

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

TEMA:

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DE UN DISPOSITIVO DE RADIOFRECUENCIA QUE PERMITA RECOPIRAR INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO VEHICULAR EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO-CASO DE ESTUDIO CIUDAD DE QUITO”

Washington Eduardo Loza Herrera

Quito – 2015

AUTORÍA

Yo, Washington Eduardo Loza Herrera, portador de la cédula de ciudadanía No.1713756524, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se ha respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.



Washington Eduardo Loza Herrera

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que colaboraron en el desarrollo de este proyecto de investigación, en primer lugar a Dios por el don de la vida y por guiar cada día mi camino, a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por brindarme acogida en el desarrollo del periodo académico, al Doctor Phd. Gustavo Chafra Altamirano por su colaboración y predisposición durante el desarrollo de este caso de estudio, a mi Padre y a mi Madre por su apoyo incondicional, su amor y su ejemplo de superación, a mi hermana por sus palabras y ejemplo de constancia, a mis hijos por darme parte de su tiempo para culminar este proyecto personal, a todos mis familiares, amigos y compañeros de la Dirección de Tecnología de Información de la EPMOP por sus consejos profesionales que han sido de mucha utilidad, y todos quienes con sus palabras de aliento supieron aportar al desarrollo del presente trabajo.

Dedicatoria

El presente proyecto está dedicado Dios por cuidar cada día mis pasos, por tomar mis decisiones y hacer su voluntad sobre mí, a mi Padre por el apoyo y su ejemplo que me ha brindado durante mi vida, a mi Madre por su amor, sacrificio y sus palabras de aliento en todo momento, a mis hijos Mateo Raúl y David Sebastián quienes son una de mis razones para seguir creciendo como persona, profesional y como padre, a mi hermana y mi cuñado quienes han estado siempre en las buenas y malas, a mis tíos, mis primos, a mis amigos, y en especial a Tatiana Mosquera quien ha sabido apoyarme durante todo este tiempo.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. ANTECEDENTES	3
4. OBJETIVOS	3
4.1. Objetivo General	3
4.2. Objetivos Específicos.....	4
5. DESARROLLO DE CASO DE ESTUDIO.....	4
5.1. Evaluar las ventajas y desventajas del equipamiento tecnológico utilizado actualmente para el levantamiento de información de circulación vehicular en la ciudad de Quito.....	4
5.1.1. Contador de tráfico de manguera o tubo	4
5.1.2. Sensores de pavimento con lazos de piso o detectores de masa metálica	6
5.1.3. Contador vehicular infrarrojo.....	8
5.1.4. Contadores manuales.....	9
5.2. Analizar el tipo de equipamiento tecnológico requerido para una posible implementación del presente caso de estudio	11
5.2.1. RFID (Radio Frequency Identification).....	11
5.2.2. Sistema con tecnología RFID	11
5.2.3. Tipos de dispositivos TAG.....	12
5.2.3.1. Tag Pasivo.....	13
5.2.3.2. Tag Semi-Pasivo.....	13
5.2.3.3. Tag Activo.....	14
5.2.4. Lector o Radar RFID.....	15
5.2.5. Definición de tipo de equipamiento a utilizar.....	17
5.3. Diseñar la infraestructura requerida para comunicar los pódicos de lectura de datos distribuidos en sectores específicos de la ciudad y el Centro de Gestión de la Movilidad de la EPMMOP	17
5.3.1. Recopilación de Información.....	18
5.3.2. Distribución de pódicos en la ciudad.....	19
5.3.3. Equipamiento para cada Pódico	21
5.3.3.1. Lector o Reader	21
5.3.3.2. Caja Electrónica.....	21
5.3.3.3. Caja Eléctrica	22
5.3.4. Medio de comunicación a utilizarse.....	24

5.3.4.1.	Fibra Óptica Monomodo	25
5.3.4.2.	Estrategia de comunicación	25
5.3.4.3.	Parámetros principales a considerar en la Fibra Óptica	27
5.3.4.3.1.	Atenuación de la Fibra Óptica	27
5.3.4.3.2.	Dispersión de la Fibra Óptica	28
5.3.4.4.	O.T.D.R. (Reflector de Dominio de Tiempo Óptico – Siglas en Inglés).....	29
5.3.5.	Radioenlace	29
5.3.5.1.	Medio de comunicación por Radioenlace.....	30
5.3.6.	Dimensionamiento del Ancho de Banda a utilizarse.....	31
5.3.6.1.	Dimensionamiento General	33
5.3.7.	Costos de Inversión	36
5.3.8.	Aplicativo para analizar la Información.....	38
5.4.	Determinar otras aplicaciones para la utilización de dispositivos de Radiofrecuencia en beneficio de los ciudadanos de la ciudad de Quito.....	39
5.4.1.	Circulación vehicular por el peaje de la vía interoceánica	39
5.4.2.	Servicio de estacionamientos municipales (cubiertos y abiertos)	41
5.4.3.	Información vehicular de cada vehículo	43
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
6.1.	Conclusiones.....	44
6.2.	Recomendaciones	45
7.	BIBLIOGRAFÍA	46
8.	ANEXOS	47

Imágenes

Imagen No. 1	Contador vehicular de tubo ¹	5
Imagen No. 2	Instalación de Contador Vehicular de Manguera o Tubo - Autoría propia	5
Imagen No. 3	Tubo redondo de ¼ de pulgada ²	6
Imagen No. 4	Lazo de piso - Autoría Propia	7
Imagen No. 5	Perforación para canal de lazo de piso y Lazos Preformados para instalación ³ ...	7
Imagen No. 6	Controlador de lazos monocal ⁴	8
Imagen No. 7	Funcionalidad de detectores Infrarrojos ⁵	9
Imagen No. 8	Contadores Manuales ⁶	9
Imagen No. 9	Funcionamiento General de un Sistema RFID ⁷	12
Imagen No. 10	Composición de un Tag Pasivo ⁸	13
Imagen No. 11	Batería Interna de un Tag Pasivo ⁹	14
Imagen No. 12	Tag Activo de frecuencia 5.8Ghz - Autoría Propia	14
Imagen No. 13	Lector RFID para Tag Activo en 5.8 GHz – Autoría Propia	16

Imagen No. 14 Funcionamiento de un lector RFID ¹⁰	16
Imagen No. 15 Componentes de un Pórtico ¹¹	18
Imagen No. 16 Panorámica General	18
Imagen No. 17 Proceso de lectura de un Tag Pasivo en un vehículo ¹²	19
Imagen No. 18 Plano de la ciudad de Quito con la ubicación de los pórticos - Autoría Propia .	20
Imagen No. 19 Estructuras consideradas para la instalación de los pórticos en la ciudad de Quito - Autoría Propia	20
Imagen No. 20 Caja electrónica para pórticos - Autoría Propia.....	22
Imagen No. 21 Caja eléctrica para pórticos - Autoría Propia	23
Imagen No. 22 Tendido de fibra óptica requerido para conectividad de los pórticos - Autoría Propia	24
Imagen No. 23 Estructura de una Fibra Óptica Monomodo ¹³	25
Imagen No. 24 Nodos de Comunicación - Autoría Propia.....	26
Imagen No. 25 Tendido de Fibra Óptica en Estrella - Autoría Propia	26
Imagen No. 26 Estructura de Fibra Óptica CNT-EP - Autoría Propia	27
Imagen No. 27 Dispersión de la Señal en la Fibra Óptica ¹⁵	28
Imagen No. 28 Dispersión Cromática de la Señal en una Fibra Óptica Monomodo ¹⁵	28
Imagen No. 29 Equipo O.T.D.R. ¹⁶	29
Imagen No. 30 Esquema General de un Radio Enlace ¹⁷	29
Imagen No. 31 Estructura de comunicación con Radioenlace - Autoría Propia	30
Imagen No. 32 Antenas de Radioenlace de 5,8 GHz utilizadas por la EPMOP - Autoría Propia	31
Imagen No. 33 Ejemplo de un EPC de 96 bits ¹⁹	32
Imagen No. 34 Imagen demostrativa de herramienta QlikView ²⁰	39
Imagen No. 35 Sistema de Telepeaje de Multicarriles ²¹	40
Imagen No. 36 Ingreso a Estacionamiento La Ronda - Centro Histórico - Autoría Propia	42

Tablas

Tabla No. 1 Ventajas y Desventajas de los tipos de contadores viales - Autoría Propia.....	11
Tabla No. 2 Tabla comparativa de los Tipos de Tags - Autoría Propia	15
Tabla No. 3 Equipos requeridos para cada pórtico - Autoría Propia.....	21
Tabla No. 4 Componentes de la Caja Electrónica - Autoría Propia	22
Tabla No. 5 Componentes de la Caja Eléctrica - Autoría Propia	23
Tabla No. 6 Ventajas y Desventajas de uso de Radioenlace ¹⁸	31
Tabla No. 7 Cantidad de vehículos que circulan diariamente por los ejes longitudinales - Autoría Propia	32
Tabla No. 8 Dimensionamiento del tamaño del canal de comunicación para los ejes longitudinales - Autoría Propia	33
Tabla No. 9 Dimensionamiento general del equipamiento para cada pórtico - Autoría Propia	36
Tabla No. 10 Costos de inversión por cada pórtico - Autoría Propia	37
Tabla No. 11 Costos Total de Inversión - Autoría Propia	38
Tabla No. 12 Estacionamientos del Centro Histórico ²²	41
Tabla No. 13 Red de Estacionamientos Abiertos ²²	42

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Quito como muchas ciudades en el mundo ha tenido un crecimiento poblacional acelerado en donde la demanda de movilización para los ciudadanos ha crecido de una manera acelerada, y donde algunas familias han podido adquirir un vehículo para su transportación; hecho que conlleva a que el parque automotor incremente su volumen ocasionando, un incrementando en el índice de tráfico dentro del Distrito Metropolitano de Quito.

La forma y ubicación donde se encuentra asentada la ciudad de Quito la cual está rodeada por montañas, ocasiona que su única alternativa de crecimiento sea hacia los valles aledaños o sus extremos norte como sur, manteniendo la misma cantidad de vías sin poder considerar nuevos proyectos viales dentro de la ciudad.

Esto ha ocasionado que se consoliden rutas de evacuación del centro de la ciudad hacia las grandes arterias de circulación perimetral como son las autopistas que circunvalan toda la ciudad como la Nueva vía Oriental o la Avenida Mariscal Sucre, principales ejes longitudinales que permiten una alternativa de desfogue hacia los valles de los Chillos, Tumbaco o hacia los sectores Norte como Sur de la capital.

Otra alternativa utilizada como desfogue vehicular es la vía del túnel Oswaldo Guayasamín la cual desemboca en el Peaje de la Vía Interoceánica, y a su vez permite la comunicación de la ciudad con los valles de Cumbayá, Tumbaco y sus alrededores, la conexión hacia la Nueva Vía Oriental y por ende con los valles Conocoto, el Valle de los Chillos, Sangolquí, entre otros; permitiendo un mayor flujo y descongestionamiento de la ciudad.

La circulación por la vía del túnel Guayasamín tiene un costo por su utilización, dinero recaudado por el Peaje de la Vía Interoceánica y que permite a la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMP) reinvertirlo en el mantenimiento de la Vía Interoceánica la misma que es parte del anillo vial que permite la comunicación hacia donde actualmente se encuentra ubicado el Nuevo Aeropuerto Mariscal Sucre (Sector de Tababela) y sus alrededores.

Sin embargo, donde mayormente se encuentra la población realizando sus actividades cotidianas es cercano a los sectores financieros estratégicos, dependencias públicas, oficinas, instituciones educativas, centros de diversión, lugares que se localizan dentro de la ciudad; lo que produce que exista, un alto grado de circulación vehicular produciendo tráfico y congestión, factores que afecta a todos los ciudadanos que vivimos en la capital.

En tales circunstancias el Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito ha buscado alternativas para mejorar el tema de circulación en la ciudad de Quito, ejecutando planes emergentes como el incremento de unidades masivas de transporte público (unidades vehiculares de servicio público para los corredores exclusivos existentes), la ejecución de carriles unidireccionales de circulación conocidos como "Contraflujos" y normativas como la restricción "Pico y Placa" para aminorar de alguna manera la tasa del parque automotor circulante de manera diaria.

Estas soluciones de alguna manera han aminorado la cantidad de vehículos circulantes, sin embargo; aún se mantienen los problemas de circulación en muchas de las calles y avenidas principales, donde la problemática de no tener alternativas viales para descongestión hace que cada día sea más complicado transportarse por las vías de la ciudad.

Por las circunstancias anteriormente descritas el presente trabajo mostrará un Estudio de Factibilidad de la utilización de un dispositivo de Radiofrecuencia con la finalidad de poder recopilar información del comportamiento del tránsito considerando la cantidad de vehículos que circulan por algunas calles y avenidas; y con ello utilizar dicha información para que, las

autoridades responsables del tránsito de Quito analicen y busquen mejoras o alternativas a la circulación vehicular dentro de la ciudad.

2. JUSTIFICACIÓN

En el Distrito Metropolitano de Quito existen alrededor de 468.000 unidades vehiculares que circulan por las calles y avenidas de la ciudad de Quito, que están divididas en vehículos livianos, unidades de transporte público urbano siendo estos buses de servicios público, buses y furgonetas de servicio escolar, taxis urbanos, taxis ejecutivos, unidades de servicio inter-parroquiales, intra-parroquiales y motos.

La Alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito considerando la necesidad de mejorar la circulación de vehículos dentro de la ciudad, implementó la medida “PICO y PLACA” a partir de Abril del 2010 mediante ordenanza No. 017, donde por un día a la semana los vehículos particulares no pueden circular de acuerdo al último dígito del número de la placa, en dos turnos definidos entre las 7:00 y las 9:30 y entre las 16:00 y hasta las 19:30, considerando que en esta restricción están excluidos taxis, transporte público e institucional, vehículos de emergencias, del cuerpo diplomático y del Presidente y Vicepresidente de la República.

En la mismo horario de la medida “Pico y Placa” se aplica en sectores específicos como en el centro histórico, la avenida Oriental y en la Avenida Occidental (Sector de los Túneles hasta los dos puentes) el “Contraflujo” que no es más que, el habilitar un carril adicional para la circulación hacia el ingreso o salida al centro-norte de la ciudad.

Por tal razón existe la necesidad de buscar y analizar nuevas herramientas tecnológicas que permitan a las autoridades seccionales obtener información en línea sobre el comportamiento del tránsito y tráfico en calles y avenidas principales; lo que permitiría a las autoridades, generar planes de recirculación vehicular o en su defecto nuevas rutas de descongestión vehicular.

El presente trabajo busca utilizar tecnología de telecomunicaciones disponibles para poder recabar información en tiempo real del comportamiento vehicular que circula en sectores específicos de la ciudad de Quito; donde esta información pueda ser analizada por expertos en tránsito y así, desarrollar trabajos conjuntos entre las Empresas Públicas Municipales responsables del ordenamiento del tránsito vehicular.

Considerando esta necesidad se ha propuesto el estudio del uso de dispositivos de radiofrecuencia que serán leídos (censados) mediante pórticos instalados en varias avenidas y/o calles principales de la capital; acción que permitirá recabar información de cada vehículo que circula por dichas avenidas lo que permitiría con la referida, realizar un análisis para proponer alternativas de descongestión vehicular.

Además dentro de la propuesta del presente caso de estudio, se analizará nuevas alternativas de uso de un dispositivo de radiofrecuencia para las necesidades que tiene el Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito como por ejemplo, en la utilización del mismo dispositivo para la circulación por el Túnel Oswaldo Guayasamín sin necesidad de un cobro manual que se realiza en el Peaje de la Vía Interoceánica; otro caso de uso podría ser en la revisión vehicular donde el dispositivo pueda albergar datos informativos de cada vehículo(Número de chasis, número de motor, propietario, tipo, placa, dirección del propietario, etc..), proceso de uso de estacionamientos municipales con cobro automático (siempre y cuando el usuario acepte dicho servicio), entre otros...

En la actualidad no existen trabajos similares que permitan obtener, analizar y cuantificar información de la circulación en ciudades utilizando este tipo de tecnología a nivel nacional; sin

embargo, existen pruebas de utilización en México, Argentina, Chile pero están enfocados hacia la instalación en peajes automáticos en vías de alto tráfico que requieren mantener un servicio sin efectuar detenciones vehiculares para el respectivo cobro por uso (conocidos como FREE FLOW).

La importancia de este estudio radica en la utilización de la tecnología para proponer mejoras en la circulación vehicular, evitando congestionamientos de vías y avenidas principales y ejecutar planes alternativos de descongestionamiento vehicular del centro de la ciudad en bienestar de los ciudadanos.

3. ANTECEDENTES

El presente trabajo evidencia la posibilidad de uso de un dispositivo de radio frecuencia en cada vehículo que circula dentro del Distrito Metropolitano de Quito lo que permitiría conocer el volumen de circulación vehicular por varias calles o avenidas principales dentro de la ciudad de Quito. Su uso permitiría a las empresas públicas responsables del tránsito, analizar la información obtenida y ejecutar modelos de tráfico que aporten a propuestas de mejoramiento del tránsito en la ciudad de Quito.

Su principal objetivo es conocer el comportamiento de la circulación de los vehículos por calles y avenidas en horarios específicos; información que permitiría a especialistas en tránsito, ejecutar un análisis y tomar acciones referente a desfogue, redirección de tráfico, análisis de uso vial, entre otros..

Su operación consiste en una red de lectores RFID ubicados en sectores estratégicos dentro de la ciudad de Quito los cuales capturen la información almacenada en cada dispositivo de Radiofrecuencia instalado en cada vehículo que circula dentro de la ciudad.

Cada lector está directamente enlazado a un canal de comunicación de datos que enviará la información obtenida hacia un servidor ubicado en el Centro de Gestión de la Movilidad de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas.

Existen varios equipos a nivel nacional como contadores de tráfico portátiles, de espiras, de tubo sobre-expuesto (contador por pulso de aire), sensores infra-rojos, entre otros; sin embargo por sus altos costos por mantenimiento, costos operativos y factores de pérdida o robo, hacen que se busque mejores alternativas tecnológicas que ayuden a obtener información útil que permita mejorar el tráfico en la ciudad.

El presente caso de estudio propone el uso de dispositivos de radio frecuencia, sin afectar económicamente a los ciudadanos de Quito lo que permitirá a las autoridades del Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, implantar el uso de una herramienta tecnológica que sirva para una toma de decisiones en lo que a tránsito se refiere.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Realizar un estudio de factibilidad del uso de un dispositivo de radiofrecuencia que permita recopilar información para el análisis del comportamiento vehicular en el Distrito Metropolitano de Quito - Caso de estudio Ciudad de Quito.

4.2. Objetivos Específicos

1. *Evaluar las ventajas y desventajas del equipamiento tecnológico utilizado actualmente para el levantamiento de información de circulación vehicular en la ciudad de Quito.*
2. *Analizar el tipo de equipamiento tecnológico requerido para una posible implementación del presente caso de estudio.*
3. *Diseñar la infraestructura requerida para comunicar los pódicos de lectura de datos distribuidos en sectores específicos de la ciudad y el Centro de Gestión de la Movilidad de la EPMMOP*
4. *Determinar otras aplicaciones para la utilización de dispositivos de Radiofrecuencia en beneficio de los ciudadanos de la ciudad de Quito*
5. *Realizar un artículo técnico referente al estudio de factibilidad del uso de un dispositivo de radiofrecuencia que permita recolectar información para el análisis del comportamiento vehicular en la ciudad de Quito.*

5. DESARROLLO DE CASO DE ESTUDIO

Primeramente se analiza las ventajas y desventajas que tienen algunos tipos de equipos tecnológicos que son utilizados para realizar conteos vehiculares, permitiendo así analizar el tipo de equipamiento sugerido para una posible implementación en el presente caso de estudio; lo que permitiría ejecutar un diseño de la infraestructura de comunicaciones utilizando fibra óptica o Radioenlace para su intercomunicación. Además, se determinará nuevas aplicaciones donde los dispositivos de radiofrecuencia puedan también ser utilizables y beneficiosos para los ciudadanos de la ciudad de Quito.

5.1. *Evaluar las ventajas y desventajas del equipamiento tecnológico utilizado actualmente para el levantamiento de información de circulación vehicular en la ciudad de Quito*

Las herramientas tecnológicas han ido avanzando a pasos agigantados lo que ha permitido que sus innovaciones sean utilizadas en pro-mejora de la calidad de vida de las personas, haciendo de su uso una forma más sencilla de realizar algunas actividades, en servicios de la humanidad.

Para el caso de estudio se evidencian los equipamientos tecnológicos que son utilizados para conteos vehiculares considerando sus ventajas y desventajas, y los cuales se detalla a continuación:

5.1.1. *Contador de tráfico de manguera o tubo*

Este tipo de equipos son utilizados en vías y/o avenidas por la facilidad que permiten tanto para su instalación, portabilidad, capacidad de almacenamiento y su componente de alimentación de energía (integra un panel de alimentación de energía solar); lo que permite, mantener su autonomía de energía por un tiempo prolongado dependiendo de las condiciones

climáticas (en base al uso en la ciudad se ha mantenido la recopilación de información con un tiempo máximo de 7 días).



Imagen No. 1 Contador vehicular de tubo ¹

Estos contadores utilizan un sistema de mangueras (tubos) que mediante la presión que genera el paso de los neumáticos de los vehículos sobre ella, forma pulsos de aire lo que permite recabar la información de la circulación vehicular por el carril donde se encuentran instalados.



Imagen No. 2 Instalación de Contador Vehicular de Manguera o Tubo - Autoría propia

La durabilidad y por ende funcionalidad de este tipo de equipamiento para la recopilación de información del tráfico vehicular están estrictamente ligados al tipo de material con el cual está elaboradas estas mangueras (tubos) lo que definirá su vida útil y el tiempo en el cual podría recabarse información, teniendo los siguientes factores:

- Condiciones climáticas que afecten al compuesto de la manguera (efectos del ozono, luz ultravioleta, clima del sector),
- Tipo de tráfico vehicular que circularía sobre la misma,
- Tipo de asfalto de la cual está construida la vía donde se realizaría la instalación.

1. <http://diamondtraffic.com/product/Apollo>



Imagen No. 3 Tubo redondo de ¼ de pulgada ²

La ventaja de utilizar este tipo de equipos son:

- *Este equipo es portable puesto que puede ser instalado en cualquier intersección vial de manera rápida, sin mucha complejidad, obteniendo información de manera inmediata.*
- *No requiere de una alimentación eléctrica puesto que cuenta con un panel solar que alimenta sus baterías y permite obtener su autonomía de corriente eléctrica.*

Las desventajas de este tipo de equipos son:

- *Los costos generados por la cantidad de manguera a requerirse y del tipo de compuesto con la que deba ser fabricada, para su posterior importación y respectiva compra.*
- *Por tener estructura portable existe la posibilidad de robos o daños al respectivo equipo, haciéndolo susceptible a la pérdida de la información y pérdida de la inversión en estos dispositivos.*
- *Su tamaño de almacenamiento es limitado, requiriendo se realice un proceso de descarga de datos del mismo, de manera continua o periódica según la capacidad con la cual está (cada 7 días).*
- *La posibilidad de obtener una clasificación de vehículos está estrictamente ligada a la complejidad de su instalación, requiriendo de mayor cantidad de insumos (cantidad y tipo de tubos o mangueras utilizadas); así como, de mantener un personal que conozca de la programación y configuración del mismo.*

5.1.2. Sensores de pavimento con lazos de piso o detectores de masa metálica

Su funcionalidad se basa en la instalación del interior de la capa asfáltica un lazo o anillo con el cual se pueda obtener mediante la constancia de volumen de masa metálica de cada vehículo que circula sobre cada carril; obteniendo mediante dicho proceso, la cantidad de vehículos que circulan por el carril donde se encuentre instalado este equipo.

2. <http://www.sistemasdepesaje.com/tubos-neumaticos-para-relizacion-de-aforos.html>



Imagen No. 4 Lazo de piso - Autoría Propia

El ancho del canal como su profundidad donde podría ser ubicado este tipo de lazos dependerá de la cantidad de vueltas que la fibra óptica deba ser realizada para poder obtener el volumen de cada vehículo. Normalmente los rangos del ancho se encuentran entre 15 a 40 milímetros de ancho del canal y entre 30 y 50 milímetros de profundidad; considerando que existen actualmente lazos preformados para su instalación. Para el proceso de sellado debe considerarse un sellante apropiado acorde a la carpeta asfáltica pudiendo ser un sellante de poliuretano, resina epóxica, entre otros.

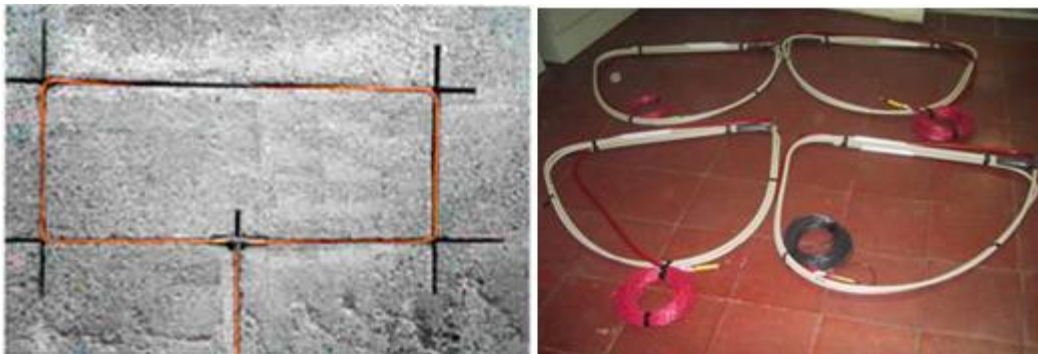


Imagen No. 5 Perforación para canal de lazo de piso y Lazos Preformados para instalación ³

Estos lazos deben obligatoriamente estar conectados a un controlador el cual alimente y genere una señal tanto de entrada como de salida con lo que, establecida una lógica de entrada/salida de relés, permita su almacenamiento y por ende su cuantificación.

Las características de estos controladores dependerá mucho del objetivo inicial para el cual fueron adquiridos por cuanto este tipo de equipamiento dependiendo de sus características podrían tener mayores ventajas como recopilar información de la cantidad de vehículos, peso, volumen (de manera general para clasificación vehicular), tiempo de permanencia, entre otros; lo que a la final hacen que este tipo de controladores defieran sus precios en base a las necesidades iniciales.

3. <http://www.sistemasdepesaje.com/lazos-inductivos-permanentes.html>



Imagen No. 6 Controlador de lazos monocanal⁴

Sus principales ventajas en el uso de este tipo de equipos son:

- *Cuantificar la cantidad de vehículos,*
- *Obtener el peso del vehículo que se encuentre sobre el lazo de piso,*
- *Cuantificar el volumen (de manera general para clasificación vehicular),*
- *Obtener el tiempo de permanencia del vehículo sobre el respectivo lazo de piso.*

Las desventajas de este tipo de equipamiento son:

- *En muchos casos y por temas de repavimentación de las vías los lazos son destruidos haciendo que se deba instalar nuevamente para su uso, ocasionando nuevos costos por obra civil, instalación, nuevos implementos, entre otros.*
- *Para obtener una clasificación por medio del volumen vehicular, sería necesario instalar varios lazos de piso sobre un mismo carril, haciendo de este un dato más referencial.*
- *Los lazos preformados tienen un tiempo de vida útil debiendo ser cambiados dependiendo de su estado (podrían sufrir cortes o roturas por fricciones en la estructura del lazo).*

5.1.3. Contador vehicular infrarrojo

Los contadores vehiculares infrarrojos funcionan mediante la comparación entre la radiación térmica que emiten los vehículos que circulan por el carril en el cual se encuentra la configuración de la zona de detección específica (haz infrarrojo); permitiendo así, obtener datos que permitan cuantificar la circulación vehicular en dicha vía.

4. <http://www.sistemasdepesaje.com/controladores-para-lazos-inductivos.html>

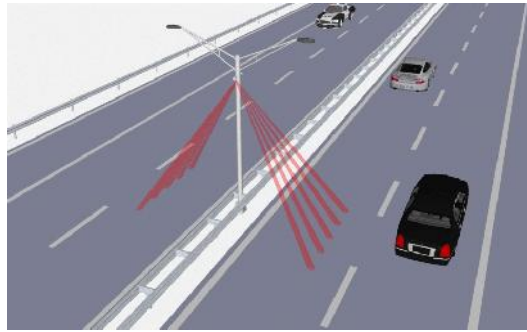


Imagen No. 7 Funcionalidad de detectores Infrarrojos ⁵

Las ventajas de este tipo de equipos son:

- Volumen de tráfico,
- Velocidad,
- Tipo de vehículos según sus longitudes,

Las desventajas que presentan estos equipos son:

- Funcionan para un solo carril de la vía por lo que la solución se hace muy costosa,
- No diferencian entre vehículos de transporte público y un camión de las mismas dimensiones(largo),

5.1.4. Contadores manuales

Este tipo de contadores son los menos utilizados por el margen de error que genera la recopilación de información por cuanto se lo realiza mediante la acción manual de una persona; donde dependiendo del equipamiento a ser utilizado podría almacenarse la información en el mismo equipo; o en otros casos, luego del conteo deberá transcribir el valor total del contador a un registro manual.

Sin embargo, no dejan de ser útiles y parte de las soluciones utilizadas hasta el momento para cuantificar volúmenes de vehículos en calles o vías de segundo orden en un determinado tiempo; en base a requerimientos de fiscalizaciones, para el análisis del flujo vehicular en algunos sectores específicos.



Imagen No. 8 Contadores Manuales ⁶

5. <http://www.adec-technologies.ch/TDC1-PIR.81.0.html?&L=3>

6. <http://diamondtraffic.com/product/Microtally>

Una ventaja de este tipo de equipo es:

- La facilidad de uso en la cuantificación vehicular en un tiempo determinado (horas específicas).

La desventaja de este tipo de equipos es:

- La posibilidad del error humano en su cuantificación por realizar un movimiento manual; donde los datos recabados podrían no ser veraces, haciendo de la información solamente referencial.

Por ser un levantamiento manual realizado por un movimiento motriz de una persona, no podría generarse un levantamiento de información en un tiempo prolongado; por lo que la generación de una cuantificación diaria o semanal, implica el trabajo de un grupo de personas para conseguirlo.

TABLA DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TIPOS DE CONTADORES VIALES		
Tipo de Contadores	Ventajas	Desventajas
Contador de tráfico de manguera o tubo.	<i>Equipo portable que puede ser instalado en cualquier intersección vial de manera rápida, sin mucha complejidad, obteniendo información de manera inmediata.</i>	<i>Los costos generados por la cantidad de manguera a requerirse y del tipo de compuesto con la que deba ser fabricada, para su posterior importación y respectiva compra.</i>
	<i>No requiere de una alimentación eléctrica puesto que cuenta con un panel solar que alimenta sus baterías y permite obtener su autonomía de corriente eléctrica.</i>	<i>Por ser portable existe la posibilidad de robos o daños al respectivo equipo, haciéndolo susceptible a la pérdida de la información y pérdida de la inversión en estos dispositivos.</i>
Sensores de pavimento con lazos de piso o detectores de masa metálica.	<i>Cuantificar la cantidad de vehículos.</i>	<i>Por repavimentación de las vías los lazos son destruidos haciendo que se deba instalar nuevamente para su uso, ocasionando nuevos costos por obra civil, instalación, nuevos implementos, entre otros.</i>
	<i>Obtener el peso del vehículo que se encuentre sobre el lazo de piso.</i>	<i>Para una clasificación por medio del volumen vehicular, sería necesario instalar varios lazos de piso sobre un mismo carril, haciendo de este un dato más referencial.</i>
	<i>Cuantificar el volumen (de manera general para clasificación vehicular). Obtener el tiempo de permanencia del vehículo sobre el respectivo lazo de piso.</i>	<i>Los lazos preformados tienen un tiempo de vida útil debiendo ser cambiados dependiendo de su estado (podrían sufrir cortes o roturas por fricciones en la estructura del lazo).</i>
Contador vehicular infrarrojo.	<i>Volumen de tráfico.</i>	<i>Funcionan para un solo carril de la vía por lo que la solución se hace muy costosa,</i>
	<i>Velocidad.</i>	<i>No diferencian entre vehículos de transporte público y un camión de las mismas dimensiones(largo),</i>
	<i>Tipo de vehículos según sus longitudes.</i>	

Contadores Manuales	<i>La facilidad de uso en la cuantificación vehicular en un tiempo determinado (horas específicas).</i>	<i>La posibilidad del error humano en su cuantificación por realizar un movimiento manual; donde los datos recabados podrían no ser veraces, haciendo de la información solamente referencial.</i>
----------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla No. 1 Ventajas y Desventajas de los tipos de contadores viales - Autoría Propia

5.2. Analizar el tipo de equipamiento tecnológico requerido para una posible implementación del presente caso de estudio

Como se ha podido observar, existen varios equipamientos que permiten ejecutar una recopilación de información sobre la cuantificación de la circulación vehicular; sin embargo, ninguno de los analizados al momento, ha permitido que la información recabada pueda ser utilizada y analizada en línea permitiendo conocer el comportamiento vehicular en horas específicas y con ello, poder tomar acciones que permitan aminorar los problemas de tráfico.

Por tal razón el presente estudio permite conocer una alternativa tecnológica que pueda ser útil no solo para conocer el estado de circulación vehicular sino también, utilizar el mismo dispositivo para nuevas alternativas de uso.

5.2.1. RFID (Radio Frequency Identification)

Como sus siglas lo indican es un sistema de identificación por medio de radio frecuencia, donde para su uso, identificación y/o almacenamiento, requiere de dispositivos adicionales como etiquetas o comúnmente conocidos como Tags.

Su principal objetivo de la tecnología RFID es transmitir la información almacenada en un objeto por medio de ondas de radio frecuencia, siendo estos objetos una etiqueta RFID que es un adhesivo en el cual tiene inmerso una antena con un dispositivo de almacenamiento (microchip) que, mantiene información que puede ser leída por un receptor de RFID.

5.2.2. Sistema con tecnología RFID

Los sistemas RFID están compuestos por dos elementos principales como son un lector, sensor o radar de lectura-escritura o simplemente lectura y una etiqueta RFID (o TAG) que también puede ser lectura-escritura o solo lectura.

Estas etiquetas o también conocidos como TAGS tienen varias características de composición las cuales dependiendo de su aplicación o uso, pueden diferenciarse según sus características, siendo algunas de ellas:

- Capacidad de almacenamiento,
- Velocidad de transmisión de datos,
- Tipo de composición o elaboración (dependiendo donde van a ser ubicados),
- Posibilidad de tener integrado una batería de energía,
- Posibilidad de lectura o lectura-escritura, entre otros...

Así mismo el lector, sensor o radar utilizado para poder leer este tipo de TAGS está constituido por algunos componentes principales como un módulo de radiofrecuencia que funciona al mismo nivel de frecuencia que los TAGS para que puedan ser leídos, una unidad de control y un módulo de acople entre el lector y el dispositivo TAG.

Muchos lectores en la actualidad cuentan con interfaces de comunicación (como por ejemplo RS232, RS485, entre otros) que permiten enviar la información recopilada de cada registro de un dispositivo TAG registrado, para luego ser descargado hacia un computador o posiblemente a una base de datos.

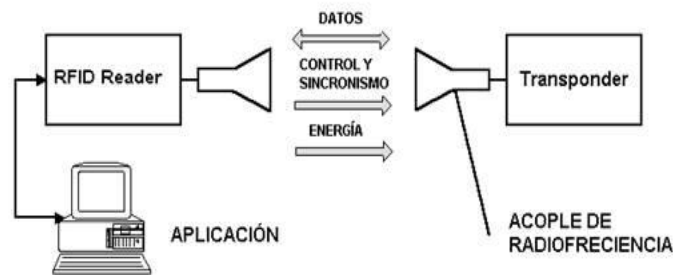


Imagen No. 9 Funcionamiento General de un Sistema RFID ⁷

En la gráfica anterior se muestra como es el funcionamiento de un sistema RFID donde, el lector emite señales de radiofrecuencia para poder alimentar al receptor, transponder o comúnmente conocido como dispositivo TAG; de tal manera que el lector, reciba los datos almacenados en el dispositivo TAG los cuales serán remitidos hacia un computador o almacenados a una base de datos.

Ahora es importante conocer el uso o aplicación que se desee brindar con esta tecnología pues de ello, dependerá mucho el costo de inversión en la adquisición o compra de los equipos necesarios; implicando también definir el tipo de receptor o dispositivos TAG considerando que, el mismo fabricante inserta en cada dispositivo TAG, un código de identificación encriptado único haciéndolos, seguros e inclonables.

5.2.3. Tipos de dispositivos TAG

Existen 3 tipos de dispositivos TAG que dependiendo su aplicación a donde van a ser utilizados y las necesidades o características que deben contener cada uno de ellos, se subdividen en los siguientes:

- TAG Pasivos,
- TAG Semi-pasivo,
- TAG Activo.

7. <http://www.monografias.com/trabajos76/gestionar-disponibilidad-autos-forma-automatica/gestionar-disponibilidad-autos-forma-automatica.shtml>

5.2.3.1. Tag Pasivo

Los Tag Pasivos no tienen fuente de alimentación, donde el lector emite una señal electro magnética que genera una corriente que permite al Tag pasivo, obtener corriente y con ello emitir la información contenida en el hacia el respectivo lector.

Por no tener energía propia en su dispositivo su nivel de lectura-escritura es muy restringido, ocasionando incluso la limitación en su distancia de lectura que para estos Tags, están en un rango de entre los 10 centímetros hasta los 10 metros como máximo dependiendo de la frecuencia en la que estén trabajando.

La composición de este tipo de Tags se encuentra basada en varios anillos (lazos) de cobre en su interior que realizan la función de antena y esta a su vez, se encuentra conectada a un microchip que contiene una codificación de fábrica.

La única manera de poder leer el contenido de estos dispositivos es por medio de un lector (radar) que trabaje a la misma frecuencia que el Tag pasivo, considerando que los dispositivos actuales trabajan en un rango de frecuencia de 2,4 GHz.

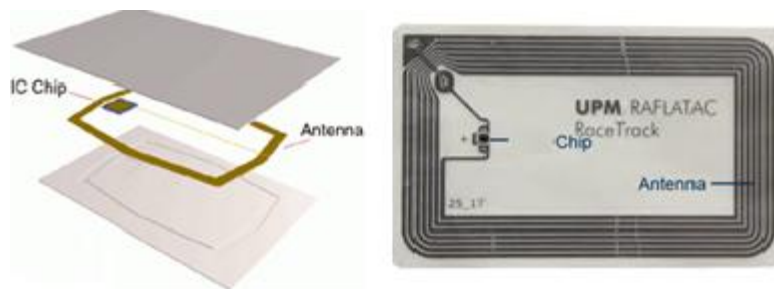


Imagen No. 10 Composición de un Tag Pasivo ⁸

Su vida útil depende mucho del ambiente de instalación y de la fabricación con la cual es realizado, considerando factores climáticos de uso o incluso de manipulación; sin embargo, por su estructura de fabricación su costo es menor en comparación a otros tipos de Tags.

5.2.3.2. Tag Semi-Pasivo

Los Tag Semi-pasivos contienen en su interior una batería (similar a los Tag Activos) la cual permite alimentar de energía tanto a su antena como a su microchip permitiendo así la comunicación con su lector RFID; y donde este lector, emite una señal de radiofrecuencia permitiendo mejorar el tiempo de lectura de este dispositivo e incrementando la distancia de cobertura.

Considerando su fuente de energía propia en este tipo de Tags permiten que su capacidad de almacenamiento crezca e incluso, pueda realizar mejoras en el procesamiento de información; sin embargo, el hecho de incluir una batería en su composición hace que este tipo de Tags, incrementen su valor unitario haciendo su utilización en aplicaciones específicas con un monto de inversión de capital considerable.

8. <http://www.monografias.com/trabajos101/tecnologia-nfc/tecnologia-nfc.shtml>



Imagen No. 11 Batería Interna de un Tag Pasivo⁹

El tiempo de duración de la batería que contiene los Tags Semi-pasivo bordea entre los 2 y 5 años; lo que hace que, este dispositivo tenga obligatoriamente un proceso de mantenimiento o cambio de la misma al finalizar su tiempo de vida útil.

5.2.3.3. Tag Activo

Los Tag Activos contiene en su interior un batería que a diferencia de los Tags Semi-pasivos, la batería interna alimenta no solo al microchip sino también brinda energía a su antena lo que lo hace autosustentable por sí mismo; funcionalidad que permite que el Tag Activo pueda ser leído a grandes distancias por su lector, a diferencia de los Tags pasivos.

Por contener este tipo de alimentación propia, los Tags Activos contienen una mayor cantidad de almacenamiento (128Kbytes (1 millón de bits)) lo que podría albergar nuevas funciones de procesamiento o incluir otro tipo de sensores que permita obtener datos como por ejemplo humedad, temperatura, movimiento entre otros.

El Tags activos tienen una mejor relación señal/ruido pues puede utilizar la banda ancha y la prolongación de su espectro de comunicación para poder mejorar su rendimiento, gracias a su batería interna y a su composición ya que este tipo de Tags, son utilizados para entornos difíciles con cercanías de metales y con necesidades de comunicación a varios metros.

Su banda de frecuencia de uso para los Tags Activos funciona tanto para la banda de frecuencia de 2,4Ghz y también para la de 5,8Ghz siendo este último, el más utilizado actualmente por su capacidad de mayor cobertura y lectura a distancias considerables.



Imagen No. 12 Tag Activo de frecuencia 5.8Ghz - Autoría Propia

9. http://rfid.aitex.es/info_rfid/tags.php

El tiempo de vida útil de la batería que alberga este tipo de Tags bordea entre los 5 y 7 años según las especificaciones requeridas a su fabricante; lo que al final hace que su valor unitario tenga un alto costo (Tag Activo entre 29 y 36 dólares por unidad) en relación al Tag Semi-pasivo y el Tag Pasivo (Tag Semi-pasivo entre 25 y 32 dólares por unidad y Tag Pasivo entre 8 y 16 dólares por unidad).

TABLA COMPARATIVA TIPO DE TAGS			
Parámetros	Tags Pasivos	Tags Semi-pasivos	Tags Activos
Fuente de alimentación	Energía RF del lector	Batería interna	Batería interna
Disponibilidad de la alimentación	En presencia de señal de RF	Continua	Continua
Fuente de transmisión	Energía RF del lector	Energía RF del lector	Transmisor alimentado por batería interna
Potencia del lector	Elevada (dentro de los límites legales)	Media	Baja
Tamaño	Pequeño	Mediano	Mediano - Grande
Peso	Pequeño	Mediano	Mediano - Grande
Costo	Muy bajo - entre 8 y 16 dólares	Alto - entre 25 y 32 dólares	Muy alto - entre 29 y 36 dólares
Rango de lectura	De centímetros a metros	Metros	Decenas de metros
Lecturas múltiples	Pocos cientos de Tags a una velocidad reducida	Cientos de Tags a velocidad moderada	Miles de Tags a velocidad elevada
Almacenamiento de información	Pocos bytes en modo lectura/escritura	Cientos de bytes en modo lectura/escritura	De cientos a miles de bytes en modo lectura/escritura con búsqueda y acceso
Vida del Tag	10 años o más	5 - 10 años	2 - 7 años

Tabla No. 2 Tabla comparativa de los Tipos de Tags - Autoría Propia

5.2.4. Lector o Radar RFID

El lector RFID es un dispositivo que permite leer o escribir dependiendo de su necesidad información sobre las Tags los mismos que deberán ser compatibles con el respectivo lector.

Para el uso de lectura de Tag Pasivos o Semi-pasivos, el lector RFID debe tener la posibilidad de poder enviar una señal de radiofrecuencia el cual brinde corriente a los dispositivos Tags para que, puedan reenviar una señal de retorno con la información que ellos contengan.



Imagen No. 13 Lector RFID para Tag Activo en 5.8 GHz – Autoría Propia

En caso de que el lector tenga la posibilidad de ejecutar una lectura-escritura y por ende el respectivo Tag tengas las mismas características, el lector enviará una señal de radiofrecuencia que alimentará de corriente al Tag con lo que emitirá la información contenida en su memoria; para con ello, el lector podrá reenviar información al respectivo Tag para que pueda ser escrita y almacenada.

El proceso de lectura-escritura para estos dispositivos conlleva un tiempo de milisegundos imperceptible para el ser humano; sin embargo, para que se ejecute dicho trabajo el Tag debe estar dentro del rango de cobertura del lector (entre un mínimo de 10 centímetros y hasta un máximos de 10 metros), caso contrario la transacción no se ejecutará y podría existir pérdida de la información a ser almacenada.

Para los lectores de Tags Activos no es necesario que el lector emita una señal de corriente puesto que el mismo Tag Activo por tener integrada una batería que es la que alimenta tanto a la antena del Tag como a su microchip y donde ejecuta la sincronización con el lector haciendo que este, pueda comunicarse a distancias considerables dependiendo del alcance del lector (rango aproximado de entre 1 y 15 kilómetros).

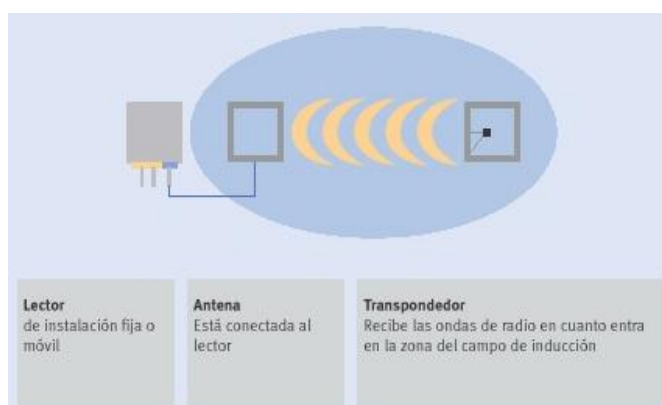


Imagen No. 14 Funcionamiento de un lector RFID ¹⁰

10. <http://www.it.uc3m.es/jmb/RFID/rfid.pdf>

5.2.5. Definición de tipo de equipamiento a utilizar

Una vez que se ha analizado las características de los dispositivos de radiofrecuencia considerando su funcionalidad y operatividad, para este caso de estudio se ha decidido utilizar Tags pasivos con sus respectivas lectoras RFID de comunicación.

La decisión principal para la utilización del Tag Pasivo es debido a que la solución deberá considerar un dispositivo de uso masivo (468.000 vehículos en la ciudad de Quito), imperceptible para el usuario y de bajo costo, que haga atractiva su inversión por parte de las autoridades del Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito; considerando un retorno de la misma, en un mejoramiento de la circulación vehicular mediante el análisis de la información recopilada.

El rango de operación de los lectores para los Tags pasivos se encuentra dentro de la frecuencia de los 866 y 915 HMZ (UHF), pudiendo utilizarse antenas de mucha mayor ganancia en caso de requerirse mayor cobertura dentro de cada pórtico.

5.3. Diseñar la infraestructura requerida para comunicar los pórticos de lectura de datos distribuidos en sectores específicos de la ciudad y el Centro de Gestión de la Movilidad de la EPMMOP

El Centro de Gestión de la Movilidad como parte integral de la EPMMOP realiza el monitoreo de la red vial del Distrito y donde también alberga otras entidades municipales como la Agencia Metropolitana de Transporte, Secretaría de la Movilidad, que utilizan toda la información que genera los servicios tecnológicos allí inmersos como el Sistema Adaptativo de Semaforización, Sistema de Foto Multas, Sistema AVL para las unidades de Transporte Público, Seguimiento de Corredores de Transporte Público, Sistema de Vigilancia con Video-cámaras de intersecciones específicas.

En el Centro de Gestión existe un Data Center que alberga infraestructura tecnológica de cada institución y donde resguardan la información que se recibe de los sistemas anteriormente descritos para el mejoramiento del tráfico y tránsito de la ciudad.

El presente caso de estudio es una propuesta tecnológica que permita la lectura de un dispositivo de Radiofrecuencia a través de la ubicación estratégica de lectores montados estructuras sobre los carriles de las vías a las cuales llamaremos "Pórticos", lo que permitirá realizar obtener los siguientes beneficios:

- *Cuantificación de vehículos,*
- *Cálculo de tiempo recorrido por el mismo eje longitudinal,*
- *La información recopilada permitirá a los especialistas en tráfico, tomar decisiones o proponer alternativas para mejorar o re direccionar el flujo vehicular.*

Es importante conocer cuáles son los elementos que contiene cada pórtico para la recopilación de información, por lo que se detalla a continuación:



Imagen No. 15 Componentes de un Pórtico ¹¹

5.3.1. Recopilación de Información

El sistema se basa en la instalación de un lector RFID sobre la vía el cual, genera un haz de radiofrecuencia con el que cubrirá cada carril de circulación que se requiera, y donde podrá alimentar de energía eléctrica a un dispositivo Tag pasivo instalado en cada vehículo que circule o pase bajo cada Pórtico.



Imagen No. 16 Panorámica General

Cuando el Tag pasivo recibe esta señal (pulso electro magnético), permite alimentar de energía a su antena y microchip que contiene en su interior; para con ello ejecutar el proceso de emisión de la información contenida en él (siendo información como código único de registro, datos almacenados, entre otros).

11. <http://civilgeeks.com/2013/09/11/peajes-electronicos-cobro-con-sistema-free-flow/>

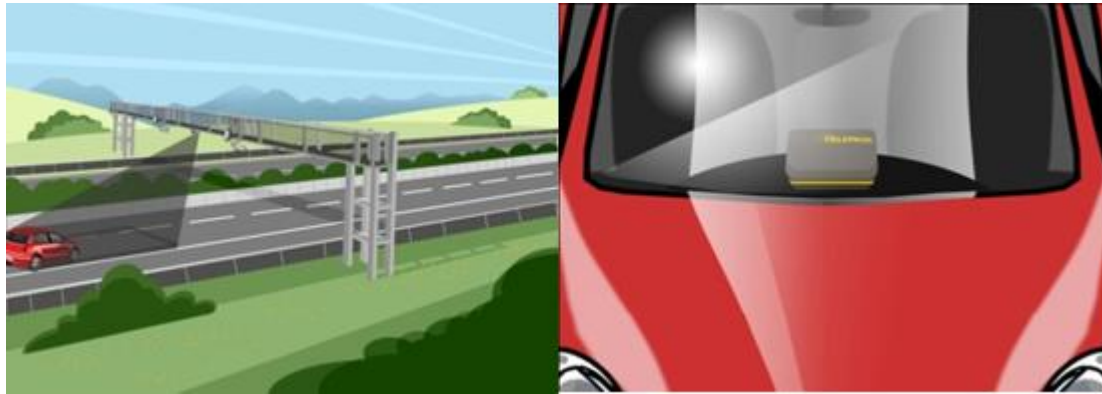


Imagen No. 17 Proceso de lectura de un Tag Pasivo en un vehículo ¹²

La información recopilada de cada Tag energizado por los lectores RFID ubicados en cada pórtico, es enviado a una base de datos ubicada en el Centro de Gestión de la Movilidad donde se almacenará dentro de un servidor, el identificador del Tag (código único de registro que contiene cada dispositivo), su identificador o código encriptado (código solicitado desde fábrica para evitar clonaciones de este tipo de dispositivos), el código o nombre asignado del lector RFID para conocer la ubicación de donde fue leído; con lo cual, se podrá obtener la fecha y hora en la que el Tag fue leído sin necesidad de que el o los vehículos deban detenerse.

La información almacenada en nuestra base de datos, permitirá a los especialistas en tránsito conjuntamente con las entidades responsables del tránsito de la ciudad, analizar y tomar decisiones para mejorar la circulación vehicular en las zonas que requieran de atención.

De igual forma, la información recopilada podría dependiendo de su necesidad, ser vinculada con otras bases de datos como por ejemplo con las que tiene la A.M.T. permitiendo una vez sincronizadas, obtener datos como la marca del vehículo, modelo, color, tipo, año, entre otros.

5.3.2. Distribución de pórticos en la ciudad

El personal del Centro de Gestión de la Movilidad perteneciente a la EPMMOP dentro de su experiencia y en base a información histórica, han realizado un análisis de las vías con mayor criticidad de tráfico en la ciudad, lo que ha permitido conocer sectores con un alto grado de criticidad.

Existen varias avenidas que se las conoce como ejes longitudinales las mismas que atraviesan la ciudad y donde el estudio se centrará por su volumen de circulación; avenidas consideradas de alta incidencia para el personal técnico de tránsito de la EPMMOP, siendo estas las siguientes:

- Av. Occidental que se unifica con la Av. Mariscal Sucre,
- Av. Simón Bolívar o Nueva Vía Oriental,
- Av. 10 de Agosto que se prolonga hacia la Av. Galo Plaza Lasso,
- Av. América que se prologa hacia la Av. De la Prensa,
- Av. Pedro Vicente Maldonado.

12. <http://www.autostradetechnology.com/en/solutions/charging/multi-lane-free-flow-tolling.html>

Los pórticos han sido ubicados sobre estos ejes longitudinales y a su vez localizados sobre un plano de la ciudad con la finalidad de, buscar la mejor alternativa del tipo de medio de comunicación idóneo para poder enlazar cada uno de ellos, las ubicaciones son las siguientes:



Imagen No. 18 Plano de la ciudad de Quito con la ubicación de los pórticos - Autoría Propia

Una vez realizada las inspecciones en campo se evidenció que en varias de estas ubicaciones existe infraestructura que permitirá su utilización para la colocación de los equipos necesarios siendo estas estructuras lugares como, puentes peatonales elevados, puentes vehiculares elevados, estructura de señalética vertical vial; y en los casos que no existe infraestructura para su instalación, se deberá complementar con la instalación de pórticos metálicos a fin de instalar los lectores y los gabinetes de control (caja eléctrica y caja electrónica) y demás implementos necesarios para su funcionamiento.



Imagen No. 19 Estructuras consideradas para la instalación de los pórticos en la ciudad de Quito - Autoría Propia

5.3.3. Equipamiento para cada Pórtico

Para realizar el levantamiento de información en cada uno de los sectores donde estarán colocado los pórticos es necesario instalar un equipamiento que permita obtener los datos requeridos de cada vehículo circulante.

A continuación se analizarán los equipos necesarios para cada pórtico, siendo indispensable que en cada uno, se realice instalaciones y adecuaciones necesarias para el resguardo y funcionamiento de los mismos.

5.3.3.1. Lector o Reader

Cada pórtico deberá tener instalado un lector RFID que permita la lectura del dispositivo Tag pasivos instalado en cada vehículo y que circule por debajo de cada uno de los pórticos, permitiendo obtener la información almacenada de cada Tag.

Para que el funcionamiento del lector sea óptimo, es necesario cumplir con ciertas condiciones principales expuestas por los fabricantes de estos dispositivos, siendo las siguientes:

- El lector deberá estar colocado a una altura máxima de 4 metros de altura en relación al suelo.
- El Lector deberá tener un ángulo de inclinación de 65 grados, lo que permite cubrir el o los carriles a ser monitoreados; y permita, realizar la lectura de los dispositivos de radiofrecuencia colocados en cada vehículo.
- Es necesario colocar el lector RFID sobre un brazo metálico de giro para acoplarlo con el lector, con lo que se podrá obtener el ángulo de inclinación requerido por el fabricante.

EQUIPOS REQUERIDOS PARA CADA PÓRTICO			
CANT.	EQUIPO	MARCA	MODELO
1	Lector Reader	NEDAP	uPASS Reach
1	Brazo Metálico para instalación en estructura Outdoor	NEDAP	

Tabla No. 3 Equipos requeridos para cada pórtico - Autoría Propia

5.3.3.2. Caja Electrónica

La caja electrónica contendrá en su interior el equipamiento necesario para comunicar el lector RFID y el medio de comunicación de datos a utilizarse siendo estos, un convertidor de fibra óptica a Ethernet (10/100/1000 Mbps), un cassette o manga de la fibra óptica facilitada por el proveedor de servicio de comunicación de donde se obtendrá un par de hilos de fibra óptica

para la comunicación, un trasciente de red para precautelar la corriente el puerto de comunicación Ethernet hacia el lector RFID (se adjunta en los anexos las especificaciones técnicas de cada equipamiento).



Imagen No. 20 Caja electrónica para pórticos - Autoría Propia

Se detalla a continuación el dimensionamiento del equipo requerido para cada pórtico, y que deberá estar contenido dentro de cada caja electrónica, detallándose a continuación:

CAJA ELECTRONICA			
CANT.	EQUIPO	MARCA	MODELO
1	Caja Sobrepuesta	BEACOUP	
1	Trasciente de Red	CEIEC	
1	Convertidor de fibra a Ethernet 10/100	TP-LINK	MC110CS
1	Cassete o Manga de empalme de fibra óptica		

Tabla No. 4 Componentes de la Caja Electrónica - Autoría Propia

5.3.3.3. Caja Eléctrica

En cada pórtico deberá instalarse una caja eléctrica la cual albergará todos los servicios que requieran ser energizados y donde podamos regular las variaciones de voltaje del suministro eléctrico a utilizarse; permitiendo así obtener, una corriente óptima y estabilizada para nuestros equipos.

En la caja eléctrica se alojará el alimentador eléctrico del conversor de fibra óptica, del trasciente de red Ethernet, un transductor de corriente para estabilizar la energía suministrada la empresa que provee el servicio eléctrico, un juego de breakers (dimensión en base al equipamiento a utilizarse), un tomacorriente de emergencia, una bornera eléctrica conectada a un electrodo activo (equipo similar a una malla a tierra) instalado en el piso del pórtico (se adjunta en los anexos las especificaciones técnicas de cada equipamiento).

Dentro de la misma deberá contener un U.P.S. de respaldo de energía al cual, estarán conectados únicamente la alimentación eléctrica del lector RFID, el alimentador de corriente del conversor de fibra óptica y el alimentador de corriente del traspunte de Red Ethernet.



Imagen No. 21 Caja eléctrica para pórticos - Autoría Propia

Se detalla a continuación el dimensionamiento del equipamiento que contendrá la caja eléctrica instalada en cada pórtico, siendo los descritos a continuación:

CAJA ELECTRICA			
CANT.	EQUIPO	MARCA	MODELO
1	U.P.S.	TRIPP-LITE	OMNIVS
1	Estabilizador de Corriente	LEVITON	32120-1
1	Caja Sobrepuesta	BEACOU	
1	Tomacorriente		
1	Breaker Doble 20 A		
1	Fuente del Traspunte de Red Ethernet		
1	Fuente de Lector RFID	NEDAP	
1	Fuente de Conversor de Fibra Óptica a Ethernet	TP-LINK	
1	Bornera eléctrica (Incluye electrodo activo)		

Tabla No. 5 Componentes de la Caja Eléctrica - Autoría Propia

Las cajas eléctricas, electrónicas y el suministro de energía eléctrica, deberán considerar las siguientes condiciones para su instalación:

- Las cajas tanto eléctrica como electrónica deberán estar instaladas de manera separada y mínimo a 4 metros de altura desde la superficie a fin de mantener resguardado los equipos instalados,

- En caso de que se nos proporcione un medidor de energía eléctrica por parte del proveedor del suministro eléctrico deberá estar instalado, a la misma altura que las cajas eléctricas o electrónicas, a fin de poder evitar el robo de corriente eléctrica por el suministro asignado.

5.3.4. Medio de comunicación a utilizarse

Es necesario definir el medio de comunicación que vamos a utilizar para comunicar cada uno de los pódicos hacia el Centro de Gestión de la Movilidad puesto que de ello depende, la integridad, fiabilidad y seguridad de la obtención de información en línea como se plantea en este estudio.

Para el presente caso se ha considerado utilizar la red de fibra óptica que la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT-EP) empresa que tiene un tendido de fibra óptica Monomodo a nivel nacional y para esta necesidad, se utilizaría la fibra óptica que se encuentra instalada en la ciudad de Quito.

En la imagen mostrada a continuación se evidencia parte del tendido de fibra óptica necesario, para la cobertura y comunicación de cada uno de nuestros pódicos.

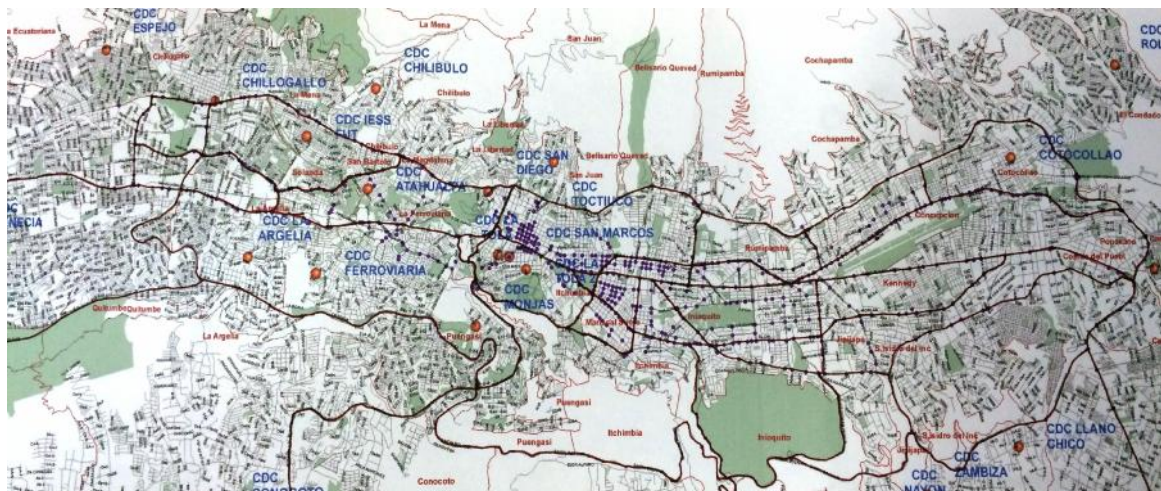


Imagen No. 22 Tendido de fibra óptica requerido para conectividad de los pódicos - Autoría Propia

Una de las principales razones para utilizar los servicios que brinda la CNT-EP son sus costos puesto que la referida empresa mantiene con las instituciones públicas, convenios en los que por la cantidad de enlaces de datos contratados, la capacidad (refiriéndose al Ancho de Banda contratado) de cada uno, hace que se ejecute contratos macros donde las empresas pública acceden a estos servicios con tarifas bajas en relación a los costos existentes en el mercado nacional, manteniendo los parámetros del Nivel de Acuerdo de Servicio o S.L.A. (Service Level Agreement – Siglas en inglés) contratados.

5.3.4.1. Fibra Óptica Monomodo

LA Fibra óptica Monomodo propaga su haz de luz de un solo modo puesto que su diámetro de su núcleo es reducido (8,3 a 10 micrones), haciendo que este tipo de fibra pueda llegar a cubrir grandes distancias (de hasta un máximo de 300 Km, mediante la utilización de un láser de alta densidad) y transmitiendo una cantidad considerable de información.

Este tipo de fibra presente un menor rango de atenuación por lo que esta, puede transmitir información en menor tiempo.

La Fibra Monomodo que brinda nuestro proveedor de servicios de comunicación es anillada, permitiendo mayor calidad en la transmisión de datos y garantiza una alta disponibilidad en la red donde incluye triple protección en el cable, chaquetas de seguridad, material anti-roedores y con alma de acero; la cual, se encuentra instalada dentro de la ciudad de Quito mediante canalización subterránea brindando mayor seguridad.

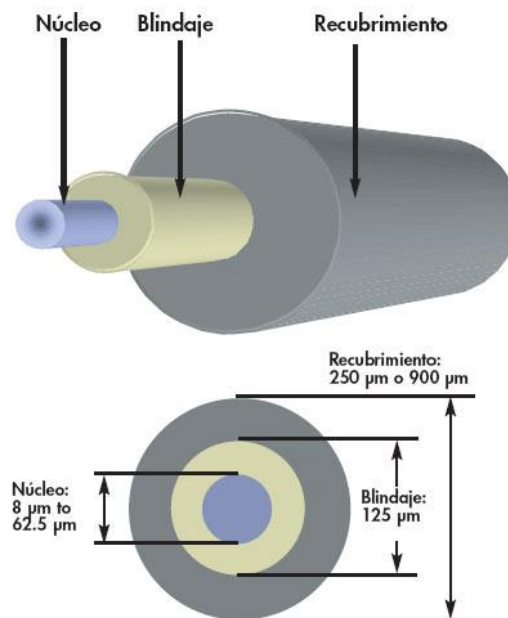


Imagen No. 23 Estructura de una Fibra Óptica Monomodo¹³

5.3.4.2. Estrategia de comunicación

El proveedor del servicio de comunicación proveerá de un par de hilos en cada ubicación donde están localizados los pórticos, la misma que será alojada dentro de la caja electrónica; a fin de, precautelar cualquier tipo de manipulación o daño.

13. https://www.siemon.com/la/white_papers/08-03-03-light-it-up.asp

El par de hilos de fibra óptica serían derivados de un nodo de comunicación de propiedad del proveedor del servicio del cual, se desprenden varias canales de fibra óptica para cubrir la demanda de servicios de sus clientes cercanos; y donde estos nodos de comunicación, se encuentran situados estratégicamente cubriendo la ciudad.

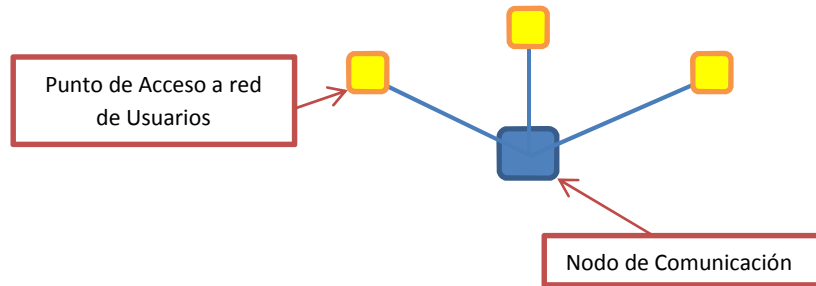


Imagen No. 24 Nodos de Comunicación - Autoría Propia

Toda la infraestructura que conlleva la instalación de este servicio (un par hilos de fibra óptica, cassette o manga de empalme para fibra óptica) será proporcionada por el proveedor de servicio que, es responsable de asegurar su conectividad en cada pórtico requerido.

La red principal de fibra óptica tendida en la ciudad utiliza estos nodos de comunicación como parte de su infraestructura permitiendo mantener una redundancia y Back-Up, integrando a todos y cada uno de los nodos en una red de fibra con comunicación redundante.

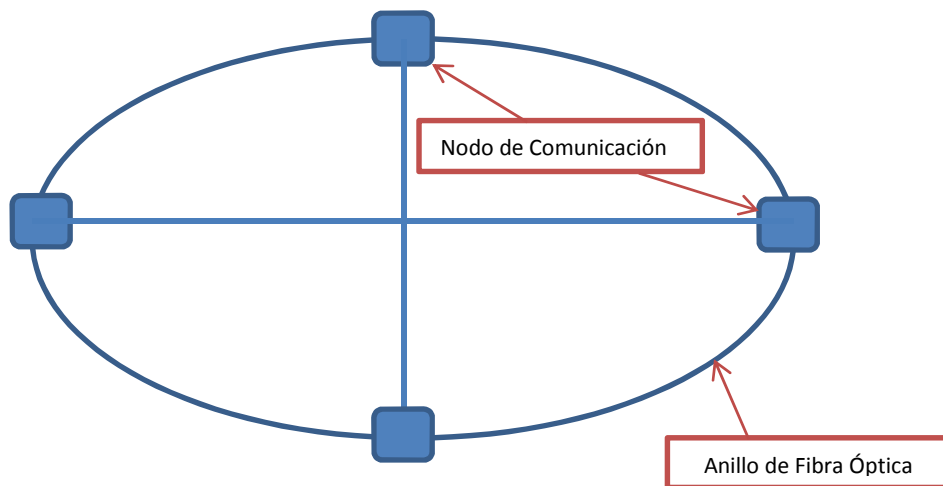


Imagen No. 25 Tendido de Fibra Óptica en Estrella - Autoría Propia

Por tal razón, el proveedor del servicio de enlace de comunicación tiene provisto en cada uno de sus nodos una conectividad de comunicación de datos tipo Estrella donde, en caso de falla o daño de alguno de los nodos de comunicación, mantiene una duplicación de conectividad hacia otro nodo por medio de otra fibra óptica, haciendo que mantenga la comunicación y servicio hacia los usuarios.

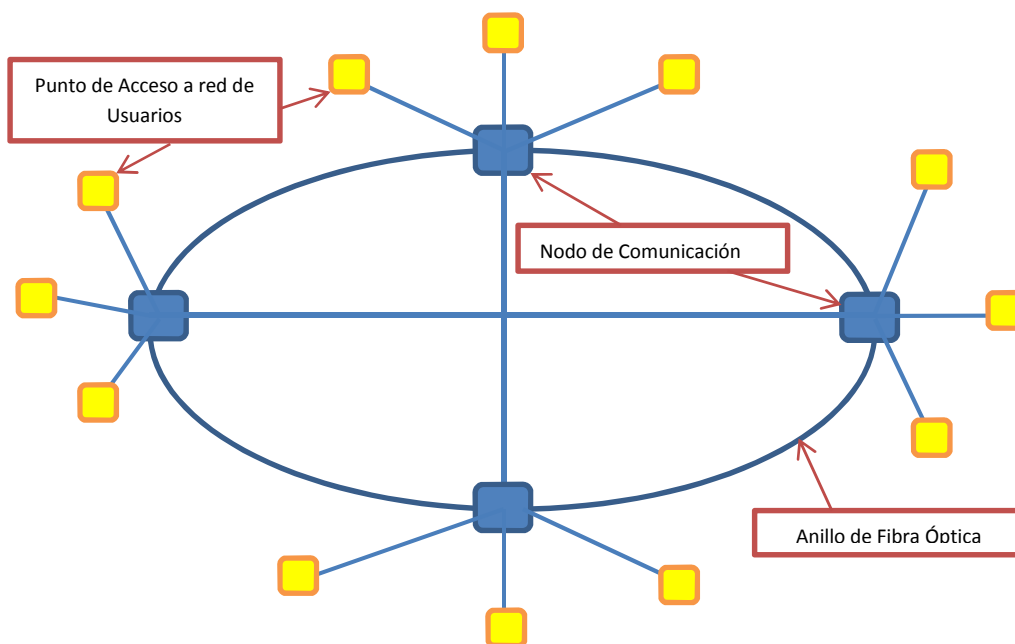


Imagen No. 26 Estructura de Fibra Óptica CNT-EP - Autoría Propia

5.3.4.3. Parámetros principales a considerar en la Fibra Óptica

Es necesario que nuestro proveedor del servicio considere dos parámetros principales en la instalación de la fibra óptica a ser utilizada para el presente caso de estudio siendo estos: la atenuación y la dispersión en la fibra óptica.

5.3.4.3.1. Atenuación de la Fibra Óptica

La atenuación es la pérdida de potencia que la señal lumínica transmitida por la fibra óptica puede tener en una distancia debido a diversos factores como por ejemplo por impurezas en la fabricación de la fibra (conocido como factores internos) lo que ocasionaría que la señal lumínica choque con esas impurezas ocasionando que la señal se disperse; y otro factor sería, por la curvatura a la que es sometida la fibra en su proceso de instalación (conocido como factores externos).

La Fibra óptica Monomodo para exteriores tiene un coeficiente de atenuación referencial de 1 a 0,5 dB/Km o inferior dependiendo de las especificaciones de la fibra óptica, con las que son solicitadas a su fabricante.

Es importante conocer cómo podríamos calcular la atenuación de un enlace de comunicación de datos utilizando como medio de transmisión la fibra óptica, considerando desde su extremo inicial de comunicación hasta su otro extremo, siendo la fórmula la siguiente:

$$\text{Atenuación de Enlace (dB)} = \text{Atenuación de Cable (dB)} + \text{Pérdida de Inserción de Conector (dB)} + \text{Pérdida de Inserción de Empalme (dB)}$$

Donde:

- **Atenuación de Cable (dB)** = Coeficiente de Atenuación de Cable (dB/km) × Longitud (km)
- **Pérdida de Inserción de Conector (dB)** = Número de Pares de Conectores × Pérdida de Conector (dB)
- **Pérdida de Inserción por Empalme (dB)** = Número de Empalmes × Pérdida por Empalme (dB)¹⁴

5.3.4.3.2. Dispersión de la Fibra Óptica

La Dispersión de la fibra óptica causa la limitación de la capacidad del ancho de banda donde, los pulsos de señal lumínica de ingreso al canal son estrechos mientras que a la salida de la misma son redondos, como se evidencia en la siguiente gráfica:

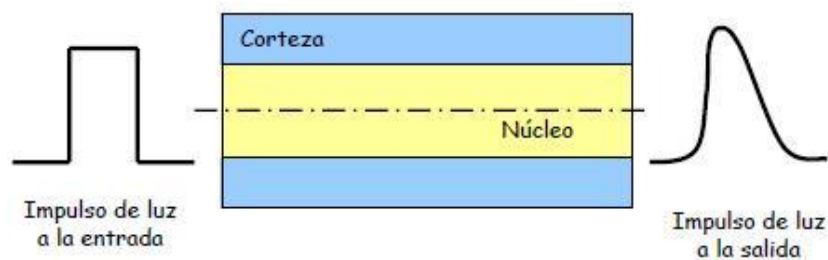


Imagen No. 27 Dispersión de la Señal en la Fibra Óptica ¹⁵

Existen dos tipos de dispersiones que afectan a las fibras ópticas: la dispersión Modal que afecta a la fibra óptica Multimodo (la cual no es parte de nuestro caso de estudio, pero se muestra para conocimiento general) y la dispersión Cromática que afecta únicamente a la fibra óptica Monomodo.

La Dispersión Cromática se produce al tener una señal lumínica la cual tendrá una velocidad diferente de recorrido, produciendo diferentes longitudes de onda de la señal lumínica que circula por el medio de comunicación.

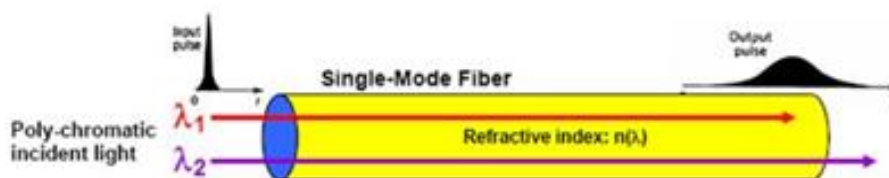


Imagen No. 28 Dispersión Cromática de la Señal en una Fibra Óptica Monomodo ¹⁵

14. <http://www.fibraoptica hoy.com/cableado-de-fibra-optica-para-comunicaciones-de-datos-2%C2%AA-parte/>

15. <http://fibroptica.blog.tartanga.net/fundamentos-de-las-fibras-opticas/>

5.3.4.4. O.T.D.R. (Reflector de Dominio de Tiempo Óptico – Siglas en Inglés)

Es necesario que el proveedor de servicio tenga dentro de sus equipos un OTDR, equipo que permite comprobar longitudes, el grado de atenuación que pudiera existir en el canal, la pérdida en un acoplador o empalme a lo largo de la red de fibra óptica que se vaya a medir.



Imagen No. 29 Equipo O.T.D.R. ¹⁶

El proveedor de servicios de comunicación previo a brindar sus servicios realiza un estudio de factibilidad para conocer el sector donde se requiere el respectivo enlace, lo que le permite evaluar si podrá cubrir el requerimiento solicitado; o caso contrario deberá considerar como una solución de comunicación, el uso de equipamiento de radioenlace para comunicar el pórtico que requiera este tipo de comunicación.

5.3.5. Radioenlace

Un Radioenlace es la comunicación entre dos puntos sobre la tierra que establecen un modelo comunicación donde es necesario de un transmisor y un receptor para su conectividad, los cuales presentan características limitadas tanto por su velocidad de comunicación como por factores climatológicos.

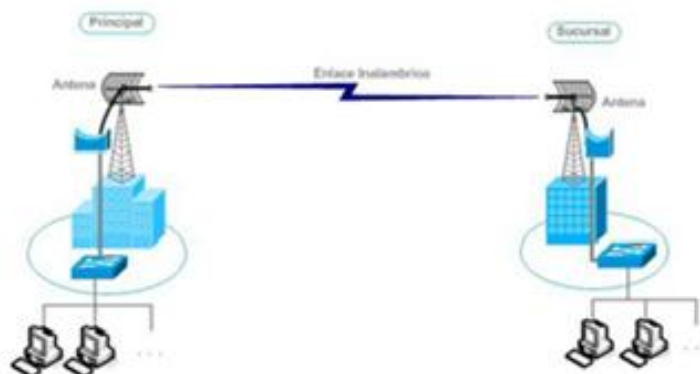


Imagen No. 30 Esquema General de un Radio Enlace ¹⁷

16. <http://www.directindustry.es/prod/exfo/modulo-otdr-prueba-fibra-optica-14234-122643.html>

17. <http://www.trilegend.com/img/radioenlace.jpg>

La estabilidad en la comunicación del enlace dependerá de la altura o elevación donde se coloquen los equipos y así poder evitar objetos que puedan obstruir la señal (como montañas, edificios, entre otros); donde también incide, el clima de la zona donde vayan a ser ubicados y el rango de frecuencia utilizado en base a los permisos vigentes.

5.3.5.1. Medio de comunicación por Radioenlace

Para el caso de estudio primeramente se deberá conocer que ubicaciones no tendríamos cobertura con fibra óptica; por lo que necesariamente, se deberá instalar dos antenas de radioenlace para comunicarnos.

Una antena estará ubicada desde el pórtico donde se requiera recopilar la información y la segunda antena estará ubicada en un punto donde se conecte a la infraestructura de fibra óptica de nuestro proveedor de servicio, permitiendo asegurar que la información pase a un canal de comunicación más seguro (fibra óptica), hasta llegar al servidor ubicado en el Centro de Gestión de la Movilidad.

Es necesario realizar una inspección en campo para evidenciar la distancia que debemos cubrir, la altitud a la cual deberán estar colocadas las antenas (para evitar objetos que podrían obstaculizar su línea de vista), el tipo de estructura que se requiera para instalarlas (tipo y dimensión de la estructura), la línea de vista que requieren las antenas y considerar el factor climático del sector a ser inspeccionado.

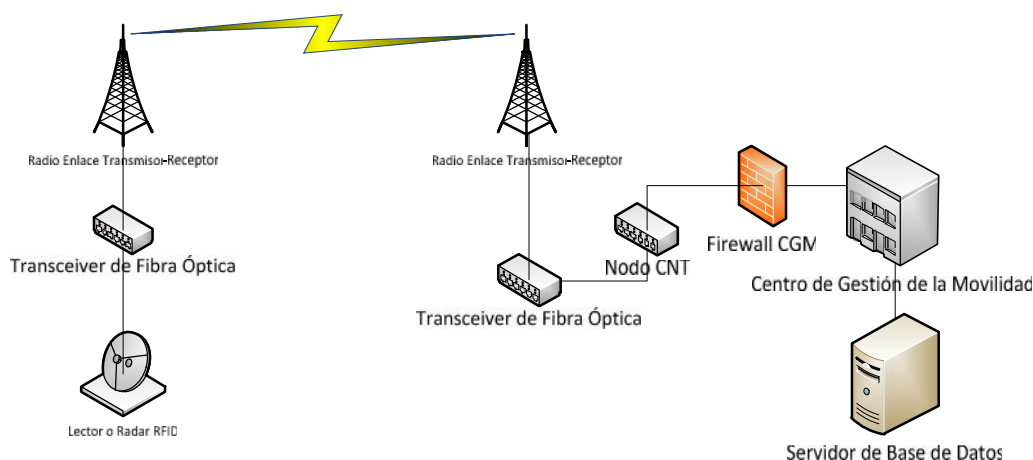


Imagen No. 31 Estructura de comunicación con Radioenlace - Autoría Propia

Para ello se utilizaría antenas de radioenlace que la EPMMOP tiene a su disposición (Ver anexo No. Antenas de Radioenlace) utilizando el rango de frecuencia de 5,8 GHz, donde la administración y monitoreo lo realizará el proveedor del servicio de comunicación; a fin de que el referido, pueda cumplir los Acuerdos de Nivel de Servicio contratados (se establece en 99,6%, según lo establecido en el contrato MACRO de nuestro proveedor de servicio).

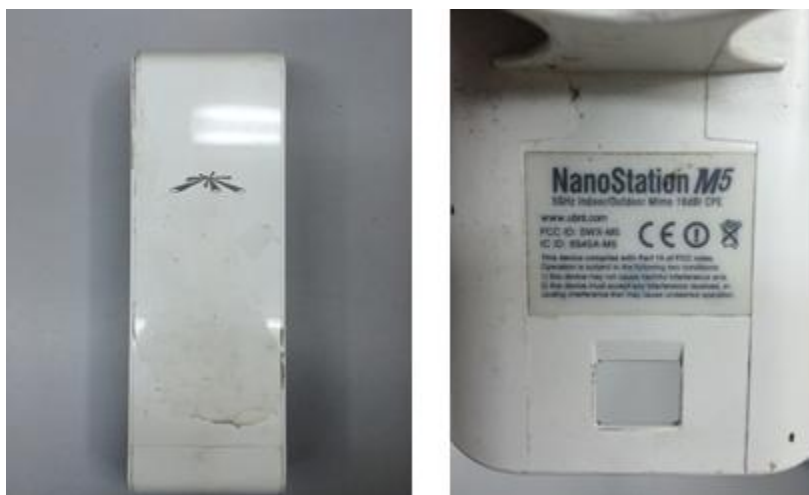


Imagen No. 32 Antenas de Radioenlace de 5,8 GHz utilizadas por la EPMMP - Autoría Propia

A continuación se exponen las ventajas y desventajas de la utilización de radioenlaces:

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE RADIOENLACE	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bajo costo	Explotación restringida a tramos con visibilidad directa para los enlaces
Instalación rápida y sencilla	
Conservación más económica y de actuación rápida	Necesidad de acceso adecuado a las estaciones repetidoras en las que hay que disponer
Supera irregularidades de terreno	
La regulación sólo debe aplicarse al equipo	Al ser ondas, las condiciones atmosféricas, así como los fenómenos físicos pueden ocasionar interferencias, por lo que se utilizan sistemas y equipo auxiliar
Capacidad de aumentar separación entre repetidores incrementando altura de torres	
Al aumentar la frecuencias de operación se incrementa su capacidad de transmisión	Por su estructura serial si una terminal falla se cae la red, por lo que es necesario sistemas de supervisión y control
Las estaciones funcionan de manera no atendida	Las licencias de operación resultan un poco difíciles porque las autoridades deben de asegurarse que los enlaces no causen interferencia con los ya existentes

Tabla No. 6 Ventajas y Desventajas de uso de Radioenlace ¹⁸

5.3.6. Dimensionamiento del Ancho de Banda a utilizarse

Es necesario cuantificar el ancho de banda a utilizarse en el canal de comunicación de cada pórtico a ser instalado y con ello obtener un canal adecuado para el envío de la información; considerando que el mismo, tenga capacidad con opción a crecimiento y de ser necesario, pueda a futuro ser utilizado en algún otro servicio por el mismo canal de comunicación.

18. <http://comunicacionmicroondas.blogspot.com/2012/05/redes-de-radio-enlace-de-microondas.html>

En base a la información facilitada por el Centro de Gestión de la Movilidad se puede conocer la cantidad de vehículos que circulan diariamente por los ejes longitudinales, dato que nos permite conocer la cantidad de circulación vehicular diaria por los ejes longitudinales donde realizaremos nuestro caso de estudio, siendo estos datos lo siguientes:

CIRCULACIÓN VEHICULAR POR EJE LONGITUDINAL	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE VEHICULOS DIARIO
Av. Occidental que se unifica con la Av. Mariscal Sucre	18000
Av. Simón Bolívar o Nueva Vía Oriental	20000
Av. 10 de Agosto que se prolonga hacia la Av. Galo Plaza Lasso	16000
Av. América que se prologa hacia la Av. de la Prensa	13000
Av. Pedro Vicente Maldonado	16000

Tabla No. 7 Cantidad de vehículos que circulan diariamente por los ejes longitudinales - Autoría Propia

La capacidad de información que contiene cada dispositivo Tag pasivo utilizado para este estudio es de 96 bits, donde constaría su código de identificación (conocido como EPC) y un código encriptado de seguridad que el fabricante lo inserta a fin de que, brinde mayor seguridad al Tag haciendo de este inclonable.

El código de identificación es también conocido como “Código de producto electrónico” o “EPC” (Electronic Product Code - siglas en inglés) es el número individual y único asignado a cada dispositivo con tecnología RFID con el cual, cada vehículo que posea un Tag tendrá un número de identificación propio y único.

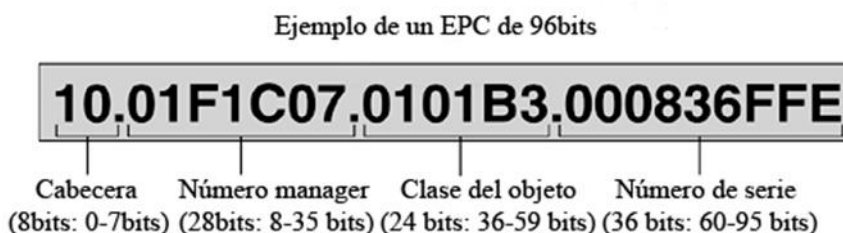


Imagen No. 33 Ejemplo de un EPC de 96 bits¹⁹

19. <http://html.rincondelvago.com/rfid.html>

Con esta información se puede calcular la capacidad del enlace requerido:

$$\text{Tamaño Enlace} = \frac{\text{Cantidad de bits del Tag} \times \text{Cantidad de vehículos}}{\text{Transformación de bits a Kbytes}} = \text{Valor en K.b.p.s}$$

$$\text{Tamaño Enlace K.b.ps. por Pórtico} = \frac{(96 \text{ bits} \times \text{Cantidad de vehículos})}{(8 * 1024)}$$

Donde 8 es para transformar de bits a bytes, 1024 es para transformar bytes a Kbytes.

Con la información obtenida en base a la fórmula de cálculo anteriormente descrita, se ha podido determinar el tamaño del canal de comunicación de datos que requiere para cada pórtico a ser instalado, siendo estos los siguientes:

DIMENSIONAMIENTO DEL CANAL DE COMUNICACIÓN PARA LOS EJES LONGITUDINALES						
Descripción	Cantidad de Vehículos	Capacidad Tag Pasivo (bits)	bits	Bytes	Kbytes	Tamaño Enlace Kbps
Av. Occidental que se unifica con la Av. Mariscal Sucre	18000	96	1728000	216000	210.9375	512
Av. Simón Bolívar o Nueva Vía Oriental	20000	96	1920000	240000	234.375	512
Av. 10 de Agosto que se prolonga hacia la Av. Galo Plaza Lasso	16000	96	1536000	192000	187.5	512
Av. América que se prologa hacia la Av. De la Prensa	13000	96	1248000	156000	152.3438	512
Av. Pedro Vicente Maldonado	16000	96	1536000	192000	187.5	512

Tabla No. 8 Dimensionamiento del tamaño del canal de comunicación para los ejes longitudinales - Autoría Propia

Esto permitió definir que el tamaño del enlace a utilizar sería de 512 kbps considerando un tipo de compartición 1:1 puesto que son canales de comunicación dedicados; lo que permitirá, mantener un enlace específico para cada pórtico hasta el Centro de Gestión de la Movilidad.

5.3.6.1. Dimensionamiento General

Luego de haber considerado la capacidad del canal de comunicación, hay que considerar otros aspectos importantes que requiere cada pórtico para este caso de estudio, y son los siguientes:

- Ubicación (Latitud y Longitud),
- Estructuras donde podrán ser instaladas,
- Tipo de enlace de comunicación,
- Capacidad del enlace de comunicación de datos,
- Cantidad de lectores RFID,
- Cantidad de Caja eléctrica, electrónica, suministro eléctrico, y electrodo activo.

No.	Ubicaciones	Latitud	Longitud	Lectores RFID por vía	Caja Eléctrica, electrónica y Electrodo a Tierra	Estructura	Tipo de Medio	Capacidad del enlace Kbps	Suministro Eléctrico
-----	-------------	---------	----------	-----------------------	--------------------------------------------------	------------	---------------	---------------------------	----------------------

Av. Simón Bolívar

1	Av. Simón Bolívar y Entrada a la Argelia	0°16'51.32"S	78°30'58.96"O	2	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
2	Av. Simón Bolívar y Entrada a la Forestal	0°15'16.20"S	78°30'13.90"O	2	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
3	Av. Simón Bolívar y Autopista General Rumiñahui	0°14'27.65"S	78°28'58.68"O	2	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
4	Av. Simón Bolívar y Santa Rosa	0°11'58.19"S	78°27'30.17"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
5	Av. Simón Bolívar e Intercambiador Interoceánica	0°11'24.42"S	78°27'15.43"O	3	1	Paso Vehicular	Fibra Óptica	512	Si
6	Av. Simón Bolívar y redondel de Zámbriza	0° 9'0.54"S	78°27'14.64"O	2	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
7	Av. Simón Bolívar y Panamericana Norte	0° 6'33.83"S	78°27'32.83"O	2	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si

Av. Galo Plaza Lasso

8	Av. Galo Plaza Lasso e Intercambiador Carcelén	0° 5'45.78"S	78°28'5.43"O	2	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
9	Av. Galo Plaza Lasso y 6 de Diciembre	0° 7'7.60"S	78°28'47.48"O	2	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
10	Av. Galo Plaza Lasso y Cap. Ramón Borja	0° 8'28.24"S	78°28'58.36"O	3	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
11	Av. Galo Plaza Lasso y Amazonas	0° 9'20.41"S	78°29'6.03"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si

Av. Mariscal

Sucre

12	Av. Mariscal Sucre y Diego de Vásquez	0° 5'39.46"S	78°28'53.82"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
13	Av. Mariscal Sucre y redondel del Condado	0° 6'7.70"S	78°29'30.22"O	3	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
14	Av. Mariscal Sucre y Fernández Salvador	0° 8'19.37"S	78°30'4.86"O	3	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
15	Av. Mariscal Sucre y Mariana de Jesús	0°10'29.29"S	78°30'4.49"O	3	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
16	Av. Mariscal Sucre y Miraflores	0°12'25.15"S	78°30'44.90"O	2	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
17	Av. Mariscal Sucre y Rodrigo de Chávez	0°14'8.96"S	78°31'36.63"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
18	Av. Mariscal Sucre y Ajaví	0°15'24.01"S	78°32'34.17"O	3	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
19	Av. Mariscal Sucre y Morán Valverde	0°16'34.45"S	78°33'8.52"O	2	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si

Av.**Maldonado**

20	Av. Maldonado y Entrada Caupichu	0°19'3.16"S	78°32'56.72"O	3	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
21	Av. Maldonado y Huyanay Ñay	0°18'13.10"S	78°32'33.64"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
22	Av. Maldonado y Morán Valverde	0°17'22.11"S	78°32'18.38"O	2	1	Paso Vehicular	Fibra Óptica	512	Si
23	Av. Maldonado y Alonso de Angulo	0°14'44.55"S	78°31'10.07"O	2	1	Paso Vehicular	Fibra Óptica	512	Si

Av. De la**Prensa**

24	Av. De la Prensa y Bellavista	0° 6'58.49"S	78°29'39.77"O	1	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
25	Av. De la Prensa y Fernández Salvador	0° 7'59.50"S	78°29'38.48"O	3	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
26	Av. De la Prensa y Zamora	0° 9'20.62"S	78°29'19.22"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
27	Av. De la Prensa y América	0° 9'58.67"S	78°29'13.62"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si

Av. 10 de**Agosto**

28	Av. 10 de Agosto y NN.UU	0°10'20.47"S	78°29'16.20"O	3	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
29	Av. 10 de Agosto y Mariana de Jesús	0°11'16.09"S	78°29'30.32"O	3	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
30	Av. 10 de Agosto y Colón	0°11'52.86"S	78°29'45.46"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
31	Av. 10 de Agosto y Patria	0°12'22.60"S	78°29'57.96"O	2	1	Paso Vehicular	Fibra Óptica	512	Si

Av. 6 de Diciembre

32	Av. 6 de Diciembre y Patria	0°12'31.07"S	78°29'44.15"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
33	Av. 6 de Diciembre y Orellana	0°11'55.99"S	78°29'4.02"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
34	Av. 6 de Diciembre y Plaza Argentina	0°11'21.44"S	78°28'50.22"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
35	Av. 6 de Diciembre y NN.UU	0°10'29.43"S	78°28'38.27"O	2	1	Paso Peatonal	Fibra Óptica	512	Si
36	Av. 6 de Diciembre y Río Coca	0° 9'44.99"S	78°28'32.55"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
37	Av. 6 de Diciembre y de los Álamos	0° 8'40.71"S	78°28'28.89"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si
38	Av. 6 de Diciembre y Juan Molineros	0° 7'46.59"S	78°28'35.13"O	2	1	Estructura Señalética Vertical	Fibra Óptica	512	Si

Tabla No. 9 Dimensionamiento general del equipamiento para cada pórtico - Autoría Propia

5.3.7. Costos de Inversión

Una vez considerado los requerimientos tecnológicos respecto a los equipamientos requeridos para una posible implementación es necesario considerar un análisis del costo de inversión con el cual, la Alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito, podría considerar un esquema de inversión al presente proyecto, luego de haber analizado las ventajas y desventajas, el impacto socio económico, el nivel de aceptación del mismo, sus posibles usos en otros servicios, considerando los beneficios y necesidades que demanda la ciudadanía.

Para ello, se ha ejecutado un análisis de los costos de inversión por los equipos requeridos, considerando precios referenciales en el mercado en donde por la cantidad de equipamiento, cantidad de dispositivos Tags y por ende de lectores RFID, las marcas proveedores de estos equipos podrían generar un Caso de Precios con el cual; se pueda obtener costos bastante accesibles, permitiendo que el presente caso de estudio pueda tener una viabilidad económica.

Para que las autoridades puedan tomar una decisión de inversión y por ende la viabilidad del presente caso, se detalla los costos referenciales del equipamiento necesarios, cuyos valores referenciales expuestos son tomados con fecha febrero del 2015, siendo los detallados a continuación:

COSTOS DE INVERSIÓN POR CADA PORTICO

LECTOR RFID

CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	Lector Reader	1100
1	Brazo Metálico para instalación en estructura Outdoor	100
1	Instalación, configuración, pruebas y puesta en funcionamiento	500

CAJA ELECTRONICA

CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	Caja Sobrepuesta	50
1	Trasciente de Red RJ 45	40
1	Convertidor de fibra a Ethernet 10/100/1000 Mbps	60
1	Armado de los equipos en la caja e Instalación	300

CAJA ELECTRICA

CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	U.P.S. 1000 va On line	250
1	Estabilizador de Corriente	75
1	Caja Sobrepuesta	50
1	Tomacorriente	10
1	Breaker Doble 20 A	12
1	Bornera eléctrica (Incluye instalación de electrodo activo)	280
1	Armado de los equipos en la caja e Instalación	300

COSTO TOTAL DE EQUIPAMIENTO POR CADA PORTICO

CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR
1	Lector RFID + Caja Eléctrica + Caja electrónica	3127

TOTAL 3127

COSTOS POR SERVICIO DE ENLACES DE COMUNICACIÓN

MESES	DESCRIPCIÓN	VALOR
12	Enlace de Fibra Óptica 512Kbps 1:1 (incluye instalación hasta donde este el requerimiento de la EPMMOP, Cassete o Manga de empalme de fibra óptica)	75

SUBTOTAL 900

Tabla No. 10 Costos de inversión por cada pòrtico - Autoría Propia

Con los costos referenciales por cada pòrtico se podrá finalizar con la cuantificación total de la cantidad total de equipamiento para el total de pòrticos requeridos, la cantidad total de los enlaces de comunicación; además de, el costo total por la cantidad de dispositivos Tags pasivos

en base a la cantidad de vehículos registrados en la ciudad de Quito, siendo los valores finales a ser considerados por la Alcaldía de la de Quito los siguientes:

COSTO DE INVERSIÓN PARA 38 PÓRTICOS (A)

CANT.	DESCRIPCIÓN	Costos por Rubro	Subtotal
85	Lectores RFID	1700	144500
38	Caja Eléctrica	977	37126
38	Caja Electrónica	450	17100
38	Fibra Óptica 512 Kbps	900	34200
TOTAL			232,926

COSTO DE INVERSIÓN PARA TAG PASIVOS (B)

CANT.	DESCRIPCIÓN	Costos por Tag	Subtotal
468000	Tag Pasivo con protección UV, personalizado preimpreso, a prueba de manipulación, Poliester, grado de Protección: IP 54, para instalación en parabrisas de vehículos	13	6084000
TOTAL			6,084,000

COSTO DE INVERSIÓN PARA QLIKVIEW (C)

CANT.	DESCRIPCIÓN	Costos por Paquete	Subtotal
1	Licencia QlikView Small Busines Edition (5 Named Cal, 10 Doc Cal)	27084	27084
TOTAL			27,084

COSTO TOTAL DE INVERSIÓN PARA PROYECTO

A	COSTO DE INVERSIÓN PARA 38 PÓRTICOS	232,926
B	COSTO DE INVERSIÓN PARA TAG PASIVOS	6,084,000
C	COSTO DE INVERSIÓN PARA LICENCIAMIENTO QLIKVIEW	27,084
TOTAL		6,344,010

Tabla No. 11 Costos Total de Inversión - Autoría Propia

5.3.8. Aplicativo para analizar la Información

Una vez analizadas las necesidades del medio de comunicación a utilizar, el equipamiento requerido para cada pórtico, es necesario ahora considerar una herramienta que permita analizar los datos recopilados por cada lector RFID y almacenados en una base de datos.

Se utilizará la aplicación “QlikView” la cual, es una herramienta de inteligencia de negocios (Business Intelligence B.I. – siglas en inglés) que permite transformar los datos recabados en información útil, que permita medir, monitorear y realizar seguimiento al comportamiento de la misma acorde a las necesidades.

Con la información generada por QlikView se podrá analizar los datos recibidos de cada pórtico y estudiar el comportamiento de la circulación vehicular por los sectores críticos analizados; información que podrá ser visualizada (mediante tablas o gráficos) en línea permitiendo, tomar acciones de manera conjunta con las entidades responsables de controlar el tránsito vehicular.

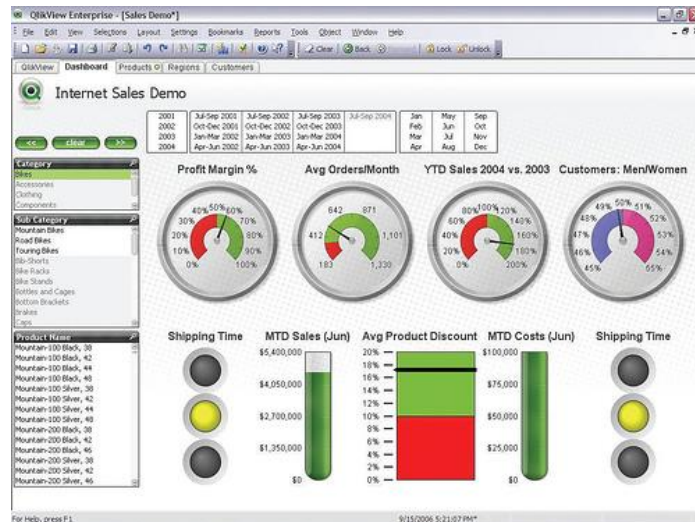


Imagen No. 34 Imagen demostrativa de herramienta QlikView ²⁰

La información obtenida de QlikView permitirá a los especialistas de tránsito, proponer soluciones de circulación vehicular en las áreas donde lo requiera y con ello ejecutar planes de contingencia como por ejemplo: una recirculación o desvío de vehículos hacia otras vías de menor congestión, trabajo en las calles que lo realiza los agentes de tráfico de la A.M.T..

5.4. Determinar otras aplicaciones para la utilización de dispositivos de Radiofrecuencia en beneficio de los ciudadanos de la ciudad de Quito

Luego de la investigación realizada y evidenciando las bondades mostradas en la utilización de dispositivos Tags pasivos en el presente caso de estudio, es importante considerar las nuevas alternativas de uso en beneficio de los ciudadanos de la ciudad de Quito.

Para lo cual, es importante exponer varias alternativas en las cuales este tipo de dispositivos serían útiles y sobre todo permitan mediante su uso, un mejoramiento en otros servicios que los ciudadanos lo requieran, siendo algunos de ellos los siguientes:

5.4.1. Circulación vehicular por el peaje de la vía interoceánica

Una de las alternativas utilizadas como desfogue vehicular es el túnel Oswaldo Guayasamín que desemboca en el Peaje de la Vía Interoceánica y por ende hacia la Nueva Vía Oriental.

20. <http://pt.kioskea.net/download/baixaki-909-qlikview>

Sin embargo no todo beneficio puede ser mantenido sin que exista un valor o rédito económico que permita mantener funcional los servicios de mantenimiento y operación del Túnel Guayasamín, la vía Interoceánica y el mismo Peaje que los ciudadanos de Quito requieren.

El peaje de la Vía Interoceánica realiza un cobro por el uso de esta vía para comunicar la ciudad con los valles cercanos como Cumbayá, Tumbaco, La Morita, Pifo, Yaruquí, Checa, El Quinche entre otros; además de, comunicar por medio de la salida a la Nueva Vía Oriental que se interconecta con la nueva “Ruta Viva” que permite trasladarse en menor tiempo al nuevo Aeropuerto “Mariscal Sucre” en Tababela.

El dinero recaudado por el peaje permite a la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMOP) reinvertirlo en el mantenimiento y mejoramiento de la vía interoceánica, donde actualmente consta de seis carriles de operación distribuidos en tres carriles sentido oriente-occidente y tres carriles en sentido occidente-oriente; y a su vez , dos carriles por sentido (siendo 4 carriles) son de cobro manual mientras que, un carril por sentido (siendo dos carriles) es específico para utilización de cobro automático; quienes en horarios de contraflujo, pasan a funcionar de manera unidireccional en base a la demanda de tráfico en horas de mayor afluencia de circulación.

El proceso de cobro por medio manual en horarios de alto grado de circulación hace que se generen largas colas vehiculares a la espera de poder transitar por esta vía que une a los valles con la ciudad, arteria vital de tránsito para los ciudadanos de Quito como las personas que viven en los valles aledaños o en su defecto las personas que requieren de este servicio.

Una de las alternativas a tomarse en consideración sería la utilización de los dispositivos Tags pasivos en el Peaje de la Vía Interoceánica para el cobro automático en todos sus carriles, lo que permitiría una mayor circulación vehicular sin necesidades de realizar detenciones por concepto de pagos manuales; este servicio tecnológico sugerido se lo conoce como “Multi Lane Free Flow” o MLFF (Telepeaje de Múltiples Carriles-Traducción).



Imagen No. 35 Sistema de Telepeaje de Multicarriles ²¹

²¹. http://m.cfnews13.com/content/news/articles/cfn/2012/4/26/more_than_7_million_.html

5.4.2. Servicio de estacionamientos municipales (cubiertos y abiertos)

Dentro de los servicios que el Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito brinda a los ciudadanos por medio de la Empresa Pública Metropolitano de Quito se encuentra el servicio de estacionamientos públicos, distribuidas por el centro histórico de la ciudad y en diversas áreas recreativas de gran afluencia.

Estos estacionamientos tienen especificado el costo por tarifas tanto diurna como nocturna, que brindan sus servicios en base a su ubicación y la demanda de servicio de cada uno de ellos, detallados a continuación:

ESTACIONAMIENTOS DEL CENTRO HISTÓRICO

ESTACIONAMIENTO	UBICACIÓN	TARIFA DIURNA	HORARIO	TARIFA NOCTURNA	HORARIO	PLAZAS
CADISÁN	Mejía Oe5-36 y Benalcázar	0.75	06:00 a 18:00	0.90	18:00 a 06:00	399
EL TEJAR	Mejía s/n y Chimborazo	0.75	06:00 a 18:00	0.90	18:00 a 22:00	313
MONTÚFAR 1	A Bustamante N16-18/ Olmedo y Mejía	0.75	06:00 a 18:00	0.90	18:00 a 06:00	113
MONTÚFAR 2	Olmedo E1-36 y Av. Pichincha	0.75	06:00 a 18:00	0.90	18:00 a 06:00	243
LA RONDA	Guayaquil S1-124 y Morales	0.75	06:00 a 18:00	0.90	18:00 a 06:00	258
SAN BLAS	Guayaquil N443-1 y Caldas	0.75	06:00 a 18:00	0.90	18:00 a 06:00	394
YAKU	Calles Bolívar S/N y Rocafuerte	0.75	06:00 a 18:00	0.90	18:00 a 20:00	193

Tabla No. 12 Estacionamientos del Centro Histórico ²²

RED DE ESTACIONAMIENTOS ABIERTOS

ESTACIONAMIENTO	UBICACIÓN	TARIFA / HORA O FRACCIÓN DE LUNES A VIERNES	SÁBADO, DOMINGOS Y DÍAS FERIADOS	HORARIO	PLAZAS
CAROLINA 1	Av. Amazonas y Av. de La República	0.50	0.50	08:00 a 22:00	94
CAROLINA 3	Japón y Amazonas	0.50	0.50	08:00 a 22:00	106
CAROLINA 4	De los Shyris y Portugal	0.50	0.50	08:00 a 22:00	143
CAROLINA 5	De Los Shyris, junto a la tribuna	0.50	0.50	08:00 a 22:00	114
CAROLINA 6	De Los Shyris y Suiza	0.50	0.50	08:00 a 22:00	92
CAROLINA 7	De Los Shyris entre Rusia y Bélgica.	0.50	0.50	08:00 a 22:00	97
CAROLINA 8	Eloy Alfaro entre República y De Los Shyris	0.50	0.50	08:00 a 22:00	105
LA ESQUINA	Pampite y Chimborazo (Cumbayá)	0.50	1.00	De lunes a viernes 08:00 a 24:00	99

				Sábado y domingo de 09:00 a 24:00	
BICENTENARIO A	Amazonas y Psj. Amazonas	0.50	0.50	24 HORAS	336
BICENTENARIO B	Amazonas y Holguín	0.50	0.50	08:00 a 22:00	420
BICENTENARIO C	Rafael Aulestia y Alfonso Yépez	0.50	0.50	08:00 a 22:00	407
CUMANDÁ	Av. 24 de Mayo, entre Santa Cruz y Maldonado	0.50	0.50	Domingo a jueves de 08:00 a 22:00 Viernes y sábado de 08:00 a 02:00	117

Tabla No. 13 Red de Estacionamientos Abiertos²²

Cada parqueadero tiene una cabina de cobro para recaudar el efectivo diario por cada vehículo que usa este servicio; sin embargo, el usuario busca una mejora en el servicio haciendo que el tiempo de estadía dentro del edificio de estacionamientos sea menor, con servicio adecuado y por ende seguro.



Imagen No. 36 Ingreso a Estacionamiento La Ronda - Centro Histórico - Autoría Propia

Por tal razón, podría ser otra de las alternativas en la cual los usuarios que tengan instalado en su vehículo los dispositivos Tags que brinda la Municipalidad, ingresaría a ser parte de la comunidad de usuarios del Sistema Integrado de Estacionamientos de Quito obteniendo facilidad, agilidad y sobretodo con la confianza de usar las plazas disponibles de cada estacionamiento.

El usuario ingresaría a cualquiera de los estacionamientos públicos donde su acceso se lo realizaría por medio del dispositivo Tag el cual emitiría una señal del vehículo que ingresa, la hora de ingreso y por ende la hora de salida.

22. <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/proyectos/estacionamientos-/sistema-de-estacionamientos-de-quito-seq>

Esta información sería almacenada en una base de datos con lo que se podría conocer la cantidad de plazas de estacionamientos disponible, tiempos de permanencia de cada vehículo, la recurrencia de uso por vehículo, la cantidad de usuarios de los estacionamientos dependiendo de su ubicación, entre otros..

Este servicio se lo brindaría con ciertas condiciones para los usuarios frecuentes, debiendo ejecutarse contratos de uso y pago correspondiente por el tiempo contratado para este servicio (el costo por uso de una plaza de estacionamiento se cancela sea por hora o fracción de hora).

El proceso de cobro por la utilización de este servicio dependerá de las alternativas que genere el Municipio de Quito pudiendo considerar como opciones, el cobro de manera mensual dentro de algún servicio básico como el agua potable, recolección de basura, tasa de bomberos, entre otros.

5.4.3. Información vehicular de cada vehículo

Dentro del Distrito Metropolitano de Quito mediante la ordenanza No. 076 aprobada el 18 de noviembre del 2002, obliga a que todo vehículo que circule por las calle o avenidas de la capital, deben haber aprobado el proceso de Revisión Técnica Vehicular (RTV) que se realiza a cada vehículo.

Actualmente existe 468.000 unidades vehiculares que circulan diariamente por las calles y avenidas de la ciudad, que están clasificados en: vehículos livianos, unidades de transporte público urbano inter e intra-parroquiales, buses y furgonetas de servicio escolar, taxis urbanos, taxis ejecutivos y motos.

“La Revisión Técnica de Vehículos (RTV) tiene por objeto primordial garantizar las condiciones mínimas de seguridad de los vehículos basadas en los criterios de diseño y fabricación de los mismos; además, comprobar que cumplen con la normativa técnica que les afecta y que mantienen un nivel de emisiones contaminantes que no supere los límites máximos establecidos.

La RTV es obligatoria para todos los vehículos que circulan en el DMQ, los particulares deben aprobarla una vez al año y los de uso intensivo (buses, camiones, camionetas y taxis) dos, debido a sus mayores recorridos.”²³

Otra de las posibles alternativas de uso de los dispositivos TAGS sería contener dentro de su microchip a más de su número único de identificación, datos del vehículo como: Placa, Número de chasis, Marca, Modelo, Número de Motor, Años de Fabricación, Tipo, Frecuencia de Revisión, Subtipo; Institución a la que pertenece; lo que permitiría a los Agentes de Tránsito, contrastar con la información que mantiene la Agencia Metropolitana de Tránsito (AMT) del vehículo; y con ello, poder hacer controles en las vías.

23. <http://www2.revisionquito.gob.ec/index.php/sample-sites-2>

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- *Los servicios de enlaces comunicación de datos actualmente son más accesibles no solo por sus costos sino también por las mejoras tecnológicas realizadas por los proveedores de estos servicios, logrando una mayor extensión de cobertura en el territorio nacional.*
- *La fibra óptica para nuestro caso de estudio es una de las mejores alternativas a utilizarse como medio de comunicación ya que, la industria dedicada a la provisión de este servicio ha invertido en su infraestructura tecnológica; permitiendo tener, varias alternativas en el mercado nacional que puedan suplir nuestras necesidades de conectividad,*
- *La comunicación por Radioenlace es una alternativa para la comunicación en sectores alejados, donde no pueda llegar ningún servicio de comunicación físico como fibra óptica o cobre (línea telefónica); permitiendo comunicar grandes distancias considerando factores climáticos de cada zona, la altitud en donde se requiera la instalación de cada equipamiento y los posibles obstáculos naturales o artificiales que podrían interponerse en la comunicación de los sitios donde se lo requiera.*
- *El resultado del uso de este tipo de tecnología en soluciones de movilidad de la ciudad se podrá ver reflejado a mediano y largo plazo, apostando a un recuperación de inversión con el mejoramiento del tráfico vehicular en las arterias principales de circulación.*
- *La utilización de un dispositivo de radiofrecuencia podría ser una herramienta muy útil en la búsqueda de nuevos y mejores servicios en beneficio de la ciudadanía siendo algunos de ellos por ejemplo: accesos automático a estacionamientos públicos, cobro de peajes de manera automática, almacenamiento de información del estado del vehículo luego de la revisión técnica vehicular, control de accesos y circulación de vehículos interprovinciales en las terminales Terrestres de transporte, entre otros.*

6.2.Recomendaciones

- *Se recomienda la utilización de fibra óptica para la comunicación del equipamiento tecnológico requerido en cada pórtico toda vez que la ubicación de los mismos, se encuentre dentro de la red de cobertura que el proveedor del servicio tenga habilitada dentro de la ciudad de Quito.*
- *Para tener un buen desempeño y fiabilidad de la información recopilada por la circulación vehicular se recomienda que cada canal de comunicación funcione de manera independiente sin interferir con algún otro servicio; puesto que si en algún momento falla el canal de comunicación únicamente afectaría a ese pórtico específico y no a él o los servicios que estén compartiendo el mismo canal de comunicación.*
- *Se recomienda la utilización de Radioenlace en casos donde no tengamos cobertura por medios físicos, debiendo considerar los aspectos (climatológicos, línea de vista, entre otros) que podrían afectar a este tipo de medio de comunicación, para realizar el envío de información.*
- *Considerando la versatilidad de los Tags pasivos se recomienda su uso en nuevas aplicaciones que permitan mejorar las necesidades que requieran de los mismos, haciendo de este tipo de dispositivos útiles para las personas o industria.*
- *El presente caso de estudio ha permitido incrementar de manera personal un amplio conocimiento sobre los medios de comunicación existentes en el mercado así como el uso de dispositivos de radiofrecuencia; por lo que se recomienda, el uso de este tipo de tecnología para las posibles aplicaciones expuestas el presente documento en pro mejoras de los servicios que la Alcaldía de Quito, podría brindar a los ciudadanos de Quito.*

7. BIBLIOGRAFÍA

Dispositivos para conteo vehicular

http://www.tyssatransito.com/pag_2.htm
<http://diamondtraffic.com/product/Apollo>
<http://diamondtraffic.com/product/Microtally>
<http://www.sistemasdepesaje.com>
<http://www.adec-technologies.ch/TDC1-PIR.81.0.html?&L=3>

Una visión general de RFID

<http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>
<http://www.ecojoven.com/dos/03/RFID.html>
<http://www.rfidpoint.com/preguntas-frecuentes/tags-activos-pasivos-y-semi-pasivos/>
<http://www.logismarket.com.mx/ip/tec-electronica-impresoras-rfid-rfid-el-futuro-de-la-identificacion-automatizada-parte-iii-421403.pdf>
<http://www.monografias.com/trabajos76/gestionar-disponibilidad-autos-forma-automatizada/gestionar-disponibilidad-autos-forma-automatizada.shtml>
<http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=1352&edi=67&xit=aplicaciones-de-rfid-pasivo-en-identificacion-de-vehiculos>
<https://www.kapsch.net/ktc/products/rf-field-products/5-8-cen-dsrc-transceivers>
http://rfid.aitex.es/info_rfid/tags.php

Calculo para atenuación de fibra óptica:

<http://www.fibraoptica hoy.com/cableado-de-fibra-optica-para-comunicaciones-de-datos-2%C2%AA-parte/>

Tablas

Estacionamientos Públicos EPMOP

<http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/proyectos/estacionamientos-/sistema-de-estacionamientos-de-quito-seq>

Trasciente de Red Ethernet

<http://www.soportedeenergia.com/supresorespararedesethernet.html>

8. ANEXOS