporte bajo demanda.
 - La disminución de la contaminación y el consumo de combustible de las guaguas, y aumento de la velocidad comercial al evitarse tomar desvíos innecesarios en la autopista si no hay pasajeros esperando en una parada y no se va a bajar nadie. Este caso se produce cuando la baliza está estropeada dado que el conductor tiene la obligación de pasar por la parada. Dado que es muy complicado cuantificar estos

ahorros de costes en el servicio, hemos decidido no incluirlos en el plan de negocio asociado a la solución.

- La mejora de la imagen de la empresa por la publicidad de todos los puntos anteriores junto al hecho de transmitir modernidad por la incorporación de nuevas tecnologías tipo Inteligencia Artificial para detectar y contar a las personas, etc.
- Disponibilidad de un stock de equipos que el cambio rápido en caso de avería. Esto es posible debido al coste que tienen los equipos que componen la solución.
- La utilización de cámaras termográficas asegura el cumplimiento de la ley de protección de datos personales.
- Según indica el fabricante de la cámara, esta solución permite distinguir entre trabajadores uniformados y el resto de usuarios. Este hecho podría utilizarse para realizar estudios específicos sobre el uso de la guagua por parte de empresas específicas o incluso de nuestros propios empleados (el personal de movimiento va uniformado).
- Alimentación vía POE, disminuyendo el cableado necesario.

1.6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA DECISIÓN

El resultado del análisis de cada opción podrá establecerse como sigue:

$$A_i = (0,25 * E_i) + (0,25 * I_i) + (0,05 * P_i) + (0,1 * R_i) + (0,20 * C_i) + (0,15 * M_i)$$

Siguiendo estas premisas, se ha realizado el análisis de todas las propuestas incluidas en el presente documento:

A₁ - Solución “VECTOR 4D”

EFFECTIVIDAD:

El nuevo dispositivo de Irisys ha conseguido mejorar los buenos resultados del dispositivo Gazelle 2. Haciendo uso de la tecnología de imágenes infrarrojas y el tiempo de vuelo, los resultados obtenidos por Vector 4D son realmente buenos. La compañía remarca que la precisión del dispositivo está por encima de la de cualquier otra solución del mercado.

INTEGRACIÓN:

Irisys cuenta con un paquete de software escalable que permite integrar distintas funcionalidades. De esta forma se presenta un sistema escalable y bien integrado que permite un uso cómodo y eficaz. Serán utilizadas las funcionalidades MQTT y conexión BBDD SQL para poder llevar a cabo la instalación completa del sistema. La complejidad en este apartado se centra principalmente en la configuración de los sistemas de comunicación entre componentes.

IMPLANTACIÓN:

Debido a que se trata de un producto ya desarrollado, el tiempo de desarrollo de esta solución será dedicado básicamente a labores de integración de componentes. Siendo únicamente necesario realizar una instalación de los dispositivos y la configuración de los mismos de acuerdo a las prestaciones requeridas.

RIESGOS:

Los riesgos de utilizar este componente en nuestra solución son los siguientes:

- Al tratarse de un dispositivo de tanto valor, se hace necesario una cierta protección frente al vandalismo y robos.
- Esta solución precisa de componentes adicionales, mayormente relacionados con la comunicación, que a su vez precisan protección por las mismas causas nombradas anteriormente.

- Al hacer uso de conexión a internet para la comunicación del componente, se necesita contar con un canal seguro de comunicación para evitar que el sistema pueda ser hackeado.
- Al tratarse de equipos que están a la intemperie son susceptibles de sufrir averías con relativa frecuencia.

COSTE DE INSTALACIÓN LA SOLUCIÓN

A continuación, se desglosan los distintos costes asociados a esta solución.

<u>COMPONENTES</u>	<u>PRECIO</u>
Vector 4D Camera	896,26€
SIM M2M 2GB	7€
Relé Wifi MQTT	9,99€
Router	338€
Cableado	20€
Raspberry Pi 4	80,99
Mano de Obra	15€/h * 4h = 60€
<u>TOTAL</u>	<u>1.412,24€</u>

Tabla 13. Solución 1. Costes y Componentes de la Instalación

El sistema será instalado en 48 paradas de guagua, por lo que se necesita una inversión inicial de 48 * 1.412,24€. Por otra parte, es necesario contar con un pequeño stock que permita reemplazar el sistema de manera rápida en caso de avería. Para ello, se comprarán 5 cámaras, 5 relés, 5 Raspberry

Pi y 5 routers adicionales. El coste total de instalar el sistema en toda la red es de $48 * 1.412,24€ + 5 * (896,25 + 9,99 + 338 + 80,99) = \underline{74.413,67€}$

COSTE DE MANTENIMIENTO (1.º año)

Dado que la cámara, el relé y el router cuentan con un año de garantía, el coste de mantenimiento de estos dispositivos el primer año es cero. Por consiguiente, los costes de mantenimiento el primer año se desglosan de la siguiente manera.

<u>MANTENIMIENTO</u>	<u>PRECIO</u>
Internet	7€/mes * 12 meses = 84€
Seguro	40€
Mano de obra	15 €/h * 10h = 150€
<u>TOTAL</u>	48 paradas * 274€ = <u>13.152€</u>

Tabla 14. Solución 1. Costes de Mantenimiento (1º año)

COSTES DE DESARROLLO

<u>DESARROLLO</u>	<u>PRECIO</u>
Configuración de la cámara y sistema central	144h * 20 €/h = 2.880€
Configuración del pulsador inalámbrico y servidor MQTT	88 h * 20 €/h = 1.760€
Configurar Raspberry Pi como Publisher MQTT	24h * 20€/h = 480€

Desarrollo cuadros de mando de monitorización	$8h * 20 \text{ €/h} = 160\text{€}$
<u>TOTAL</u>	5.280€

Tabla 15. Solución 1. Costes de Desarrollo

COSTE DE MANTENIMIENTO

Desglose de costes de mantenimiento de una instalación:

<u>MANTENIMIENTO</u>	<u>PRECIO</u>
Internet	$7\text{€/mes} * 12 \text{ meses} = 84\text{€}$
Mantenimiento Cámara	90€
Seguro	40€
Mantenimiento Router	33,80€
Mantenimiento Relé	4€
Mantenimiento Raspberry Pi 4	9€
Mantenimiento Cables	2€
Mano de obra	$15 \text{ €/h} * 10h = 150\text{€}$
<u>TOTAL</u>	48 paradas * 412,80€ = <u>19.814,4€</u>

Tabla 16. Solución 1. Costes de Mantenimiento

MANTENIMIENTO:

No se han encontrado especificaciones respecto al mantenimiento de este componente. Sólo destacar que precisará una carcasa de exterior antivandálica que preserve las capacidades de la lente sin distorsionar sus capturas. Cabe destacar que el primer año el dispositivo está cubierto por garantía. Una vez superado el plazo de garantía, se entiende que cada año uno de cada diez dispositivos se estropeará.

EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN

$$A_1 = (0,25 * E_1) + (0,25 * I_1) + (0,05 * P_1) + (0,1 * R_1) + (0,20 * C_1) + (0,15 * M_1)$$

$$A_1 = (0,25 * 9) + (0,25 * 9,2) + (0,05 * 7) + (0,1 * 8) + (0,20 * 8) + (0,15 * 8,5)$$

$$A_1 = 8,575$$

A₂ - Solución "GAZELLE 2"

EFFECTIVIDAD:

En lo que se refiere a la efectividad de este componente, al hacer uso de imágenes térmicas el dispositivo es capaz de trabajar con precisión en entornos con luminosidad muy variable. De esta manera, Gazelle 2 es capaz de obtener datos con una gran fidelidad tanto de día como de noche, consiguiendo así un sistema muy robusto.

INTEGRACIÓN:

Irisys cuenta con un paquete de software que permite integrar distintas funcionalidades. De esta forma, se presenta un sistema escalable y bien integrado que permite un uso cómodo y eficaz. Debido a las restricciones en los protocolos de comunicación del componente, en este caso, la integración de los elementos del sistema es mucho más compleja ya que es necesario la incorporación de más componente.

IMPLANTACIÓN:

Aunque que se trata de un producto ya desarrollado, el hecho de que no cuente con varias de las características fundamentales para la correcta comunicación entre todos los componentes complica enormemente la tarea de implantación.

RIESGOS:

Los riesgos de utilizar este componente en nuestra solución son los siguientes:

- Al tratarse de un dispositivo de tanto valor, se hace necesario una cierta protección frente al vandalismo y robos.
- Esta solución precisa de componentes adicionales, mayormente relacionados con la comunicación, que a su vez precisan protección por las mismas causas nombradas anteriormente.
- Al hacer uso de conexión a internet para la comunicación del componente, se necesita contar con un canal seguro de comunicación para evitar que el sistema pueda ser hackeado.
- Al tratarse de equipos que están a la intemperie son susceptibles de sufrir averías con relativa frecuencia.
- Al ser necesarios componentes adicional para cumplir con los requerimientos del sistema, pueden surgir una mayor variedad de problemas.

COSTES

A continuación, se desglosan los distintos costes asociados a esta solución.

COSTE DE INSTALACIÓN LA SOLUCIÓN

<u>COMPONENTE</u>	<u>PRECIO</u>
GAZELLE 2	948,24€
SIM M2M 25GB	25€
Relé Wifi MQTT	9,99€
Router	338€
Cableado	20€
Raspberry Pi 4	80,99
Mano de Obra	15€/h * 10h = 150€
<u>TOTAL</u>	<u>1.572,22€</u>

Tabla 17. Solución 2. Coste de Instalación

El coste total se ha establecido en 1.572,22€ si bien es susceptible que pudiera verse incrementado por la necesidad de añadir nuevos componentes que permitan cumplir con los requisitos del proyecto. El sistema será instalado en 48 paradas de guagua, por lo que se necesita una inversión inicial de $48 * 1.572,22€$. Por otra parte, es necesario contar con un pequeño stock que permita reemplazar el sistema de manera rápida en caso de avería. Para ello, se comprarán 5 cámaras, 5 relés, 5 Raspberry Pi y 5 routers adicionales. El coste total de instalar el sistema en toda la red es de $48 * 1.572,22 + 5 * (948,24 + 9,99 + 338 + 80,99) = \mathbf{82.352,66€}$

COSTE DE MANTENIMIENTO (1^{er} año)

Dado que la cámara, el relé y el router cuentan con un año de garantía, el coste de mantenimiento de estos dispositivos el primer año es cero. Por consiguiente, los costes de mantenimiento el primer año se desglosan de la siguiente manera.

<u>MANTENIMIENTO</u>	<u>PRECIO</u>
Internet	25€/mes * 12 meses = 300€
Seguro	45€
Mano de obra	15 €/h * 15h = 225€
<u>TOTAL</u>	48 paradas * 570€ = <u>27.360€</u>

Tabla 18. Solución 2. Coste de Mantenimiento (1^{er} año)

COSTE DE DESARROLLO

<u>DESARROLLO</u>	<u>PRECIO</u>
Configuración de la cámara y sistema central	200h * 20 €/h = 4.000€
Configuración del pulsador inalámbrico y servidor MQTT	88 h * 20 €/h = 1760€
Configurar Raspberry Pi como Publisher MQTT	24h * 20€/h = 480€
Desarrollo cuadros de mando de monitorización	8h * 20 €/h= 160€
<u>TOTAL</u>	6.400€

Tabla 19. Solución 2. Coste de Desarrollo

COSTE DE MANTENIMIENTO

El desglose de los costes de mantenimiento de una instalación es:

<u>MANTENIMIENTO</u>	<u>PRECIO</u>
Internet	25€/mes * 12 meses = 300€
Mantenimiento Cámara	100€
Seguro	45€
Mantenimiento Router	33,80€
Mantenimiento Relé	4€
Mantenimiento Raspberry Pi 4	9€
Mantenimiento Cables	2€
Mano de obra	15 €/h * 15h = 225€
<u>TOTAL</u>	48 paradas * 718,80€ = <u>34.502,40€</u>

Tabla 20. Solución 2. Costes de Mantenimiento

MANTENIMIENTO:

No se han encontrado especificaciones respecto al mantenimiento de este componente. Sólo destacar que precisará una carcasa de exterior antivandálica que preserve las capacidades de la lente sin distorsionar sus capturas. Cabe destacar que el primer año el dispositivo está cubierto por garantía. Una vez superado el plazo de garantía, se entiende que cada año uno de cada diez dispositivos se estropeará.

EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN

$$A_2 = (0,25 * E_2) + (0,25 * I_2) + (0,05 * P_2) + (0,1 * R_2) + (0,20 * C_2) + (0,15 * M_2)$$

$$A_2 = (0,25 * 8) + (0,25 * 8) + (0,05 * 5) + (0,1 * 7,5) + (0,20 * 7) + (0,15 * 7,5)$$

$$\mathbf{A_2 = 7,525}$$

A₃ - Solución “TB RETAIL”

EFFECTIVIDAD:

Aunque esta tecnología tiene una fiabilidad cercana al 98%, siendo capaz de distinguir niños de adultos e incluso realizar conteos en grupos, no permite la detección de PMRs.

INTEGRACIÓN:

Al tratarse de un sistema cerrado para el retail, es muy complejo su interconexión con una base de datos accesible. Por otra parte, no contempla la comunicación entre los distintos dispositivos de la parada.

IMPLANTACIÓN:

Debido a las dificultades asociada a la integración de esta solución, el periodo de implantación de la solución es dependiente de los componentes que forman el sistema y, por lo tanto, difícil de valorar.

RIESGOS:

Los riesgos de utilizar este componente en nuestra solución son los siguientes:

- Esta solución precisa de componentes adicionales, mayormente relacionados con la comunicación, que a su vez precisan protección.
- Al hacer uso de conexión a internet para la comunicación del componente, se necesita contar con un canal seguro de comunicación para evitar que el sistema pueda ser hackeado.
- Al tratarse de equipos que están a la intemperie son susceptibles de sufrir averías con relativa frecuencia.
- Al ser necesarios componentes adicional para cumplir con los requerimientos del sistema, pueden surgir una mayor variedad de problemas.
- La incertidumbre respecto a los componentes que conforman este sistema hacen complicado evaluar el riesgo de esta propuesta.

COSTES:

A pesar de contactar con la empresa distribuidora del producto, no se han podido establecer unos costes para esta solución.

MANTENIMIENTO:

No determinado porque depende de los componentes que conformen la solución.

EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN

$$A_3 = (0,25 * E_3) + (0,25 * I_3) + (0,05 * P_3) + (0,1 * R_3) + (0,20 * C_3) + (0,15 * M_3)$$

$$A_3 = (0,25 * 5,5) + (0,25 * 3,5) + (0,05 * 3,5) + (0,1 * 4) + (0,20 * 2,5) + (0,15 * 2,5)$$

$$A_3 = 3,7$$

A₄ - Solución “INFINITY STORE by Metroflex”

EFFECTIVIDAD:

Equipos con alto nivel de precisión: nivel de confiabilidad hasta un 98%, en línea con los estándares internacionales.

INTEGRACIÓN:

Al tratarse de un sistema cerrado para el retail, es muy complejo su interconexión con una base de datos accesible. Por otra parte, no contempla la comunicación entre los distintos dispositivos de la parada.

IMPLANTACIÓN:

Debido a las dificultades asociada a la integración de esta solución, el periodo de implantación de la solución es dependiente de los componentes que forman el sistema y, por lo tanto, difícil de valorar.

RIESGOS:

Los riesgos de utilizar este componente en nuestra solución son los siguientes:

- Esta solución precisa de componentes adicionales, mayormente relacionados con la comunicación, que a su vez precisan protección.
- Al hacer uso de conexión a internet para la comunicación del componente, se necesita contar con un canal seguro de comunicación para evitar que el sistema pueda ser hackeado.
- Al tratarse de equipos que están a la intemperie son susceptibles de sufrir averías con relativa frecuencia.
- Al ser necesarios componentes adicional para cumplir con los requerimientos del sistema, pueden surgir una mayor variedad de problemas.
- La incertidumbre respecto a los componentes que conforman este sistema hacen complicado evaluar el riesgo de esta propuesta.

COSTES:

A pesar de contactar con la empresa distribuidora del producto, no se han podido establecer unos costes para esta solución.

MANTENIMIENTO:

No determinado porque depende de los componentes que conformen la solución.

EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN

$$A_4 = (0,25 * E_4) + (0,25 * I_4) + (0,05 * P_4) + (0,1 * R_4) + (0,20 * C_4) + (0,15 * M_4)$$

$$A_4 = (0,25 * 6,5) + (0,25 * 3) + (0,05 * 3) + (0,1 * 4) + (0,20 * 2) + (0,15 * 2)$$

$$\mathbf{A_4 = 3,625}$$

A₅ - Solución “Counterest”

EFFECTIVIDAD:

Equipos con alto nivel de precisión según el fabricante.

INTEGRACIÓN:

Al tratarse de un sistema cerrado para el metro, es muy complejo su interconexión con una base de datos accesible. Por otra parte, no contempla la comunicación entre los distintos dispositivos de la parada.

IMPLANTACIÓN:

Debido a las dificultades asociada a la integración de esta solución, el periodo de implantación de la solución es dependiente de los componentes que forman el sistema y, por lo tanto, difícil de valorar.

RIESGOS:

Los riesgos de utilizar este componente en nuestra solución son los siguientes:

- Esta solución precisa de componentes adicionales, mayormente relacionados con la comunicación, que a su vez precisan protección.
- Al hacer uso de conexión a internet para la comunicación del componente, se necesita contar con un canal seguro de comunicación para evitar que el sistema pueda ser hackeado.
- Al tratarse de equipos que están a la intemperie son susceptibles de sufrir averías con relativa frecuencia.
- Al ser necesarios componentes adicional para cumplir con los requerimientos del sistema, pueden surgir una mayor variedad de problemas.
- La incertidumbre respecto a los componentes que conforman este sistema hace complicado evaluar el riesgo de esta propuesta.

COSTES:

A pesar de contactar con la empresa distribuidora del producto, no se han podido establecer unos costes para esta solución.

MANTENIMIENTO:

No determinado porque depende de los componentes que conformen la solución.

EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN

$$A_5 = (0,25 * E_5) + (0,25 * I_5) + (0,05 * P_5) + (0,1 * R_5) + (0,20 * C_5) + (0,15 * M_5)$$

$$A_5 = (0,25 * 4,5) + (0,25 * 4) + (0,05 * 4) + (0,1 * 4) + (0,20 * 3) + (0,15 * 3)$$

$$\mathbf{A_5 = 3,775}$$

A₆ - Solución “Iris Intelligence Sensing”

EFFECTIVIDAD:

Equipos con alto nivel de precisión según el fabricante.

INTEGRACIÓN:

Al tratarse de un sistema cerrado para el metro, es muy complejo su interconexión con una base de datos accesible. Por otra parte, no contempla la comunicación entre los distintos dispositivos de la parada.

IMPLANTACIÓN:

Debido a las dificultades asociada a la integración de esta solución, el periodo de implantación de la solución es dependiente de los componentes que forman el sistema y, por lo tanto, difícil de valorar.

RIESGOS:

Los riesgos de utilizar este componente en nuestra solución son los siguientes:

- Esta solución precisa de componentes adicionales, mayormente relacionados con la comunicación, que a su vez precisan protección.
- Al hacer uso de conexión a internet para la comunicación del componente, se necesita contar con un canal seguro de comunicación para evitar que el sistema pueda ser hackeado.
- Al tratarse de equipos que están a la intemperie son susceptibles de sufrir averías con relativa frecuencia.
- Al ser necesarios componentes adicional para cumplir con los requerimientos del sistema, pueden surgir una mayor variedad de problemas.
- La incertidumbre respecto a los componentes que conforman este sistema hacen complicado evaluar el riesgo de esta propuesta.

COSTES:

A pesar de contactar con la empresa distribuidora del producto, no se han podido establecer unos costes para esta solución.

MANTENIMIENTO:

No determinado porque depende de los componentes que conformen la solución.

EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN

$$A_6 = (0,25 * E_6) + (0,25 * I_6) + (0,05 * P_6) + (0,1 * R_6) + (0,20 * C_6) + (0,15 * M_6)$$

$$A_6 = (0,25 * 5,5) + (0,25 * 4) + (0,05 * 4) + (0,1 * 4) + (0,20 * 3) + (0,15 * 3)$$

$$A_6 = 4,025$$

A7 - Solución "Cámara térmica Adafruit AMG8833"

EFFECTIVIDAD:

En lo que se refiere a la efectividad de este componente, cabría destacar que, en base al análisis de los proyectos desarrollados con el mismo que han sido publicados en Github, parece que la efectividad del mismo es suficiente para el proyecto que nos ocupa. La resolución de las imágenes generadas parece ser suficiente para el conteo de personas incluso a 7 metros de la lente. Por otra, la precisión del software de reconocimiento y conteo de personas está por precisar. Esto último hace que la efectividad de la solución no se pueda determinar con certeza.

RIESGOS:

Los riesgos de utilizar este componente en nuestra solución son los siguientes:

- Aunque los proyectos que hemos analizado en Github o similar parecen mostrar una resolución suficiente, no tenemos la experiencia necesaria con el dispositivo, por lo que es posible que las imágenes no tengan la resolución necesaria para detectar una o varias personas, PMT, etc.
- Los proyectos analizados parecen centrados en imágenes de interior. Se desconoce la calidad de las imágenes en exterior, en horario nocturno, etc.
- Falta de datos para poder desarrollar el software de detección de personas.

INTEGRACIÓN:

El hecho de que esta cámara pueda conectarse, tanto a una Raspberry PI, como a un dispositivo Arduino o similar, le otorga una alta capacidad de integración con el resto de tecnologías que conforman la solución de este proyecto. A esto hay que añadir que puede trabajar tanto a 3 como a 5V. Dado que la cámara no incorpora un software de conteo de personas se hace necesario el desarrollo de un modelo que haga uso de redes convolucionales para la detección de personas en imágenes térmicas. Para ello se cuenta con un gran número de imágenes térmicas categorizadas que servirán para entrenar al modelo.



Tabla 21. Solución 7. Cámara Térmica ADAFRUIT amg8833

<https://www.flir.com/oem/adas/adas-dataset-form/>

Por otra parte, no contempla la comunicación entre los distintos dispositivos de la parada por lo que será necesario el desarrollo de un software que se encargue de la comunicación de todos los componentes de la solución, incluyendo la base de datos SQL.

IMPLANTACIÓN:

Dado que están disponibles proyectos en Github o similar para realizar el conteo de personas utilizando este componente, entendemos que su uso puede disminuir de forma importante los tiempos de desarrollo. Se adjunta un enlace como ejemplo de este tipo de desarrollos:

<https://www.instructables.com/id/Thermal-Camera-AMG833-Raspberry-Pi/>

Debido a la necesidad de otros componentes software necesarios para cumplir con los requisitos del sistema y la dependencia de estos con el software de conteo generado, la implantación de esta solución es complicada.

COSTES

A continuación, se desglosan los distintos costes asociados a esta solución.

COSTE DE INSTALACIÓN LA SOLUCIÓN

<u>COMPONENTE</u>	<u>PRECIO</u>
Adafruit AMG8833	39,95€
SIM M2M 25GB	30€
Relé Wifi MQTT	9,99€
Router	338€
Cableado	100€
Raspberry Pi 4	2 * 80,99€
Mano de Obra	15€/h * 12h = 180€
<u>TOTAL</u>	<u>839.92€</u>

Tabla 22. Solución 7. Coste de Instalación

El sistema será instalado en 48 paradas de guagua, por lo que se necesita una inversión inicial de $48 * 839.92€$. Por otra parte, es necesario contar con un pequeño stock que permita reemplazar el sistema de manera rápida en caso de avería. Para ello, se comprarán 5 cámaras, 5 relés, 10 Raspberry Pi y 5 routers adicionales. El coste total de instalar el sistema en toda la red es de $48 * 839.92€ + 5 * (39.95 + 9.99 + 338 + 161.98) = \underline{43.065,76€}$

COSTE DE MANTENIMIENTO (1^{er} año)

Dado que la cámara, el relé y el router cuentan con un año de garantía, el coste de mantenimiento de estos dispositivos el primer año es cero. Por consiguiente, los costes de mantenimiento el primer año se desglosan de la siguiente manera.

<u>MANTENIMIENTO</u>	<u>PRECIO</u>
Internet	30€/mes * 12 meses = 360€
Seguro	60€
Mano de obra	15 €/h * 30h = 450€
<u>TOTAL</u>	48 paradas * 870€ = <u>41.760€</u>

Tabla 23. Solución 7. Coste de Mantenimiento (1^{er} año)

COSTE DE DESARROLLO

<u>DESARROLLO</u>	<u>PRECIO</u>
Configuración de la cámara y sistema central	144h * 20 €/h = 2.880€
Configuración del pulsador inalámbrico y servidor MQTT	88 h * 20 €/h = 1.760€
Configurar Raspberry Pi como Publisher MQTT	24h * 20€/h = 480€
Integración del modelo en la Raspberry Pi	70h * 25€/h= 1.750€
Desarrollo de un modelo de visión artificial para la detección de personas en imágenes térmicas	240h * 25€/h = 6.000
Desarrollo cuadros de mando de monitorización	8h * 20 €/h= 160€

TOTAL

13.030€

Tabla 24. Solución 7. Coste de Desarrollo

COSTES DE MANTENIMIENTO

El desglose de los costes de mantenimiento de una instalación es:

<u>MANTENIMIENTO</u>	<u>PRECIO</u>
Internet	30€/mes * 12 meses = 360€
Mantenimiento Cámara	50€
Seguro	60€
Mantenimiento Router	33,80€
Mantenimiento Relé	4€
Mantenimiento Raspberry Pi 4	20€
Corrección de Errores de integración	10h * 25 €/h = 250€
Mantenimiento Software	20h * 25 €/h = 500€
Mantenimiento Cables	2€
Mano de obra	15 €/h * 10h = 150€
<u>TOTAL</u>	48 paradas * 1.429,80€ = <u>68.630,4€</u>

Tabla 25. Solución 7. Costes de Mantenimiento

MANTENIMIENTO:

No se han encontrado especificaciones respecto al mantenimiento de este componente. Sólo destacar que precisará una carcasa de exterior antivandálica que preserve las capacidades de la lente sin distorsionar sus capturas. Cabe destacar que el primer año el dispositivo está cubierto por garantía. Una vez superado el plazo de garantía, se entiende que cada año uno de cada diez dispositivos se estropeará.

EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN

$$A_7 = (0,25 * E_7) + (0,25 * I_7) + (0,05 * P_7) + (0,1 * R_7) + (0,20 * C_7) + (0,15 * M_7)$$

$$A_7 = (0,25 * 2,5) + (0,25 * 4) + (0,05 * 4) + (0,1 * 2,5) + (0,20 * 6,5) + (0,15 * 1,5)$$

$$A_7 = 3,6$$

A₈ - Solución “ Cámara térmica Melexis MLX90640”

EFFECTIVIDAD:

En lo que se refiere a la efectividad de este componente, podemos encontrar algunos proyectos publicados en Github, sin embargo, no existe un gran número de proyectos comentados. La resolución de las imágenes generadas parece ser suficiente, pero este tema debe analizarse en profundidad.

RIESGOS:

Los riesgos de utilizar este componente en nuestra solución son los siguientes:

- Aunque los proyectos que hemos analizado en Github o similar parecen mostrar una resolución suficiente, no hemos encontrado un gran número de proyectos y no tenemos experiencia con el dispositivo. Es posible que las imágenes no tengan la resolución necesaria para detectar una o varias personas, PMT, etc.
- Los proyectos analizados parecen centrados en imágenes de interior. Se desconoce la calidad de las imágenes en exterior, si bien se destaca su aplicación en horario nocturno.

IMPLANTACIÓN:

Dado que están disponibles algunos proyectos en Github para utilizar esta cámara, entendemos que su uso puede disminuir los tiempos de desarrollo. Se adjunta un enlace como ejemplo de este tipo de desarrollos: <https://github.com/caenrigen/mlx90640-library>

Debido a la necesidad de otros componentes software necesarios para cumplir con los requisitos del sistema y la dependencia de estos con el software de conteo generado, la implantación de esta solución es complicada.

INTEGRACIÓN:

El hecho de que esta cámara pueda conectarse, tanto a una Raspberry PI, como dispositivos Arduino (ciertos modelos de Arduino), le otorga una alta capacidad de integración con el resto de tecnologías que conforman la solución de este proyecto. A esto hay que añadir que puede trabajar tanto a 3 como a 5V.

Dado que la cámara no incorpora un software de conteo de personas se hace necesario el desarrollo de un modelo que haga uso de redes convolucionales para la detección de personas en imágenes

térmicas. Para ello se cuenta con un gran número de imágenes térmicas categorizadas que servirán para entrenar al modelo.

Por otra parte, no contempla la comunicación entre los distintos dispositivos de la parada por lo que será necesario el desarrollo de un software que se encargue de la comunicación de todos los componentes de la solución, incluyendo la base de datos SQL.

COSTES

A continuación, se desglosan los distintos costes asociados a esta solución.

COSTE DE INSTALACIÓN LA SOLUCIÓN

<u>COMPONENTE</u>	<u>PRECIO</u>
Cámara térmica Melexis MLX90640	47,63€
SIM M2M 25GB	30€
Relé Wifi MQTT	9,99€
Router	338€
Cableado	100€
Raspberry Pi 4	2 * 80,99€
Mano de Obra	15€/h * 12h = 180€
<u>TOTAL</u>	<u>847,60€</u>

Tabla 26. Solución 8. Costes de Instalación

El sistema será instalado en 48 paradas de guagua, por lo que se necesita una inversión inicial de 48 * 847,60€. Por otra parte, es necesario contar con un pequeño stock que permita reemplazar el sistema de manera rápida en caso de avería. Para ello, se comprarán 5 cámaras, 5 relés, 10

Raspberry Pi y 5 routers adicionales. El coste total de instalar el sistema en toda la red es de $48 \cdot 847,60\text{€} + 5 \cdot (47,63 + 9,99 + 338 + 161,98) = \underline{\underline{43.472,80\text{€}}}$

COSTES DE MANTENIMIENTO (1^{er} año)

Dado que la cámara, el relé y el router cuentan con un año de garantía, el coste de mantenimiento de estos dispositivos el primer año es cero. Por consiguiente, los costes de mantenimiento el primer año se desglosan de la siguiente manera.

<u>MANTENIMIENTO</u>	<u>PRECIO</u>
Internet	30€/mes * 12 meses = 360€
Seguro	60€
Mano de obra	15 €/h * 30h = 450€
<u>TOTAL</u>	48 paradas * 870€ = <u>41.760€</u>

Tabla 27. Solución 8. Costes de Mantenimiento (1^{er} año)

COSTE DE DESARROLLO

<u>DESARROLLO</u>	<u>PRECIO</u>
Configuración de la cámara y sistema central	144h * 20 €/h = 2.880€
Configuración del pulsador inalámbrico y servidor MQTT	88 h * 20 €/h = 1.760€
Configurar Raspberry Pi como Publisher MQTT	24h * 20€/h = 480€
Integración del modelo en la Raspberry Pi	70h * 25€/h= 1.750€

Desarrollo de un modelo de visión artificial para la detección de personas en imágenes térmicas	$240h * 25€/h = 6.000$
Desarrollo cuadros de mando de monitorización	$8h * 20 €/h = 160€$
<u>TOTAL</u>	13.030€

Tabla 28. Solución 8. Costes de Desarrollo

COSTE DE MANTENIMIENTO

El desglose de los costes de mantenimiento de una instalación es:

<u>MANTENIMIENTO</u>	<u>PRECIO</u>
Internet	$30€/mes * 12 meses = 360€$
Mantenimiento Cámara	50€
Seguro	60€
Mantenimiento Router	33,80€
Mantenimiento Relé	4€
Mantenimiento Raspberry Pi 4	20€
Corrección de Errores de integración	$10h * 25 €/h = 250€$
Mantenimiento Software	$20h * 25 €/h = 500€$
Mantenimiento Cables	2€

Mano de obra	15 €/h * 10h = 150€
<u>TOTAL</u>	48 paradas * 1.429,80€ = <u>68.630,4€</u>

Tabla 29. Solución 8. Costes de Mantenimiento

MANTENIMIENTO:

No se han encontrado especificaciones respecto al mantenimiento de este componente. Sólo destacar que precisará una carcasa de exterior anti vandálica que preserve las capacidades de la lente sin distorsionar sus capturas.

EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN

$$A_8 = (0,25 * E_8) + (0,25 * I_8) + (0,05 * P_8) + (0,1 * R_8) + (0,20 * C_8) + (0,15 * M_8)$$

$$A_8 = (0,25 * 2,5) + (0,25 * 4) + (0,05 * 4) + (0,1 * 2,5) + (0,20 * 5,5) + (0,15 * 1,5)$$

$$A_8 = 3,4$$

5.7. LECCIONES APRENDIDAS

Las lecciones aprendidas del proyecto comprenden el conjunto de errores y éxitos que el Project Manager ha gestionado durante la ejecución del proyecto. A pesar de que la ejecución del proyecto de la solución aún no ha sido llevada a cabo, sí se ha finalizado el proyecto de la generación de este documento, es decir, de la realización del análisis de los requerimientos de la solución y la selección de la opción tecnológica más adecuada. En este sentido, y en lo que a lecciones aprendidas se refiere, decir que se han producido una serie de errores y éxitos que deben de ser documentados ya que pueden marcar futuras líneas de actuación en otros proyectos.

Cabe destacar como lecciones aprendidas:

- La importancia de contar con todos los datos acerca de cada opción para poder aplicar una valoración objetiva posteriormente. Durante el proyecto se han estudiado distintas opciones, sin embargo, algunas de ellas no han podido ser valoradas correctamente dado que el proveedor no proporcionaba la información necesaria de forma clara, objetiva o cuantificable.
- A pesar de que el cronograma debe de ser lo más detallado posible, durante la realización del proyecto se ha comprobado que aparecen nuevas tareas no contempladas que pueden causar que el cronograma no se ajuste a la realidad, dando lugar a retrasos. Es importante remarcar que las tareas del cronograma hacen referencia siempre al alcance del documento y no del proyecto.
- El hecho de anticipar determinadas circunstancias puede ayudar notablemente a tomar una decisión correcta y adecuada en cada momento. Así, por ejemplo, durante la fase de estudio de fuentes y tecnologías se contactó con distintas empresas para consultar información acerca de varios productos, principalmente cámaras térmicas. Anticipar el hecho de que estas empresas podían no contestar, o suministrar información no suficientemente detallada, permitió no ralentizar el proceso de búsqueda y encontrar nuevas alternativas con mejores funcionalidades.
- Es vital realizar un estudio en profundidad del sistema actual. En base a este análisis se ha conseguido identificar distintos elementos del sistema actual que pueden ser utilizados en algunas de las soluciones propuestas, pudiendo suponer un ahorro de costes considerable en el proyecto.

- La comunicación en el equipo de trabajo es un factor crucial. Durante el desarrollo del proyecto existieron problemas de esta naturaleza que podrían haber sido evitados. Es de gran relevancia conocer la situación y ocupación de cada miembro, ya que la calidad del trabajo que realizará está claramente relacionada con estos dos factores. Además, es importante asegurar que cada miembro conoce en detalle cada una de sus tareas y plazos, ya que sólo así se conseguirá un resultado final con la calidad esperada.

5.8. ESTUDIO ECONÓMICO

La memoria económica es uno de los documentos que conforman las cuentas anuales, junto con el balance y la cuenta de resultados. Tiene por objeto completar, comentar y ampliar la información contenida en el balance y en la cuenta de resultados.

La finalidad de la Memoria Económica Justificativa de este Proyecto, es explicar de forma explícita y clara su desarrollo, desde el punto de vista económico.

La Memoria Económica explicará claramente, cada una de las partidas presentadas en el presupuesto financiable del proyecto, así como sus causas; el coste de las actividades realizadas y aclaraciones adicionales que "el promotor" considere relevantes para la justificación económica de su proyecto.

Se incluirá una descripción detallada y comprensiva de los conceptos imputados relacionados, haciendo referencia a su naturaleza, motivo de imputación y vinculación con el proyecto.

1. PLAN DE INVERSIÓN

PRESUPUESTO

PARTIDAS	PERÍODO DE EJECUCIÓN
	Año 2020
222. Instalaciones técnicas "Irisys vector 4D"	67.787,52 €
300. Exist. iniciales: Stock permanente mercaderías "Irisys vector 4D"	6.626,15 €
57. Tesorería	40.222,58 €
Total	114.636,25 €

Tabla 30. Presupuesto

222. INSTALACIONES TÉCNICAS

El producto elegido es el "Irisys vector 4D"

El costo del aparato es de 1.325,23€, que con sus costes de instalación y extras necesarios (cableado, internet, etc.), se pone finalmente en 1.412,24 €/aparato.

Se colocará en 48 paradas que conforman la ruta de la zona sur de la isla de Tenerife.

Importe total = 1.412,24€/aparato x 48 paradas = **67.787,52 €**

300. EXISTENCIAS INICIALES: STOCK PERMANENTE MERCADERÍAS

Se mantiene un stock de cinco unidades del "Irisys vector 4D" para poder atender "just in time" las posibles incidencias que pudieran ocurrir con cualquiera de los otros 48 aparatos ya instalados.

Su coste es de 1.325,23€/aparato x 5 aparatos = **6.626,15€**

57. TESORERÍA

Se mantiene un saldo en nuestra cuenta de Tesorería para este proyecto de **40.222,58€**. El saldo que se mantiene en la cuenta de Tesorería, no es una cantidad concebida necesariamente para ninguna de las partidas del Proyecto, simplemente, al ser un Proyecto de I+D+i propio de la empresa, financiado con Fondos Propios, se ha dejado esta cantidad como remanente, ante posibles necesidades urgentes, no contempladas ni previstas, a las cuales haya que hacer frente.

2. PLAN DE FINANCIACIÓN

RECURSOS PROPIOS

100. Capital Social = **114.636,25 €**

La empresa afrontará esta inversión tecnológica con recursos propios, pero podrá ser subvencionada en su totalidad por el Área de Carreteras del Cabildo de Tenerife. Se ha verificado en el estudio previo realizado, que la inversión se amortizará antes de finalizar un periodo de cinco años.

3. INGRESOS y COSTES

La empresa ha realizado un estudio de los ingresos que actualmente tiene con las veintiséis principales líneas que realizan por la autopista, la ruta sur de la Isla de Tenerife, comprobando que existiendo solamente un incremento del 0,5% de media de pasajeros que utilicen dichas líneas, con el importe de sus tickets, quedaría amortizada esta inversión en I+D+i en un periodo inferior a 5 años. El proyecto se ha establecido en 5 años como periodo mínimo razonable de operatividad de los equipos utilizados. Debe tenerse en cuenta tanto la obsolescencia física de los equipos (averías en cámaras, relés, etc.) como la obsolescencia técnica (aparición de nuevas tecnologías y técnicas en el estado del arte). En ese caso, se generaría un beneficio en 5 años de 223.665,98 euros.

Como puede observarse en la tabla adjunta, con un incremento del 0,2025% se consigue financiar el sistema antes de finalizar los 5 años, de hecho, sobrarían 161,94 €.

Según nos indica la empresa, se puede establecer una previsión de incremento del 0,5% por la instalación del nuevo sistema. Este porcentaje de crecimiento en el pasaje debido a la instalación de la solución, puede ser justificado fundamentalmente en base al análisis de las reclamaciones. A continuación, se presentan distintos datos estadísticos de 2019 acerca de éstas:

% RECLAMACIONES RESPECTO AL TOTAL DE PASAJEROS					
ZONA_MKT	LINE_ID	Reclamaciones_19	Pasajeros_19	%_Reclamaciones_19	Desviacion_%_Reclamaciones_19
LARGO RECORRIDO	111	85	775.842	0,0110 %	-0,0022 %
LARGO RECORRIDO	711	58	237.481	0,0244 %	-0,0156 %
ZONA SUR	450	25	420.213	0,0059 %	0,0028 %
METROPOLITANA	122	20	240.989	0,0083 %	0,0005 %
URBANO SC	934	19	1.376.361	0,0014 %	0,0074 %
METROPOLITANA	120	16	379.726	0,0042 %	0,0046 %
METROPOLITANA	124	13	169.226	0,0077 %	0,0011 %
METROPOLITANA	121	12	240.522	0,0050 %	0,0038 %
METROPOLITANA	138	10	77.858	0,0128 %	-0,0041 %
METROPOLITANA	131	9	133.222	0,0068 %	0,0020 %
METROPOLITANA	139	5	71.339	0,0070 %	0,0018 %
URBANO SC	935	4	221.859	0,0018 %	0,0070 %
Total		292	4.807.357	0,0061 %	0,0027 %

Tabla 31: Reclamaciones por línea.

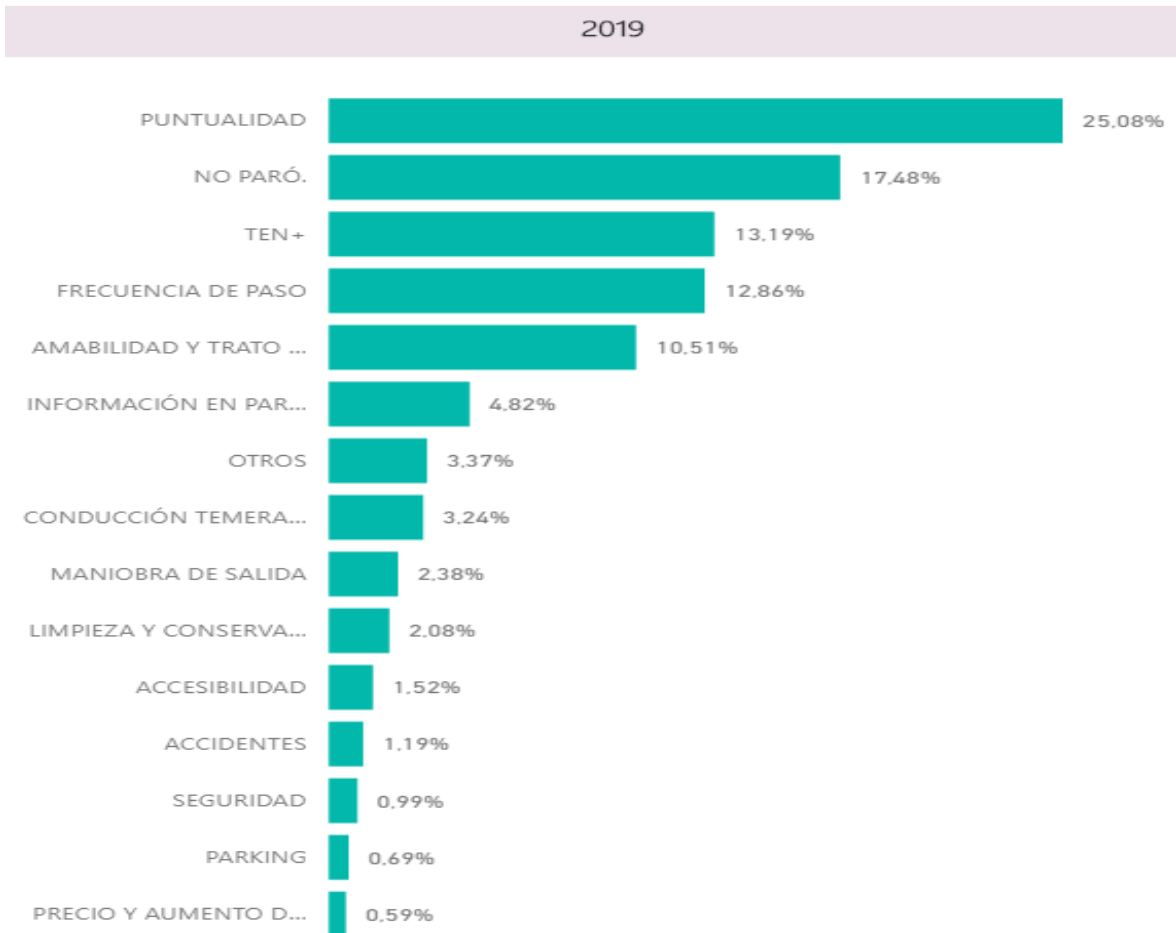


Tabla 32: % de Reclamaciones por motivo.

Tal y como se puede ver el porcentaje de reclamaciones total es de un 0,0061% del pasaje de todas las líneas. En concreto, se han recogido 292 reclamaciones en todo el año 2019. Además, destacar que un gran porcentaje de estas reclamaciones son causadas por faltas de puntualidad, o porque la guagua no pasó por la parada. Ambos problemas son, en gran medida, solventados por el sistema propuesto. Es de gran relevancia tener en cuenta que no todo el mundo que sufre un problema presenta una reclamación.

Según varios estudios, entre ellos el realizado por Adhara Marketing Tools en España, sobre qué hacen los consumidores ante un problema con empresas de telecomunicaciones, bancos, aseguradoras, aerolíneas, laboral, con las compañías de suministros, compras en el comercio minorista, con la Administración Pública, o en temas relacionados con impuestos; únicamente el 17,6% de los usuarios que se han sentido defraudados con el servicio recibido formalizan una reclamación. En base a esta premisa, el número potencial de afectados según las reclamaciones sería:

$$\text{Nº afectados} = 292 * 100 / 17,6 = 1.659,09 \approx \mathbf{1.659}$$

Por otra parte, los estudios realizados por TITSA en cuanto a la frecuencia de uso de sus servicios desvelan que un usuario medio realiza 30,69 viajes por año en las líneas referidas a este estudio. De esta forma, si entendemos que cuando alguien presenta una reclamación es susceptible de dejar de usar el servicio de transporte, resolviendo todas las reclamaciones se podría conseguir, evitando esa pérdida de viajeros, un incremento del pasaje anual de:

$$\text{Nº pasajeros} = 1.659 * 30,69 = 50.914,71 \approx \mathbf{50.914}$$

Con este incremento de 50.914 pasajeros en las líneas estudiadas, se conseguiría un aumento en el pasaje de un **1.77%**. La empresa entiende que ésta sería una estimación muy optimista teniendo en cuenta las distintas consideraciones que se han tomado en el análisis expuesto y considera prudente un crecimiento del 0,5% del pasaje anual al implantar la solución.

CUADRO DE INGRESOS

TARIFAS CABILDO PERIODO ENERO A SEPTIEMBRE 2019					PARA FINANCIAR A 5 AÑOS		INCREMENTO PREVISIBLE	
LINEAS	PASAJEROS PERIODO	TARIFA x PASAJERO	TOTAL INGRESOS PERIODO	MEDIA PASAJEROS x MES	INCREM. MIN. (0,2025%) DE LA MEDIA DE PASAJEROS x MES	BENEFICIO x MES	INCREM. DE 0,5% DE LA MEDIA DE PASAJEROS x MES	BENEFICIO x MES
32	7,257	1.77 €	12,867.97 €	806	2	3,54 €	4	7,08 €
33	21,164	1.75 €	36,943.50 €	2,352	5	8,75 €	12	21 €
36	6,273	2.11 €	13,220.10 €	697	2	4,22 €	3	6,33 €
37	2,427	1.75 €	4,238.44 €	270	1	1,75 €	1	1,75 €
39	7,553	2.04 €	15,416.61 €	839	2	4,08 €	4	8,16 €
40	208,530	3.05 €	636,096.31 €	23,170	53	161,65 €	116	353,8 €
111	759,732	4.72 €	3,587,505.72 €	84,415	194	915,68 €	422	1991,84 €
120	371,233	2.30 €	853,359.77 €	41,248	95	218,5 €	206	473,8 €
121	234,687	2.20 €	515,798.07 €	26,076	60	132 €	130	286 €
122	236,190	2.04 €	482,205.27 €	26,243	60	122,4 €	131	267,24 €
123	118,068	2.02 €	238,828.54 €	13,119	30	60,6 €	66	133,32 €
124	165,197	2.05 €	338,747.80 €	18,355	42	86,1 €	92	188,6 €
126	11,923	2.26 €	26,936.80 €	1,325	3	6,78 €	7	15,82 €
127	21,701	1.70 €	36,962.36 €	2,411	6	10,2 €	12	20,4 €
131	130,056	1.99 €	259,415.65 €	14,451	33	65,67 €	72	143,28 €
138	76,282	1.45 €	110,608.90 €	8,476	19	27,55 €	42	60,9 €
139	70,006	1.45 €	101,508.70 €	7,778	18	26,1 €	39	56,55 €
142	9,444	1.45 €	13,693.80 €	1,049	2	2,9 €	5	7,25 €
430	9,810	1.93 €	18,891.84 €	1,090	3	5,79 €	5	9,65 €
450	409,879	2.19 €	896,250.36 €	45,542	105	229,95 €	228	499,32 €
711	231,684	4.61 €	1,067,301.06 €	25,743	59	271,99 €	129	594,69 €
934	1,345,812	1.25 €	1,682,265.00 €	149,535	343	428,75 €	748	935 €
935	216,928	1.25 €	271,160.00 €	24,103	55	68,75 €	121	151,25 €
936	4,689	1.25 €	5,861.25 €	521	1	1,25 €	3	3,75 €
940	18,411	1.25 €	23,013.75 €	2,046	5	6,25 €	10	12,5 €
941	7,853	1.25 €	9,816.25 €	873	2	2,5 €	4	5 €
	4,702,789 €		11,258,913.82 €	522,532 €	1,199	2,871.06 €	2613	6,255.03 €
	TARIFA MEDIA	2.39 €		71,886	TOTAL A 5 AÑOS	172,263.61 €	TOTAL A 5 AÑOS	375.301,18 €
							BENEFICIO	203.199,51 €
					GASTOS A 5 AÑOS DEL SISTEMA	172,101.67 €		

Tabla 33. Cuadro de Ingresos

COSTES

<u>COSTES</u>	<u>UNIDADES MONETARIAS</u>	<u>NÚMERO DE APARATOS</u>	<u>TOTAL</u>
Costes de instalación de la solución	1.412,24€	48	67.787,52 €
Costes de desarrollo			5.280,00 €
Costes de mantenimiento el 1er año	274,00€	48	13.152,00 €
Costes de mantenimiento el 2º - 5º año	412,80€	48	4 años * 19.816,40 € = 79.265,60 €
Existencias Iniciales : Stock permanente mercaderías		5	6.626,15 €
TOTAL:			172.101,67

*Tabla 334. Costes de Instalación, Desarrollo y Mantenimiento***COSTES DE INSTALACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

<u>COMPONENTE</u>	<u>PRECIO</u>
Vector 4D Camera	896,26€
SIM M2M 2GB	7€
Relé Wifi MQTT	9,99€
Router	338€

Cableado	20€
Raspberry Pi 4	80,99
Mano de Obra	15€/h * 4h = 60€
TOTAL	1.412,24€

Tabla 35. Coste de Instalación de la Solución

COSTE DE MANTENIMIENTO AÑO 1^{er}

<u>MANTENIMIENTO</u>	<u>PRECIO</u>
TOTAL	48 paradas * 274€ = 13.152€

Tabla 346. Coste de Mantenimiento (1er año)

COSTE DE MANTENIMIENTO AÑOS 2º a 5º

MANTENIMIENTO	PRECIO
TOTAL	48 paradas * 412,80€ = 19.814,4€

Tabla 37. Coste de Mantenimiento de 2º a 5º año

COSTES DE DESARROLLO

DESARROLLO	PRECIO
Configuración de la cámara y sistema central	144h * 20 €/h = 2.880€

Configuración del pulsador inalámbrico y servidor MQTT	88 h * 20 €/h = 1.760€
Configurar Raspberry Pi como Publisher MQTT	24h * 20€/h = 480€
Desarrollo cuadros de mando de monitorización	8h * 20 €/h= 160€
TOTAL	5.280€

Tabla 38. Coste de Desarrollo

4. CUENTA DE RESULTADOS (1º AÑO)

GASTOS DE EXPLOTACIÓN

Gastos de Personal	0 €
Sueldos y Salarios	0 €
Cargas Sociales	0 €
Gastos de mantenimiento "Irisys vector 4D"	18.481,92 €
Gastos de integración y desarrollo "Irisys vector 4D"	5.280,00€
Material de escritorio, utillaje, etc	0 €
Publicidad y propaganda	0 €
Asesor	0 €
Arrendamientos	0 €
Gtos Transp., Gasolina, Viajes, Dietas	0 €

Dotación Amortizaciones	6.779,00 €
Otros Gastos Explotación	0 €
<u>TOTAL</u>	25.211,00€

Tabla 39. Gastos de Explotación

64. GASTOS DE PERSONAL

El importe de esta partida es igual a cero para este proyecto, ya que será el propio personal de TITSA quien atienda los requerimientos de mano de obra técnica y la de carácter menos especializado.

62. SERVICIOS EXTERIORES

622. Reparación y conservación

En esta cuenta vamos a contabilizar los Gastos de mantenimiento del "Irisys vector 4D" por importe de **13.152,00 €**. Los gastos de la póliza multirriesgo (seguro) por importe de **2.880€/año** han sido incluidos en el precio de mantenimiento.

624. Gastos de transporte

Los gastos de transporte, viajes y dietas son por un importe igual a cero, ya que estarían ya cubiertos por personal de TITSA y por lo tanto ya incluidos en su sueldo habitual.

68. DOTACIÓN PARA AMORTIZACIÓN

El importe de esta cuenta asciende a un importe de **6.779,00 €**, en el primer año, que son las cantidades que se han amortizado de la inversión realizada y se contabilizan como un gasto.

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

PUNTO DE EQUILIBRIO

En este proyecto, el punto de equilibrio es aquel momento del ciclo económico, en el cual los ingresos son iguales a los gastos y por lo tanto no hay ni ganancia ni pérdida.

Es decir, es el punto de partida desde el cual, un aumento en las ventas produce una ganancia y una disminución en las ventas genera una pérdida.

Punto de equilibrio:

$$\text{Ingresos} = (\text{Costes fijos} + \text{Costes Variables})$$

En el estudio del proyecto, se ha observado que:

- **Costes totales** = (costes fijos + costes variables) del sistema **en 05 años = 172.101,67€**

En base al incremento previsto de los ingresos por la incorporación del nuevo sistema, que la empresa ha cifrado en un 0,5% de la media de pasajeros al mes, se obtiene:

- **Ingresos** = 6.255,03€/mes x 12 meses = **75.060,36€/año** x 5 años = **375.301,98€ en 5 años**

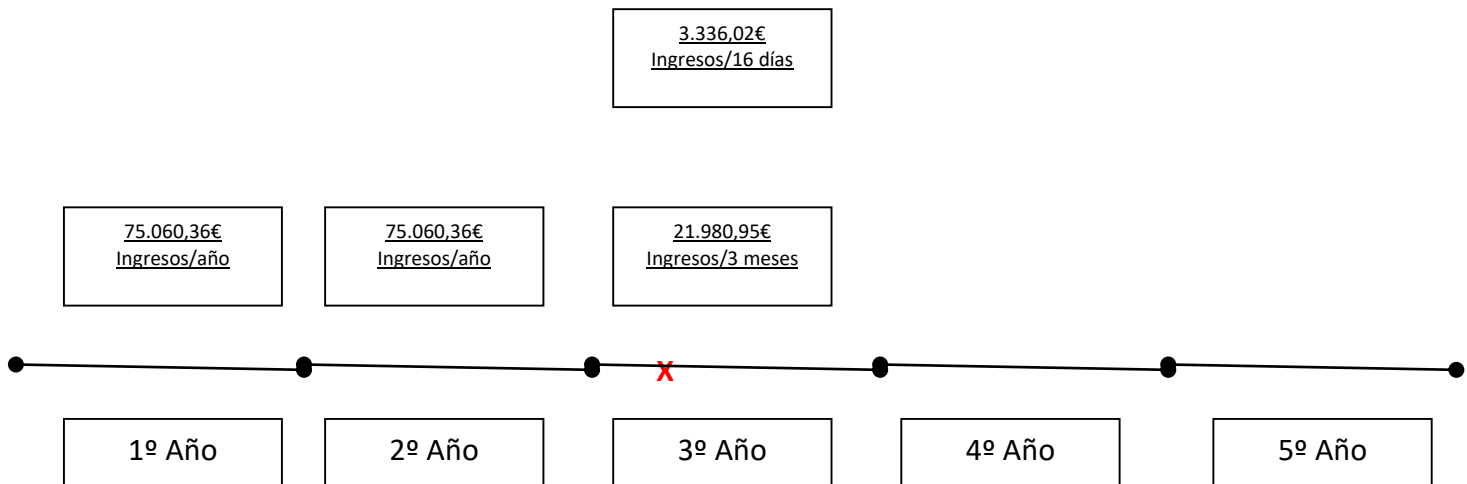


Tabla 40: Punto de equilibrio.

En este caso, para hallar el punto de equilibrio, harán falta **2 años, 3 meses y 16 días**.

Costos totales = 172.101,67€

Debe calcularse en qué momento del tiempo los ingresos llegan a 172.101,67€

$(75.060,36€ \text{ Ingresos}/1^{\text{º}}\text{año}) + (75.060,36€ \text{ Ingresos}/2^{\text{º}}\text{año}) + ((6.255,03€ \text{ Ingresos}/\text{mes}) \times 3 \text{ meses}) + (208,50€ \text{ Ingresos}/\text{día}) \times 16 \text{ días}$

RENTABILIDAD ECONÓMICA

ROI

Proviene del inglés **Return On Investment**.

En su traducción al español se entendería como **Retorno Sobre la Inversión** (RSI) o Rentabilidad Económica de una empresa.

Éste es un indicador financiero que mide la capacidad que tienen los activos de una empresa para generar beneficios, sin tener en cuenta como han sido financiados.

En el estudio del proyecto, se ha observado que:

- **Costes totales** = (costes fijos + costes variables) del sistema **en 05 años = 172.101,67€**

En base al incremento previsto por la empresa de un 0,5% de la media de pasajeros al mes con el nuevo sistema, se obtendría:

- **Ingresos** = $6.255,03€/\text{mes} \times 12 \text{ meses} = \underline{75.060,36€/\text{año}}$ x 5 años = **375.301,18€/5 años**
- **Beneficio** = $375.301,18€/\text{ingresos } 5 \text{ años} - 172.101,67€/\text{coste inv. } 5 \text{ años} = \underline{203.199,51€/5 \text{ años}}$

$$\text{ROI} = \frac{\text{Ventas totales} - \text{Coste de la inversión}}{\text{Coste de la inversión}}$$

$$\text{ROI} = \frac{375.301,18€/5 \text{ años} - 172.101,67€}{172.101,67€} \times 100$$

ROI = 1,18 = 118,07%

Significa que, en 5 años, los activos financieros de este proyecto generarían un beneficio del 118,07%, frente al 1% que ofrece una entidad financiera para una inversión de estos importes sin riesgo.

Este proyecto, de forma paralela, tiene unos claros objetivos de índole social, colaborando con el desarrollo económico y tecnológico insular, y generando un beneficio social que implicaría aspectos tales como el apoyo a las PMRs y la mejora de la calidad de vida de los usuarios de este medio de transporte en la Isla de Tenerife.

RENTABILIDAD FINANCIERA

ROE

Proviene del inglés **ROE**, Return on Equity. Son aquellos beneficios económicos obtenidos a partir de los recursos propios e inversiones realizadas

$$\text{Rentabilidad Financiera} = \frac{\text{Rentabilidad Financiera}}{\text{Fondos Propios}} \times 100$$

$$\text{Rentabilidad Financiera} = \frac{203.199,5}{114.636,25} \times 100 = 177,25\%$$

- **Beneficio Neto:** Resultados obtenidos a lo largo de un ejercicio económico.

El Beneficio Neto es lo que han ganado los propietarios de la empresa, una vez deducidos los intereses e impuestos correspondientes.

- **Fondos propios:** Se componen del capital y las reservas de la empresa, que se emplean para la obtención de beneficios.

Este proyecto ha sido financiado en su totalidad con fondos propios, no hay deudas, y su beneficio neto es importante, por lo que el indicador de su Rentabilidad Financiera es muy alto.

VAN

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN).

Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente **descontándolos** a un tipo de interés determinado. El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en nº de unidades monetarias (euros, dólares, pesos, etc).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

F_t son los flujos de dinero en cada periodo t

I_0 es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$)

n es el número de periodos de tiempo

k es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

El VAN sirve para generar dos tipos de decisiones: En primer lugar, ver si las inversiones son realizables y, en segundo lugar, ver qué inversión es mejor que otra en términos absolutos.

Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

- **VAN > 0:** El valor actualizado de los cobro y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- **VAN = 0:** El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.
- **VAN < 0:** El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

En el caso que nos ocupa:

$$\underline{VAN} = -74.412,67 + \underline{75.060,36} + \underline{75.060,36} + \underline{75.060,36} + \underline{75.060,36} + \underline{75.060,36} =$$

$$(1 + 0,01) (1 + 0,01)^2 (1 + 0,01)^3 (1 + 0,01)^4 (1 + 0,01)^5$$

$$\underline{VAN} = 216.307,20 \text{ €}$$

TIR

La **Tasa Interna de Retorno o TIR** permite saber si es viable invertir en un determinado negocio, considerando otras opciones de inversión de menor riesgo.

La **TIR** es un porcentaje que mide la viabilidad de un proyecto o empresa, determinando la rentabilidad de los cobros y pagos actualizados generados por una inversión.

El **análisis de la TIR** es el siguiente, donde r es el costo de oportunidad:

- Si $TIR > r$ entonces se aprobará el proyecto.
- Si $TIR < r$ entonces se rechazará el proyecto.

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0$$

Donde:

- **F_n** es el flujo de caja en el periodo n .
- **n** es el número de períodos.
- **i** es el valor de la inversión inicial.

$$TIR = 0,975148424 = \underline{\underline{97,51\%}}$$

5.9. TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Como ya ha sido comentado en el presente documento, el alcance de la solución propuesta conlleva su implantación en las 48 paradas con baliza de la autopista del sur de Tenerife. El siguiente hito en el camino sería, obviamente, la instalación de la solución en las paradas con baliza de la autopista del Norte. Con esta perspectiva de futuro, cabría resaltar que se pretende también realizar la venta de esta solución a otras empresas y organismos afectados por la problemática descrita en este documento, como pueden ser las empresas nacionales de transporte que integran A.T.U.C. (Asociación de Transportes Públicos Urbanos y Metropolitanos). En lo que se refiere a empresas localizadas en otros países, se plantearía el licenciamiento de la solución para transferir el know how (Conocimiento de los productos, integración, elementos de software desarrollado para poder realizar la integración, etc). En este sentido, cabría decir que, desde el año 2015, se crea en TITSA el área internacional, enfocada a vender en el exterior el know-how de la empresa como servicios de consultoría a gobiernos, autoridades, organismos públicos y empresas de transporte.

Hasta el día de hoy, se han llevado a cabo diversos proyectos poniendo en práctica el conocimiento desarrollado en la empresa durante más de 40 años en diferentes países.

A modo de resumen, la empresa ha participado en un proyecto europeo financiado por los Fondos COSME y en participación con el Clúster Canarios de Transporte y la Logística para fomentar la internacionalización de empresas y en el cual participaron empresas y organismos procedentes de Bulgaria, Francia, Polonia, Italia y Alemania. Fruto de esta participación, TITSA está tratando con el Ayuntamiento de Sofía para cerrar posibles acuerdos para asesorar a la empresa pública de transportes de la ciudad en materia de mejorar de la movilidad a través del uso del Big Data, así como en formación para conductores.

Además, TITSA concluyó en 2018 un estudio para la mejora del transporte en la ciudad de Praia, Cabo Verde, en el cual se hizo uso del análisis de datos del transporte en la ciudad para detectar una posible situación de colapso en un plazo no superior a un año y medio y a partir del cual se desarrolló un plan ordenado con muchas y diversas medidas que, ordenadas de manera cronológica, servirían mejorar el transporte en términos generales en la ciudad y evitar el futuro colapso. Asimismo, debido al rotundo éxito del trabajo desarrollado en Praia, recientemente se ha recibido una invitación para exponer el trabajo ante las máximas autoridades de todos los municipios del país con el objetivo de ofrecerles trabajos similares centrados en el análisis de datos de la movilidad de cada uno de ellos.

Continuando con el proceso de venta internacional de nuestro know-how, recientemente TITSA ha cerrado un acuerdo para realizar un estudio de movilidad para mejorar el acceso de las zonas rurales de la periferia a la ciudad de Dakar a través del transporte público. En este estudio también se hará

uso del estudio y análisis de datos de la ciudad objetivo, así como la implantación de las medidas necesarias para conseguir la meta propuesta.

Del mismo modo, la empresa se encuentra ahora mismo haciendo algunas tomas de contacto con empresas y autoridades en Belice, Colombia, Ecuador, Perú y Guinea Bissau, para seguir desarrollando las ventas de su know-how. Además, a nivel internacional, a modo de ejemplo, nuestro trabajo ha sido valorado muy positivamente por la Comisión Europea ya que en una reciente licitación pública internacional lanzada por Europe Aid, TITSA ha sido incluida en la lista corta como finalista para la adjudicación del proyecto para la redacción del Plan Nacional de Transportes de Guinea Conakry, en consorcio con SUEZ. Este último detalle no solo demuestra que nuestro trabajo es tenido en cuenta por organismos públicos o autoridades sino, además, por empresas multinacionales que pudiendo ser competencia de TITSA, optan por contar con nosotros como aliados.

Por último, TITSA no solo “vende” su trabajo, sino que también lo “intercambia” ya que el área internacional también se encarga de gestionar la participación de la empresa en proyectos europeos que fomentan el intercambio de buenas prácticas entre empresas y organismos de países europeos. Un ejemplo de esto, es la participación de la empresa en el Proyecto Three-T del programa Interreg Europe, iniciado en 2018 y que finalizará en 2022. Este proyecto se basa en el intercambio de buenas prácticas o acciones entre las entidades participantes procedentes de regiones de Alemania, Hungría, Rumanía, Polonia, Finlandia, Malta, Italia y España; con el objetivo de fomentar el acceso del turismo a los senderos de la región a través del transporte público.

Como resultado del proyecto anterior y ante la exposición de los diferentes trabajos que se realizan en TITSA para conseguir el objetivo anterior, se ha generado el interés de diversas autoridades de Finlandia e Italia principalmente, para exportar nuestro know-how sobre el uso de técnicas de Big Data aplicadas a la movilidad y al mismo tiempo, nos han surgido dos nuevas invitaciones para participar en dos futuros proyectos europeos centrados en el transporte y la movilidad sostenible.

En conclusión, y a tenor de lo expuesto anteriormente, los resultados obtenidos en solo 4 años de trabajo dedicados a la venta y exportación del conocimiento de la empresa, con especial atención a las técnicas de análisis y estudio de datos para la toma de decisiones, demuestra el nivel de desarrollo que existe en la empresa, así como la enorme potencialidad de venta y desarrollo del know-how de TITSA, uno de cuyos ejemplos podría ser también el proyecto descrito en este documento.

5.10. GLOSARIO

En este apartado se comentarán algunos términos técnicos que se consideran de interés para el proyecto:

Tiempos de recorrido:

Viendo los tiempos de recorrido planificados, los que en realidad se han dado y la velocidad comercial con la que se trabaja, podremos ver el número de autobuses necesarios para cubrir el nivel de servicio ofertado.

Tiempos de subida y bajada

Los tiempos de subida y bajada de los pasajeros dependen de tres acciones diferentes:

- Apertura y cierre de puertas. La velocidad depende de las características del autobús. Suele tardar unos 4 segundos, 2 en abrir y otros 2 en cerrar. Esta acción no se podrá modificar.
- Carga y descarga de pasajeros: Actualmente se entra por la puerta delantera y se baja por la central y trasera.
- La tercera acción que interviene es el tiempo transcurrido por el autobús en el acercamiento y salida de la parada.

Velocidad Comercial:

La velocidad comercial es el resultado de dividir la distancia que hay de origen a destino entre el tiempo que emplea, el autobús, en recorrerla; incluyendo factores que influyen en el mismo, como paradas, carriles bus, prioridad semafórica...

Los puntos que pueden afectar a esta velocidad son:

- Apertura y cierre de puertas
- Bajada y subida de pasajeros
- Pérdida de tiempo en frenada y aceleración del autobús
- Incidentes de tráfico, minimizados por carriles específicos para autobús y/o prioridad semafórica.

5.11. RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS

TB RETAIL: <https://www.tecbrain.com>

INFINITY STORE by METROFFLEX: <http://metrofflex.com/tiendas/>

Iris Intelligence Sensing: <https://www.iris-sensing.com/es/>

Manual de uso de la cámara térmica adafruit AMG8833:

<http://descargas.cetronic.es/AMG8833.pdf>.

Protección de datos: Guía sobre el uso de videocámaras para seguridad y otras finalidades:

<https://www.aepd.es/media/guias/guia-videovigilancia.pdf>

Fichas prácticas de videovigilancia - V. Cámaras para vigilar establecimientos públicos:

<https://www.aepd.es/media/fichas/ficha-videovigilancia-establecimientos-publicos.pdf>

Mejora de la velocidad comercial de DBUS por agilización del acceso al autobús:

https://www.dbus.eus/descargas/mejora_de_la_velocidad_comercial.pdf