

Resumen

Impulsados por el compromiso de la Unión Europea en reducir los índices de contaminación medioambiental, el presente proyecto de fin de master, propone la implementación de un sistema que, basado en tecnología RFID, asista en la gestión del sistema de transporte público.

El planteamiento de dichas propuestas está soportado por una estructura de línea temporal-comparativa, que permita ver las posibles aplicaciones actuales y futuras que esta tecnología pueda ofrecer.

La aplicación de un sistema fiable que asista en la recolección de información en tiempo real, permitiría generar un modelo de gestión más eficiente, que mejore la imagen colectiva de la administración pública del transporte y promueva una verdadera cultura de uso del mismo.

Siendo un modelo teórico, los resultados obtenidos son de la misma categoría.

En la ciudad de Barcelona, por ejemplo, se estima que se realizan 147,9 millones de desplazamientos semanales, también que un 3% de los mismos son evasores o que viajan con un billete inadecuado, considerando estos números y el valor de 2,15 EUR, correspondiente al billete sencillo, las posibles pérdidas a las que se enfrenta el transporte público de Barcelona ascenderían a un promedio de 1 Millón EUR/día

Al contar con información real, y un sistema de asistencia al usuario que a su vez permita la detección de estos posibles evasores, solo con reducir dichas pérdidas a un 1%, la recuperación de más de 750.000 EUR diarios, sería un justificante económico para la inversión en esta tecnología, además de la disminución de tiempos de espera para acceder al sistema, el aumento de la velocidad promedio de los buses que generan menos emisiones, la reducción del impacto ambiental al limitar drásticamente el uso de tarjetas de cartón, se podría disminuir el uso del transporte particular al promover el uso del público, mejorando la experiencia del usuario.



Índice

RESUMEN	1
ÍNDICE	3
1. GLOSARIO	5
2. PREFACIO	7
2.1. Origen del proyecto	7
2.2. Motivación.....	7
2.3. Requerimientos previos.....	8
2.3.1. Metodología D.A.F.O. (Análisis actual del Sistema)	9
2.3.2. Análisis por usuarios.....	9
3. INTRODUCCIÓN	11
3.1. Objetivos del proyecto	11
3.1.1. Sistema de detección de validación	11
3.1.2. Sistema de respuesta al evasor	11
3.1.3. Tarjetas de acceso por segmentos	12
3.2. Alcance del proyecto	12
3.2.1. Viabilidad tecnológica y económica	12
3.2.2. Viabilidad tecnológica pero no económica	12
3.2.3. No viabilidad tecnológica (posibilidad futura)	12
4. SISTEMAS INALÁMBRICOS	13
4.1. Sistemas NFC (Near Field Communication).....	13
4.2. Propuesta de accesos mediante NFC	14
4.3. Limitaciones.....	16
4.4. Puntos clave	16
4.4.1. Información del usuario por necesidad	16
4.4.2. Publicidad con enfoque real.....	17
4.4.3. Seguimiento de seguridad persona a persona	17
5. TARJETAS DE ACCESO POR SEGMENTOS	18
5.1. Matriz capacidad vs información	18
5.2. Sistema de datos y segmentación	21
5.2.1. Segmentación Comercial	21
5.2.2. Segmentación tipo de usuarios	21
5.2.2.1. Usuarios Habituales	22

5.2.2.2. Usuarios Ocasionales (Turistas).....	22
5.2.2.3. Usuarios con Necesidades Especiales.....	22
5.2.3. Segmentación por eventos.....	23
5.3. Limitaciones del sistema.....	23
5.4. Puntos clave.....	23
6. SISTEMA ACTIVO DE VIGILANCIA ELECTRÓNICA (SAVE)_____	25
6.1. Funcionamiento actual del sistema.....	25
6.2. Propuesta de sistema de control.....	25
6.2.1. Etapa de Control.....	26
6.2.2. Etapa de seguimiento.....	26
6.2.3. Etapa de resolución.....	26
6.3. Limitaciones del sistema.....	27
6.4. Puntos clave.....	27
6.5. Análisis D.A.F.O. con el sistema en marcha.....	28
7. TECNOLOGÍAS FUTURAS_____	29
7.1. Accesos Biométricos.....	29
7.1.1. Reconocimiento Facial.....	29
7.1.2. Escáner de retina.....	30
7.1.3. Control Dactilar.....	31
7.2. Sistemas de comunicación de largo alcance (FFC).....	31
7.3. Nano Tecnología – Chips subcutáneos.....	31
ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO _____	33
IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO _____	35
CONCLUSIONES_____	37
AGRADECIMIENTOS _____	39
BIBLIOGRAFÍA _____	41
Referencias bibliográficas.....	41
Bibliografía complementaria.....	41



1. Glosario

- **TMB**

Transportes Metropolitanos de Barcelona

- **NFC**

Comunicación de Campo cercano (Near Field Communication)

- **CERpIE**

Centre Específic de Recerca per a la Millora i Innovació de les Empreses

- **RFID**

Identificación por Radio Frecuencia (Radio Frequency Identification)

- **TAGS**

Etiquetas NFC, dispuestas para el consumo y comercio general

- **SAVE**

Sistema Activo de Vigilancia Electrónica

2. Prefacio

Como estudiantes extranjeros inmersos en la cultura Catalana, el servicio de transporte público ha llamado mucho nuestra atención, ya sea por su organización, su estructura administrativa compartida, su infraestructura superficial como subterránea, y en general, todos los elementos que la componen, pero, al hacer uso diario de este medio, hemos sido capaces de notar falencias en el uso general, que en principio resultarían imperceptibles, pero al traducirlas a números y multiplicarlas por cada caso, resultan un verdadero problema para el usuario general, el impacto económico, cívico y hasta psicológico que los transgresores generan en el usuario, terminan convirtiéndose en un problema que nos gustaría estudiar, y para ello, hemos desarrollado algunas propuestas de mejora tecnológica.

2.1. Origen del proyecto

Al contemplar el uso normativo de varios elementos en la vida diaria del ser humano desde el punto de vista ergonómico, uno de los casos que llamó más la atención de nuestro grupo, fue el estudio antropomórfico que se realiza a casi todos los elementos de uso repetitivo en los diferentes puestos de trabajo, y durante el análisis, surgió la duda de si éste había sido realizado para otros servicios de uso masivo, como los medios de transporte que conforman el grupo de Transportes Metropolitanos de Barcelona (TMB), sus puntos de acceso, la seguridad en el servicio. Esta discusión se convirtió en el punto de partida del proyecto.

Pedro Mondelo, director del Centre Específic de Recerca per a la Millora i Innovació de les Empreses (CERpIE – UPC), nos insinuó que era un caso de estudio pero que el enfoque podría personalizarse de alguna manera y es en este punto que nos decantamos por los dos factores que más llamaron nuestra atención: los sistemas de validación tecnológicamente ineficientes, incapaces de entregar información real del uso del transporte por su antigüedad y las deficiencias en la gestión consecuentes de esta carencia.

2.2. Motivación

La motivación está en la visión de los múltiples usos, que la actual tecnología de Comunicación de Campo Cercano (NFC por sus siglas en inglés) puede brindar en la gestión de un sistema de servicios, como es el caso analizado en este documento.

Varios factores motivan nuestra ponencia, factores humanos por ejemplo, el choque de culturas, el factor de cambio social en el que cada vez se trata más y más a las personas como objetos numéricos en lugar de individuos, factores sentimentales, como la sensación de vacío que produce el ver una persona local, evite el pago de su ticket de transporte al pasar por alto la barrera y al personal de seguridad, aduciendo inconformidad o falta de interés, mientras que los extranjeros residentes o turistas, pagamos sin quejas al disfrutar de un sistema tan eficiente en comparación a los de nuestros países de origen.

Dejar constancia de que el uso indebido no es un caso aislado, sino que tiene un valor real que perjudica al transporte, la imagen del prestador de servicio y a la sociedad catalana que hace uso del mismo, la motivación esta en hacer lo correcto y fomentar una cultura ética del usode este servicio.

2.3. Requerimientos previos

Un enfoque externo como el nuestro siempre será dependiente de los valores que se puedan obtener, es decir, que todo el material al que tuvimos acceso estuvo al alcance del público desde el principio, pero para poder justificar nuestras ideas fue indispensable realizar un acercamiento con el Director de Servicio y Tecnología de Negocio del TMB, Albert Fonseca i Mallol, quien nos brindó la información necesaria para contrastar nuestras ideas, y supo indicarnos algunos valores que están presentados en el desarrollo de este documento. Así mismo, el documento titulado “El transporte urbano y metropolitano en España” elaborado por el Ministerio de Fomento del Gobierno de España, con fecha Junio 2013, donde se publican los únicos datos oficiales a disposición del público en general.



2.3.1. Metodología D.A.F.O. (Análisis actual del Sistema)



Tabla_2.1_ Análisis D.A.F.O. inicial

2.3.2. Análisis por usuarios

Usuario

- Condiciones adecuadas de seguridad, estado mecánico de las unidades, salidas de emergencia, cámaras de seguridad
- Comodidad de accesos, asientos y pasillos
- Sistemas de validación intuitivos y de mínima interacción
- El menor costo posible a pagar por el servicio; así como, tarifas reducidas para tercera edad, usuarios con necesidades especiales y niños
- Favorecer el acceso de usuarios con necesidades especiales
- Mínima contaminación auditiva
- Tiempo de trayectos cortos
- Medios de transporte alternativo
- Información sobre horarios de los distintos medios y puntualidad

Administrador del transporte

- Nivel de ocupación representativo de los distintos medios de transporte
- Uso múltiple de la infraestructura, es decir, compartir con varios tipos de transporte para enlaces.
- Máxima recaudación posible por el servicio
- Mejora de la recolección de datos
- Menos tiempo de parada en las estaciones

Generalitat

- Uso de materiales reciclables, reducción de residuos e impacto ambiental
- Disminución del tráfico urbano que impacta directamente a la calidad del aire por emisiones contaminantes
- Contribuir al intercambio de información a nivel internacional
- Menos espacio destinado al aparcamiento



3. Introducción

Siguiendo los lineamientos de la estrategia temática de la Unión Europea (UE) para fomentar el uso del transporte público a partir del 2005, las propuestas de mejora han ido desde la penalización del uso de transporte privado con impuestos al carburante, por ejemplo, para disminuir su uso y mejorar la calidad del aire, políticas de acción que promueven el aumento de la actividad física para mejorar la calidad de vida y otros que podríamos citar. El presente proyecto pretende contribuir valiéndose de las nuevas tecnologías que aún no han sido explotadas.

3.1. Objetivos del proyecto

Proponer una actualización de los sistemas de acceso a los servicios de transporte, a través de la implementación de nuevas tecnologías, que permitirán una mejor experiencia de uso del servicio, además de mayor seguridad para el usuario y la administración.

3.1.1. Sistema de detección de validación

Adaptar un sistema que sea capaz de reconocer al usuario que ha traspasado la barrera de acceso, sin haber validado un título de transporte, y transmita oportunamente a los agentes de control, las pruebas para su respectiva sanción. La tecnología inalámbrica propuesta para los sistemas de acceso, ofrece mayor seguridad contra la vulneración de datos por hackers.

3.1.2. Sistema de respuesta al evasor

Proponer una línea de acción correspondiente, en base a los actuales sistemas de seguridad con los que cuenta, por ejemplo, el grupo TMB para mejorar la eficiencia en los controles de uso del transporte identificando y actuando directamente en los infractores, evitando así, las molestias al resto de usuarios. Conseguimos una mejor imagen del servicio, la seguridad y la posibilidad de que un usuario pueda presentar una queja o querrela judicial a la empresa queda subsanada al no exponer su imagen o sus datos y mejore la gestión del agente de control.

3.1.3. Tarjetas de acceso por segmentos

Analizar algunas de las posibilidades que se presentarían en el caso de optar por un sistema de control inalámbrico como el uso de tecnología NFC en las tarjetas de acceso.

3.2. Alcance del proyecto

Para organizar el estudio de las presentes propuestas, plantearemos alcances definidos y limitados por factores temporales y económicos, que a su vez serán sesgados en el marco de cada uno de los objetivos secundarios correspondientes.

3.2.1. Viabilidad tecnológica y económica

Nos limitaremos al estudio de las posibles configuraciones de los equipos ya existentes para que, mediante una mínima adecuación o inversión económica, se pueda alcanzar los objetivos planteados en los primeros apartados.

3.2.2. Viabilidad tecnológica pero no económica

Realizaremos una comparativa estructural, tecnológica y temporal, proyectando la misma desde el presente a un horizonte máximo de 1 año, sin considerar de manera directa el impacto económico en el que pueda incurrirse.

3.2.3. No viabilidad tecnológica (posibilidad futura)

Se concluirá con el estudio proyectado a un horizonte máximo de 5 años en los que se reflejen las posibles mejoras tecnológicas, su facilidad de adaptación a los sistemas actuales y el posible impacto que esto generaría en todos los usuarios del conjunto.



4. Sistemas Inalámbricos

Una línea actualmente disponible y aun no empleada por el sistema de transporte barcelonés, es el uso de sistemas inalámbricos o contact-less, sistemas que son capaces de almacenar información de control, como la cantidad de pasajes disponibles, saber cuál fue la estación de acceso y la salida del usuario junto a los horarios, mantener un registro fiable con datos y tiempo reales de la cantidad de personas que se encuentran empleando el servicio, hasta contener información dedicada como los datos del pasajero, número de identificación, persona de contacto en caso de emergencia, alergias, preferencias y otro basto número de posibilidades.

4.1. Sistemas NFC (Near Field Communication)

A partir del año 2002 cuando Next eXPeriencie (NXP) Semiconductors y la multinacional Sony Corporation (SONY) se unen para co-inventar el sistema NFC y en los posteriores ocho años, la evolución que se presentaba en esta tecnología parecía ir a un paso lento pero seguro, en el año 2011 Google* valiéndose de la promoción de su propia gama de telefonía móvil, lanza al mercado un sistema de pago libre con el nombre de Google Wallet¹ y desde entonces las participaciones de diversas empresas en el mundo en esta tecnología no han dejado margen alguno para que esta deje de crecer tan apresuradamente.

El principio de funcionamiento del NFC está en la Identificación por Radio Frecuencia (RFID por sus siglas en inglés), comúnmente encontrada en las etiquetas de varios productos de supermercado y de uso diario como botes de champo, contienen un chip pasivo que no requiere batería y que aprovecha la energía electromagnética de un lector activo para alimentarse y transmitir la información almacenada en los mismos.

El NFC es entonces un sub conjunto del RFID con una limitación en su alcance de 10 cm aproximadamente, y que a la fecha de redacción de este documento, la tecnología existente a nivel comercial permite una capacidad máxima de 8 Kbyte (7678 Bytes) equivalentes a 7671 caracteres escritos.

¹ Información obtenida del cuadro cronografico consultado en <http://www.nxp.com/techzones/nfc-zone/overview.html>

Las posibilidades comerciales se extienden cada día, especialmente en el uso de servicios, publicidad, comercialización e información de productos entrantes, entre otros como los sistemas de seguridad a los que nos referiremos en el desarrollo del presente proyecto.

4.2. Propuesta de accesos mediante NFC

La UE aporta incentivos para todos los participantes de proyectos que busquen mejorar la calidad de vida de las personas con programas de gestión del medioambiente, como la creación de “súper manzanas” que motiven el uso de recursos no contaminantes como caminar, o emplear transportes no motorizados como la bicicleta y que en un futuro muy cercano, requerirá de un sistema de transporte que sea capaz de sostener un flujo de pasajeros muy superior al actual. Con miras a este futuro, nuestro actual proyecto, busca superar las posibles dificultades que se puedan presentar en distintos escenarios como colas en los accesos al transporte, largas esperas o baja ocupación de las unidades, errores de planificación y otros por no contar con la información adecuada.

Teniendo en cuenta las posibilidades del NFC, lo que se propone es una actualización de los sistemas de validación de acceso en el transporte público, reemplazando los actuales tickets de cartón con banda magnética como en París y Barcelona o los de papel como en Praga y Eslovaquia, por nuevas tarjetas plásticas de mayor durabilidad (hasta 10 años en sus componentes internos y almacenamiento informático), que posean información básica del usuario, la situación de sus viajes (consumo de pasajes), y hasta la información sobre sus gustos y preferencias si este quisiera proporcionarlos.

Los mayores beneficios que podemos mencionar a corto plazo, son la reducción de tiempos de validación y acceso; a mediano plazo y en conjunto con las políticas adecuadas, la adquisición de información real y una notable diferencia en el impacto ambiental debido a la sustitución de las actuales títulos de viaje por tarjetas de ; y a largo plazo una reducción de la contaminación ambiental gracias al incremento de la velocidad media del tránsito, según afirma el estudio realizado por el Banco mundial que dice:

“Estudios realizados por el Banco Mundial en diversas ciudades han demostrado que el pasar de una velocidad media de 12-15 km/h a 30 km/h en la ciudad tiene un efecto similar a instalar



catalizadores para reducir el CO, los NOx y los hidrocarburos en el 50% del parque móvil de una ciudad o que simplemente el paso de una velocidad media de 10 km/h a 20 km/h puede reducir hasta un 40% las emisiones de CO2.” **41]**

Como parte del presente proyecto, hemos adquirido tres tipos de “chips” NFC, cada uno con características particulares en sus componentes, realizamos además, pruebas con cada uno, empleando tres terminales de lectura y escritura NFC, y la información obtenida se contrastó con los tiempos resultantes de haber observado la afluencia de una estación en particular de metro y el recorrido total de una línea de bus. Los resultados fueron contundentes, afirmando de esta manera la viabilidad del presente proyecto.

El resultado de esta transición afectaría de manera positiva directamente a la imagen de la empresa, la misma que entre otras cosas presentaría grandes beneficios en el uso de este sistema, como la gran diferencia del impacto ambiental proveniente de la manufactura y desecho de los tickets actuales, la diferencia en los tiempos de validación, puesto que los usuarios ya no necesitarían sacar la tarjeta de sus bolsos, bastaría con acercarlas a los receptores y estos registrarán inmediatamente su ingreso y la respectiva estación de salida. Estos datos retroalimentarán al sistema, brindándole datos como: flujos principales de usuarios, que a su vez permita segmentarlos por edades, géneros, destinos, frecuencia de uso y otros factores que consideren relevantes, todo esto con el objeto de poder incluir mejoras futuras orientadas directamente a los segmentos, optimizar los recursos y propiciar que los usuarios se sientan comprometidos con el servicio, y compartan la cultura del uso apropiado del sistema.

Por último, adjunto al sistema de control de accesos, un sistema de control independiente, sería el encargado de asegurar que cada usuario que ha ingresado al servicio, lo ha abandonado, pudiendo así las autoridades asegurarse de que nadie permanezca en las instalaciones al llegar el cierre de las mismas.

El conjunto de todos estos sistemas, brindaría algo muy importante y que actualmente es carente en el servicio, que sería información real. Al poder manejar datos reales y no estadísticos, el grupo tendría acceso a valores y balances de sus estados de ingresos y egresos. Permitiría planificar de manera más eficiente el uso de sus unidades, justificar el reemplazo, por ejemplo, de 2 unidades de la línea “X” para incluirlas en la línea “Y” en una franja horaria específica, gracias a la información obtenida que les permitiría generar los cuadros de uso reales de los usuarios de toda el área metropolitana.

4.3. Limitaciones

La mayor limitación a la que se expone el presente sistema es la participación ciudadana. El pilar fundamental de este proyecto radica en la capacidad del mismo para obtener información real y veras de sus usuarios, independientemente de las facilidades de acceso y la comodidad automática que genera el sistema, si este no es capaz de recabar la información de los usuarios, o de conseguir que estos por voluntad propia se registren al sistema, entonces la capacidad del mismo podría verse afectada en más del 40% de sus beneficios proyectados.

Si los usuarios no se registran de manera real, el grupo de consumo se vería restringido al de "Usuarios Ocasionales", lo que en resumen significaría un sistema más eficiente que el actual, menos contaminante pero igual de distante, donde la parte del proveedor de servicios, mantendría la misma relación con el usuario que la que tienen actualmente, y ese no es el objetivo.

4.4. Puntos clave

Si por el contrario, la participación comunitaria fuese absoluta, las posibilidades serian limitadas solo por el alcance que las autoridades competentes les quisieran dar.

Citando tres posibles efectos que se podrían obtener de una participación absoluta podríamos decir:

4.4.1. Información del usuario por necesidad

En caso de presentarse cualquier tipo de eventualidad, como una reacción física no deseada, un ataque epiléptico, un infarto o inclusive un shock anafiláctico, mientras el usuario se encuentre haciendo uso del servicio, un agente de seguridad podrá asistir de manera inmediata al pasajero en cuestión, valiéndose de su tarjeta de acceso, la misma que al contener su información podría hacer referencias a sus alergias médicas, como la penicilina o referentes básicos de su historial clínico como diabetes, cáncer, etc., todo esto con acercar su tarjeta a la unidad inalámbrica de soporte de los agentes revisores.



4.4.2. Publicidad con enfoque real

Si tomamos en consideración la envergadura del proyecto y los costes adjuntos a su implementación, bien podríamos sacarle un partido adicional al ofrecer un nuevo sistema de publicidad que vaya dirigido a su respectivo target y esto gracias al control de flujos por segmentos, por ejemplo, si durante un partido de la Champions League cuyo enfrentamiento se realice en el Camp Nou, basándose en el análisis de flujo de grupos, podemos identificar los metros que llegaran a las estaciones cercanas, viajan un total mayoritario de hombres, y que en preferencias particulares se encuentra el futbol, fácilmente podría cambiar de manera digital las vallas interactivas de la estación, por publicidad enfocada a este segmento como calzado masculino, ropa deportiva, bebidas energéticas, conciertos próximos, entre otros, y asegurar a las empresas participantes que su imagen será vista por el nicho apropiado, pudiendo establecer tarifas preferenciales para quienes decidan aparecer en nuestras vallas en esos momentos.

4.4.3. Seguimiento de seguridad persona a persona

Una de las mayores prestaciones que consideramos se pueden obtener, es sin duda, la identificación de nuestros usuarios, es decir, en el hipotético caso de que una persona resultara extraviada, por ejemplo, una persona mayor que sufre de pérdidas de memoria ocasionales, o de un niño que hace uso frecuente del sistema y mantiene una ruta constante, al recibir al acoso de su pérdida, las autoridades inmediatamente podrían contactar con las oficinas del control de datos y accesos del sistema integrado de transportes, que haciendo uso de la información brindada podrían asegurar que la persona en cuestión hizo o no uso de las instalaciones, si accedió al servicio, si empleo el bus, el metro o el tren, en que estación accedió, a qué hora, en que estación se bajó, a qué hora, e inclusive valiéndose de esta información acceder directamente a los archivos de video para localizar al sujeto en cuestión, y darle un seguimiento para poder asistir con su localización.

5. Tarjetas de acceso por segmentos

Ingresando a las propuestas previas la generación de un sistema de recolección de datos, ya sea físicamente, mediante un portal web o hasta una aplicación para el móvil, podemos generar una sorprendente cantidad de vías de explotación comercial, administrativa, de control y otras que requeriría de la participación inicial de los usuarios y posterior adecuación por parte de las autoridades del TMB.

5.1. Matriz capacidad vs información

Basándonos en el actual sistema de transporte metropolitano de la ciudad de Venecia, el mismo que ya emplea en su servicio tecnología NFC, hacemos referencia al título de transporte para turistas denominado: “Venezia Única – CityPass”, el mismo que está representado por una tarjeta de cartón de 0.2mm de grosor y los bordes 85,60mm X 53,98mm (33/8pulgada x 21/8 pulgada), lo que la ubica dentro del grupo estándar conocido como Pocket o tipo Tarjeta de Crédito, y cumple la norma ISO/IEC 7810 ID-1 [2]; la diferencia se encuentra en un chip NFC integrado en su interior que posee la siguiente estructura:

- **Fabricante:** NXP Semiconductors
- **Tipo:** MIFARE Ultralight EC1 (MFOUL11)
- **Memoria:** 48 bytes al usuario (12 páginas con 4 bytes por página)
- **Capacitancia:** 17 pF
- **Protocolo de Seguridad:** ISO/IEC 14443-3 [3]
- **Numero Identificador:** 04:98:1A:BA:63:33:84

La información aquí detallada es parte estructural y genérica de todos los chips NFC existentes, salvo por el numero identificador que es particular para cada tarjeta o chip individual, adicional a esto en la estructura del código hexadecimal donde se almacena toda la información sobre estas tarjetas encontramos el módulo de funcionamiento, el mismo que



está representado por la siguiente estructura:

- **ID:** 37211200342890500
- **Counter:** Null

Lo que forma parte de como la tarjeta se comunica con el sistema y como este escribe sobre ella con un identificador de uso único lo que las vuelve invulnerables a intentos de clonado o de un ataque por parte de un hacker.

Con esta información sobre el tipo del chip y la capacidad del mismo, se podría relacionar que el sistema es parte de un módulo contador, es decir, la tarjeta es exclusivamente un reloj de arena y es el punto de acceso al servicio quien le da la vuelta cada vez que se valida el ticket. La información que contiene es el lenguaje encriptado mediante el cual se comunica con el sistema y es este quien autoriza su uso para que en caso de ser necesario, un agente revisor pueda corroborar dicha acción al validar que el reloj se encuentra en marcha.

Nuestro proyecto, busca incluir en estas tarjetas más información como se había mencionado anteriormente para ello, realizaremos un ejemplo a continuación:

Del lado izquierdo de la tabla se encontrará un módulo de “lectura” es decir, un conjunto de caracteres que estarán siempre presentes en los dispositivos de validación, control, socorro y salida del sistema, y en la columna de la derecha se verá reflejada la información que incluiremos en nuestras tarjetas de usuario o lo que se llamara módulo de “escritura”, para demostrarlo emplearemos los datos de Alan Sandoval. Previo habremos de considerar que la información de validación del servicio respondiendo a la misma ejecución del sistema de transporte veneciano, ocupara un valor de 48 Bytes:

Tipo de Chip NFC	Módulo de Lectura	Módulo de Escritura	Bytes Necesarios
NTAG210	Inf. De Transporte	Bloqueado	48 Bytes
NTAG203/213	Usuario:	Alan Sandoval	19 Bytes
NTAG203/213	DNI / NIE:	Y1234567C	10 Bytes
NTAG203/213	Fecha de nacimiento:	03 de abril 1990	17 Bytes
NTAG203/213	Tipo de Sangre:	O Rh+	06 Bytes
NTAG203/213	Alergias médicas:	Codeína	08 Bytes
NTAG203/213	Persona de contacto:	Mauricio Mencías	19 Bytes
NTAG203/213	Teléfono de emergencia:	+34612345678	13 Bytes
NTAG203/213 (144 Bytes Max.)		TOTAL:	140 Bytes

Tabla. 5.2. Selección del Chip NFC en función de su capacidad

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, un chip de tipo NTAG203 con capacidad de 144 Bytes y una capacitancia de 6 pF a un precio referencial de 0.23 EUR sobre pedidos superiores a 50000 unidades, o, una NTAG213 con capacitancia de 8 pF y a un precio referencial de 0.29 EUR sobre 50000 unidades, podrían ser suficientes para cumplir con nuestro objetivo.

Si manejamos un margen del 15% adicional en necesidades criptográficas, de control u otros factores, elevamos la necesidad de almacenamiento a un promedio de 161 Bytes, entonces ascendemos al siguiente nivel de chips NFC, categoría de núcleo "Topaz", con una capacidad de 512 Bytes, capacitancia de 6 pF y un valor aproximado de 0.42 EUR sobre las 10000 unidades.



Considerando los tiempos de maquinado y los costos promedio del servicio, incluido el servicio de impresión y sellado de los chips NFC dentro de tarjetas Pocket, en PVC ultra resistente y un pedido promedio de 20K unidades al mes, se ubicaría el costo final promedio de cada tarjeta en 0.95 EUR.

El coste del sistema inalámbrico depende de la tecnología escogida, y es muy importante para el estudio del balance económico del sistema.

5.2. Sistema de datos y segmentación

Con el resultado del anterior estudio, y tomando en cuenta el posible espacio dentro del almacenamiento de nuestras tarjetas, podrían aprovecharse aún más los servicios ofrecidos por las mismas almacenando otro tipo de información elegida por el usuario pero que requeriría de un nuevo sistema de control informático dedicado al 100% para cubrir con este objetivo.

El Equipo en cuestión sería un grupo analista, administrativo, comercial e informático, que pudiese dirigir todo el flujo de información para cubrir los intereses de los usuarios y al mismo tiempo que sean capaces de comprimir dicha información en el espacio restante de nuestras tarjetas o sean a su vez capaces de dirigir a los consumidores a esta información a través de links a páginas web dedicadas, direcciones de navegación desde servicios como Google Maps presentes ahora en la mayoría del colectivo de dispositivos móviles, o incluso validar descuentos o promociones dedicadas por nuestras empresas patrocinadoras o contratantes de servicios publicitarios.

5.2.1. Segmentación Comercial

Dirigida plenamente al colectivo comprador, información referente a las tiendas ubicadas alrededor de la zona metropolitana, acceso a descuentos o promociones, información de catálogo mediante links dedicados a páginas de bienes o servicios, promoción de eventos, nuevos lanzamientos entre otros.

5.2.2. Segmentación tipo de usuarios

El mismo equipo de analistas podría ofrecer información dedicada a cada grupo de interés pero además de la clasificación genérica por rangos de edades, género, nivel económico y demás, nosotros plantearíamos una segmentación que pudiese a nivel macro contribuir a que

dicha información sea aprovechada de mejor manera. Los grupos en cuestión serían:

5.2.2.1. Usuarios Habituales

Comprendidos por todas las personas cuyo tiempo de estadía en Barcelona superara los tres meses consecutivos. Todos los residentes, estudiantes de intercambio, practicantes, congresistas o expositores de temporada e incluso personal de tripulación de aerolíneas con base en Barcelona serían los idóneos para existir en este grupo. Personas que ya conocen Plaza España, La Sagrada Familia o la Casa de Gaudí, pero que no saben de los eventos que ahí se darán lugar en distintas fechas. Personas que al permanecer tanto tiempo en esta ciudad, se dejan muchas cosas de lado al considerar que ya lo han visto o han vivido, pero continúan perdiéndose de muchas cosas por esto.

5.2.2.2. Usuarios Ocasionales (Turistas)

Si la visita comprende un espacio inferior a tres meses, sin importar si es una semana o un día, queremos hacer de este grupo, un portavoz global de la experiencia barcelonés. En lugar de pasar horas y hasta días, buscando la información adecuada sobre los puntos de interés en la Ciudad Condal, queremos facilitar el acceso a la información más notables de Barcelona, recomendar un recorrido por los museos si coincide con el primer domingo del mes, informar la agenda de San Juan en la Barceloneta, ofrecer un descuento para visitar La Pedrera, todo esto, y mucho más, solo dedicando un espacio de tiempo a la configuración por calendario a nuestro grupo informático, y grabar de manera aleatoria todas las posibilidades dedicadas al grupo de mayor ingresos en la ciudad, los turistas.

5.2.2.3. Usuarios con Necesidades Especiales

Finalmente, queremos dedicarle un espacio a ese grupo que por el tiempo vivido, piensa que no hay nada que les sorprenda, o que por la fatiga de los años consideren que no vale el esfuerzo, el desplazarse hacia algún lado para “ver que hay”, queremos ofrecerles un viaje gratis a la semana, de ida y de vuelta para que se reúnan todos en plaza Catalunya y conversen de lo mal que era antes el sistema de transporte metropolitano, queremos que el TMB sea la primer línea de conversación entre ellos y sus familias en los que se les motive a la reunión familiar, en la que los hijos y los nietos viajen gratis ese día siempre que los abuelos



validen su ticket primero, un grupo al que se le premie por todos los esfuerzos del pasado y que por poco que a muchos les parezca, esta recompensa para ellos sea utilizar los servicios del TMB.

5.2.3. Segmentación por eventos

Si juega el Barça y no hay entradas para el Camp Nou, entonces, que mejor momento para pautar a todos los bares que retransmitirán el partido, si es San Jordi, avisar a los hombres que preparen sus rosas y a las mujeres que lleven sus libros porque viajar en bus y en metro, puede ser solo el inicio del resto de sus vidas. Es que con un medio de uso masivo como el transporte metropolitano, que mejor manera de aprovecharlo para dirigir la publicidad de terceros, o de la misma municipalidad a los nichos que de verdad les interesan.

5.3. Limitaciones del sistema

Inversión, todo lo anteriormente descrito puede ser materializado, solo si de parte de las autoridades se gestionan todos los elementos necesarios para su consecución, y esto representaría una fuerte inversión inicial, pero la misma, se justificaría inmediatamente al ver la proyección de los tiempos de retorno y rentabilidad.

Participación ciudadana, las personas cada día se preocupan más por su privacidad, hacen de todo por pasar de incognito y este es uno de los principales alimentadores de nuestro proyecto. Si los usuarios no terminan convencidos de que es necesario, y valida la entrega de su información al sistema TMB, entonces toda la segmentación quedaría estancada.

Resentimiento colectivo, es un punto que afecta a las generaciones y que lo acarrearán desde sus antecesores, la permanente discusión del alza de los pasajes (esto e función del valor del billete sencillo a un valor actual de 2.15 EUR) no permite ver todos los esfuerzos que realiza el grupo para favorecer a sus usuarios, y competir con el creciente número de vehículos propios, a pesar de los altos impuestos a los hidrocarburos y las limitaciones en las plazas de parqueo. Si el TMB no maneja una campaña adecuada, para demostrar al colectivo que toda esta organización va en mérito de los usuarios, entonces será un frente muy difícil de cubrir.

5.4. Puntos clave

Ingresos adicionales, aparte de la recuperación que plantean los dos primeros puntos de

seguridad en el afán de reducir ese 3% de evasores (que por cálculo monetario y en función del valor del billete sencillo representan un promedio de 1 millón EUR/día), la venta de publicidad segmentada y dirigida, las pautas en sistemas variables y de adecuación permanente, representarían un valor nuevo de ingresos para el grupo TMB.

Recuperación de cartera, otro motivador económico es la recuperación de usuarios de transporte, los mismos que gracias a la dedicación personalizada que se llevaría a cabo si se ejecutara este plan de acción, comprenderían un porcentaje equivalente al sumatorio del perdido en los últimos tres y hasta cinco años de servicio.



6. Sistema Activo de Vigilancia Electrónica (SAVE)

La actualización de los sistemas de acceso al Metro de Barcelona que se lleva a cabo desde hace un año aproximadamente, y tiene una proyección de culminar el 2016, con el reemplazo de todas las validadoras de torniquete por los sistemas de puerta de cortina, representan una oportunidad para la instalación de un sistema, que basado en el control de foto celdas que forman parte de la estructura de acceso, puedan asistir al equipo de seguridad para localizar de manera individual y legal al usuario que no ha validado su ticket.

6.1. Funcionamiento actual del sistema

Un conjunto de foto celdas determinan la aproximación del usuario a las compuertas para poder definir el paso libre, la restricción de este o incluso emitir una alerta auditiva cuando encuentre fallos como dos usuarios pasando simultáneamente con un solo ticket.

Adicional a esto, más del 90% del colectivo estructural y funcional del grupo TMB cuenta con un sistema de vigilancia, el mismo que mediante un circuito cerrado de cámaras en las estaciones, los metros y los autobuses ayuda hasta este momento a identificar casos muy particulares como robos, agresiones, accidentes entre otros.

Otro elemento actual son las oficinas de los agentes del TMB en el sistema de metro en las denominadas “peceras”, cuya función está en la de dar soporte al usuario, controlar de manera visual el acceso al servicio y dar alerta a las autoridades si algún caso así lo requiera.

6.2. Propuesta de sistema de control

Considerando que el protocolo de control de las cámaras de vigilancia es digital y no analógico, y que estas responden a un módulo VCR en la central de control y seguridad del TMB, planteamos, a través de un nuevo software de control, interconectar el módulo de acceso de las compuertas, es decir, las foto celdas que controlan el acceso, con el sistema de video, y a su vez, integrarlo a un software de tres etapas para fotografiar al infractor y transmitir la imagen de manera inmediata al revisor más cercano, de esta manera y con la evidencia, tomar las acciones correspondientes.

6.2.1. Etapa de Control

La primera instancia de nuestro sistema se enfoca plenamente en los puntos de acceso, y hace uso de los ya existentes sistemas de control, para ejecutar el protocolo de captación de evasores.

El sistema actúa cuando un usuario atraviesa la barrera de control sin haber validado el respectivo título de transporte, transforma la señal previa auditiva en una orden de captura de imagen en el software de video, este a su vez, identifica solo a él o los posibles infractores en su respectiva puerta de acceso del resto de la imagen, difumina o censura mediante un algoritmo de detección epidérmica todas las posibles variaciones o tonos de piel y entrega una imagen nítida y 100% segura del evasor ocultando su rostro, sus manos o cualquier parte de su cuerpo que se encuentre expuesta pero mantiene su ropa, accesorios y cabello.

6.2.2. Etapa de seguimiento

La segunda orden del software de control, es ubicar en tiempo real al oficial de seguridad más cercano a la estación donde se ha registrado una alerta de infracción, para ello, los agentes de seguridad contarán con una sub aplicación del software de base Android* o IOS*, que les permitirá recibir, y en este particular orden:

- La alerta: Descripción del evento, estación donde ocurrió, tiempo exacto de la incidencia y el posible trayecto.
- La imagen: El resultado de la captura de video.
- El estado: Que puede limitarse a “en curso” o “terminado” en caso de que un agente lo indique así.

6.2.3. Etapa de resolución

Al finalizar el evento, el agente que haya realizado la aproximación al infractor y haya resuelto el caso, realimentará al sistema con las respectivas indicaciones de rigor como si se pudo localizar o no al infractor y si fue o no impuesta una sanción, los motivos y en caso de ser positivo, una copia digital del recibo de sanción y del pago o no por parte del infractor.



6.3. Limitaciones del sistema

La ley de protección de datos, limita la capacidad del sistema de poder mantener al 100% las facciones o el rostro de los usuarios, aun cuando estos sean identificados como infractores, por ello el algoritmo de censura facial, debe ser lo más preciso posible.

Otra limitación se encuentra en el criterio de los agentes revisores, pues de ellos dependerá el valorar si la evidencia fotográfica es prueba suficiente como para establecer la multa.

Suponiendo por ejemplo, el hipotético caso de que un usuario valide normalmente su título de transporte, y sea un segundo usuario el que aproveche la ocasión para incumplir sus obligaciones e ingresar sin validar su tarjeta, el sistema entregara al agente de seguridad una imagen donde se podrá apreciar ambos usuarios “cometiendo la falta”, y es en este punto, que el juicio del revisor deberá ser el indicado para determinar al real infractor.

Actualmente, los software de reconocimiento facial, están al alcance de las empresas que lo requieran, y con un valor bastante asequible, entonces la limitación se encuentra en la inversión que esté dispuesto a realizar el grupo TMB por mejorar la experiencia del usuario, la imagen del servicio y la seguridad del transporte.

6.4. Puntos clave

Principalmente al evitar los comunes atascos que se producen durante las revisiones de rutina, el TMB estaría ganando mucho desde el punto de satisfacción del usuario.

La imagen de seguridad que presentaría la empresa aumentaría notablemente al no detener a todos los usuarios, sino ser capaces de identificar a los infractores, incrementando aún más, la aceptación de los usuarios. Adicional a esto, evitar la posibilidad de que una persona se sienta agredida por ser parte de una minoría, un grupo étnico, cultural, social o ser parte de cualquier grupo característico o diferente de común societario, y decida presentar una queja formal ante las autoridades por causas de racismo, discriminación social, etc., ya que en la máxima instancia, y de ser ese el caso, el software podrá entregar una copia de la imagen de la infracción sin la censura facial, y con la respectiva información, para que las autoridades superiores puedan contar con la evidencia suficiente para juzgar que se trata de un caso particular y no de otra motivación.

6.5. Análisis D.A.F.O. con el sistema en marcha



Tabla. 6.3. Análisis D.A.F.O. con sistema NFC en marcha



7. Tecnologías futuras

Como un margen adicional al presente proyecto se incluyen tres tipos de tecnologías que actualmente funcionan, o se encuentran en etapa de desarrollo y que con un horizonte de cinco años podrían ser potenciales candidatos para la actualización de los sistemas de acceso al transporte público y los servicios de seguridad y apoyo al ciudadano.

7.1. Accesos Biométricos

Algo que no se puede retener o duplicar en la actualidad o un futuro cercano es la “identidad biométrica” de cada persona en el planeta, es decir, el conjunto de características particulares con las que este nace y son únicas y diferentes para cada individuo. Los rasgos de marca genética como la diferencia de la extensión entre los dedos medio y anular que permite diferenciar, mediante las manos, el sexo de una persona son un factor exógeno común pero una huella digital, el iris de los ojos, incluso las marcas epiteliales de los labios son únicos y por tanto identificadores particulares para cada individuo.

Junto con esta segmentación entonces podríamos proponer tres posibles candidatos para una futura actualización de los sistemas de control, acceso y asistencia al usuario de los sistemas de transporte que forman parte del grupo TMB.

7.1.1. Reconocimiento Facial

Limitada actualmente por la dificultad de procesar en tiempo real la identificación del sujeto en cuestión, el reconocimiento facial bien podría ser la alternativa futura más viable por el ya integrado y asertivo sistema de video vigilancia con el que cuentan los servicios de transporte de Barcelona y las estructuras de acceso a los mismos. Basada en dos subsistemas actualmente, esta tecnología podría clasificarse de la siguiente manera:

- **Verificación o autenticación de caras:** Encargada de la comparativa de dos imágenes, un operador es quien alimenta al sistema indicándole dos imágenes simultáneamente, una que puede proceder de una base de datos, una imagen de control adquirida al instante o incluso una imagen obtenida a partir de un boceto y la segunda, por ejemplo, la captura realizada por las cámaras de vigilancia del TMB, entonces el sistema compara los rasgos faciales y entrega una afirmación o una negativa según sea el caso. Es un sistema uno a uno y su principal objetivo es el reconocimiento de personas.

- **Identificación o reconocimiento de caras:** Similar al anterior en la utilización de un banco de datos, su mayor diferencia es que este genera un perfil digital de todos los individuos que se registran en su base de datos y posteriormente sirve como un “escáner biométrico” que a partir de dicho perfil, registra la actividad o acceso en este caso de las personas que este conoce y niega a todas las demás estos privilegios.

Con esta información es entonces que el sistema de “Identificación o Reconocimiento de Caras” sería, en un futuro, el método más eficaz, menos invasivo y más seguro con el que podría contar el sistema de transporte metropolitano y general.

7.1.2. Escáner de retina

Al igual que los dispositivos de reconocimiento dactilar, el escáner de retina cumple con un nivel muy alto de seguridad, un sistema altamente empleado en instalaciones de control o que precisan un nivel mayor de soporte y que no puede ser obtenido con los sistemas convencionales. Su margen de eficacia es al igual que el resto del conjunto de seguridad biométrica y se coloca por encima del 99% (hay empresas que aseguran que llega al 99.99%) dicho de otra manera, de cada 1000 sujetos que atraviesen el sistema, 1 podría burlar las seguridades.

Las actuales limitaciones en el uso de esta tecnología se encuentran en el conjunto de acciones y elementos que se requieren para que este funcione.

- La ubicación de la cabeza, debe permanecer recta y en la misma posición por al menos 5 segundos.
- Los niveles de luz, el sistema trabaja con un haz de luz infrarrojo para realizar el escaneo y en un espacio de luz ambiente alta tiene dificultades para poder cumplir con su objetivo.
- El tiempo más corto registrado en un sistema de detección de retina registrado hasta el momento es de 4,3 segundos obtenido por la compañía Fujitsu* como parte de sus nuevos terminales móviles.



7.1.3. Control Dactilar

Estigmatizado por diversas declaraciones acerca de cómo puede ser burlado con técnicas comunes, el sistema de control dactilar ha perdido mucha aceptación entre las empresas de mayor seguridad, por ello, adicional a los sistemas de reconocimiento dactilar hoy se integran los sistemas de reconocimiento vascular. Adheridos al primer sistema como una simbiosis, el sistema de control vascular emite una luz que permite “mapear” el patrón venoso vascular del dedo de la persona en cuestión. Juntos vuelven a ingresar en el característico 99.99% de eficacia en el control de accesos.

Sus limitaciones actuales están básicamente en el registro “uno a uno”, es decir, que cada uno de los potenciales usuarios debería ingresar estas características biométricas a una base de datos general por lo menos una vez convirtiéndose en una molestia, especialmente para viajeros esporádicos o infrecuentes que hacen uso del sistema en ocasiones muy escasas.

7.2. Sistemas de comunicación de largo alcance (FFC)

Actualmente conocidos como TAGS de largo alcance o Tele Peaje, la tecnología FFC participa del mismo protocolo de gestión de datos que el actual NFC, con mayor alcance, un sistema AA o Activo hacia Activo, dentro de la frecuencia de 5,8 GHz, y con respuesta inmediata de la acción realizada (débito de crédito almacenado, bancario, etc.).

Para que este sistema pueda tener efecto debería de comprenderse primero una cultura de “buen uso del transporte” donde las personas porten su TAG individual ya que las barreras físicas se eliminarían permitiendo el paso libre a todos los que ingresen y el sistema se encargaría automáticamente de los costos relacionados, y si las personas no se comprometen con el servicio entonces, a falta de matrículas visibles en las personas, sería una pérdida de ingresos permanente.

7.3. Nano Tecnología – Chips subcutáneos

Partiendo de la incertidumbre que deja el anterior sistema, una posible solución sería participar en lo que hoy aparte de ser una realidad podría convertirse en obligatoriedad que es el uso de un chip con tecnología RFID, del tamaño de un grano de arroz y que se implanta

bajo la piel de las personas. A partir del año 2004 con el sistema VeriChip², y las posteriores actualizaciones al mismo y otros sistemas similares, la información individual que se obtiene de los usuarios que participan de este proyecto cada vez es más completa. Principalmente contamos con el número identificador de las personas que al igual que su carnet de identidad es único e intransferible, partiendo de este punto y pudiendo obtener solo dicho número las posibilidades son incalculables. Acceso a cajas y bancos, cuentas personales de ahorro o corrientes, pagos físicos o compras por internet, acceso a instalaciones como agencias, edificios o sistemas de transporte, en general al momento de la escritura del presente proyecto consideramos que a cinco años o un máximo de diez, esta tecnología será la empleada por todas las “Smart Cities” del mundo.

² Tecnología aún en fase de pruebas <http://es.wikipedia.org/wiki/Verichip>



Estudio Económico del Proyecto

El presente PFM, ha incurrido en distintos costos durante su desarrollo por un valor total aproximado de 14,809.65 EUR, (catorce mil ochocientos nueve con 65/100 EUR), los mismos que se detallan a continuación:

	Responsable	Empresa	Núm. Horas	Coste/hora	Materiales	Sub Total
Consultoría	Fonseca A.	UPC	4.00	150.00 €	8.60 €	608.60 €
	Mondelo P.	TMB	16.00	150.00 €	68.80 €	2,468.80 €
Desarrollo	Mencías M.	UPC	150.00	35.00 €	50.00 €	5,300.00 €
	Sandoval A.	UPC	150.00	35.00 €	75.00 €	5,325.00 €
Compras	Amazon.es	Amazon	288.00	- €	30.00 €	30.00 €
	Pedido 1	Amazon	0.00	- €	20.00 €	20.00 €
	Pedido 2	Amazon	0.00	- €	25.00 €	25.00 €
	Pedido 3	Amazon	0.00	- €	35.00 €	35.00 €
Electrónicos	Terminal 1		75.00	0.20 €	10.00 €	25.00 €
	Terminal 2		75.00	0.20 €	10.00 €	25.00 €
	Portátil 1		200.00	0.45 €	180.00 €	270.00 €
	Portátil 2		200.00	0.45 €	150.00 €	240.00 €
	Pc Torre 1		300.00	0.45 €	250.00 €	385.00 €
	Impresiones		5.00	0.45 €	50.00 €	52.25 €
TOTAL						14,809.65 €

Tabla. A.4. Costos Directos de Investigación

Encontrando así que los valores de desarrollo y de consultoría son los más significativos en la creación de un proyecto con fondo de investigación, enfoque administrativo y analítico.

Del mismo modo se incluyen los valores indirectos que afectaron el desarrollo del presente:

Material	Consumo Aprox.	Valor Comercial
Papel Bond	250 hojas	14.82 €
Tinta de Impresora	120 ml.	50.45 €
Ticket de Metro	10 Tickets	99.50 €
Consumo Eléctrico	850 horas	192.13 €
Consumo Internet	2 meses	180.68 €
Envoltorios	paquetería	100.00 €
Envases Plásticos	48 vasos	24.00 €
Otros	variable	150.00 €
	TOTAL	811.58 €

Tabla A.2. Costos Indirectos de Investigación

Con predominancia de consumo eléctrico, el mismo que en España tiene un costo promedio dependiendo del sector de 0,13226 EUR/kWh y que sumado a los gastos administrativos, de mantenimiento y otros alcanza un promedio de 4,5 EUR/kWh.



Impacto Ambiental del Proyecto

Adicional al desarrollo de cada proyecto y de los costos que este genera, un factor muy importante a considerar es como afecta este al medio ambiente, en el caso del presente, al ser un trabajo de investigación con modelo teórico no se podría conjeturar dicho impacto hasta que este sea establecido y puesto en funcionamiento, por lo tanto se presenta un cuadro con la información referente al impacto sufrido durante la creación del proyecto.

Material	Consumo Aprox.	Reciclable	Valor Aprox.
Papel Bond	250 hojas	Si	0.14 €
Tinta de Impresora	120 ml.	No	0.00 €
Ticket de Metro	10 Tickets	Si	0.02 €
Consumo Eléctrico	850 horas	No	0.00 €
Envoltorios	paquetería	Si	0.36 €
Envases Plásticos	48 vasos	Si	0.40 €
Otros	variable	No	0.00 €
	TOTAL		0.92 €

Tabla. A.3. Impacto ambiental del proyecto

Junto con los valores de los materiales posiblemente reciclables, otras características que se podrían considerar es la radiación electromagnética de los puntos de acceso NFC, si esta incide o no, en las personas “permanentemente expuestas” como los agentes de control o las personas que temporalmente lo están.

Posterior también, el impacto del reciclaje de las tarjetas de acceso dependiendo de los materiales escogidos, que en el caso de la tecnología NFC, cumple con la directiva 2002/95/CE [4], sobre la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos. Esta directiva establece la restricción de la concentración de seis sustancias:

- Plomo
- Mercurio
- Cadmio
- Cromo VI
- PBB
- PBDE



Conclusiones

Una buena gestión de un servicio, depende de la capacidad que tenga el sistema de obtener datos relevantes que permitan evaluar, proyectar y dar seguimiento al avance de objetivos. Un servicio público no debe ser necesariamente subsidiado, ya que con una correcta gestión se puede reducir en gran medida el déficit, e incluso, implementar modelos de recaudación adicional como es la publicidad segmentada.

Los sistemas de soporte electrónico como la tecnología RFID, no solo soporta al administrador del servicio, sino que mejora en gran manera la experiencia del usuario al simplificar su interacción con los puntos de validación, medida que influye en la velocidad de acceso y salida del servicio, que hoy en día son los principales cuellos de botella. Así mismo el impacto ambiental que supondría la eliminación de títulos de transporte de materiales desechables.

En el caso de los autobuses, es más relevante al reducir a la mitad o menos, el tiempo promedio que le toma en validar el título a un usuario, no solo acomete en el tiempo que el autobús está detenido en la parada, sino en la velocidad promedio del tránsito urbano, y este a su vez en las emisiones de gases contaminantes, sin mencionar la seguridad que representa para un usuario de la tercera edad, el no tener que detenerse en medio del pasillo para introducir el ticket en la maquina validadora, mientras el autobús retoma su marcha.

La tecnología RFID se encuentra en pleno desarrollo, incrementando la posibilidad de mayores funciones y mayor almacenamiento de datos, incluyendo a programadores particulares que experimentan cada día con el objeto de contribuir al uso de esta tecnología y facilitando al consumidor las opciones más completas que este pueda esperar.

En base a la experiencia que el presente PFM ha nos ha brindado, hemos querido implementar una nueva propuesta de presentación para futuros proyectos, insertando en nuestra portada, un TAG de seguridad abierta, donde en un principio existirá el escalar del resumen del presente y esperamos que permita posteriormente llevar el enlace a un deposito web, donde se puedan incluir todos los trabajos reduciendo el consumo de tintas, papel, y otros materiales perecederos que al concluir su vida útil necesitarían ser reciclados.



Agradecimientos

Principalmente a Dios, por estar presente en todo momento y permitirnos concluir una etapa más de vida junto a los amigos y la familia.

Mauricio: Quiero también agradecer sin ningún orden en particular a Pedro Mondelo, Estrella Nieto, Anthony Matas, Carmen Martínez, y tantos profesores y amigos del departamento de OE, que se permitieron siempre que pudieron, a más de brindar la ayuda requerida a decir, tu puedes. A mi familia por luchar contra la distancia y el horario y responder siempre que la necesite. A esa persona especial que supo ser apoyo total y permanente desde el principio y hasta el final. Y como no a mi compañero Alan que más que un amigo hoy es un hermano, por dedicarse a luchar no solo a mi lado sino en contra mía cuando estaba equivocado... Gracias.

Alan: A mi familia por el apoyo incondicional, que pese a la distancia, siempre estuvieron cerca. A quien en su momento fue la persona que me impulso a abordar el reto de una Maestría, reto que ahora termina con este proyecto. A los varios profesores que ahora los puedo llamar amigos, por la guía expuesta. A todos y cada uno de los que nos ayudaron y nos dedicaron su tiempo, a todos muchas gracias.

Un agradecimiento muy especial a Albert Fonseca, por brindarnos su valioso tiempo y permitirnos contrastar nuestras ideas, aportando la guía definitiva para la consecución de este proyecto.



Bibliografía

Referencias bibliográficas

- [1] MINISTERIO DE FOMENTO. SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDAS. DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE. *El transporte urbano y metropolitano en España*. España, junio 2013, p. 34
- [2] INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION ISO, [http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=31432, 16 mayo de 2015]
- [3] INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION ISO, [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=50942, 16 mayo de 2015]
- [4] DIARIO OFICIAL DE LA UNION EUROPEA. DIRECTIVA 2002/95/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, 27 de enero de 2003 sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos. Unión Europea, febrero 2003, p. 21

Bibliografía complementaria

- RFID POINT, [<http://www.rfidpoint.com/fundamentos/tags-rfid/>, 02 mayo de 2015]
- NXP SEMICONDUCTORS. NFC TIMELINE, [<http://www.nxp.com/techzones/nfc-zone/overview.html>, 05 mayo de 2015]
- FONSECA I MALLOL, ALBERT. DIRECTOR DEL SERVEI DE TECNOLOGIA DE NEGOCI, Reunión Técnico – Académica, 12 de mayo de 2015.
- MINISTERIO DE FOMENTO. SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDAS. DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE. *El transporte urbano y metropolitano en España*. España, junio 2013.