



MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD Y EL TRÁNSITO EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI A TRAVÉS DE LA PLANEACIÓN Y DISEÑO DE DOS SERVICIOS BASADOS EN TIC.

PROYECTO DE GRADO

**TOMAS ALBERTO LISCANO BERMÚDEZ
DORANCÉ MONTOYA MURCIA**

**Asesor
DR(c) INGENIERÍA TELEMÁTICA
ALVARO PACHON DE LA CRUZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y
COMUNICACIONES
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES
SANTIAGO DE CALI
2014**

Mejoramiento de la movilidad y el tránsito en la ciudad de Santiago de Cali a través de la planeación y diseño de dos servicios basados en TIC.

**Tomas Alberto Liscano Bermúdez
Dorancé Montoya Murcia**

**Trabajo de grado para optar al título de
Máster en Gestión de Proyectos y Tecnología**

**Asesor
Álvaro Pachón de la Cruz**



**FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y
COMUNICACIONES
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES
SANTIAGO DE CALI
2014**

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Santiago de Cali, <Fecha>

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	14
GLOSARIO	15
1. INTRODUCCIÓN	18
1.1 <i>CONTEXTO DE TRABAJO</i>	18
1.2 <i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i>	25
1.3 <i>OBJETIVOS</i>	30
1.3.1 Objetivo General.	30
1.3.2 Objetivos Específicos	30
1.4 <i>RESUMEN DEL MODELO PROPUESTO</i>	30
1.4.1 Definición del problema.	31
1.4.2 Alcance de la propuesta del servicio.	31
1.4.3 Interesados.	31
1.4.4 Requerimientos y necesidades.	32
1.4.5 Subsistemas de la arquitectura.	32
1.4.6 Interrelaciones entre los elementos y flujos de información	32
1.4.7 Interfaces y flujos de información	32
1.4.8 Paquetes de servicios	33
1.4.9 Despliegue tecnológico.	33
1.5 <i>RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS</i>	33
1.6 <i>ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO</i>	35
2. MARCO TEÓRICO	37
2.1 <i>CIUDADES Y DESAFÍOS</i>	37
2.2 <i>CIUDADES INTELIGENTES</i>	39
2.2.1 Definiendo	39
2.2.2 Movilidad y Tráfico	41

2.2.3	Aporte de la cultura ciudadana en una ciudad inteligente	44
2.3	<i>MOVILIDAD Y TRÁNSITO</i>	45
2.3.1	Conceptos y Normatividad	45
2.4	<i>SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (ITS)</i>	49
2.5	<i>Normalización y Reglamentación Internacional</i>	50
2.5.1	ISO 14813 Arquitectura de referencia ISO	51
2.5.2	ISO/TC-204	56
2.6	<i>ARQUITECTURAS ITS</i>	59
2.6.1	Arquitectura nacional de los Estados Unidos	59
2.6.2	Arquitectura Europea	63
2.6.3	Arquitectura Japonesa	66
2.6.4	Arquitectura Colombiana	68
3.	INICIATIVAS DE MOVILIDAD Y TRÁNSITO EN DIFERENTES CIUDADES DE COLOMBIA Y EL MUNDO	72
3.1	<i>EN LAS CIUDADES COLOMBIANAS</i>	72
3.1.1	BOGOTÁ	74
3.1.2	MEDELLÍN	79
3.1.3	BUCARAMANGA.	83
3.2	<i>MOVILIDAD Y TRÁNSITO EN CIUDADES A NIVEL MUNDIAL</i>	84
3.2.1	SEATTLE - USA	86
3.2.2	SANTANDER – ESPAÑA	89
3.2.3	PERU	91
3.2.4	INICIATIVAS DE SERVICIOS A NIVEL MUNDIAL	94
3.3	<i>Santiago de Cali</i>	96
3.3.1	SANTIAGO DE CALI - ITS, ARQUITECTURA	98
4.	PROPUESTAS DE SERVICIO ITS PARA MEJORAR LA MOVILIDAD Y TRANSITO EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI	100
4.1	<i>ESTRUCTURACION DE LAS PROPUESTAS</i>	101
4.1.1	Definición del problema.	101
4.1.2	Alcance de la propuesta del servicio.	102
4.1.3	Interesados.	102

4.1.4	Requerimientos y necesidades.	103
4.1.5	Subsistemas de la arquitectura.	104
4.1.6	Interrelaciones entre los elementos y flujos de información	105
4.1.7	Interfaces y flujos de información	107
4.1.8	Paquetes de servicios	108
4.1.9	Despliegue tecnológico.	109
4.2	<i>PROPUESTA 1 – SERVICIO “SUMINISTRO DE INFORMACION AL VIAJERO”</i>	109
4.2.1	Definición del problema	109
4.2.2	Propuesta del servicio y alcance.	110
4.2.3	Interesados	111
4.2.4	Requerimientos y necesidades.	115
4.2.4.1	Suministro de información al viajero de forma inmediata y actualizada	115
4.2.4.2	Suministro de información histórica	116
4.2.5	Subsistemas de la arquitectura	121
4.2.6	Interrelaciones entre los elementos y flujos de información	127
4.2.7	Interfaces y flujos de información	128
4.2.8	Paquetes de Servicio.	133
4.2.8.1	ATMS01 - Monitoreo de la Red	135
4.2.8.2	ATIS01 - Difusión de Información al Viajero	138
4.2.8.3	AD1 - Almacenamiento de Datos Básico	141
4.2.9	Despliegue tecnológico	143
4.3	<i>PROPUESTA 2 – SERVICIO “SISTEMA DE GESTIÓN DE ESTACIONAMIENTOS”</i>	156
4.3.1	Definición del problema	156
4.3.2	Propuesta del servicio y alcance	157
4.3.3	Interesados	158
4.3.4	Requerimientos y necesidades	162
4.3.4.1	Información Inmediata y Actualizada de los estacionamientos	162
4.3.4.2	Suministro de información histórica	163
4.3.5	Subsistemas de la arquitectura	166
4.3.6	Interfaces y flujos de información	171
4.3.7	Paquetes de Servicio	176
4.3.7.1	ATMS16 - Gestión de Estacionamientos	177
4.3.7.2	ATIS1 - Difusión de Información al Viajero	181
4.3.7.3	AD1 - Almacenamiento de Datos Básico	183

4.3.8	Despliegue tecnológico	185
5.	RESULTADOS ESPERADOS	196
6.	CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO	198
	BIBLIOGRAFÍA	200
	ANEXOS	208

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Servicios de la Arquitectura ISO	53
Tabla 2 Paquetes de servicio de la arquitectura americana	60
Tabla 3 Áreas funcionales arquitectura Europea	64
Tabla 4 Servicios a desplegar Arquitectura Japonesa	66
Tabla 5 Paquetes de equipamiento asociados a subsistemas del servicio de información al viajero.....	121
Tabla 6 Elementos de la arquitectura por subsistema para el servicio de suministro de información al viajero	126
Tabla 7 Interfaces del servicio de suministro de información al viajero.....	128
Tabla 8 Paquetes de equipamiento y paquetes de servicios para suministro de información al viajero.....	134
Tabla 9 Flujos de Información - Paquete de Servicio ATMS01 - Monitoreo de la Red.....	136
Tabla 10 Factores de Planeación - Paquete de Servicio ATMS01 - Monitoreo de la Red	137
Tabla 11 Objetivos Específicos - Paquete de Servicio ATMS01 - Monitoreo de la Red	138
Tabla 12 Flujos de Información - Paquete de Servicio ATIS01 - Difusión de Información al Viajero	140
Tabla 13 Factores de Planeación - Paquete de Servicio ATIS01 - Difusión de Información al Viajero	140
Tabla 14 Objetivos Específicos - Paquete de Servicio ATIS01 - Difusión de Información al Viajero	141
Tabla 15 Flujos de Información - Paquete de Servicio AD1 - Almacenamiento de Datos Básico	142
Tabla 16 Factores de Planeación - Paquete de Servicio AD1 - Almacenamiento de Datos Básico	143
Tabla 17 Objetivos Específicos - Paquete de Servicio AD1 - Almacenamiento de Datos Básico --	143
Tabla 18 Características del Modulo DHT22	150
Tabla 19 Paquetes de equipamiento asociados a subsistemas del servicio de gestión de estacionamientos	167
Tabla 20 Elementos de la arquitectura por subsistema para el servicio de gestión de estacionamientos	171
Tabla 21 Interfaces del servicio de suministro de gestión de estacionamientos.....	172

Tabla 22 Paquetes de equipamiento y paquetes de servicios para gestión de estacionamientos	
-----	176
Tabla 23 Flujos de Información - Paquete de Servicio ATMS16 - Gestión de Estacionamientos	178
Tabla 24 Factores de Planeación - Paquete de servicio ATMS16 - Gestión de Estacionamientos	
-----	180
Tabla 25 Objetivos Específicos - Paquete de servicio ATMS16 - Gestión de Estacionamientos	180
Tabla 26 Flujos de Información – ATIS01 – Difusión de Información al Viajero-----	182
Tabla 27 Flujos de Información - Paquete de servicio AD1 - Almacenamiento de Datos Básico	184

LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1 Propuesta de Dominios de Ciudades Inteligentes - IBM	21
Imagen 2 Puesto en el Índice de Competitividad Global del WEF	27
Imagen 3 Crecimiento Vehículos en Santiago de Cali 2003-2013	28
Imagen 4 Estructura Jerárquica de una Arquitectura de servicios	53
Imagen 5 Arquitectura Lógica - Americana.....	62
Imagen 6 Arquitectura Americana.....	63
Imagen 7 Arquitectura Japonesa	68
Imagen 8 Movilidad Sostenible - Direccionamiento Estratégico Basado En La Arquitectura ITS Nacional	71
Imagen 9 Paquetes de Servicios ITS en Colombia.....	73
Imagen 10 Diagrama de Interrelación del SIT	77
Imagen 11 Arquitectura Física Del SIT	78
Imagen 12 Medellín, número de muertes en accidentes de tránsito por modo de transporte, 2013.	80
Imagen 13 Resultados definitivos de la evaluación multicriterio	83
Imagen 14 ITS Seattle - USA.....	87
Imagen 15 - Sitio Web sobre información al viajero de Seattle	89
Imagen 16 Estructura para esfera de servicios información para el viajero	92
Imagen 17 Elementos del sistema de movilidad y tránsito en la arquitectura nacional ITS del Perú.....	93
Imagen 18 Cronograma PIMU - Santiago de Cali	97
Imagen 19 Inventario Arquitectura ITS Colombiana.....	105
Imagen 20 Diagrama de Contexto - Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte	107
Imagen 21 Diagrama contextual Servicio de información al viajero	114
Imagen 22 Matriz relación de requerimientos e interesados servicio de información al viajero	118
Imagen 23 Subsistemas de la arquitectura nacional que intervienen en la propuesta del servicio de suministro de información al viajero	122
Imagen 24 Interfaces que intervienen en la presentación del servicio de suministro de información al viajero.....	127
Imagen 25 Interface Áreas Metropolitanas Equipo de Vías - Áreas Metropolitanas Centro de Control de Tránsito.....	129

Imagen 26 Interface Áreas Metropolitanas Centro de control de Transito - Áreas metropolitanas sitios Web.....	130
Imagen 27 Interface Áreas metropolitanas sitios Web - Viajeros Sistemas Personales Móviles.....	131
Imagen 28 Interface Áreas Metropolitanas Equipo de Vías - Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte.....	132
Imagen 29 Interface Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte - Ministerio de Transporte Archivo de Datos de Transporte	133
Imagen 30 Paquete de Servicio ATMS01 - Monitoreo de la Red	135
Imagen 31 Paquete de Servicio ATIS01 - Difusión de Información al Viajero	139
Imagen 32 Paquete de Servicio AD1 - Almacenamiento de Datos Básico.....	142
Imagen 33 Sitios en la ciudad monitoreados por IPInnovatech en la fase de pruebas.....	144
Imagen 34 Elementos tecnológicos relacionados con el paquete de servicio ATSM01 - Monitoreo de la Red	145
Imagen 35 Modelo de solución aplicado al Paquete de Servicio ATMS01 - Monitoreo de la Red	147
Imagen 36 Identificación del vehículo para su posterior conteo y categorización.....	148
Imagen 37 Módulo YL-83 y su circuito de control	150
Imagen 38 Flujos de información que proveniente de los equipos de vías	152
Imagen 39 Sitio Web para acceso a información por parte del viajero.....	153
Imagen 40 Implementaciones del paquete de servicio ATIS01 - Difusión de información al viajero.....	154
Imagen 41 Implementación del paquete de servicio de almacenamiento de datos básico.....	155
Imagen 42 Diagrama Contextual Sistema de gestión de estacionamientos.....	161
Imagen 43 Matriz relación de requerimientos e interesados sistema de gestión de estacionamientos.....	164
Imagen 44 Subsistemas de la arquitectura nacional que intervienen en la propuesta del servicio gestión de estacionamientos	168
Imagen 45 Interfaces que intervienen en la prestación del servicio de gestión de estacionamientos.....	172
Imagen 46 Interface Equipo de Estacionamiento Áreas Metropolitanas - Áreas metropolitanas sitios Web.....	173
Imagen 47 Interface Áreas metropolitanas sitios Web - Viajeros Sistemas Personales Móviles	174
Imagen 48 Interfaces Equipo de Estacionamiento Áreas Metropolitanas - Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte.....	175

Imagen 49 Paquete de servicio ATMS16 - Gestión de Estacionamientos.....	177
Imagen 50 Paquete de Servicio ATIS01 - Difusión de Información al Viajero	182
Imagen 52 Paquete de servicio AD1 - Almacenamiento de Datos Básico	184
Imagen 53 Modelo de Solución aplicado al paquete de servicio ATMS16 – Gestión de Estacionamientos	187
Imagen 54 Diagrama del despliegue tecnológico para la identificación de espacios.....	188
Imagen 55 Componentes tecnológicos de la red de sensores para la identificación de espacios disponibles	189
Imagen 56 Concentrador de Nodos y Sistema embebido para la identificación de espacios disponibles	190
Imagen 57 Identificación de disponibilidad de espacios estacionamiento en lotes.....	192
Imagen 58 Consolidación Local para la gestión de estacionamientos.....	193
Imagen 59 Difusión de información al viajero en la gestión de estacionamientos.....	194
Imagen 60 Almacenamiento de datos básicos en gestión de estacionamientos	195

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1 Arquitectura Nacional Colombiana.....	208
Anexo 2 Diagramas de Contexto - Arquitectura Colombiana.....	216
Anexo 3 Normas ISO Sobre Transporte Inteligente	220
Anexo 4 Descripción de Paquetes de Equipamiento.....	222

RESUMEN

A las ciudades se les han presentado grandes desafíos por resolver producto del crecimiento de su número de habitantes, y por lo cual han surgido nuevos conceptos como son los de ciudades sostenibles y ciudades inteligentes.

Uno de estos grandes desafíos es el de la movilidad y el tránsito, y dentro del concepto de ciudades inteligentes se cuenta con un dominio que busca atender esta necesidad de las ciudades. Lo que se pretende es aplicar ideas innovadoras y sostenibles con una alta participación de tecnología de la información.

Colombia no es ajena a esta realidad, y se cuentan con iniciativas de ciudades en el tema del transporte inteligente. El gobierno nacional ha dado directrices para desarrollar el transporte inteligente en las diferentes ciudades, tan es así que ha desarrollado una arquitectura de sistema de transporte inteligente (ITS, *Intelligent Transport Systems*) nacional y ha legislado en función del tema, como se puede ver en el requerimiento de que las ciudades cuenten con planes de movilidad alineados con las políticas nacionales.

Cali está en fase de desarrollo de su plan de movilidad y cuenta con iniciativas de transporte inteligente, sin embargo no se observa una integración y una aplicación de la arquitectura ITS nacional, lo cual causa que los esfuerzos sean independientes y no se cuente con información útil para el usuario.

Por lo anterior, con el presente trabajo se plantea una serie de pasos a seguir para desarrollar propuestas de servicios para el sistema ITS de la ciudad. Los pasos están soportados en la versión actual de la arquitectura ITS nacional Colombiana y en la arquitectura americana. En el documento, se plantean dos propuestas de servicios: el suministro de información al viajero y la gestión de estacionamiento, con el propósito de aportar positivamente a la movilidad de la ciudad.

GLOSARIO

Arquitectura: Acorde al ANSI/IEEE 1471-2000 se puede resumir como: "la organización fundamental de un sistema, representada por sus componentes, sus relaciones internas y con el entorno, así como los principios que gobiernan su diseño y evolución" (SANTACRUZ & ESPITIA, 2013, p. 12).

Banco Mundial. Es uno de los organismos especializados de las Naciones Unidas y está integrado por 184 países miembros. Estos países son conjuntamente responsables de la manera en que se financia la institución y del destino que se da a los fondos. El Banco Mundial, igual que el resto de la comunidad dedicada a la tarea del desarrollo, centra sus iniciativas en lograr que se alcancen los objetivos de desarrollo del milenio, que fueron acordados en 2000 por los miembros de las Naciones Unidas para lograr una reducción sostenible de la pobreza ("Quiénes Somos - ¿Qué es el Banco Mundial?," 2003).

Big Data. En el mundo de las tecnologías de la información, normalmente aparecen primero unas necesidades; después, unas soluciones a esas necesidades, y, finalmente, se adopta un término que las describe. Con el Big Data ha sucedido lo mismo. Según la definición de la consultoría Gartner, el Big Data es el "análisis a alta velocidad de un gran volumen y de una gran variedad de datos mediante formas innovadoras y rentables de procesamiento, con el objetivo de mejorar la comprensión y la toma de decisiones" (Cano, 2014).

CEPAL. La CEPAL es una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas y su sede está en Santiago de Chile. Se fundó para contribuir al desarrollo económico de América Latina, coordinar las acciones encaminadas a su promoción y reforzar las relaciones económicas de los países entre sí y con las demás naciones del mundo. Posteriormente, su labor se amplió a los países del

Caribe y se incorporó el objetivo de promover el desarrollo social (“CEPAL - Información general,” n.d.).

Ciudades inteligentes. El concepto surge a partir de los avances tecnológicos y su aplicación para atender los desafíos presentes en las ciudades. Las ciudades inteligentes nacen con espíritu de compañerismo, basadas en el intercambio de experiencias e interactividad de unas con otras. El cooperativismo es la base de nuestras urbes, o al menos así se plantea en España desde la RECI (Red Española de Ciudades Inteligentes).

CONPES. El Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes) fue creado por la Ley 19 de 1958. Es la máxima autoridad nacional de planeación y se desempeña como organismo asesor del Gobierno en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país. Para lograrlo, coordina y orienta a los organismos encargados de la dirección económica y social en el Gobierno, a través del estudio y aprobación de documentos sobre el desarrollo de políticas generales. El Conpes y el Conpes Social actúan bajo la dirección del Presidente de la República.

Departamento Administrativo de Planeación Municipal. El Departamento Administrativo de Planeación Municipal es una dependencia adscrita al Despacho del Alcalde, y es la máxima autoridad administrativa de Planeación del Municipio. El Departamento Administrativo de Planeación Municipal, tiene como misión liderar el proceso de gestión estratégica y prospectiva para alcanzar el Desarrollo Integral Sostenible de Santiago de Cali, basado en principios de justicia, equidad, igualdad y respeto por la Ley, solidaridad social y económica y participación comunitaria; Y propender por el desarrollo ordenado de la forma y estructura del espacio urbano del Municipio (“Planeación | ¿Quiénes somos?,” 2010).

Plan Nacional de Desarrollo. Es el documento que sirve de base y provee los lineamientos estratégicos de las políticas públicas formuladas por el Presidente de la República a través de su equipo de Gobierno. Su elaboración, socialización, evaluación y seguimiento es responsabilidad directa del DNP (“¿Qué es el Plan Nacional de Desarrollo?,” n.d.).

El PND es el instrumento formal y legal por medio del cual se trazan los objetivos del Gobierno permitiendo la subsecuente evaluación de su gestión. De acuerdo con la Constitución política de Colombia de 1991 en su artículo 339 del Título XII: "Del Régimen Económico y de la Hacienda Pública", Capítulo II: "De los planes de desarrollo", el PND se compone por una parte general y un plan de inversiones de las entidades públicas del orden nacional.

TIC. De acuerdo a la Ley 1341 se ha adoptado en Colombia la siguiente definición: “Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (en adelante TIC), son el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, vídeo e imágenes.” (“Ley 1341 de 2009,” 2009).

Vive Digital. Plan de tecnología para los próximos cuatro años en Colombia, que busca que el país dé un gran salto tecnológico mediante la masificación de Internet y el desarrollo del ecosistema digital nacional. El Plan responde al reto de este gobierno de alcanzar la prosperidad democrática gracias a la apropiación y el uso de la tecnología. Vive Digital apuesta a la masificación de Internet (“Plan Vive Digital - Introducción,” 2010).

1. INTRODUCCIÓN

1.1 CONTEXTO DE TRABAJO

El presente proyecto de grado tiene como motivación realizar un aporte a la iniciativa que busca transformar a la ciudad de Santiago de Cali en una ciudad inteligente. La ciudad, que cuenta actualmente con una población de 2,344,703 (Morales, 2012), tiene al frente retos por atender en la movilidad y el tránsito que deben ser atendidos en el presente y que le permitan afrontar los desafíos de sostenibilidad y de costos que le plantea el futuro.

Las ciudades son entes cambiantes que, desde los principios de la historia, han experimentado transformaciones. Hasta el siglo XIX, la ciudad era un centro administrativo-político y un mercado, una unidad espacial bien definida por límites físicos -las murallas- y administrativos. Posteriormente, y como consecuencia de la Revolución Industrial, extendió sus espacios físicos gracias a la transformación de los medios de comunicación. Después, se generaron otros cambios en las ciudades motivados en la economía postindustrial y en la filosofía postmodernista (Lic. Bellagamba, 2002). En la actualidad, los avances tecnológicos han llevado a repensar/evolucionar el concepto de ciudad. Han surgido términos como ciudad informacional (gracias al auge de la aparición y consolidación de internet), ciudad competitiva, ciudad del conocimiento, ciudades creativas (enfocada en espacios fomentando la innovación), y más recientemente, la ciudad inteligente (como consecuencia de la aparición de tecnologías, Big Data, inteligencia de negocios, computación en la nube, ubicuidad, etc.).

Cada uno de los cambios de ciudad han buscado siempre potencializar sus fortalezas y oportunidades, así mismo contrarrestar sus debilidades con el firme propósito de cumplir objetivos que le permitan satisfacer eficiente y

suficientemente las necesidades de sus habitantes en diferentes aspectos tales como el trabajo, el estudio, el ocio, el deporte, la cultura, la salud, la justicia, la movilidad y la seguridad, entre otros. Las ciudades deben considerar las características propias de su espacio, cultura, ciudadanos, economía, uso de recursos, conocimiento, la globalización geográfica y la globalización en su desarrollo y sostenibilidad.

Según informe de la Red URBELAC (Goulet, 2012), Latinoamérica y el Caribe es la región en desarrollo que ha experimentado el más rápido ritmo de crecimiento urbano en el mundo: su población urbana se ha duplicado en la segunda mitad del siglo XX, pasando de un 41 % del total en 1950 a más del 75 % en 2010. Las ciudades son los puntos focales de desarrollo en Latinoamérica y el Caribe. La actividad económica se concentra en las ciudades, donde, en estos momentos, un 55 % del PIB regional se produce en los centros urbanos. Igualmente, alberga cuatro de las 20 ciudades del mundo con poblaciones superiores a los 10 millones de habitantes y 55 de las 414 ciudades con más de un millón de habitantes.

Sobre la proyección de población mundial, el Instituto Francés de Estudios Demográficos (Ined) en su publicación del 2013 (Jiménez, 2013) indica que la población mundial alcanzará los 9.731 millones de personas en 2050 (un aumento de más de 2.000 millones de personas) y que Colombia llegará a los 63 millones de habitantes para el 2050.

Estas cifras de crecimiento poblacional permiten prever un desafío y compromiso con la sostenibilidad. Las ciudades modernas tienen unos enormes retos de gobernanza que pasan por la falta de infraestructuras básicas, el aumento de la demanda de servicios sociales, las consecuencias medioambientales de la congestión del tráfico y la contaminación a la escasez crónica de recursos financieros para cubrir estas demandas.

Un nuevo concepto es la ciudad inteligente surge a partir de los avances tecnológicos y su aplicación para atender estos desafíos que se presentan. Las ciudades inteligentes nacen con espíritu de compañerismo, basadas en el intercambio de experiencias e interactividad de unas con otras. El cooperativismo es la base de nuestras urbes, o al menos así se plantea en España desde la RECI (Red Española de Ciudades Inteligentes).

Es evidente que la inteligencia no se ha inventado ahora. Los avances tecnológicos, humanos y sociales han existido siempre. Y en las ciudades, se ha intentado emprender sus iniciativas de la mejor manera y creativa de acuerdo con los avances en el conocimiento y las situaciones propias de cada ciudad. La inteligencia de una ciudad puede ser expresada en términos de la combinación de las habilidades, comportamientos y oportunidades de la población con los avances tecnológicos, el buen uso de los recursos y las prioridades sociales, sin olvidar las características propias del espacio geográfico de la ciudad. Sin lo anterior, no se podrá hablar de ciudad inteligente así se cuente con los últimos productos de la tecnología, y más aún si nos considerará que lo inteligente no son las ciudades, sino los ciudadanos que habitan en ellas.

Todas estas iniciativas no tendrías sentido sin la presencia activa de la ciudadanía. La cultura ciudadana (“Cultura Ciudadana,” 2014), entendida como el “conjunto de conocimientos, actitudes, prácticas y representaciones colectivas de la ciudadanía que emergen en un proceso dinámico de construcción social de lo público, permitiendo el ejercicio de los derechos, la relaciones de convivencia, la relación con el entorno, el desarrollo del sentido de pertenencia y la responsabilidad social”, ofrece garantía de éxito en los resultados obtenidos cuando se aplican soluciones innovadoras en ciudades inteligentes. Esto se da básicamente porque al final son los ciudadanos quienes hacen uso y acogen las soluciones implementadas en las ciudades inteligentes.

En consecuencia, para llevar a cabo el proyecto de transformación o realización de una ciudad inteligente se debe pasar por unas áreas de acción o dominios, estos dominios se resumen en la figura “Propuesta de Dominios de Ciudades Inteligentes – IBM” (de acuerdo a propuesta de IBM):



Imagen 1 Propuesta de Dominios de Ciudades Inteligentes – IBM

Fuente: Cotton, B. (2013). Intelligent Urban Transportation Predicting , Managing , and Integrating Traffic Operations in Smarter Cities. Frost & Sullivan White Paper. (p. 4).

A nivel mundial, muchos gobiernos han entendido la importancia de implementar iniciativas dentro de los dominios mencionados, ciudades como Singapur, Curitiba y Luxemburgo (Moreno Herrera & Gutierrez Sanchez, 2012) han desarrollado estrategias en base a una visión definida por sus gobernantes. Esta visión apalanca la formulación de objetivos sobre los cuales se ejecutan unos planes de acción en algunos de los dominios arriba mencionados. Uno de esos dominios se encuentra la movilidad y el transporte, en donde se buscan objetivos como la integración del sistema de transporte urbano y la interconexión de los centros de desarrollo económico, entre otros.

En el caso de Colombia, apenas se están desarrollando y consolidando estos conceptos de ciudad inteligente y se pueden encontrar casos en que algunos elementos de ciudad inteligente están siendo aplicados; y seguramente serán muchos más conceptos que se aplicarán dado que apoyos como el del Banco Mundial y los entes gubernamentales nacionales y locales.

Proyectos como el llamado “Préstamo para Políticas de Desarrollo (DPL) sobre Ciudades Productivas y Sostenibles” del Banco Mundial (Campo, 2012) direccionan hacia el desarrollo de ciudades inteligentes sostenibles, y el cual está enfocado en los siguientes tres tópicos:

- Mejorar el acceso a servicios básicos de agua y saneamiento y de transporte urbano y reducir la vulnerabilidad de los pobres a los desastres naturales en las zonas urbanas.
- Promover la prestación de soluciones habitacionales asequibles y seguras para personas de ingreso bajo.
- Fortalecer la capacidad de los organismos subnacionales de coordinar y financiar la estructuración e implementación de iniciativas regionales y metropolitanas para el desarrollo.
- Mejorar la productividad del sistema de ciudades mediante una mejor conectividad dentro de la red de ciudades y entre ciudades y puertos con los mercados externos.

A la tecnología se le ha dado importancia en el desarrollo de país y de ciudad por la parte gubernamental. Recientemente, el 30 de julio de 2009 se ha creado el Ministerio de las Tecnologías de Información de Comunicación con el cual se pretende desarrollar el sector y promover el acceso y uso de las TIC a través de la

masificación; por medio del ministerio se ha direccionado el camino a la conectividad con el Plan Vive Digital (factor clave para las ciudades inteligentes) como se puede observar en el portal oficial (“El Plan Vive Digital - MINTIC - Vive Digital,” 2010). A esto se suma los esfuerzos y apoyos locales en ciudades como Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Pereira y Santiago de Cali.

En Santiago de Cali, el plan de desarrollo municipal planteado por el alcalde Rodrigo Guerrero para su periodo de mandato, se puede observar su alineamiento con el Plan Vive Digital del gobierno, el cual busca la masificación del internet a través de fortalecer el ecosistema digital soportado en cuatro grandes componentes, que son: infraestructura, servicios, aplicaciones y finalmente los usuarios.

Otro gran determinante, en el camino a ciudad inteligente, puede ser evidenciado en el convenio con el Banco Mundial en el cual Santiago de Cali fue escogida, junto con Manizales y Barranquilla, como urbes pilotos donde se adelanta un proceso de identificación de problemáticas sociales para encontrarles soluciones a través del empleo de nuevas tecnologías. Del acuerdo hacen parte la Alcaldía de Cali, las Empresas Municipales de Cali - Emcali, y la Fundación para el Desarrollo Integral del Valle del Cauca -FDI-GIP quienes pretenden que la capital del Valle se convierta en una ciudad global sostenible que utilice sus recursos de forma eficiente gracias a las nuevas tecnologías (“El Banco Mundial realizó con el apoyo del MinTIC proyecto piloto de Ciudades Inteligentes en el país,” 2013).

Es incuestionable que la ciudad vive una situación de movilidad y transporte difícil, como consecuencia del incremento en el número de vehículos que circulan por las vías y aún más con la tendencia de seguir aumentando el número de vehículo particulares (autos y motos) y las dificultades que ha tenido el transporte público (como es la operatividad del MIO y el auge del transporte informal e ilegal). Según fuente El 47% de los caleños se mueven en servicio público, un 38% en privado

3% informal (piratas y otros medios) 12% a pie o bicicleta (“Movilidad en Cali no mejora - Mi Ciudad - ADN,” 2014). De ahí, que podamos inferir que para Cali, uno de los dominios dentro del concepto de ciudades inteligentes que le aportaría a su desarrollo es el de movilidad y transporte. Además, la ciudad vive momentos de oportunidad para el desarrollo de este dominio de ciudad inteligente.

En el Plan de Ordenamiento Territorial POT de Cali (Manrique, 2014) se tiene contemplado el tema de movilidad y transporte, de ahí que la administración este llevando a cabo la actualización del Plan Integral de Movilidad Urbano PIMU. Dentro PIMU han surgido iniciativas como “El *Corredor Verde* de Cali”, proyecto para desarrollar un espacio público de movilidad sostenible que incluye senderos peatonales, ciclo rutas y un sistema de transporte masivo cero emisiones, y el cual cuenta con un fondo de pre inversión por parte de Findeter que aporta \$500 millones para los estudios de este proyecto que aspira a ser construido sobre la vía férrea que atraviesa la ciudad de sur a norte y que se extiende a lo largo de 15 kilómetros (“Cali contará con un sistema de movilidad sostenible,” 2014).

La secretaría de tránsito y transporte de la ciudad ha marcado desde su anterior administración una recuperación de la autoridad y control en la ciudad, por medio de aplicación de elementos tecnológicos y el aumento del cuerpo de guardas de tránsito. Y actualmente, ha estimado una inversión de \$20.000 millones para instalar nueva tecnología aplicada al tráfico y la seguridad vial (“Cerca de \$20.000 millones se invertirán en tecnología para la movilidad en Cali,” 2013).

Dentro de este contexto, Cali puede tomar referentes de casos de éxitos de otras ciudades que han buscado mejorar la movilidad y transporte aplicando planes ambiciosos a largo plazo, de tal forma que le aporte en su camino de convertirse en una ciudad inteligente y sostenible en un futuro.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desplazamiento del campo a la ciudad ha provocado un cambio radical en la distribución poblacional de los países. Hasta hace aproximadamente un siglo, una de cada diez personas vivía en la ciudad. En el futuro, en el año 2050 (Alawadhi & Aldama-Nalda, 2012), se espera que tres cuartas partes de la población mundial viva en la ciudad (3 de cada 4 personas). En Colombia se ha experimentado una conducta similar. La CEPAL (Rivera, 2003), afirma que el país tuvo *“una profunda transformación en el siglo XX, pasó de ser un país rural a uno predominantemente urbano. En el censo de 1993, solamente un 30% vivía en la zona rural”*.

La CEPAL ha hecho referencia a la correlación existente entre el desarrollo de la infraestructura de transporte y el crecimiento económico. Según este organismo (Gayá & Campos, 2009), *“Una mayor disponibilidad y calidad de los servicios de infraestructura contribuyen a incrementar la productividad de los factores y reducen los costos de producción, favoreciendo de este modo, la competitividad de las firmas e incentivando la inversión y el crecimiento económico, el cual a su vez, genera un aumento de la demanda por servicios de infraestructura, completándose el círculo virtuoso. Del mismo modo, la calidad y eficiencia de la infraestructura de transporte impactan directamente sobre los costos de logística en general y del transporte en particular, lo que incide significativamente en la competitividad de las empresas y, consiguientemente, en sus decisiones de localización, inversión y producción. El desarrollo de la infraestructura de transporte también permite reducir la distancia económica entre los centros productivos y sus mercados de destino —tanto a nivel nacional como internacional—, influyendo por tanto sobre la distribución espacial de la actividad económica nacional, así como en la forma en que se estructuran los flujos de comercio internacional”*.

Las ciudades se enfrentan entonces a dos grandes retos: el primero, responder a las necesidades de una población urbana creciente, que demanda una mejor calidad de vida a través del acceso a la salud, a la educación, a la vivienda y a unos mejores sistemas y servicios de transporte; y el segundo, satisfacer los requerimientos del sector productivo, que demanda una infraestructura que le permita movilizar eficientemente (en tiempos y en costos) los bienes que produce.

Es claro como la movilidad y el transporte son factores claves de éxito en estos dos desafíos de ciudad, de ahí que surja la pregunta de investigación que se formula para delimitar el objeto del presente proyecto de investigación: ¿frente al incremento poblacional y al crecimiento en la dinámica de la economía que experimentan la ciudad de Santiago de Cali, es posible a través de la gestión de su infraestructura vial y de campañas de información y formación al ciudadano aumentar la movilidad y el tránsito de forma sostenible aplicando TIC y sin tener que recurrir a costosas inversiones?

Dado que la población aumenta y la economía crece, la demanda de transporte se incrementa con el inconveniente que la infraestructura no puede seguir este ritmo de crecimiento (de hecho, no es práctico construir suficientes carreteras y la infraestructura para satisfacer esta demanda). Este escenario, donde la demanda de viajes excede la capacidad de la de transporte red, es lo que se define como congestión del tráfico.

Las estimaciones de 2006 para el Gran Toronto sugieren que los costos de congestión están en \$ 3.3 millones de dólares anuales en términos de demora y aumento de los costos de operación de vehículos, mientras que el costo para la economía local era de \$2700 millones de dólares, debido a la producción económica perdida. Otro dato importante, una pérdida promedio de 81 horas laborales por año, lo cual refleja un retraso de 33 minutos por cada hora (Consulting, 2013).

En Cali actualmente se encuentran alrededor de 2,34 millones de habitantes, obteniendo de esta forma una densidad bruta de 41,85 habitantes, y este crecimiento se ha mantenido entre el 1,1% y el 1,3%. Además de lo anterior una ventaja de apuntar a desarrollar el concepto de ciudades inteligente, sería lograr que la competitividad de la ciudad se potencializara, y teniendo en cuenta esto, se debe observar como esta Colombia, acorde al estudio de competitividad realizado, llamado The Global Competitiveness Report 2012–2013 (Schwab & Sala-i-Martin, 2013), Colombia ha incrementado su nivel de competitividad desde el 2008 pero no lo suficiente, como se observa en la Ilustración “Puesto en el Índice de Competitividad Global del WEF”.

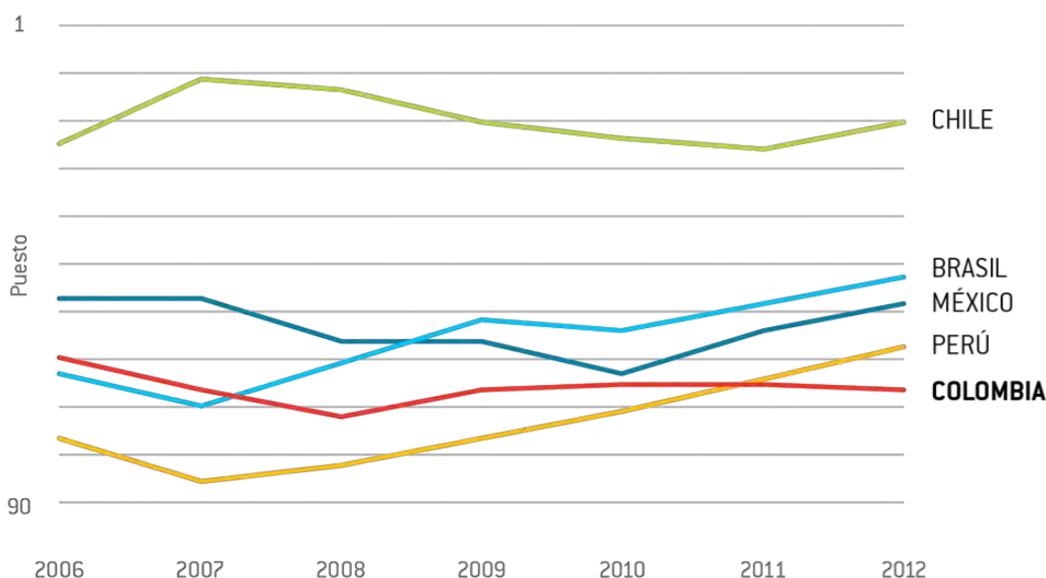


Imagen 2 Puesto en el Índice de Competitividad Global del WEF

Fuente: WEF. (2013). Informe nacional de competitividad. 2012-2013, Consejo Privado de Competitividad, Obtenido de <http://www.compitem.com.co/site/wp-content/uploads/2012/11/INC-2012-2013.pdf>

Se debe mencionar que en Colombia, se observan altos niveles de competitividad concentrados en regiones tales como Bogotá (Cundinamarca), Medellín

(Antioquia), Santiago de Cali (Valle del Cauca), entre otras. Estos niveles de competitividad ponen a Santiago de Cali como una ciudad que apalanque el crecimiento en los indicadores de productividad, y visto de esta forma la ciudad debe enfocarse en la optimización de los recursos, disminuyendo costos en diferentes frentes.

Cali tiene problema de congestión vehicular, uno de los factores que afecta la productividad. Son diversos los factores que contribuyen a la congestión del tráfico: problemas de estacionamiento (falta cultura ciudadana, falta de controles, falta de espacios), construcciones (la ciudad está en constante desarrollo de obras viales), número de carros particulares y motos (y la tendencia sigue en crecimiento como se puede ver en la ilustración Crecimiento de Vehículos en Santiago de Cali 2003-2013), problemas de atención del sistema integrado de transporte, transporte ilegal (motor ratones, colectivos, taxis y carros particulares prestando servicios de forma ilegal), alto número de accidentalidad, falta de control de cargue y descargue por parte de operadores del transporte de carga, infraestructuras que ponen a competir a peatones, ciclistas y automotores por espacios viales y otros tantos.

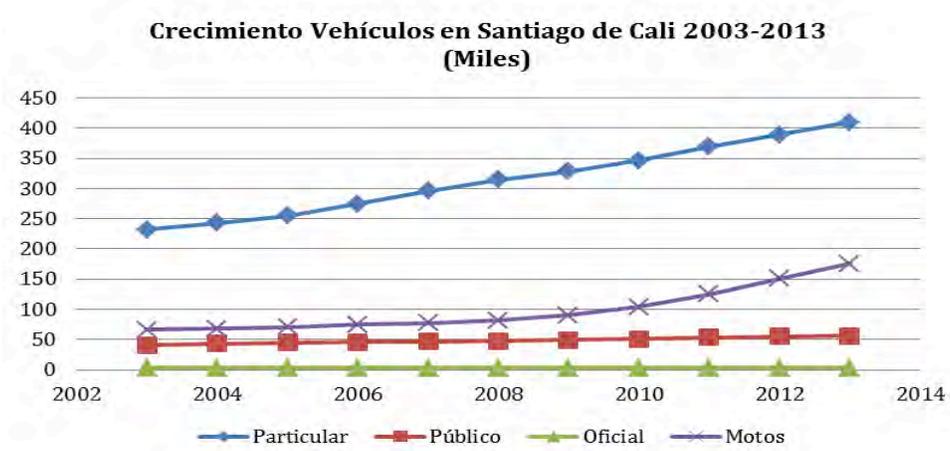


Imagen 3 Crecimiento Vehículos en Santiago de Cali 2003-2013

Fuente: Informe Cali en Cifras. (2013). Parque automotor registrado en Santiago de Cali, Portal oficial de la alcaldía de Santiago de Cali. Obtenido de <http://planeacion.cali.gov.co/dapweb/index.asp?ID=587>, 2013.

La ciudad tiene en la movilidad y el transporte uno de sus grandes retos inmediatos, este es uno de los aspectos a mejorar en su expectativa de convertirse en una ciudad inteligente y sostenible. Para Cali, y cualquier ciudad, esta ineficiencia en la movilidad y transporte representa unos costos en dinero, productividad, sostenibilidad, calidad de vida de sus ciudadanos y efectos negativos en el medio ambiente.

Ante este reto, la presente administración de la ciudad, para el componente de "Movilidad Armónica, Sostenible y Segura" en (Olaya, Saa, Gómez, & Bolaños, 2012, p. 192) plantea "Garantizar la movilidad de personas, bienes y servicios, de manera ágil, eficiente y segura, a partir del fortalecimiento de la oferta de transporte público masivo, el incentivo a los modos alternativos y complementarios, la construcción y el mejoramiento de infraestructura vial, la implementación de estrategias de seguridad vial y la administración y gestión de la movilidad". Actualmente, el Departamento Administrativo de Planeación Municipal de la Alcaldía de Cali se encuentra finalizando la fase de definición del Plan Integral de Movilidad Urbana PIMU – Visión 2022 (como parte del Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad).

Con lo expuesto previamente, y teniendo en cuenta los cambios que se han tenido en la ciudad a raíz del sistema masivo de transporte MIO y la anterior dirección de la Secretaría de Tránsito (foto multas, aumento guardas, algunos indicadores de gestión), y además de los grandes avances en iniciativas digitales (por parte de gobierno, entes privados, entes públicos y la academia) y la iniciativa del plan integral de movilidad urbana que (con los proyectos que este conlleva a futuro) permiten tener un espacio ideal oportuno para desarrollar iniciativas que aporten a la ciudad a enfrenta su desafío de movilidad y tránsito.

Por tanto, el presente proyecto se centra en proponer dos iniciativas basadas en TIC que aporten en el camino de una Santiago de Cali sostenible e inteligente en el tema de movilidad y tránsito y que estén alineadas con el PIMU de la ciudad.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General.

Formular una propuesta para el diseño e implementación de dos servicios basados en TIC que permitan mejorar la movilidad y el tránsito en la ciudad de Santiago de Cali.

1.3.2 Objetivos Específicos

- **Revisar planes y servicios a nivel nacional e internacional** que permitan identificar servicios que estén alineados con los planes y proyectos Santiago de Cali.
- **Identificar planes y proyectos** formulados por la Secretaría de Tránsito Municipal de Santiago de Cali tendientes a mejorar la movilidad y el tránsito en Santiago de Cali.
- **Proponer dos servicios** que, apoyados en las TIC y alineados con los planes y proyectos identificados, tengan como objetivo mejorar la movilidad y el tránsito en Santiago de Cali.
- **Diseñar la infraestructura tecnológica** que soporte la operación y gestión de los servicios propuestos.

1.4 RESUMEN DEL MODELO PROPUESTO

Para formular las dos propuestas de los dos servicios, se estructuró por parte de los autores, una serie de etapas de acuerdo a la revisión de Arquitectura ITS Colombiana, y del modelo metodológico propuesto para el desarrollo en la arquitectura americana. Los pasos propuestos permiten formular propuestas de

prestación de servicios en el ámbito de los ITS de forma estructurada y siguiendo las directrices de país para el tema de ITS, con el propósito que se logre proporcionar la interoperabilidad, la compatibilidad, la integración y la expansión de las tecnologías y de los servicios en el campo de los ITS, particularmente el relacionado con la ciudad.

Como esquema metodológico para la presentación de cada una de las dos propuestas de servicios, se ejecutarán los siguientes pasos basados en la versión actual de la arquitectura nacional colombiana y de la arquitectura americana:

1.4.1 Definición del problema.

En el primer paso, se describe el problema de movilidad que se desea atender con el respectivo servicio propuesto.

1.4.2 Alcance de la propuesta del servicio.

En el segundo paso, se establece el alcance de la solución que brindará el servicio de la propuesta, dentro del contexto de la arquitectura colombiana y el estado actual del sistema de movilidad de la ciudad.

1.4.3 Interesados.

En el tercer paso, se identifican los interesados y su rol dentro de la propuesta de servicio teniendo en cuenta el alcance de la misma. El objetivo para realizar la identificación de los interesados es el de determinar el rol que cada grupo tiene hacia el servicio y la influencia hacia el mismo. Por lo tanto, resulta posible determinar, los responsables del montaje del servicio, de su mantenimiento y/o aquellos receptores de la información y el uso que le dará a la información.

1.4.4 Requerimientos y necesidades.

En el cuarto paso, se identifican los requerimientos y las necesidades de acuerdo con los interesados considerados dentro del alcance de la propuesta, y la forma como interactúan con el servicio propuesto. En esta etapa, los requerimientos identificados se asocian con los paquetes de equipamiento que hacen parte de la arquitectura ITS americana (es importante aclarar que los paquetes de equipamiento no aparecen en la versión de la arquitectura ITS Colombiana).

1.4.5 Subsistemas de la arquitectura.

En el quinto paso, luego de haber identificado los requerimientos y sus respectivos paquetes de equipamiento, se proceder a identificar los subsistemas de la arquitectura colombiana que se asocian con éstos. Para cada uno de los subsistemas, se establecen los elementos de la arquitectura y sus interrelaciones con otros.

1.4.6 Interrelaciones entre los elementos y flujos de información

En el sexto paso, para el diseño de implementación de los servicios, resulta necesario establecer las interfaces y los flujos de información involucrados en el servicio de la propuesta y en los servicios relacionados. A partir, del análisis de los diagramas de contexto de la arquitectura nacional, se simplifican y se presentan su diagrama ajustado con las interfaces para la correspondiente propuesta de servicio.

1.4.7 Interfaces y flujos de información

En el paso 7, se relacionan las interfaces claves para la implementación de los paquetes de servicios, indicando los flujos de información. Para lo anterior, se basa en la arquitectura colombiana. Para cada interface se presenta la descripción

de los flujos de aquellos que resultan relevantes para la propuesta de servicio de suministro de información propuesto.

1.4.8 Paquetes de servicios

En el octavo paso, se busca seleccionar los servicios que hacen parte de la propuesta. La arquitectura presenta paquetes de servicios que agrupan servicios con funcionalidades y características afines, por lo tanto, cuando se selecciona el servicio, también se establecen otros servicios con los cuales guarda estrecha relación. Identificar el servicio de la propuesta, y los servicios relacionados, permite determinar la correspondiente área funcional de la arquitectura nacional que enmarca la propuesta. Para cada uno de los paquetes de servicio que se han determinado aplicar para la propuesta, se realiza una definición de acuerdo a la arquitectura americana, y se identifica factores de planificación y metas asociadas

1.4.9 Despliegue tecnológico.

En el noveno paso, se presentan los elementos (físicos y lógicos) y sus relaciones que se requieren como parte del despliegue tecnológico para la implementación de los servicios se requiere la integración de elementos tecnológicos.

1.5 RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

Del desarrollo del presente trabajo, se presentan dos resultados principales. El primero, es el desarrollo de la formulación de las dos propuestas de servicios para mejorar la movilidad de la ciudad: el suministro de información al viajero y la gestión de estacionamientos, y un segundo, que consiste en una propuesta formal y estructurada para plantear el desarrollo de servicios de movilidad.

Las propuestas de servicios fueron desarrolladas con la aplicación de una serie de pasos estructurados con base a la versión actual de la arquitectura nacional ITS

colombiana y la arquitectura nacional ITS americana, esto con el objetivo de seguir las directrices del gobierno nacional y el plan de movilidad de la ciudad.

Los pasos seguidos para el desarrollo de servicios de movilidad son el resultado de analizar y aplicar la versión actual de la arquitectura nacional ITS colombiana y complementarla con el modelo de la arquitectura nacional americana. La versión colombiana, aún se encuentra en desarrollo y por lo tanto no está completa, además de no existir una guía para su utilización en desarrollo de servicios o aplicación. Por lo anterior, como parte del desarrollo y por necesidad de formalizar los pasos que nos permitiera desarrollar las propuestas de servicio, se planteó lo que podría ser una guía para futuros desarrollos de servicios de movilidad en la Cali e incluso en cualquier otra ciudad de Colombia.

Dentro de los logros, de gran aporte a la movilidad de la ciudad, es la motivación de la universidad ICESI de llevar a cabo un proyecto de investigación con Colciencias, y para lo cual se tomó como base el presente documento para desarrollar la propuesta de investigación a dicha entidad. A este logro, se suma que el desarrollo del presente trabajo ha sido formalmente presentado al Secretario de Tránsito de la Ciudad, Ingeniero Omar José Cantillo, y a funcionarios de la alcaldía de Cali responsables de la infraestructura vial de la ciudad.

Finalmente, el contar con el dispositivo para la recolección de información en la vía en desarrollo por parte de la empresa caleña IPinnovatech, como elemento principal del despliegue tecnológico en la propuesta del servicio de suministro de información al viajero, permite afirmar que hay una posibilidad de un mercado emergente en tecnología aplicada en la movilidad para las empresas caleñas.

1.6 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO

A continuación se presenta de manera sintetizada la estructura del presente documento, con lo que se pretende dar a los lectores un entendimiento de lo que se incluye en el cuerpo del mismo.

1. Introducción. En el primer capítulo se explica los motivos que llevaron a la realización del presente proyecto de grado, es decir el planteamiento del problema a resolver. De igual manera, se da a conocer lo que se pretende ejecutar para desarrollarlo, se plantean los objetivos, y la estrategia a seguir para alcanzar el logro de los objetivos planteados.
2. Marco Teórico. En el segundo capítulo se aborda el tema de los desafíos de las ciudades, luego se hace una revisión sobre el concepto de ciudades inteligente que surge para atender los desafíos de las ciudades. Uno de esos desafíos es la movilidad y el tránsito, de la cual hacemos una revisión y nos adentramos al tema de sistemas inteligentes para atender este desafío puntual. Se hace una revisión de la normalización y reglamentación internacional sobre movilidad y tránsito. Finalmente, se analizan tres arquitecturas ITS nacionales, entre ellas la adoptada por Colombia.
3. Iniciativas de movilidad y tránsito en diferentes ciudades de Colombia y el mundo. En el tercer capítulo, se hace una revisión del tema de movilidad y tránsito en algunas ciudades nacionales y sus iniciativas para atender este desafío de ciudad. De igual forma, se hace una revisión en algunas ciudades internacionales que son referencias a nivel mundial.

Por último, se hace una revisión de las soluciones dadas a la movilidad en la ciudad, así de identificar si se está basando en la arquitectura nacional ITS Colombiana al implementar servicios de movilidad.

4. Propuestas de servicio ITS para mejorar la movilidad y tránsito en la ciudad de Santiago de Cali. En el capítulo cuatro, se divide en una primera parte donde se presentan los pasos que permiten estructurar las propuestas de servicios basándose en la arquitectura nacional ITS Colombiana y la arquitectura nacional ITS Americana. La segunda parte, se presenta la propuesta de servicio suministro de información al viajero y la propuesta de servicio gestión de estacionamientos.

Luego de presentar las dos propuestas de servicios, se detallan los resultados esperados.

5. Conclusiones y futuros trabajos. En el capítulo cinco, se presentan las principales conclusiones sobre el presente trabajo y algunas importantes recomendaciones sobre trabajos futuros en el tema de movilidad y tránsito.

2. MARCO TEÓRICO

La motivación del presente trabajo es realizar un aporte a la ciudad de Santiago de Cali en su propósito de incorporar elementos que la posicionen como una ciudad inteligente; específicamente, en el dominio de movilidad y tránsito por medio de la formulación de Una propuesta para el diseño e implementación de dos servicios basados en TIC, por lo tanto es necesario definir los conceptos que permitan estructurar y argumentar dicha propuesta.

Además, de abordar los dos temas principales, se deben comprender algunos conceptos relacionados a ellos sobre ciudad, la cultura ciudadana; revisar los marcos legales y planes sobre movilidad y tránsito de algunas ciudades en Colombia y de otros países; llevar a cabo una revisión y análisis de soluciones aplicando TIC en el tema de movilidad y tránsito en ciudades inteligentes; y por último, establecer elementos e iniciativas que nos permitan tener una idea del estado actual de la movilidad y tránsito en Santiago de Cali.

2.1 CIUDADES Y DESAFÍOS

Se tienen diversas definiciones de ciudad, desde los diversos puntos de interés en ella. El presente trabajo se presentan dos formas de hacer referencia a ello (Callataÿ & Svanfeldt, 2011):

- A una unidad administrativa o a una determinada concentración de población. A veces se distingue entre pueblos y ciudades, siendo los primeros más pequeños (entre 10 000 y 50 000 habitantes) y más grandes las segundas (más de 50.000 habitantes).
- A las percepciones de una forma de vida urbana y características sociales o culturales específicas, así como los espacios funcionales de intercambio y actividad económicos.

Como se mencionó previamente, las ciudades son cambiantes y últimamente han sido avocadas a una concentración poblacional alta, en algunos casos por decisiones administrativas, políticas y económicas en busca de obtener efectos positivos. Sin embargo, las ciudades se han visto avocadas a externalidades negativas como son las congestiones del tráfico, índices elevados de precios, escasas de vivienda asequible, la contaminación, la dispersión de la urbanización, el incremento de los costos de la infraestructura urbana, las tensiones sociales y los índices de delincuencia más elevados. Además de afectarse la economía negativamente, de degradarse el entorno, de los problemas sanitarios y de una menor calidad de vida.

Hace aproximadamente un siglo una de diez personas vivía en las ciudades urbanas, ahora es claro que esta estadística ha cambiado considerablemente, hasta el punto de que para el 2050 (Alawadhi & Aldama-Nalda, 2012), las naciones unidas proyecta que acerca del tres cuartos de la población mundial va a vivir en ciudades.

Todo este escenario de las ciudades plantea unos desafíos que en la Estrategia Europa 2020 (Callataj & Svanfeldt, 2011) los agrupa en tres grandes aspectos:

1. Crecimiento inteligente. Se debe abordar el crecimiento aplicando el conocimiento para atender sus problemas, de tal forma que se explote todo el potencial de la tecnología de la información y la comunicación; se desarrolle las cooperaciones de innovación; y se preste atención a la reducción de la tasa de abandono escolar y el apoyo para los jóvenes en riesgo de exclusión social, los jóvenes emprendedores y los autónomos.
2. Crecimiento verde. Se centra en la sostenibilidad ambiental, buscando la promoción de ciudades verdes, compactas y energéticamente eficientes.

3. Crecimiento integrado. En las ciudades sus habitantes padecen de la segregación, exclusión e inequidad social predominantemente, por lo cual las ciudades deben contribuir al crecimiento integrador combatiendo la polarización social y la pobreza, evitando la segregación de los grupos o comunidades.

Claramente, uno de los desafíos de las ciudades está en el desarrollo de la movilidad sostenible. La movilidad sostenible tiene varias dimensiones y componentes: sistemas de transporte público sostenibles, asequibles y con un consumo energético eficiente; un entorno que fomente el transporte blando, como los desplazamientos a pie y en bicicleta; fácil acceso a todos los barrios, a pie, en bicicleta y en transporte público; redes de transporte local bien conectadas a las redes regionales; redes periurbanas que deben planificarse teniendo en cuenta el desarrollo espacial y el uso global del suelo; y nodos de transporte bien integrados con las actividades sociales, culturales y económicas, incluidas las de ocio.

La infraestructura de movilidad debe desarrollarse con una perspectiva a largo plazo que tenga en cuenta las necesidades futuras, así como la futura evolución tecnológica, espacial y urbana.

2.2 CIUDADES INTELIGENTES

2.2.1 Definiendo

El tema de ciudades inteligentes surge por una situación especial y es el crecimiento de la densidad poblacional en las ciudades. A continuación se presenta algunas definiciones de ciudades inteligentes según (Chourabi et al., 2012):

- Una ciudad con buen desempeño en una forma de ver su futuro en lo económico, la gente, la gobernabilidad, la movilidad, el medio ambiente y la

calidad de vida, basada en la combinación inteligente de las infraestructuras y actividades de ciudadanos independientes, conscientes y auto-determinantes.

- Una ciudad que monitorea e integra las condiciones de todas sus infraestructuras críticas, incluidas las carreteras, puentes, túneles, rieles, metros, aeropuertos, puertos marítimos, las comunicaciones, el agua, la energía, incluso los edificios más importantes, puede optimizar mejor sus recursos, planificar sus actividades de mantenimiento preventivo, y monitorear los aspectos de seguridad al tiempo que maximiza los servicios a los ciudadanos.
- Una ciudad tratando de hacerse "más inteligentes" (más eficiente, sostenible, equitativa y habitable)
- El uso de las tecnologías de computación inteligente para hacer que los componentes críticos de infraestructura y servicios de una ciudad - que incluyen administración de la ciudad, la educación, la salud, la seguridad pública, los bienes raíces, transporte y servicios públicos - más inteligente, interconectado, y eficiente.

En términos generales, se puede generalizar que el concepto de inteligente en el contexto urbano enmarca que la ciudad debe ser eficiente, sostenible y vivible. Para alcanzar estos objetivos, una ciudad inteligente hace uso de tecnologías de computación y de información (redes digitales de telecomunicaciones, inteligencia Ubicua, Sensores, y el Software) aplicadas a la infraestructura y servicios enfocados en suplir los conceptos enmarcados dentro de la idea de ciudad inteligente. Sin embargo, no basta con aplicar dicha tecnología. Una ciudad será considerada inteligente de acuerdo al éxito de la aplicación de soluciones exitosas (aplicación de tecnología, innovación, cultura ciudadana, etc.) que se reflejen en mejora de sus indicadores de eficiencia, sostenibilidad y calidad de vida.

Según (Neirotti, De Marco, Cagliano, Mangano, & Scorrano, 2014), las ciudades inteligentes se han enmarcado en dos bienes, de acuerdo con injerencia de las tecnologías de la información en las personas estos son: los tangibles o fuertes que son aquellos donde se implementan servicios basados en TIC (Infraestructura de Transporte, Redes de Distribución de Energía, Recursos Naturales, Administración de Desperdicios, Oficinas y Construcciones Residenciales, Luz pública, recursos naturales, administración del Agua, Salud, Seguridad Pública); y los intangibles o suaves que son aquellos que hacen referencia a la educación de los ciudadanos (Capital Humano, Capital Intelectual, Capital organizacional, Cultura, Política, Inclusión Social y Bienestar, entre otros).

El dominio Transporte, Movilidad y Logística, hace parte de los considerados fuertes, y su principal objetivo es optimizar la logística y el transporte en las áreas urbanas midiendo el transporte urbano y el tráfico buscando que estos sean más eficientes; dándoles a los usuarios información dinámica y multimodal para la toma de decisiones. Este dominio, de interés para el presente trabajo, cuenta con subdominios: Logística en la Ciudad, Información de Movilidad, Movilidad de las personas.

Sin embargo, es importante destacar que existen estrechas relaciones entre los dominios, una afectación en transporte, movilidad y logística seguramente impactará la seguridad pública y los recursos naturales. Así mismo, con acciones fundamentadas en la cultura ciudadana se puede mejorar algunos indicadores asociados con la movilidad y el transporte.

2.2.2 Movilidad y Tráfico

El concepto de movilidad debe alinearse con las ciudades inteligentes para alcanzar propósitos como sostenibilidad, equidad, y mejora de las condiciones de

vida de sus usuarios (Zegras, 2005), de tal forma que cualquier propuesta para esto debe cumplir con estas directrices.

La movilidad sostenible debe formar parte de un enfoque integral que tenga como propósitos la reducción de la congestión del tráfico (importante desde el punto de vista de la salud, debido a disminución de las emisiones de CO₂, la contaminación y el ruido, y el brindar a las personas la posibilidad de reconquistar la ciudad). La congestión del tráfico es ineficiente en cuanto al uso de recursos, consume energía y genera contaminación innecesaria, y consume tiempo y espacio; además, de erosionar la calidad de vida de un lugar y de generar barreras que dividen a las ciudades, aislando barrios y disminuyendo su atractivo (Callataÿ & Svanfeldt, 2011).

A partir de estas situaciones de congestión de ciudad y compromiso de sostenibilidad, equidad y calidad de vida, surgen soluciones de diferentes ámbitos que buscan cumplir con la idea de optimizar la movilidad en la ciudad mediante iniciativas inteligentes que no solo empoderen al usuario si no que permitan a los gobernantes a tomar decisiones, para este manejo de la movilidad y el tráfico. Soluciones que permiten a una ciudad contar con sistemas de transporte inteligente, concepto que se refiere al estudio de tecnologías y aspectos científicos con el propósito de desarrollar nuevos sistemas de solucionar problemas asociados a la movilidad en las ciudades (Figueiredo, Jesus, Machado, Ferreira, & Carvalho, 2001).

Estos sistemas y soluciones pueden ser asociados o calificados dentro de 4 grandes dominios, los cuales están en concordancia con la sostenibilidad, energía y medio ambiente, movilidad y eficiencia, productividad y finalmente seguridad. Es decir, buscan apoyar a la movilidad atendiendo problemas asociados a estos 4 dominios.

En energía y medio ambiente se busca obtener beneficios reduciendo la congestión, buscando que el tráfico sea más eficiente y disminuyendo la necesidad de construir más carreteras. En consecuencia con lo anterior, la movilidad y la eficiencia buscan reducir la congestión, maximizando la infraestructura actual usualmente las soluciones que impactan a este dominio (reducción del tiempo de viaje, reducción de congestión). Por parte de la productividad, se mide como las soluciones mejoran los costos de transporte tanto de proveedores del servicio como de viajeros. Finalmente, en seguridad, se relacionan temas tales como reducción de incidentes, administración de estos, mejorar la seguridad de los pasajeros, entre otras (David Pearson, 2013).

En la movilidad sostenible en ciudades inteligentes toma gran importancia los vehículos, y no precisamente para motivar su uso, sino por el contrario para desalentarlo. Se busca que la movilidad sin vehículos resulte más atractiva. Para ello, las ciudades se enfrentan al reto de cambiar los hábitos y valores de movilidad tanto de los residentes como de las personas que se desplazan diariamente a ellas para trabajar. La movilidad sin vehículos tiene que presentarse de una forma más atractiva y, a su vez, el uso de vehículos particulares tiene que resultar menos atractivo económica y socialmente. Para lograrlo, las ciudades deben contar con un transporte público accesible, y atractivo que proporcione una experiencia positiva de movilidad, con nodos de transporte que se conviertan en lugares donde apetezca ir de compras, reunirse, jugar, realizar actividades culturales y demás formas e intercambio social. Implica contar con carreteras y vías adaptadas a los peatones y las bicicletas. Los corredores verdes y azules pueden contribuir a la renovación del espacio urbano y ofrecer rutas más placenteras a pie o en bicicleta, ya sea para pasear o para ir a trabajar. Las ciudades deben combinar e integrar eficazmente varias formas de movilidad y facilitar la transición entre desplazarse a pie, en bicicleta, en tranvía, en autobús, en tren, etc.

2.2.3 Aporte de la cultura ciudadana en una ciudad inteligente

Como se ha planteado, en las ciudades inteligentes, los dominios denominados blandos juegan un papel importante. La cultura ciudadana, parte de los dominios blandos, tiene un efecto motivador sobre las mejoras que puedan ser propuestas en la movilidad y tránsito. La movilidad y tránsito es un componente de ciudad que es altamente afectado positivamente o negativamente por la conducta ciudadana; es influenciada por normas culturales y percepciones de los medios de transporte sobre la base de tradiciones.

La cultura ciudadana permite propiciar el comportamiento adecuado de los conductores para evitar y prevenir la pérdida de vidas humanas por causas no naturales, para incrementar la seguridad en las vías que permita salvar vidas humanas de la muerte o de lesiones causadas por accidentes de tránsito y finalmente mejorar la movilidad en la ciudad. La posibilidad de utilizar las TIC para el desarrollo de herramientas de intervención cultural que apunten al logro de estos objetivos, se convierte en una oportunidad enorme.

El concepto de cultura ciudadana fue definido en el Plan de Desarrollo “Formar Ciudad 1995-1997” en (Mockus, 1995, p. 3) como el “conjunto de costumbres, acciones y reglas mínimas compartidas que generan sentido de pertenencia, facilitan la convivencia urbana y conducen al respeto del patrimonio común y al reconocimiento de los derechos y deberes ciudadanos”.

El Profesor Antanas Mockus y su grupo de trabajo sugieren que:

“La innovación clave de Cultura Ciudadana como política pública es asumir que un gobierno local puede, con el fin de cambiar o de consolidar algunos comportamientos, intentar con éxito influir de manera puntual sobre la cultura y la conciencia y no solamente sobre la ley y sus mecanismos de aplicación. Un

gobierno busca cambiar algunos comportamientos con dos propósitos: 1) para hacer cumplir la ley (recuérdese el juramento con el cual alcaldes y funcionarios públicos toman posesión de sus cargos) y 2) para lograr bienes colectivos (evitar un racionamiento de agua, reducir la congestión vial, reducir el número de niños quemados por fuegos artificiales). Muchas veces ambos propósitos van juntos: por ejemplo, cuando se busca aumentar la disciplina en la tributación". (Mockus et al., 2004, p. 5)

Para hacerlo, identifican tres tipos de herramientas: de gestión y planeación, legales y de intervención cultural. Se entiende por herramientas de intervención cultural el conjunto de estrategias y acciones que buscan modificar comportamientos ciudadanos para hacer cumplir la ley y lograr bienes colectivos.

2.3 MOVILIDAD Y TRÁNSITO

2.3.1 Conceptos y Normatividad

La movilidad puede entenderse como una forma novedosa de abordar los problemas del transporte desde un marco integral, buscando hacer equitativo el uso de la infraestructura vial por diferentes actores puesto que se considera un recurso escaso que nunca podrá crecer al ritmo que crece el parque automotor, con el fin de facilitar las nuevas necesidades de desplazamiento de las personas y de las mercancías, en una ciudad o región, y aún más reducido es el derecho de movilizarse de los individuos (Ana Luisa Flechas Camacho, 2006).

Estas nuevas necesidades han permitido que naciones y ciudades trabajen en conjunto en la movilidad sostenible, compartiendo sus experiencias y sobre todo encontrando consensos en el tema. De ahí que han surgido organizaciones que buscan por dar unas directrices para la administración y regulación de la movilidad y tráfico en las ciudades, teniendo en cuenta los desafíos actuales que se les

presentan. Muchos de ellos se basan en experiencias de casos exitosos. Colombia y sus ciudades no han sido ajenas a esto.

Dentro de estas colaboraciones tenemos un intercambio entre Colombia y El Reino Unido. Como parte del intercambio se tiene un documento, y en el cual en uno de sus análisis se cuestiona la legislación en movilidad en el país. En el documento se menciona que existe en el Reino Unido un esquema regulatorio adecuadamente organizado y jerarquizado, en el que los principios básicos del transporte urbano, centrados en el concepto de sostenibilidad, se definen a través de actos legislativos del más alto nivel. Esto contrasta con el caso colombiano en donde la legislación en torno al transporte urbano es desordenada en cuanto a los instrumentos que la rigen. Es así como las leyes marco desactualizadas son remplazadas por instrumentos de menor importancia como los CONPES o por artículos del Plan de Desarrollo con una vigencia limitada. Esto puede dificultar la continuidad de las políticas y proyectos en el sector (Tyler, Ramírez, & Galarza, 2012).

El presente trabajo se enfoca en la problemática de la movilidad y tráfico de la ciudad de Santiago de Cali, tercera ciudad colombiana, se hace una contextualización dentro de la regulación del país en el tema. Se tienen los conceptos de movilidad y tráfico, y el marco general constitucional y normativo.

Dentro del marco legal colombiano, el concepto de movilidad está definido:

Lo dispuesto en La Constitución Política Colombiana en el Artículo 24: “Todo colombiano tiene derecho a circular libremente por el territorio nacional, pero está sujeto a la intervención y reglamentación de las autoridades para garantía de la seguridad y comodidad de los habitantes, especialmente de los peatones y de la población con discapacidad, físicos y mentales, para la preservación de un

ambiente sano y la protección del uso común del espacio público” (Pineda, 2002, p. 17).

El Ministerio de Transporte, define el concepto de tránsito:

De acuerdo artículo 2° del Código Nacional de Tránsito Ley 769 del 2002 : “Es la movilización de personas, animales o vehículos por una vía pública o privada abierta al público” (Pineda, 2002, p. 15).

La movilidad en Colombia es regulado mediante: La Ley 1383 de 2010 donde se presentan las normas que rigen en todo el territorio nacional y regulan la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito y vehículos por las vías públicas o privadas que están abiertas al público, o en las vías privadas que internamente circulen vehículos; así como la actuación y procedimientos de las autoridades de tránsito.

En Colombia los principios rectores del código de tránsito son: seguridad de los usuarios, la movilidad, la calidad, la oportunidad, el cubrimiento, la libertad de acceso, la plena identificación, libre circulación, educación y descentralización.

En la ley, se establecen las autoridades de tránsito quienes velarán por la seguridad de las personas y las cosas en la vía pública y privadas abiertas al público. Sus funciones serán de carácter regulatorio y sancionatorio y sus acciones deben ser orientadas a la prevención y la asistencia técnica y humana a los usuarios de las vías. La autoridad, en el ámbito nacional será competente el Ministerio de Transporte y los organismos de tránsito en su respectiva jurisdicción para cumplir las funciones que les sean asignadas en este código. Los organismos de tránsito departamentales, municipales o distritales están regidos por la autoridad y normas nacionales.

Para las ciudades, los Alcaldes dentro de su respectiva jurisdicción deberán expedir las normas y tomarán las medidas necesarias para el mejor ordenamiento del tránsito de personas, animales y vehículos por las vías públicas con sujeción a las disposiciones del presente código. Cada organismo de tránsito contará con un cuerpo de agentes de tránsito que actuará únicamente en su respectiva jurisdicción (Pineda, 2002)

Y recientemente, hace dos años, se legislo teniendo en cuenta la movilidad sostenible en Colombia. Por el Decreto Nacional 798 de 2010, se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones, entre ellas sobre Movilidad sostenible en las ciudades.

Las ciudades deberán dar prelación a la movilización en modos alternativos de transporte, entendiendo por estos el desplazamiento peatonal, en bicicleta o en otros medios no contaminantes, así como los sistemas de transporte público que funcionen con combustibles limpios, los municipios y distritos. Y deberán formular y adoptar Planes de Movilidad.

Se ordena a los alcaldes de las ciudades a adoptar mediante decreto los planes de movilidad en concordancia con el nivel de prevalencia de las normas del respectivo Plan de Ordenamiento Territorial. La articulación de la red peatonal con los distintos modos de transporte, deberá diseñarse de acuerdo con las normas vigentes de accesibilidad; esto incluye reorganizar las rutas de transporte público y tráfico; crear zonas sin tráfico vehicular; crear zonas de emisiones bajas, a las cuales únicamente podrán acceder quienes se desplacen a pie, en bicicleta o en otro medio no contaminante; incorporar un Plan Maestro de Parqueaderos.

2.4 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (ITS)

En la movilidad y el tránsito, además del marco metodológico y normativo, que en primera instancia busca educar y generar las normas al conductor, peatones y demás actores del sistema, también se debe tener en cuenta como las entidades encargadas de este tema vuelven inteligentes a las vías y vehículos. Al introducir servicios o sistemas en los cuales los vehículos interactúen con su ecosistema o con ellos mismo, se busca que los usuarios puedan tener ayudas para mejorar su experiencia de movilidad, entre otras. Estos servicios o sistemas, son finalmente soluciones que se estructuran dentro de una solución llamada Sistema de transporte inteligente (ITS, por su sigla en inglés) (Williams, 2008), donde además de lo mencionado se busca también mejorar la seguridad y la capacidad de los sistemas de transporte.

Un sistema inteligente de transporte tiene una base fundamental conocida como arquitectura. La arquitectura del ITS muestra los componentes y la interconexión entre los mismos y provee un método de planificación, definición, desarrollo e integración de los sistemas inteligentes de transporte. En ella se definen los servicios al usuarios que los sistemas y aplicaciones del ITS se espera que desempeñen, las entidades en las que se desempeñan estos servicios y aplicaciones, y los flujos de información y datos.

Las arquitecturas son definidas por los países con el propósito de servir como marco de referencia para que sus ciudades desplieguen los servicios de su propio ITS. Esto les permite crear una visión nacional del ITS, identificar y caracterizar los mayores componentes de la planeación de un país en lo planeado al ITS y definir un marco para el desarrollo futuro. Los países líderes en desarrollar sus propias arquitecturas han sido Estados Unidos, países de la Unión Europea, Japón.

Los países más industrializados enfocaron su esfuerzo en desarrollar tecnologías que permitieran administrar la operación del tráfico de forma ágil. Con este objetivo en mente, se conformaron los siguientes tres principales organismos: ITS America (*Intelligent Transport Society of America*), ERTICO/ITS (*Europe Road Transport Intelligent Commission*) y ERTICO/ITS (*Europe Road Transport Intelligent Commission*). ITS America está constituida en los Estados Unidos de Norteamérica como país rector; cuenta con un organismo en cada estado para realizar el trabajo local. ERTICO/ITS tiene sede en Bruselas, Bélgica, cuenta con la participación de todos los países de la Unión Europea y algunos países aspirantes (Rumania y Hungría, por ejemplo) y su principal exponente es la Gran Bretaña. VERTIS/ITS es liderada por Japón que involucra a la mayoría de los países de Asia y Oceanía, se le conoce como ITS Asia-Pacífico.

2.5 Normalización y Reglamentación Internacional

En la planificación, desarrollo y adopción de normas internacionales para los ITS se tienen la ISO (Organización Internacional de Normalización), IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) y UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). La ISO es responsable de todos los sectores involucrados, con exclusión de Electrotécnica, y para lo cual se designó el Comité Técnico 204 para esta tarea (ISO/TC-204). La IEC tiene como responsabilidad de la Electrotécnica. La UIT se encarga de la mayoría de las tecnologías de las telecomunicaciones.

Estas entidades abordan los estándares que deben cumplir los ITS en términos de aplicación de la tecnología de la información, de las comunicaciones y de los sensores – incluyendo a Internet (inalámbrico y por cable), con especial énfasis en el transporte de superficie. Se busca que los sistemas de información sean incorporados en los vehículos de pasajeros y de transporte público a bajo costo.

Los principales involucrados en la norma, y por ende los usuarios internos, son los organismos nacionales, regionales, departamentos y ministerios nacionales de transporte (Veintiséis países participan con otros 24 en calidad de observadores); las asociaciones de industria y comercio; los fabricantes de automóviles; los fabricantes de productos de electrónica de consumo, para el transporte público y sector automotriz; las empresas de telecomunicaciones; los desarrolladores y operadores de transporte público y de infraestructura vial; los desarrolladores de software y de bases de datos; y las universidades, centros de investigación y consultorías.

2.5.1 ISO 14813 Arquitectura de referencia ISO

La organización ISO ha desarrollado una familia de marcos agrupados en la ISO 14813, donde describen las mejores prácticas para el desarrollo de una arquitectura ITS.

ISO 14813 proporciona una definición de los servicios de atención primaria y áreas de aplicación que se pueden proporcionar a sistemas inteligentes de transporte (ITS) Usuarios. Las personas con un propósito común se pueden recoger juntos en sus dominios de servicio, y dentro de éstas no puede haber un número de sus grupos de servicios para determinadas partes del dominio. ISO 14813-1: 2007 identifica 11 dominios de servicio, en el que numerosos grupos se definen. Dentro de este marco, hay diferentes niveles de detalle en relación con la definición de los diferentes servicios. Estos datos difieren de un país a otro, dependiendo de si los bloques específicos de construcción de arquitectura nacional se basan directamente en los servicios o en grupos de funciones. Por lo tanto, la intención es hacer frente a los grupos de servicios y los dominios respectivos dentro de las que caben. A medida que estos dominios y grupos de servicios evolucionan con el tiempo, se pretende que esta norma sea revisada para incluirlos.

ISO 14813-1: 2007 es aplicable a los grupos de trabajo de ISO TC 204 y otras operaciones de cooperación técnica que se están desarrollando las Normas Internacionales para el sector ITS y sectores asociados cuyos límites cruzar hacia el sector ITS (como algunos aspectos de ferrocarriles ligeros urbanos, transporte intermodal de mercancías y la flota). Está diseñado para proporcionar información y explicaciones a aquellos que desarrollan sus normas internacionales y para aquellos en desarrollo especificaciones, implementaciones y despliegues para ITS.

ISO 14813-1: 2007 es asesor e informativo. Está diseñado para ayudar a la integración de los servicios en una arquitectura de referencia cohesiva, ayudar a la interoperabilidad y definición de datos común. En concreto, los servicios definidos dentro de los grupos de servicio serán la base para la definición de los casos de uso y la funcionalidad de la arquitectura de referencia resultante, junto con la definición de los datos de aplicación, según los diccionarios de datos, así como las comunicaciones aplicables y normas de intercambio de datos.

El modelo de referencia presentado por la ISO ha servido de guía para el desarrollo de arquitecturas nacionales, como es el ejemplo de Perú. Esta arquitectura define una serie de servicios que se establecen de forma jerárquica, como se observa en el siguiente gráfico, la arquitectura está compuesta por un determinado número de dominios de servicios, y a la vez cada uno de ellos por grupos de servicios. En el nivel más bajo de la jerarquía, se encuentran los servicios que hacen parte de un grupo.

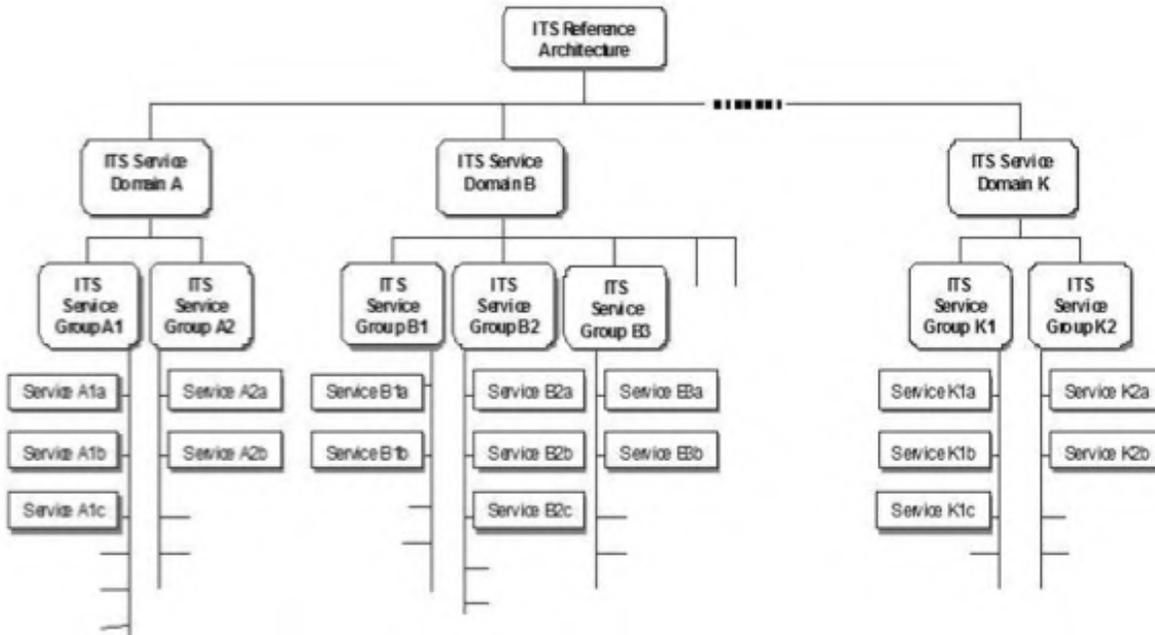


Imagen 4 Estructura Jerárquica de una Arquitectura de servicios
Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). Desarrollo de la Arquitectura y Plan de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) de Perú.

Este estándar propone 11 dominios de servicios, los cuales a vez definen diferentes servicios. Los dominios y los servicios asociados a estos se describen a continuación:

Tabla 1 Servicios de la Arquitectura ISO

Dominios de Servicios	Grupos de Servicios
Información al Viajero	Información previa al viaje
	Información durante el viaje
	Servicios de información para el viaje
	Guía de ruta y de navegación previo al viaje
	Guía de ruta y de navegación durante el viaje
	Apoyo a la planificación de viaje
Gestión y operaciones del trafico	Control del Trafico
	Gestión de incidentes relacionados con el transporte
	Gestión de la demanda

	Gestión de mantenimiento de la infraestructura de transporte
Vehículo	Mejora de la visión relacionada con el transporte
	Operación automatizada vehículo
	Prevención de colisiones
	Disposiciones de Seguridad
	Desarrollo de restricciones antes del choche
Transporte de mercancías	Pre - Despeje de vehículos comerciales
	Procesos administrativos de vehículos comerciales
	Inspección automatizada de seguridad en carretera
	Control de la seguridad a bordo de vehículos comerciales
	Gestión de transporte de flotas de carga
	Gestión de la información Intermodal
	Gestión y control de los centros intermodales
	Gestión del transporte de mercancías peligrosas
Transporte Publico	Gestión del Transporte Público
	Demanda de transporte público receptivo y compartida
Emergencia	Transporte relacionado con la notificación de emergencia y seguridad personal
	Gestión de vehículos de emergencia
	Materiales peligrosos y notificación de incidentes
Relación del transporte con el pago electrónico	Transacciones financieras electrónicas relacionadas con el transporte
	Integración de transporte relacionados con electrónica los servicios de pago
Trasporte de Carretera relacionado con la seguridad personal	Seguridad pública viajes
	Mejoras de seguridad para los usuarios vulnerables de la vía
	Mejoras de seguridad para usuarios de la vía con discapacidad
	Uniones inteligentes y Enlaces

El tiempo y las condiciones ambientales de monitoreo	El tiempo de vigilancia
	Las condiciones ambientales de monitoreo
Gestión de respuesta a desastres y la coordinación	Gestión de datos de desastres
	Gestión de respuesta a desastres
	Coordinación con las agencias de emergencia
Seguridad Nacional	Seguimiento y Control de Vehículos Sospechosos
	Utilidad o tubería de monitoreo

Nota: Fuente: Adaptado de Yokota, T. Weiland R.J. (2004). *ITS System Architectures For Developing Countries*. (p. 12).

Después de tener los servicios conceptualizados, la metodología propuesta contempla la realización de tres etapas donde se definen la arquitectura de referencia, la arquitectura lógica y la arquitectura física. La arquitectura de referencia pretende capturar los conceptos del sistema, la arquitectura lógica representa el comportamiento lógico de la misma y en donde se puede observar un poco más de detalle sobre la modularidad de la ITS, y la arquitectura física muestra la distribución física del sistema.

La ISO 14813-1 mencionada se divide en los siguientes marcos, para el desarrollo exitoso del ITS:

- ISO 14813-1:2007: Sistemas inteligentes de transporte – Arquitectura modelo de referencia para el sectores ITS – Parte 1: Dominios de servicios, grupos de servicios y servicios.
- ISO/NP 14813-2: Información del transporte y sistema de control – Arquitectura modelo de referencia – Parte 2: Núcleo de TIC's de referencia de la arquitectura.

- ISO/NP 14813-3: Información del transporte y sistemas de control – Arquitectura modelo de referencia – Parte 3: Elaboración de ejemplo.
- ISO/NP 14813-4: Información del transporte y sistema de control – Arquitectura modelo de referencia – Parte 4: Tutorial del modelo de referencia.
- ISO/NP 14813-5:2010: Sistemas inteligentes de transporte – Arquitectura modelo de referencia – Parte 5: Requerimientos para la descripción de los estándares de la arquitectura ITS.
- ISO 14813-6:2009: Sistemas inteligentes de transporte – Arquitectura modelo de referencia para el sector ITS – Parte 6: Presentación de los datos.

2.5.2 ISO/TC-204

La gestión del ISO/TC-204 pretende asegurar la integración e interoperabilidad global de esas tecnologías, así como para permitir que los datos de estos dispositivos sean traducidos con éxito en información útil para los servicios de localización tales como la notificación automática de fallos, la notificación de tráfico y rutas alternativas; en este área y ha desarrollado más de 110 estándares y actualizaciones que abarcan principalmente la normalización de los siguientes aspectos:

1. La información, la comunicación y los sistemas de control en el ámbito del transporte de superficie urbana y rural, incluidos los aspectos intermodal y multimodal, información al viajero, gestión del tráfico, transporte público, transporte comercial, servicios de emergencia y servicios comerciales
2. Algunos aspectos de trenes interurbanos: movimiento intermodal de pasajeros y carga, sistemas de información relativos a transporte de pasajeros y de

mercancías por ferrocarril, y el uso de su tecnología en la intersección de las carreteras y los carriles (“pasos a nivel” o “los pasos a nivel”)

3. Es responsable de todo el sistema y los aspectos de la infraestructura de ITS, así como la coordinación del programa general de trabajo de ISO en este ámbito, incluido el calendario de elaboración de normas, teniendo en cuenta la labor de los actuales organismos internacionales de normalización.

4. No incluye ITS que sean completamente autónomos en el vehículo y que no interactúen con otros vehículos o con la infraestructura (responsabilidad de la norma ISO/TC 22).

De forma específica, el ISO/TC-204 elabora las normas para:

- La integración de la arquitectura, la taxonomía, la terminología, los datos y el marco general de apoyo tecnológico para los ITS.
- La intercambiabilidad y la interoperabilidad de los medios de comunicación, bases de datos cartográficos y otra información relacionada, para hacer consistente la ubicación para todos los sistemas y bases de datos.
- Los vehículos automáticos y equipos de identificación.
- Seguridad e interoperabilidad de las transacciones y la gestión del flujo de dinero en los servicios de múltiples operadores: cobro de peajes de carreteras, recolección de tarifas de transporte público, otros servicios de pago.
- Facilitar la circulación de personas y carga a través de las fronteras y con múltiples modos de transporte.

- Intercambio de información del vehículo con múltiples tipos de equipos de a bordo (transporte de mercancías y transporte público).
- Gestión intermodal de transporte de mercancías.
- Conjuntos de mensajes y los protocolos para la conexión de los centros de gestión del tráfico con el equipo de campo, y para la interconexión de múltiples tipos de centros (gestión del tráfico, gestión del transporte público, respuesta de emergencia, el transporte ferroviario, entre otros).
- Modelos de datos que permiten el intercambio de información entre las diferentes aplicaciones, por ejemplo para aplicaciones de gestión de transporte público.
- Conjuntos de mensajes y protocolos para la entrega de información de tráfico recolectada en instalaciones de difusión de información pública y privada.
- Funcionamiento de los sistemas de asistencia al conductor que interactúan con el entorno del vehículo para la integración de múltiples funciones de asistencia del conductor.
- Conjuntos de mensajes y los protocolos para las comunicaciones inalámbricas entre los vehículos y los dispositivos portátiles para: ITS y otros inalámbricos de servicios a los vehículos, gestión de la flota, notificación y respuesta ante emergencias, cobro electrónico de peajes, cruce de frontera a los vehículos, seguimiento de carga (mercancías peligrosas), control de la seguridad, y verificación de credenciales.

- Características de funcionamiento y de interfaces hombre-máquina de los sistemas ITS que no son totalmente autónomos en los vehículos de carretera

2.6 ARQUITECTURAS ITS

2.6.1 Arquitectura nacional de los Estados Unidos

Los estados unidos fueron el primer país en desarrollar una arquitectura nacional, empezando a principios de los 90's, su esfuerzo inicial como lo menciona (Yokota & Weiland, 2004), surgió como un esfuerzo por buscar cubrir la mayor cantidad de necesidades de movilidad y tránsito de un gran rango de interesados. El gobierno americano estableció por ley que cualquier implementación regional y de áreas municipales donde se desarrolle un ITS debe regirse por la ITS nacional establecida, esto con el objetivo de asegurar la estandarización e interoperabilidad.

La arquitectura de los Estados Unidos está compuesta por la descripción y colección de los servicios, la arquitectura lógica y la arquitectura física. Se tienen treinta y tres servicios, agrupados en ocho grupos principales, como se puede ver en la tabla 2. En la arquitectura se cuenta con la definición y guía de implementación para cada uno de los servicios y paquetes de servicios.

Tabla 2 Paquetes de servicio de la arquitectura americana

Paquetes de servicios de usuario	Servicios de usuario
Viajes y Gestión del Tráfico	Información previa al viaje
	Información durante el viaje
	Guía de ruta
	Coincidencia de viajes y reservas
	Servicios de información del viaje
	Control del tráfico
	Gestión de incidentes
	Gestión de la demanda de viajes
	Monitoreo y mitigación de emisiones
	Intersecciones entre autopistas y carriles
Gestión de Transporte Público	Gestión del transporte público
	Información del tránsito en ruta
	Transporte público personalizado
	Seguridad del transporte público
Pago electrónico	Servicios de pago electrónico
Operaciones de vehículos comerciales	Acreditación de Vehículos Comerciales Electrónicos
	Automatización de Inspección de Seguridad al lado de la vía
	Seguridad a bordo y Monitoreo de Seguridad
	Procesos Administrativos de Vehículos Comerciales
	Seguridad de Materiales Peligrosos y Respuesta a Incidentes
	Movilidad de mercancías
Gestión de emergencias	Notificación de Emergencias y Seguridad Personal

	Gestión de vehículos de emergencia
	Respuesta a Desastres y evacuación
Sistemas avanzados de seguridad para vehículos	Evitar colisiones longitudinales
	Evitar colisiones laterales
	Evitar colisiones en intersecciones
	Mejora de la visión para evitar colisiones
	Regulaciones de seguridad
	Restricciones de despliegue antes del coque
	Operaciones de vehículos automatizados
Gestión de la información	Funciones de almacenamiento de datos
Gestión de mantenimiento y construcción	Operaciones de mantenimiento y construcción

Nota: Fuente Adaptado de Yokota, T. Weiland R,J. (2004). *ITS System Architectures For Developing Countries*. (p. 7).

La arquitectura lógica explica la configuración de los servicios (sin especificar como quedarán funcionando), el flujo de datos entre los procesos lógicos (representados por círculos), las entidades (representada por rectángulos) y los flujos de datos (demarcados por flechas). Inicialmente, se representa la arquitectura a un nivel alto (como se puede ver en la imagen 5), y luego cada uno de los procesos se representa gráficamente.

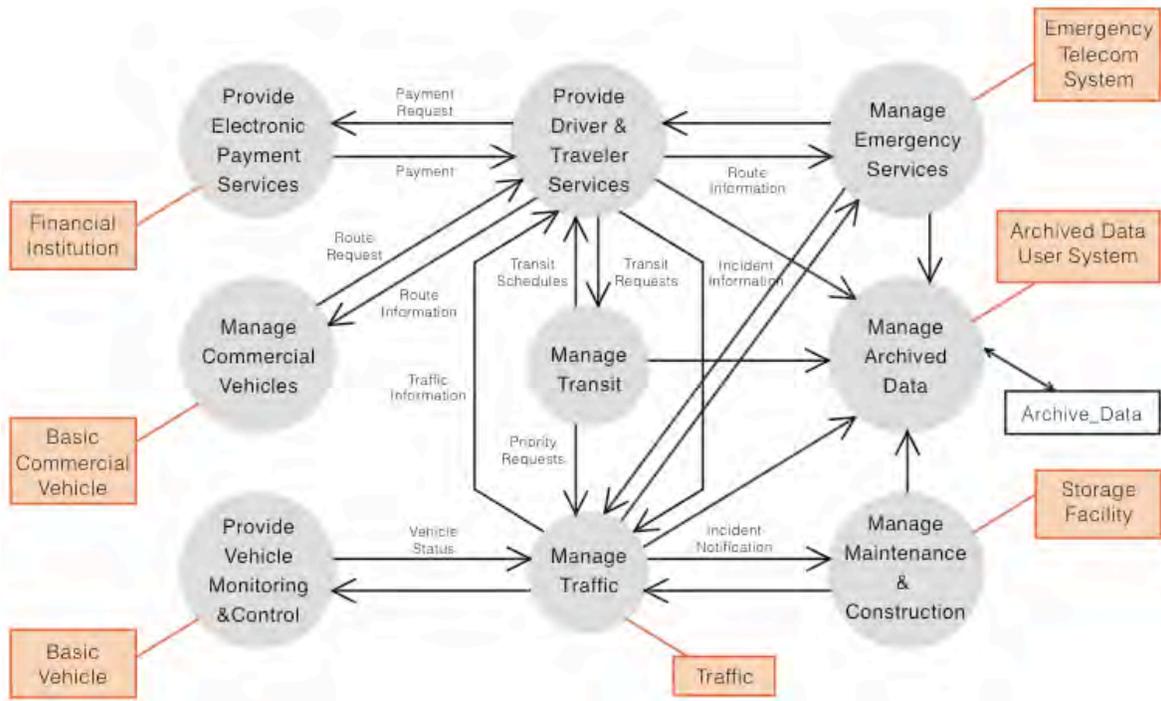


Imagen 5 Arquitectura Lógica – Americana

Fuente: Yokota, T. Weiland R,J. (2004). *ITS System Architectures For Developing Countries*. (p.8).

En la arquitectura física se representan las entidades y los flujos que conectan las mismas, además de mostrar lo requerimientos de información.

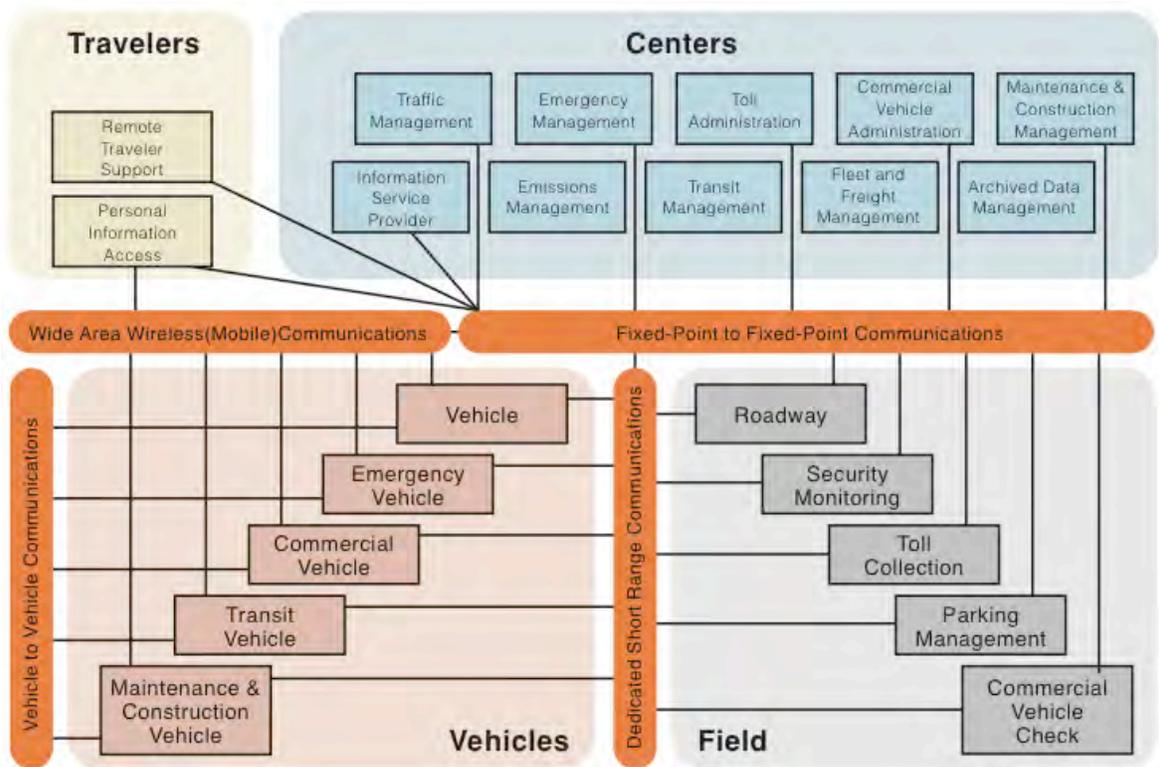


Imagen 6 Arquitectura Americana

Fuente: Yokota, T. Weiland R.,J. (2004). *ITS System Architectures For Developing Countries*. (p.9).

2.6.2 Arquitectura Europea

El marco Europeo de ITS, es un proyecto que todavía está en desarrollo, sin embargo en su actual nivel sirve de guía a los países europeos que busquen desarrollar su propio ITS adecuado a sus necesidades particulares. Los países europeos han o están desarrollando sus propias arquitecturas bajo la cual se debe regir cualquier ITS que se desarrolle en sus ciudades o regiones. El marco Europeo de ITS, documenta la estructura funcional, la arquitectura física y la arquitectura de comunicaciones.

En la arquitectura europea, es su estructura funcional, define los requerimientos del sistema desde el punto de vista de las necesidades del usuario. De esta forma la arquitectura está compuesta de las áreas funcionales, las cuales están divididas

en funciones. Para cada área funcional se indican las relaciones entre ellas y sus elementos. En la tabla 3 se puede ver la estructura funcional.

Tabla 3 Áreas funcionales arquitectura Europea

Áreas Funcionales	Funciones
General	Propiedades arquitecturales
	Intercambio de Datos
	Adaptabilidad
	Restricciones
	Continuidad
	Costo / Beneficio
	Capacidad de Expansión
	Mantenibilidad
	Calidad del contenido de Los datos
	Robustez
	Seguridad
	Amabilidad del usuario
	Necesidades especiales
Planificación de Infraestructuras y Mantenimiento	Apoyo a la Planificación del transporte
	Gestión de Mantenimiento de Infraestructura
Aplicación de la Ley	Hacer cumplir las regulaciones de tráfico
Transacciones financieras	Transacciones financieras electrónicas
Servicios de emergencia	Notificación de Emergencias y Seguridad Personal
	Gestión de vehículos de emergencia
	Materiales Peligrosos y Notificación de Incidentes
Información de viaje y Orientación	Información previa al viaje
	Información durante el viaje
	Servicios de información personal
	Guía de ruta y navegación
Tráfico, Incidentes y Gestión de la Demanda	Control de tráfico
	Gestión de incidentes
	Gestión de la demanda
	Mejoras de seguridad para los usuarios vulnerables
	Uniones inteligentes y Enlaces
Sistemas inteligentes para vehículos	Ampliación de la visión
	Operación de vehículo Automatizado

	Evitación de colisión longitudinal
	Evitación de colisión lateral
	Declaraciones de seguridad
	Restricción de despliegue antes del choque
Gestión de Flotas y Carga	Despeje de vehículos comerciales
	Procesos Administrativos de Vehículos Comerciales
	Automatizado de Inspección de Seguridad al lado de la vía
	Seguimiento de Vehículos Comerciales
	Gestión de Flotas Comerciales
Gestión del Transporte Público	Gestión del transporte publico
	Respuesta a la demanda en el transporte publico
	Gestión del transporte compartido
	Información del transporte publico durante el viaje
	Seguridad del transporte publico

Nota: Fuente: Adaptado de Yokota, T. Weiland R,J. (2004). ITS System Architectures For Developing Countries. (p. 10).

En la arquitectura física se describe como las funciones pueden ser agrupadas en sistemas con referencia a necesidades comunes o similares de los usuarios y que tienen coincidencias en su implementación.

En la arquitectura de comunicaciones se describen los flujos de datos y provee un análisis de los requerimientos de comunicaciones de los sistemas, tanto en tecnologías como en estándares.

El marco Europeo, contempla realizar un estudio de desarrollo, el cual describe como migrar de lo que ya se ha implementado hacia la nueva arquitectura y también tiene en cuenta estudios de costo beneficio.

2.6.3 Arquitectura Japonesa

La arquitectura Japonesa de ITS, que fue terminada en 1999, tiene como objetivos la construcción eficiente e integrada de los sistemas inteligentes de transporte, contar con sistema de transporte expandible y sostenible, y el desarrollo de estándares para un ITS que sirvieran de marco para usos domésticos e internacionales.

El desarrollo de esta arquitectura se basa en dos principios fundamentales: el primero es el de asegurar que la arquitectura se capaz de adaptarse a necesidades sociales, así como a cambios tecnológicos; y un segundo principio es el de asegurar que la arquitectura conduzca a que los ITS de Japón sean interoperables e interconectables con otros ambientes tecnológicos y de telecomunicaciones de este país.

En la tabla 4 se presenta los servicios a desplegar y en la imagen 7 se muestra la arquitectura física.

Tabla 4 Servicios a desplegar Arquitectura Japonesa

Áreas de desarrollo	Servicios de Usuario
Avances en sistemas de navegación	Provisión de ruta de información de tráfico orientación
	Suministro de información relacionada con destino
Sistemas de recolección de Tele peaje electrónicos	Recolección de Tele peaje
Asistencia para una conducción segura	Suministro de información de conducción y las condiciones del camino
	Advertencia / Peligro
	Asistencia para la conducción
	Sistemas automatizados de carretera
Optimización de la gestión del tráfico	Optimización del flujo de tráfico
	Provisión de información de la restricción de tráfico en caso de incidente
Aumento de la eficiencia en la gestión de carreteras	Mejora de las operaciones de mantenimiento
	Gestión especial de vehículos comerciales

	permitido
	El suministro de información sobre los peligros calzada
Soporte para el transporte público	Provisión de información sobre el transporte público
	Asistencia para las operaciones de transporte público y las operaciones de gestión
Aumento de la eficiencia en las operaciones de vehículos comerciales	Asistencia para la gestión de operaciones de vehículos comerciales
	Automatización de la agrupación de vehículos comerciales
Apoyo a los peatones	Guía de ruta para peatones
	Prevención de accidente Peatones - vehículos
Apoyo a las operaciones de vehículos de emergencia	Notificación de emergencia automatizada
	La guía de ruta para los vehículos de emergencia y apoyo para las actividades de socorro
General	La utilización de la información en la información y las telecomunicaciones avanzadas sociedad

Nota: Fuente: Adaptado de Yokota, T. Weiland R.J. (2004). *ITS System Architectures For Developing Countries*. (p. 11).

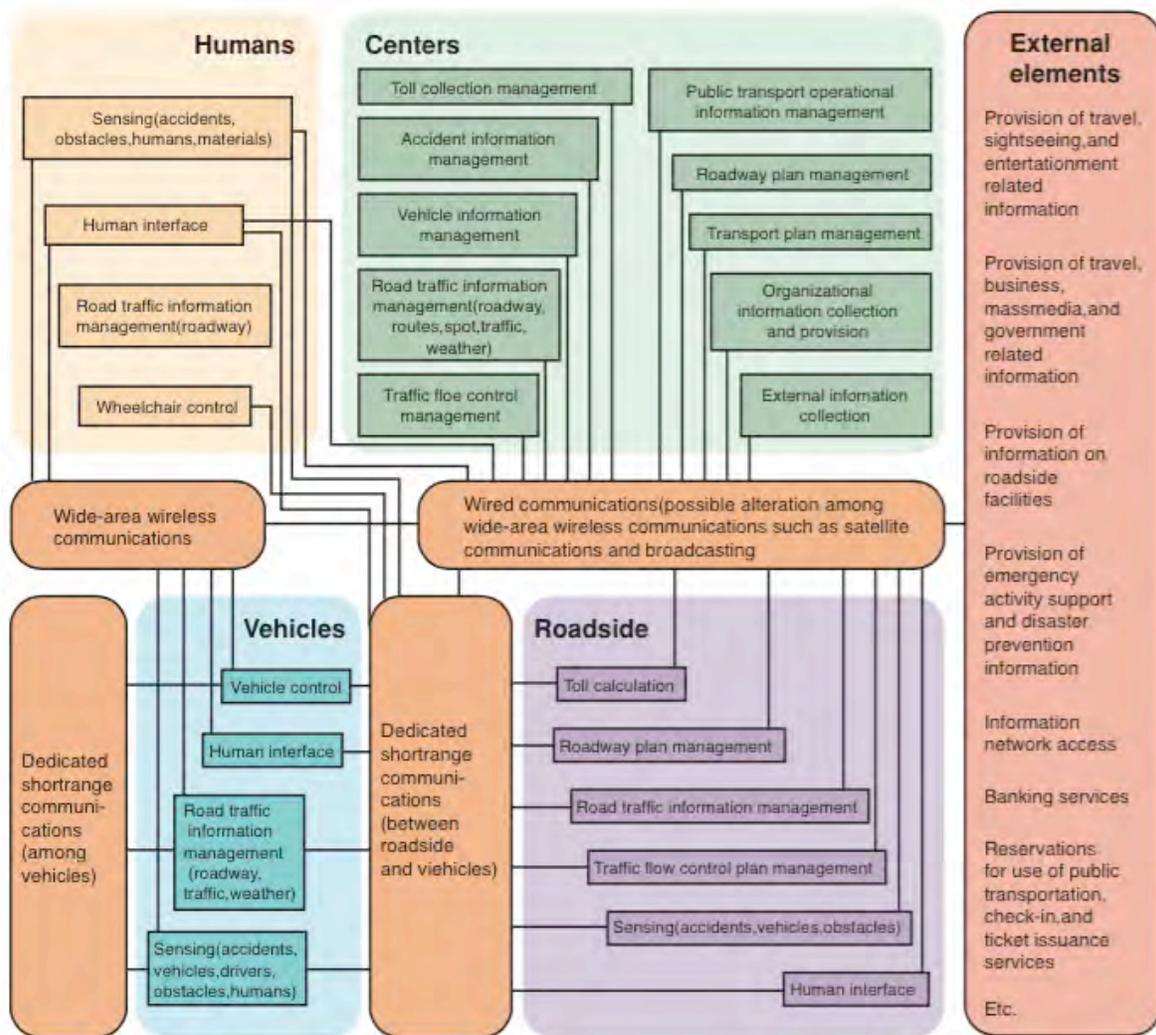


Imagen 7 Arquitectura Japonesa

Fuente: de Yokota, T. Weiland R, J. (2004). *ITS System Architectures For Developing Countries*. (p. 12).

2.6.4 Arquitectura Colombiana

El gobierno colombiano mediante el artículo 84 de la ley 1450 de 2011, definió los Sistemas Inteligentes de Transporte – SIT como un conjunto de soluciones tecnológicas, informáticas y de telecomunicaciones que recolectan, almacenan, procesan y distribuyen información, los cuales se diseñan con el fin de mejorar la operación, la gestión y la seguridad del transporte y el tránsito. Además que el Gobierno Nacional está facultado para adoptar los reglamentos técnicos,

estándares y protocolos de tecnología para proyectos SIT, los cuales deben estar basados en estudios y previa consulta con los prestadores del servicio.

Sumado a lo anterior, por medio de una iniciativa liderada por el Departamento Nacional de Planeación, se ha desarrollado y presentado en 2010 la primera versión y la cual describen como:

“La Arquitectura Nacional ITS de Colombia es un mapa para la integración de los sistemas de transporte inteligentes para Colombia en los próximos 10 a 15 años. La Arquitectura Nacional ITS de Colombia es una visión compartida entre los actores ITS para lograr que sus sistemas trabajen juntos, puedan compartir información y recursos, para proporcionar un sistema de transporte más seguro, más eficiente y más eficaz en el movimiento de viajeros y de carga. Su objetivo es orientar la planificación, el desarrollo y la integración a nivel nacional.”(ConSysTec & Fleming, 2010c)

La Arquitectura Nacional ITS será el insumo principal para elaborar el documento CONPES sobre el Plan Maestro de ITS en Colombia, que hará parte del Plan Nacional de Desarrollo. El DNP considera además que los elementos que inicialmente harán parte de un programa de ITS para Colombia son (Niño, Martínez, Barrero, & Montealegre, 2010, p. 21) :

- Definición de estándares y protocolos.
- Creación y adaptación de la parte técnica necesaria.
- Definición de marco legal de soporte de ITS (leyes, normas y regulaciones).
- Acuerdos institucionales para definir los roles de los jugadores.
- Identificación de fuentes de financiamiento (fondos públicos y privados).

El gran desafío es que a partir de estos lineamientos y documentos, se dé el impulso necesario al sector y se estandaricen las tecnologías existentes o por lo menos, hacerlas compatibles.

La Arquitectura Nacional ITS de Colombia representa una visión de consenso de los actores ITS en el país representantes de disciplinas diversas como el tránsito, transporte público, emergencia y seguridad, administración de vehículos comerciales y flotas, mantenimiento de vías, información de viajeros, peaje, de ambos los sectores público y privado.

Dentro de la arquitectura se han definido servicios que se han considerado como esenciales para el desarrollo del país, los cuales se han clasificado en siete grandes áreas funcionales: Administración de almacenamiento de datos, Gestión de transporte público, Gestión de información al viajero, Gestión de tránsito, Gestión de vehículos comerciales, Gestión de emergencias y Gestión de mantenimiento y construcción. Por cada una de estas áreas funcionales se tienen paquetes de servicios. En la arquitectura física se despliegan cada uno de los subsistemas y sus correspondientes relaciones, como se puede ver en la gráfica de la secretaría de movilidad de la ciudad de Bogotá y en el anexo 1, sobre la arquitectura nacional ITS Colombia.

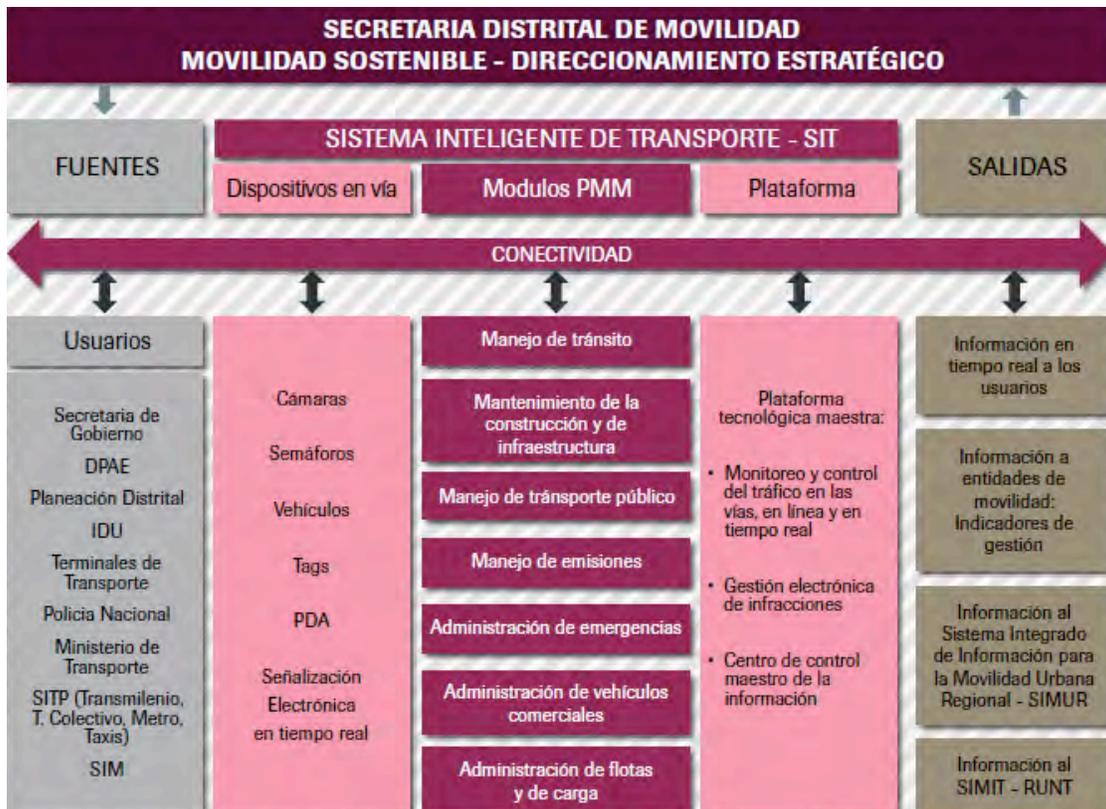


Imagen 8 Movilidad Sostenible - Direccionamiento Estratégico Basado En La Arquitectura ITS Nacional

Fuente: Niño et al. (2010). "Colombia en busca de su hoja de ruta en ITS", Revista Colombiana de Telecomunicaciones No. 57 Vol. 17, Movilizando el transporte con tecnología. ISSN 0122-7416. (p. 21)

La aplicación de la arquitectura es de política de estado, lo cual se observa claramente en decretos como el 2846 de 2013 "Por medio del cual se adoptan estándares de tecnología para sistemas de recaudo electrónico vehicular y se dictan otras disposiciones", y en la LEY 1682 DE 2013 (noviembre 22) por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de se conceden facultades extraordinarias, y en pliegos de contratación de infraestructuras viales (Hacienda, Justicia, & Transporte, 2013).

3. INICIATIVAS DE MOVILIDAD Y TRÁNSITO EN DIFERENTES CIUDADES DE COLOMBIA Y EL MUNDO

3.1 EN LAS CIUDADES COLOMBIANAS

En Colombia también se han desarrollado iniciativa de movilidad y tránsito, ciudades como Bogotá, Medellín, Bucaramanga que cuentan con sus planes de movilidad y están apoyados y definidos por el artículo 2 de la ley 1083 del 2006, la cual le exige a los alcaldes municipales y distritales incorporar mediante decreto los planes de movilidad en concordancia con el nivel de prevalencia de las normas del respectivo plan de ordenamiento territorial.

Los planes de movilidad de las ciudades colombianas al estar alineados con el cumplimiento de las leyes y ordenamientos gubernamentales, hacen que tengan grandes coincidencias en sus objetivos y sus estrategias. Algunas diferencias entre estos planes de movilidad se encuentran motivadas por características propias de la ciudad o de la región. Las principales ciudades han apostado a la cultura ciudadana, a los sistemas integrados de transporte, a ciclo rutas, siendo uno de los referentes nacionales la capital colombiana, Bogotá.

Para las ciudades colombianas, sus planes de movilidad constituyen una herramienta de planeación que permite concretar los objetivos del modelo de transporte y definir objetivos en un plano más operativo como conjunto de políticas y proyectos. Estos planes siguen los lineamientos de la arquitectura nacional de ITS y el plan maestro de ITS para Colombia que el Departamento Nacional de Planeación (DNP) recientemente ha estructurado.

La Arquitectura Nacional ITS de Colombia es un mapa para la integración de los sistemas de transporte inteligentes para Colombia en los próximos 10 a 15 años, es una visión compartida entre los actores para lograr que sus sistemas trabajen juntos, podrán compartir información y recursos, para proporcionar un sistema de

transporte más seguro, más eficiente y más eficaz en el movimiento de viajeros y de carga. Su objetivo es orientar la planificación, el desarrollo y la integración a nivel nacional.

Las definiciones de los actores, servicios, e inventario de sistemas ITS fueron elaborados durante febrero 2010 y dado una revisión a través de un taller de trabajo en marzo 2010. Comentarios finales fueron recibidos e incorporado entre marzo y junio 2010 (ConSysTec & Fleming, 2010c).

Los actores ITS convocados para contribuir con esta arquitectura han definido unas aplicaciones que consideran importantes para el desarrollo del país. Es así como, en Colombia las aplicaciones ITS se dividen según su área funcional, y por cada una existen paquetes de servicios.

Administración de Almacenamiento de Datos	<ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento de Datos Básico Almacén de Datos Virtual ITS
Gestión de Transporte Público	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de Seguimiento de Vehículos de Transporte Público Información al Usuario de Transporte Público
Gestión de Información al Viajero	<ul style="list-style-type: none"> Difusión de Información al Viajero Información Interactiva al Viajero
Gestión de Tránsito	<ul style="list-style-type: none"> Pago Electrónico de Peaje Monitoreo de Velocidad
Gestión de Vehículos Comerciales	<ul style="list-style-type: none"> Aduana Electrónica Peso en Movimiento
Gestión de Emergencias	<ul style="list-style-type: none"> Respuesta a Emergencias Ruteo a Vehículos de Emergencia
Gestión de Mantenimiento y Construcción	<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo de Vehículos de Mantenimiento y Construcción Coordinación de Actividades de Mantenimiento y Construcción

Imagen 9 Paquetes de Servicios ITS en Colombia

Fuente: Niño et al. (2010). Revista Colombiana de Telecomunicaciones No. 57 Vol. 17, Movilizando el transporte con tecnología. ISSN 0122-7416. (p. 12)

Como se puede ver en la imagen 9, se muestran las cinco áreas funcionales y dos ejemplos de paquetes de aplicaciones de cada una de ellas.

Colombia recientemente ha estado incorporando el desarrollo e implementación de los ITS, recientemente se ha definido la Arquitectura Nacional ITS de Colombia y la industria apenas está reaccionando a las necesidades y desafíos que se proponen. En el país lo que se ha implementado en el tema los ITS ha sido a partir de soluciones aplicadas en otros países y se destaca el poco desarrollo local, lo anterior es una problemática para el país y sus desafíos en movilidad y tránsito, que a la vez es una oportunidad para contar con desarrollos locales que se adapten a las características propias del país y de cada una de sus regiones, como son la infraestructura vial existente, la legislación del tránsito e incluso la misma cultura ciudadana.

3.1.1 BOGOTÁ

Bogotá, en su estrategia de atender sus problemas de movilidad y tránsito, se convirtió en pionera de los sistemas de transporte masivos en Colombia, TransMilenio empezó a operar en diciembre de 2000 (“Historia | Transmilenio,” 2013).

Actualmente, dentro de su Plan Maestro de Movilidad (“Secretaría de Movilidad de Bogotá,” n.d.) se destacan entre sus principales iniciativas:

- La articulación del Sistema Integrado de Transporte conformado por el transporte colectivo y masivo en una sola estructura física, operacional y tarifaria.
- La conformación de zonas y corredores de actividad logística para mejorar la movilidad y productividad en Bogotá y la región. Los vehículos de carga

provenientes de otras ciudades, durante las 24 horas del día y los 7 días a la semana, dispondrán de corredores viales específicos para tener acceso a sus lugares de origen y destino y al interior de la Ciudad.

- La implementación de una primera fase de cinco grandes redes peatonales. El Plan busca implementar redes peatonales en toda la ciudad y fortalecer las ciclo rutas en procura de mejorar la calidad de vida en Bogotá.
- La construcción de intercambiadores modales que permitan a los habitantes de Bogotá y la región llegar a sus lugares de destino complementando su viaje con diferentes modos de transporte como la bicicleta, Transmilenio, vehículo particular, taxi, bus, o sencillamente caminando.
- La consolidación de una red de estacionamientos, en vía y fuera de vía. Se priorizarán los estacionamientos aledaños a las zonas de prestación del servicio del Sistema Integrado de Transporte con un esquema tarifario que motive a los conductores a estacionar el vehículo y utilizar el transporte público.
- La creación del Sistema Integrado de Información de Movilidad Urbano Regional 'SI MUR' que facilite la comunicación y el intercambio de información entre los actores (peatón, ciclista, pasajeros y conductores) y los componentes de la movilidad (infraestructura, vehículos, empresas) en un Centro de Control de tráfico, a la altura de las grandes ciudades del mundo.

Además, la ciudad adelanta el proceso de construcción responsable de ciudad dentro del centro ampliado, que apunta a disminuir la segregación socioeconómica y la movilidad obligada, así como a propiciar una ciudad sostenible en lo ambiental, lo social y lo económico, a través de proyectos y programas que permitan el aprovechamiento de las condiciones que se han generado por largo

tiempo, con edificaciones en altura, recuperación del patrimonio urbanístico y arquitectónico, producción y recuperación de espacio público y equipamientos y generación de servicios y comercio complementario a la vivienda (“¿En qué consiste la revitalización del centro ampliado de en Bogotá?,” 2014).

El Plan Maestro de Movilidad para la ciudad de Bogotá dedica un capítulo especial para los ITS (Capítulo 13 La Logística de la Movilidad) donde se establecen siete grandes módulos que deberán desarrollarse: Manejo de tránsito, Administración de emergencias, Administración de vehículos comerciales, Manejo de flotas y de carga, Manejo durante la construcción y el mantenimiento, Manejo de emisiones y Manejo de transporte público (Niño et al., 2010, p. 22).

El Sistema Inteligente de Transporte le permitirá a la ciudad contar con el soporte tecnológico para la integración de los diferentes componentes del sistema de movilidad (infraestructura y transporte), de conformidad con los siguientes lineamientos:

- Incorporar las nuevas tecnologías, incluidas las de radiocomunicaciones, en los sistemas de transporte terrestre.
- Hacer uso de dispositivos inteligentes en sus vehículos, junto con técnicas avanzadas para mejorar la gestión del tráfico.
- Incorporar nuevas tecnologías para el control del tránsito que pueden también aplicarse a los sistemas de transporte público, para mejorar su eficacia y la utilización combinada de todas las formas de transporte por superficie.
- Instalar en vehículos y en vía dispositivos especiales para el control y la regulación del tránsito, cuya administración y manipulación será exclusiva del centro de control de forma perfectamente telemática.
- Instalar una estructura adecuada de comunicación entre los vehículos, el tránsito, los usuarios y los dispositivos.

- Leer, recopilar, transmitir, almacenar y transformar de una manera directa la información que se origine principalmente de los dispositivos en vía, de los usuarios, de los vehículos, el tránsito y los centros de control relacionados con la operación y control del tráfico.
- Centralizar la información a través de un centro de control maestro, que podrá leer las condiciones del tránsito en determinado sitio, tramo, red, corredor, o zona.
- Administrar una plataforma tecnológica que permita la interface con otros sistemas de información exógenos.
- Administrar un sistema de comunicación para la comunicación de los diferentes macro componentes del SIT.
- Montar sistemas que den a los usuarios la posibilidad de informarse directamente de muchos aspectos que suceden en tiempo real y otros que sucederán en el tránsito.

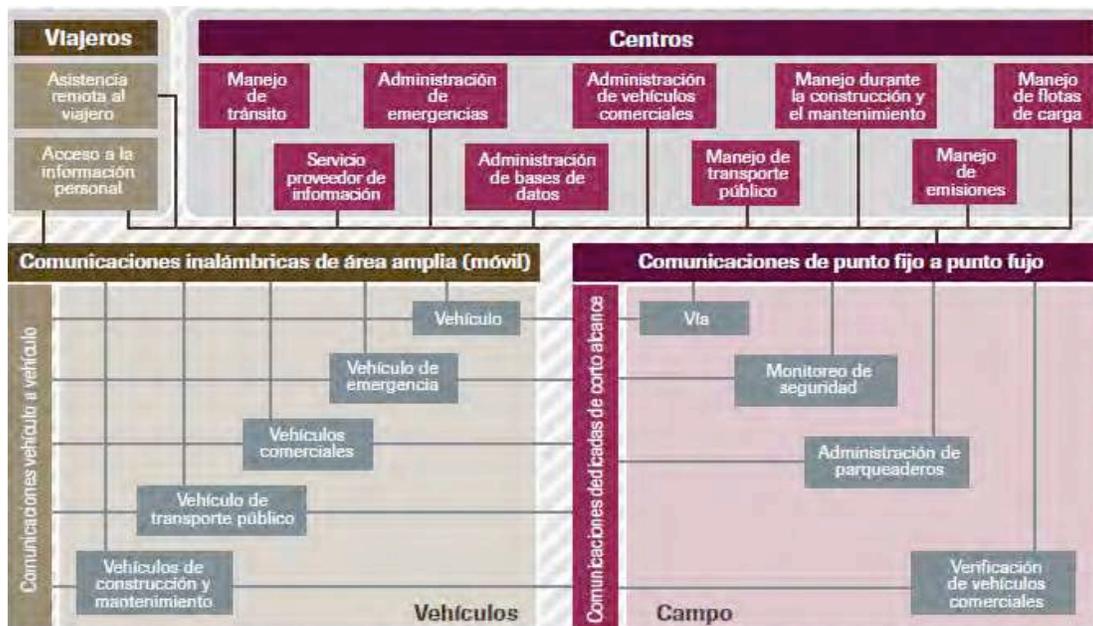


Imagen 10 Diagrama de Interrelación del SIT

Fuente: Niño et al. (2010). "Colombia en busca de su hoja de ruta en ITS", Revista Colombiana de Telecomunicaciones No. 57 Vol. 17, Movilizando el transporte con tecnología. ISSN 0122-7416. (p. 22)

En la imagen 10, se observa el diagrama de interrelación del SIT de acuerdo con el Plan Maestro de Movilidad entre los diferentes componentes y servicios.

Para el ITS, se establece una arquitectura jerarquizada y modular que contiene los diferentes subsistemas que deben ser integrados para su correcta operación y coordinación, partiendo de los activos de movilidad con los que cuenta la ciudad (como el sistema electrónico de semaforización, las cámaras de video de la policía de tránsito y el sistema de gestión de Transmilenio) y aquellos nuevos sistemas que se tienen proyectados desarrollar (como el sistema de detección electrónica de infracciones de tránsito, la señalización variable, el control de obra, los sistemas de información al usuario, el Sistema Integrado de Información para la Movilidad Urbano Regional (SIMUR), el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), red férrea como eje estructurador del Sistema de transporte público, dos líneas de cable aéreo, el futuro metro).

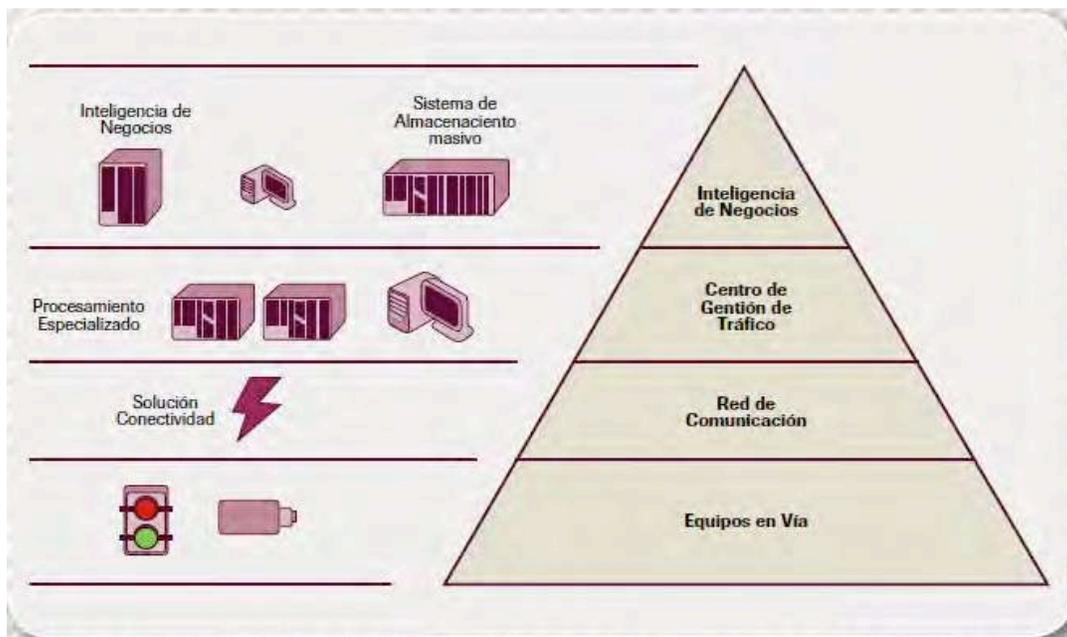


Imagen 11 Arquitectura Física Del SIT

Fuente: Niño et al. (2010). "Colombia en busca de su hoja de ruta en ITS", Revista Colombiana de Telecomunicaciones No. 57 Vol. 17, Movilizando el transporte con tecnología. ISSN 0122-7416. (p. 22)

En la imagen 11, se observa la arquitectura física general que se presenta en los ITS, en donde existen diversas capas jerarquizadas desde la inteligencia de negocios, el centro de gestión de tráfico, la red de comunicaciones y los equipos en vía.

3.1.2 MEDELLÍN

Por parte de Medellín el plan Maestro de Movilidad, se encuentra inmerso dentro del plan maestro de movilidad del valle de aburra (“Plan de Movilidad 2008 - 2011,” 2008). Este plan estratégico de movilidad urbana de Medellín tiene el siguiente objetivo, “Definir las acciones estratégicas para el mejoramiento de la movilidad en el municipio de Medellín, enmarcado en el plan maestro de movilidad del Valle de Aburra, a través de cinco componentes, transporte, viabilidad, tránsito y control, medio ambiente y cultura ciudadana con el fin de contribuir a la visión que tiene la región metropolitana del Valle de Aburra al año 2020” (Mauricio Facio Lince Prada & Martha Lucía Suárez Gómez, 2009). Dentro de los resultados encontrados se encuentran los operativos de cultura ciudadana que se llevaron a cabo en la ciudad, con el nombre de “En la calle manéjate bien”, y que a su vez buscaba mejorar la cultura en la ciudad.

El Plan de Movilidad Segura de Medellín 2013-2020, está enmarcado en el concepto movilidad para la vida donde se busca comprometer a cada uno de los protagonistas a cuidar su vida y la de los demás desde sus acciones y responsabilidades. Se basa en las líneas que presenta el Plan Nacional de Seguridad Vial 2011-2016 del Ministerio de Transporte y los Pilares para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020 de la ONU. (Municipal, 2014).

Como política de ciudad y como objetivo principal del Sistema Inteligente de Movilidad, se han implementado diversas estrategias para reducir los niveles de

accidentalidad vial, orientadas principalmente a la disminución de personas muertas en incidentes de tránsito; como resultado del trabajo conjunto de todos los entes que conforman la secretaría de Movilidad para el 2012 se presentó la menor cantidad de muertes por accidente de tránsito de los últimos cinco años, representando una reducción del 16% en dicho período comparado con el año anterior y permitiendo que se salvaran 31 vidas en las vías de la Ciudad. Sin embargo, las cifras para el 2013 no fueron tan favorables como el año anterior según se puede ver en la gráfica, además que siguen siendo los peatones quienes más exponen su vida.

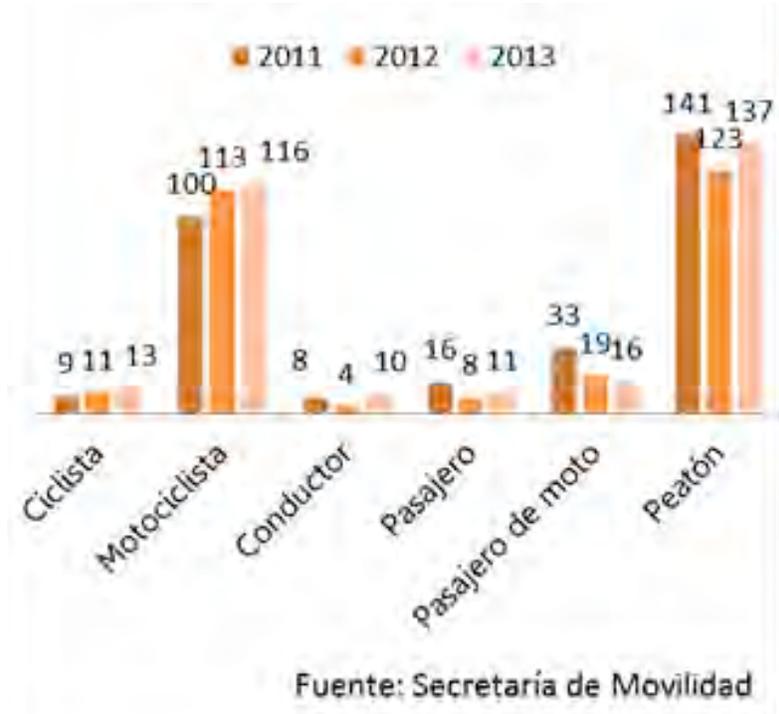


Imagen 12 Medellín, número de muertes en accidentes de tránsito por modo de transporte, 2013.

Fuente: Niño et al. (2010). Revista Colombiana de Telecomunicaciones No. 57 Vol. 17, Movilizando el transporte con tecnología. ISSN 0122-7416.

El plan de movilidad se encuentra fundamentado en cinco áreas de intervención:

1. Fortalecimiento de la gestión y coordinación interinstitucional para permitir una gestión integral de la movilidad segura.
2. Comportamientos, hábitos y conductas seguras de los usuarios de las vías
3. Control y supervisión sobre los vehículos y equipos de seguridad para los usuarios de las vías.
4. Planeación, construcción y mantenimiento de la infraestructura vial segura para los usuarios de las vías.
5. Atención oportuna y profesional de los lesionados durante y después de los hechos viales para brindar a los afectados tratamiento de emergencia apropiado y rehabilitación a largo plazo.

Medellín cuenta con un Sistema Inteligente de Movilidad (SIMM), el cual aporta a la transformación de la capital antioqueña a una ciudad inteligente combinado tecnología y cultura ciudadana. La Secretaría de Movilidad de Medellín, ha sido pionera en Colombia en hacer uso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones con el propósito de recolectar, procesar y analizar datos del tráfico que le permita la elaboración de estrategias y acciones que le permita cumplir con sus objetivos de su Plan de Movilidad.

El Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín está compuesto por los siguientes elementos (“Cámaras de fotodetección - SIMM,” n.d.):

1. Cámaras de foto detección. Las cuales conformar un sistema que recopila videos, fotografías y datos a través de cámaras para determinar una posible infracción de tránsito.
2. Cámara de CCTV operadas desde el Centro de Control de Tránsito que permiten el monitoreo visual con el propósito de detectar incidentes que puedan afectar la movilidad.
3. Paneles informativos en tiempo real que suministra información sobre el estado de las vías de acuerdo con el tráfico vehicular.

4. Optimización de semáforos por medio de un sistema tecnológico que permite gestionar el funcionamiento de la red semafórica de la ciudad, mediante herramientas que entregan información sobre la cantidad de vehículos circulando, velocidades promedio, ocupación de la vía, entre otros indicadores.
5. Web 2.0 es uno de los componentes del Sistema Inteligente de Movilidad y busca que los ciudadanos tomen decisiones inteligentes con reportes en tiempo real sobre el estado de las vías.
6. Software Gestor que a través de la generación de alertas, opera como integrador del Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín (SIMM) y permite a los operadores del Centro de Control reaccionar eficientemente ante eventos que afecten la circulación vehicular.
7. Gestión de flotas por medio de dispositivos tecnológicos instalados en vehículos de transporte público colectivo que permiten recolectar y transmitir datos para el seguimiento y cumplimiento de las normas de tránsito.
8. Mapas SIMM con información de utilidad para los diferentes actores de la movilidad en la ciudad.

Medellín es la única ciudad en Colombia con Metro de pasajeros, el cual comenzó operaciones el 30 de noviembre de 1995. Luego, incorporó a su sistema el Metrocable, que nació con el propósito de mejorar las condiciones de movilidad de los habitantes de la ciudad. Estas líneas mantienen los estándares de calidad del Metro a lo largo de corredores aéreos que amplían el área de influencia del Sistema, garantizando la integración y rapidez al utilizar los diversos modos de transporte (“Metro de Medellín - Nuestra historia,” 2014).

Actualmente, se encuentra en marcha el proyecto de El Tranvía Ayacucho y sus dos cables, que según la Alcaldía de Medellín beneficiará a 350 mil personas de la zona Centro Oriental de Medellín. La obra consiste en la implementación de tres nuevas líneas totalmente integradas al Metro por donde circulará un tranvía.

3.1.3 BUCARAMANGA.

En Bucaramanga, de acuerdo al informe Fuente: Construcción de un Modelo de Ciudad Sostenible para Bucaramanga y su Área Metropolitana año 2030 presentado por Bucaramanga como vamos, el planteamiento de las soluciones se ha enfocado en la generación de cambios sustanciales en las políticas urbanas y en la forma de apropiación y uso del territorio.

Se ha planteado una priorización de sus proyectos de movilidad de acuerdo a una evaluación multicriterio, y se destaca la importancia que ha de prestarle la ciudad a medidas relacionadas con el fortalecimiento del transporte público, el manejo de demanda de transporte –MDT– y el fortalecimiento de los modos no motorizados, así como a las líneas de acción orientadas a mejorar la educación y la cultura ciudadana y al fortalecimiento institucional. En la gráfica se tiene con la mayor prioridad las estrategias asociadas con el transporte público, la movilidad no motorizada y la cultura ciudadana, que registran, en este orden, los tres mayores puntajes.

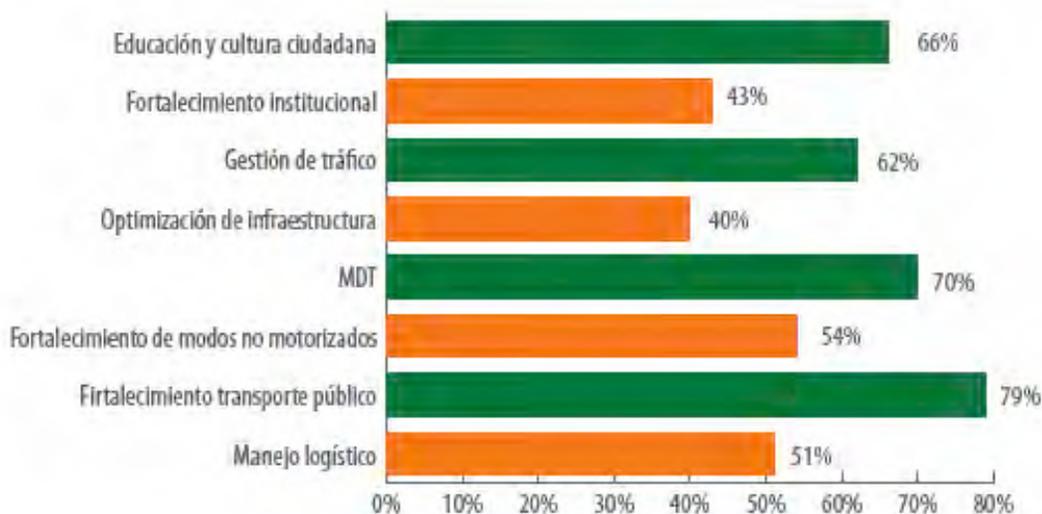


Imagen 13 Resultados definitivos de la evaluación multicriterio

Fuente: Niño et al. (2010). Revista Colombiana de Telecomunicaciones No. 57
Vol. 17, Movilizando el transporte con tecnología. ISSN 0122-7416.

Los principales proyectos presentados en el plan de movilidad son:

- Proyecto 1.1. Educación y cultura ciudadana para el ordenamiento, el control y la regulación del tránsito.
- Proyecto 1.2. Educación y cultura ciudadana para el fortalecimiento de los modos no motorizados.
- Proyecto 1.3. Educación y cultura ciudadana para la implementación del sistema de transporte masivo.
- Proyecto 2.3 Observatorio de movilidad metropolitana.
- Proyecto 4.1.Movilidad peatonal.
- Proyecto 4.2. Movilidad en bicicletas.
- Proyecto 4.3: Accesibilidad universal.
- Programa 5. Sistema Inteligente de Transporte (SIT).
- Programa 7. Gestión de estacionamiento.

3.2 MOVILIDAD Y TRÁNSITO EN CIUDADES A NIVEL MUNDIAL

En diferentes ciudades alrededor del mundo se han implementado o desarrollado sistemas inteligentes de tráfico enmarcados en un modelo sostenible, algunas de estas experiencias y principales referentes que se encuentran en la literatura son las ciudades de Rio de Janeiro, San Francisco, Seattle, Santander, Portland, París y Tokio.

En Rio de Janeiro, se implementó con éxito un centro de operación de tráfico, buscando tener preparada la ciudad en temas de movilidad de cara al Mundial de Brasil 2014 y de los Juegos Olímpicos del 2016. La implementación permite brindarle a la agencia de tráfico de esta ciudad la capacidad de visualizar el tráfico en toda la ciudad y apoyar así la toma de decisiones (Cotton, 2013).

El caso de San Francisco, la idea principal no es mover vehículos sino movilizar personas y bienes, plantea desde su concepción cuatro metas estratégicas: crear una experiencia segura de viaje para todos; hacer que el tránsito a pie, bicicletas, taxis, buses y carros compartidos se convierta en la mejor opción de movilidad en la ciudad; mejorar el ambiente y la calidad de vida en San Francisco; y crear un lugar de trabajo que ofrezca un servicio excepcional. En base a estas premisas y basándose como tal en la política “Transit First” (Lee, Bridges, Johnson, & Yee, 2005) implementada en esta ciudad, la cual busca como primer mandato mejorar y asegurar la movilidad de los peatones en la ciudad (“San Francisco General Plan :: Transportation,” 2005) .

En Santander España, su principal objetivo es (“Plan de Movilidad Sostenible de Santander - Febrero 2010,” 2010) “Mejorar la movilidad en general y, en particular, reducir la necesidad de movilidad con el vehículo privado y optimizar las condiciones de movilidad del transporte público colectivo, a pie y en bicicleta”.

A nivel mundial son múltiples las experiencias que se encuentran documentadas, ciudades que han realizado grandes avances en este tema debido a la alineación vertical que se tienen desde el concepto de ciudad sostenible hasta las soluciones tecnológicas de movilidad. En nuestro continente Americano, México considera le apuesta a una ciudad densa, compacta y conectada; Buenos Aires trabaja en su transporte sostenible, Lima busca dar prioridad al peatón y el ciclista y promueve el transporte público colectivo como una alternativa sostenible, y países como Chile, Perú y Colombia tienen desarrollado su ITS nacional.

3.2.1 SEATTLE - USA

Seattle busca ser una ciudad más incluyente y sostenible. En la movilidad, se tiene como pilar fundamental a los peatones y la movilidad de los mismos entre los centros urbanos y como los servicios de tránsito facilitan la conexión de esto. Para tal fin se tiene el departamento de transporte de Seattle (SDOT, por sus siglas en inglés), el cual tiene como principal misión ofrecer un sistema de transporte seguro, confiable y eficiente que mejora el medio ambiente de Seattle y la vitalidad económica (S. D. of Transportation, 2010), el SDOT, con el objetivo de buscar cumplir la misión propuesta se ha propuesto implementar un sistema de tráfico inteligente cuya visión es:

“Apoyar el desarrollo de un sistema de transporte sostenible, y contribuir a la vitalidad económica de la ciudad, mediante la implementación, operación y mantenimiento de la tecnología más adecuada para satisfacer las necesidades de seguridad de transporte y movilidad multimodal.

La implementación de la visión resultará en la protección de la seguridad del tráfico, la reducción de los impactos ambientales del transporte, la mejora de la movilidad multimodal y el aumento de la eficiencia de la red de transporte” (S. D. of Transportation, 2010).

De esta forma, el ITS ha crecido desde su foco original, en la gestión de la seguridad y la gestión de las operaciones de tráfico, hasta incluir una gran gama de servicios y funciones que cumplen con la visión, y es mejorar la experiencia de viaje multimodal. La siguiente figura muestra el esquema del ITS implementado.

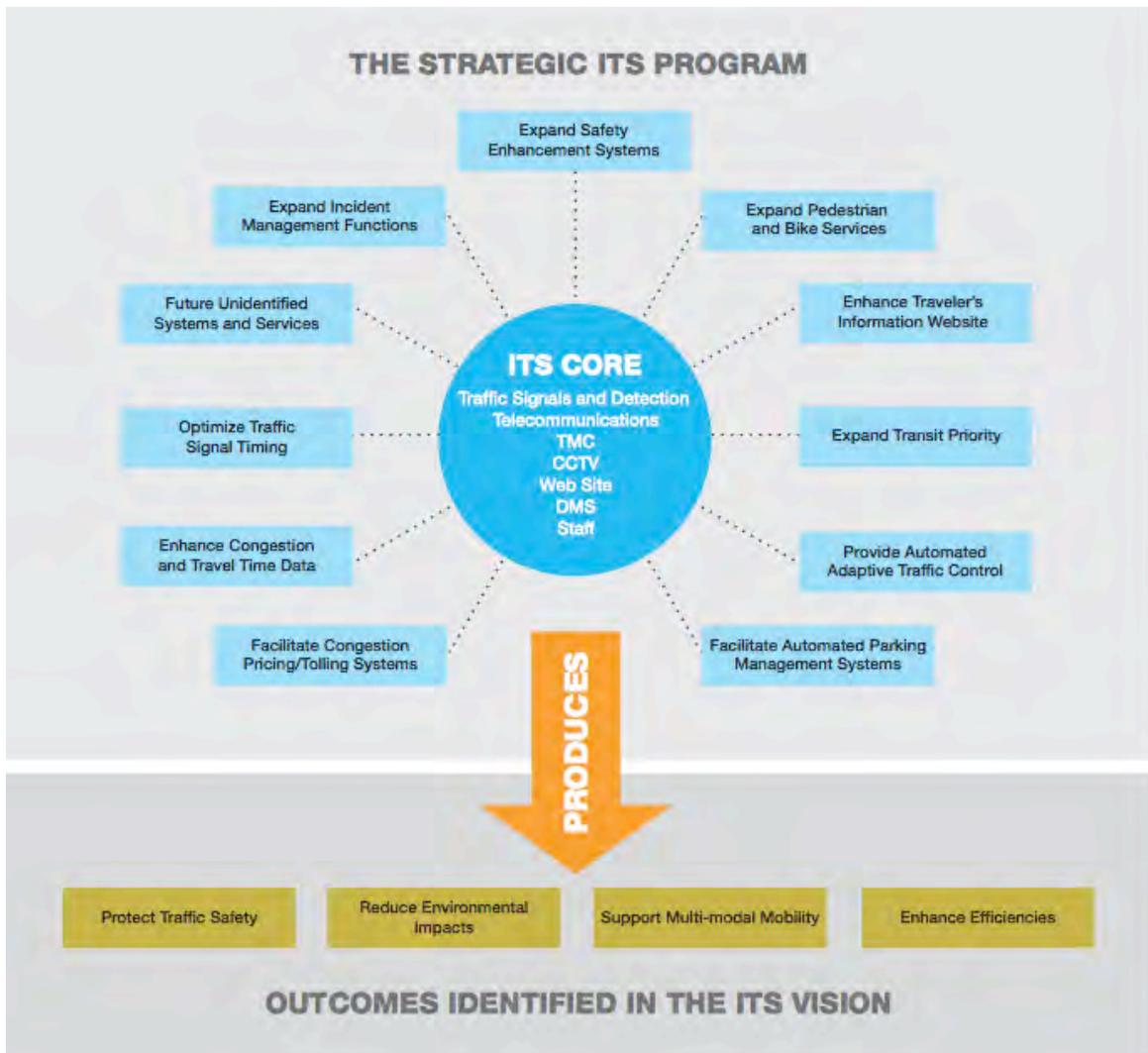


Imagen 14 ITS Seattle - USA

Fuente: Departamento de Transporte de Seattle. (2010), Plan estratégico del ITS, obtenido de <http://www.seattle.gov/transportation/docs/ITS%20Strategic%20Plan%2020102020.pdf> . (p,7)

El núcleo del sistema consiste en:

- Tecnologías, incluyendo el tráfico (vehículos, peatones y bicicletas) y señales sistemas de vehículos, peatones y bicicletas, prioridad de señales de tránsito, telecomunicaciones, software de control central, el centro de gestión de tráfico (TMC por sus siglas en inglés, Traffic Management Center), y cámaras de tráfico.

- El sitio web viajeros y los mensajes de tráfico dinámicos para proporcionar información importante al público.
- Las operaciones y los recursos de personal de mantenimiento que son esenciales para la implementación, operación y mantenimiento de los sistemas.

De ésta forma, en la ciudad han obtenido grandes beneficios de la implementación de este ITS, como la optimización del tiempo en las señales de tránsito, mejoras para los peatones y las bicicletas y una mejor información al viajero.

Con la optimización del tiempo en las señales de tránsito se ha logrado disminuir las detenciones de los vehículos, tiempos de viaje más confiables y la reducción de las emisiones. Para esta optimización, el SDOT se ha propuesto optimizar 150 señales de tráfico cada año, al día de hoy este proyecto ha mejorado las demoras en los principales corredores en un 27% y reducción de emisiones en un 8%, ambas en hora pico, y en gran medida en estos factores en horas no pico.

Con la mejoras para los peatones y las bicicletas, se ha brindado equidad de movilidad para bicicletas y peatones a través de la mejora de las tecnologías de detección y visualización, para lograrlo se ha implementado la detección de la bicicleta en las señales de tráfico mediante la adición de sensores específicos para las mismas y la colocación de marcas en el pavimento, logrando para una mejor ubicación y censado de estos vehículos no motorizados.

SDOT implementó un enfoque innovador para proporcionar información sobre las principales vías de la ciudad por medio de la página web www.seattle.gov/travelers (en la imagen 15 se muestra el mapa de información para el viajero), la cual en el 2009 registró cerca de 20 millones de accesos.

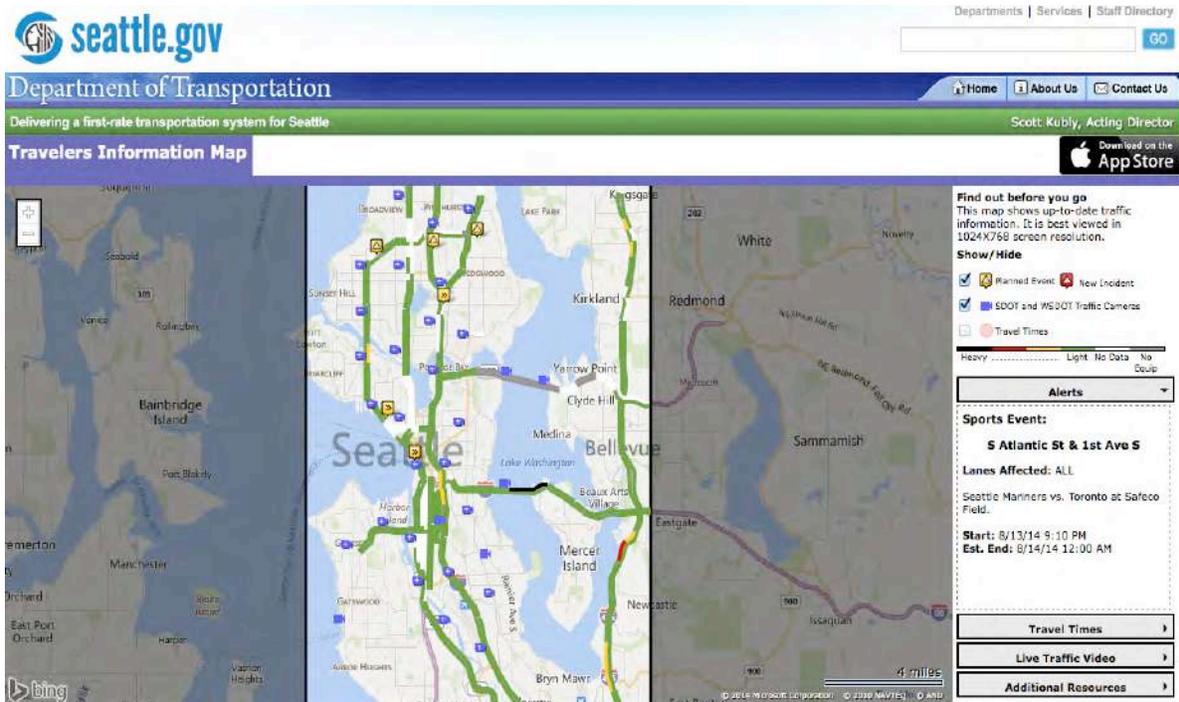


Imagen 15 - Sitio Web sobre información al viajero de Seattle
Fuente: Obtenido de www.seattle.gov/travelers

Además el SDOT ha trabajado con las poblaciones de peatones y discapacitados como es la implementación de señales peatonales audibles y así apoyar a los discapacitados visuales.

3.2.2 SANTANDER – ESPAÑA

En Santander España, en su plan de movilidad (“Plan de Movilidad Sostenible de Santander - Febrero 2010,” 2010) su principal objetivo es de “Mejorar la movilidad en general y, en particular, reducir la necesidad de movilidad con el vehículo privado y optimizar las condiciones de movilidad del transporte público colectivo, a pie y en bicicleta”, el cual se deriva en los siguientes sub planes que buscan lograr cumplir con el objetivo mencionado:

1. Plan de Fomento al Transporte Colectivo.
2. Plan de Fomento de los viajes no motorizados.

3. Plan de regulación del sistema de aparcamientos.
4. Plan de Movilidad específica por cuestiones laborales.
5. Programas de Señalización.
6. Programas complementarios.
7. Compartir coche, en donde facilitan el encuentro de personas interesadas en compartir su vehículo.
8. Aparcados, donde el usuario puede compartir la plaza de parqueo aprovechando los diferentes horarios de ocupación.
9. Proyecto MOVELE, basado en el plan de ahorro y eficiencia energética de la ciudad, se dispone de alrededor de 2000 vehículos de diversas categorías y usos para empresas y particulares, así como 500 puntos de recarga para los mismos.
10. Plan de seguimiento a la movilidad (Se busca en este crear un organismo o entidad que vigile el cumplimiento de los planes anteriores).
11. Plan de Formulación y difusión del plan de movilidad sostenible.

Dentro de estos planes, muchos se constituyen en soluciones metodológicas que apuntan al objetivo principal del mismo, otros muestran mejoras en infraestructura física. Sin embargo, en programas de señalización y en iniciativas complementarias, se observa el uso de las TIC para impactar en la mejora de la movilidad. Se ha implementado señalización de rotación en los parqueaderos, para lo cual se recurre a paneles informativos y de esta forma indicar a los usuarios la disponibilidad en los mismos, esto bajo una red de parqueaderos para conocer en tiempo real la disponibilidad en los parqueaderos de la ciudad que puede ser consultada vía SMS o WEB. Con la instalación de radares Informativos sobre velocidad de circulación de los vehículos se permite a los usuarios conocer cuando un vehículo sobrepasa el límite de velocidad permitido por la vía que

circula. Otro elemento importante son los paneles de información variable que son administrados por el centro de control de tráfico y que indican el estado de las vías.

3.2.3 PERU

Perú ha sido consciente de las diferentes problemáticas en movilidad que trae consigo el desarrollo, situaciones tan sencillas como buscar un lugar para estacionar, tener que detenerse para pagar el peaje, o a su vez detenerse para validar el peso del vehículo, entre otros. Como ya se ha mencionado, las soluciones tradicionales (como por ejemplo el crecimiento en infraestructura) no son en gran medida la solución. Para tal fin, en este país ha desarrollado su arquitectura nacional de un Sistema Inteligente de Transporte (ITS).

La arquitectura nacional ITS del Perú, además de proveer los servicios ya mencionados en el marco teórico, busca proveer al país con una guía que permita un adecuado desarrollo e implantación de ITS a nivel regional o de ciudad, teniendo en cuenta que todos estos compartirán y se darán soporte entre sí, y con el objetivo de abarcar todos los escenarios posibles de la movilidad y el tránsito.

Como lo menciona el documento (Comunicaciones, 2014), las principales problemáticas a nivel país son los elevados índices de accidentabilidad en las vías y de congestión, falta de comunicación y cooperación entre actores, falta de seguridad personal y de mercancías en carreteras, altos tiempos de respuesta en accidentes, informalidad en el servicio de transporte colectivo. Con este escenario, se tienen grandes retos en el tema de la movilidad y para afrontarlos han desarrollado la arquitectura bajo la norma ISO 14813-1, de tal forma que definen tres niveles de relación para desarrollar los conceptos de operación. El primer nivel, el cual corresponde a la esfera del servicio, se define la naturaleza de las actividades desarrolladas, estas actividades resultan ser independientes de la

aplicación de cualquier servicio o grupo específico; el segundo nivel, corresponde con el grupo de servicios, y agrupa actividades más específicas realizadas dentro de cada esfera, sin definición de los actores implicados; y por último, el tercer nivel corresponde a los servicios, que definen ampliamente la actividad desarrollada, en términos de los actores involucrados, ya sea usuarios, infraestructura, gestores o medios, permitiendo identificar los casos de uso más elementales.

Como ejemplo de la estructura de una esfera de servicios en la arquitectura peruana, se muestra la información para el viajero; como parte de esta esfera de servicios se tienen los grupos de servicios que corresponde con la información previa al viaje y a la información durante el viaje; finalmente, los servicios se detallan como parte de cada uno de los grupos de servicios. En la siguiente imagen se puede observar la estructura para la esfera de servicios información para el viajero. De igual forma, se detallan cada una de las esferas de servicios definidas.



Imagen 16 Estructura para esfera de servicios información para el viajero

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). Desarrollo de la Arquitectura y Plan de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) de Perú.

La arquitectura del ITS, representa la visión funcional de los servicios y los flujos planteados por medio de un diagrama lógico. Como se observa en la siguiente imagen, se representan las esferas de servicio, la relación existente entre ellas y los actores, y la relación entre los demás elementos que hacen parte del sistema de movilidad y tránsito.

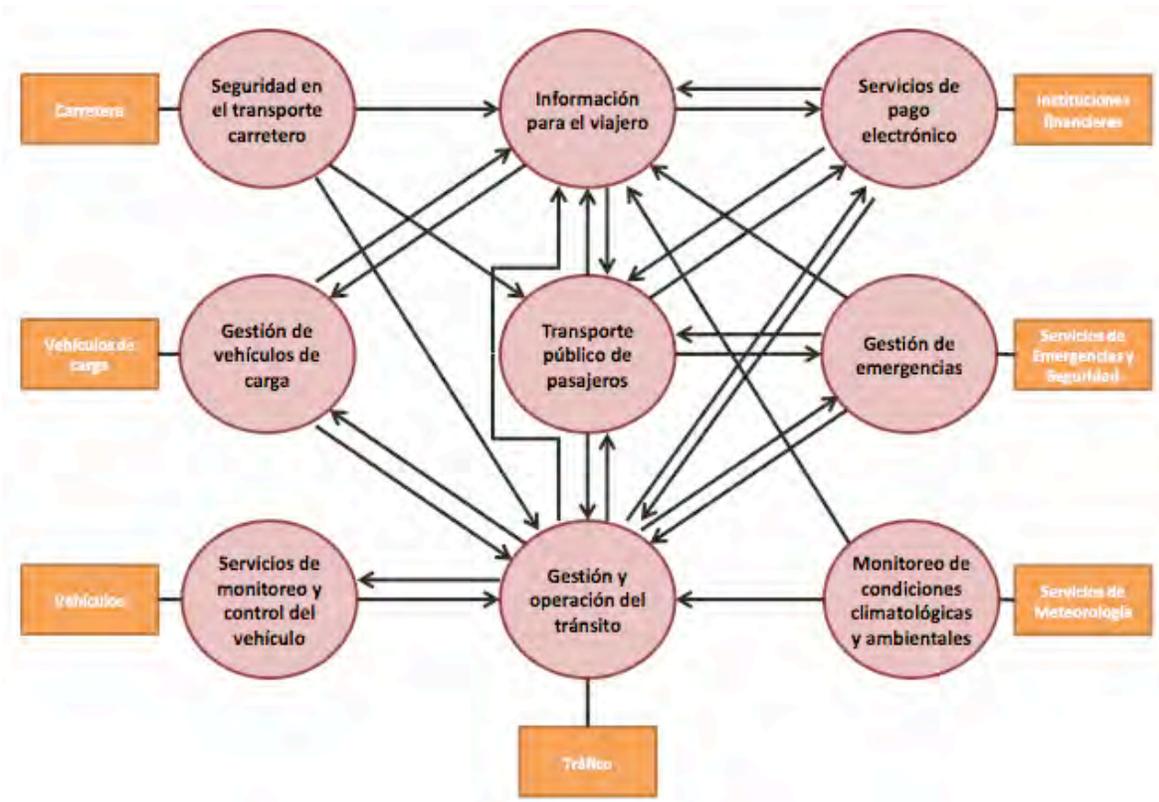


Imagen 17 Elementos del sistema de movilidad y tránsito en la arquitectura nacional ITS del Perú

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). Desarrollo de la Arquitectura y Plan de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) de Perú.

Como parte de la arquitectura, se desarrolla la estructura física de cuatro subsistemas: el subsistema de viajeros (aplicaciones o sistemas para viajeros), el subsistema de centros (sistemas o aplicaciones que procesan información), el subsistema de vehículos (sistemas o aplicaciones que proveen información y seguridad al conductor al vehículo) y subsistema de campo (sistemas o aplicaciones desplegados en las vías). Para cada uno de los subsistemas, se detallan cada uno de los servicios y la forma como debe ser administrada la información utilizando diagramas de flujo a bajo nivel.

3.2.4 INICIATIVAS DE SERVICIOS A NIVEL MUNDIAL

En el estudio de casos de éxito soluciones implementadas en el tema de movilidad, se destacan algunas, por ser pioneras en sus implementaciones, Y otras, por ser innovadoras, por la singularidad de las mismas). Entre estas soluciones se destacan las autopistas inteligentes en Washington, el sistema de transporte inteligente denominado TOPIS en Seúl, el sistema Katsuplus en Helsinki, la iniciativa Copenhagen Wheel en Copenhagen, el caso de la recuperación del canal Cheonggyecheon (CHEON – gay -cheon), Corea del Sur donde existía una autopista y se recuperó el canal generando uno de los espacios públicos más interesantes de la séptima aglomeración urbana más grande del mundo; el sistema de transporte Interno PumaBús, que es un servicio gratuito que ofrece la UNAM a todo aquel que desee desplazarse por las calzadas del campus de ciudad universitaria con facilidad, seguridad y rapidez; las escalera eléctrica en Medellín que facilita la movilidad en zonas de la ciudad que se caracteriza por altas pendientes y la no posibilidad de acceso de vehículos; compartir carro en Paris (www.autolib.eu), Smart Parking en Londres y EasyWay en Bogotá. Otras propuestas como de bicicletas compartidas como la de Copenague, y la del juego RiderState que invita a conquistar la ciudad en bicicleta (startup financiada vía Indiegogo que busca fomentar el uso de la bicicleta en el mundo a través de un juego para móviles).

Washington fue una de las primeras ciudades donde se puso en marcha el proyecto denominado “Autopistas inteligentes” (Smarter Highways), que busca capturar datos de velocidad y volumen de tráfico en tiempo real por medio de sensores en el pavimento. El proyecto que fue implementado en la interestatal I5 (que con sus 11 kilómetros es una de las extensas en este país, ya que conecta desde Canadá a México), fueron instalados 97 señales que se actualizan según las condiciones de tráfico en la vía. Estas condiciones son producto del procesamiento de datos en tiempo real de los sensores ya mencionados, entre las

señales o avisos mostrados a los viajeros se encuentran el carril más lento, los carriles que se encuentran en mantenimiento y la velocidad promedio, entre otros, que ayudan al departamento de transporte a controlar los tiempos en los semáforos. Además de los sensores mencionados, la autopista cuenta con un circuito cerrado de cámaras que contribuyen al monitoreo del tráfico, con lo cual también se logra tener un mejor tiempo de respuesta a los accidentes.

En Seúl (Corea), en el año 2003, se inició la implementación de un sistema de transporte inteligente denominado TOPIS (*Transport Operation and Information Service*), es decir, un ITS para la ciudad que busca resolver problemas de movilidad asociados con el crecimiento vehicular. Como se menciona en (Niño et al., 2010, p. 13), se trata de un sistema integrado de información y servicio de transporte que captura y analiza datos que provienen de diferentes fuentes tales como control de buses, pago electrónico, infracciones, atención de emergencias y operadores privados de transporte para generar el soporte hacia los usuarios, operadores de tránsito y entidades de gobierno.

Tal como se ha visto en los ITS, el TOPIS tiene como objetivos: La administración del transporte público, la administración en tiempo real de la congestión del tráfico, la capacidad de informar a los ciudadanos y viajeros de esta información, y finalmente como meta global, la administración total del transporte y el sistema de información.

En Helsinki se planteó el sistema Katsuplus, el cual propone compartir un minibús con capacidad para nueve personas que tengan un trayecto similar y en el mismo horario, la reserva del pasaje puede realizarse mediante reserva en línea desde el portal oficial www.kutsuplus.fi desde el computador o dispositivo móvil, y al realizar la reserva el usuario debe especificar la parada de bus en la que se va a encontrar. El valor del pasaje se puede cancelar utilizando algo que han

denominado “Trip Wallet”, o monedero de viaje por su nombre en español (“Kutsuplus, transporte bajo demanda para viajeros en Helsinki - ESMARTCITY,” 2014).

La iniciativa es llamada ‘Copenhagen Wheel’ fue presentada durante la Convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, COP15, que tuvo lugar en Diciembre de 2009. El sistema que tiene como objetivo ayudar a lograr una movilidad más sostenible, dotando a una bicicleta de sensores, que obtengan datos de uso, tráfico, contaminación entre otros en tiempo real. Todos estos datos pueden conectarse al teléfono inteligente del usuario ser vistos por este último y alimentar la base de datos de la ciudad para realizar análisis de big data con estos (“Copenhagen Wheel, sensorización y sostenibilidad - ESMARTCITY,” 2014).

Además las bicicletas son híbridas, y tiene la capacidad de generar energía. La iniciativa implementada en Copenhague no demanda bicicletas especiales, ya que el proyecto se basa en la modificación de una rueda en las bicicletas, la cual genera energía a partir del movimiento que produce el pedaleo y frenado del conducto. Esta energía generada es almacenada para cuando resulte necesario utilizarla por el usuario. Por otro lado, la rueda también tiene un sensor de ruido, temperatura ambiente y humedad relativa.

3.3 Santiago de Cali

En Santiago de Cali, el plan de movilidad urbana, está planteado como proyecto de gobierno municipal, enmarcado en su Plan de desarrollo municipal 2012-2015, más específicamente llamado Plan integral de movilidad urbana (PIMU), que tiene como base el plan de ordenamiento territorial de la ciudad, y también además del anterior el plan de desarrollo menciona el desarrollo y puesta en funcionamiento del observatorio de movilidad en la ciudad. Y además de lo anterior, la ciudad también tiene un enfoque propio en movilidad alineado con los concepto de

movilidad y tránsito previamente mencionados, que son artículo 24 de la Constitución Política y el Artículo 1o de la Ley 769 de 2002.

Este plan se encuentra en la etapa en la que define su situación inicial. En (“Plan Integral de Movilidad Urbana PIMU – Visión 2022 : Introducción y avances del proyecto,” 2014) se define el plan de movilidad urbana como “Un Plan de Movilidad Urbana PMU es un instrumento de planificación integral de la movilidad que provee un diagnóstico documentado, establece un escenario objetivo y propone una selección de medidas acordes con este; todo ello en el marco de la promoción de una movilidad más sostenible, eficiente, equitativa y segura, y de un enfoque de planificación participativa” (“Plan Integral de Movilidad Urbana PIMU – Visión 2022 : Introducción y avances del proyecto,” 2014). En la ilustración “Cronograma PIMU” se puede ver el estado al primer semestre del 2014 del Plan de Movilidad de la ciudad.

Actividad	Avance de la Actividad (Trienio Ene2013 - Dic2015)									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Actualización del Diagnóstico - Año Base 2013	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Definición de Escenario Objetivo e Indicadores - Visión 2022	█	█								
Priorización de Medidas en Plan de Acción - Visión 2022										
Formulación de Planes Especiales										
- Plan Especial de Movilidad Peatonal	█	█	█	█	█					
- Plan Especial de Estacionamientos y Parqueaderos	█	█	█	█	█					
- Plan Especial de Transporte de Carga y Distribución de Mercancías			█	█	█					
- Plan Especial de Infraestructura Vial										
Diseño e Implementación del Observatorio de Movilidad	█	█	█	█	█					

Imagen 18 Cronograma PIMU - Santiago de Cali

Fuente: Departamento Administrativo de Planeación Municipal . (2014). Plan Integral de Movilidad Urbana PIMU – Visión 2022 : Introducción y avances del proyecto, Obtenido de http://www.cali.gov.co/publicaciones/implementacion_pimu_vision_pub.

3.3.1 SANTIAGO DE CALI - ITS, ARQUITECTURA

Actualmente, la ciudad no está aplicando la arquitectura nacional ITS Colombia y no cuenta con un plan de movilidad aprobado, ya que éste apenas está en fase de desarrollo. Sin embargo, la ciudad cuenta con servicios de movilidad que han sido desarrollados sin seguir unos pasos formales y estructurados.

Entre los activos de la ciudad en movilidad, se cuenta con el centro de gestión de movilidad de la secretaría de tránsito, un centro de simulación de tránsito (recientemente puesto en funcionamiento). En la parte de infraestructura se puede destacar la renovación de algunos semáforos, las cámaras de control de tránsito que se utilizan para sancionar al conductor por infracciones a las normas de tránsito, algunos paneles informativos como el ubicado al ingreso del túnel de la avenida Colombia. Todos estos esfuerzos o iniciativas de la ciudad no son interoperables e interconectables, y por lo tanto inutilizados.

Un elemento importante en la movilidad y el transporte de la ciudad, es el sistema integrado de transporte MIO. El MIO, cuenta con un centro de control apoyado con elementos de tecnología. Recientemente, algunos de los vehículos de su flota han sido dotados de cámaras de vídeo. Sin embargo, estas ayudas tecnológicas no se comunican con las de la Secretaría de Tránsito de la ciudad.

En la ciudad, se observan iniciativas aisladas en el tema del estacionamiento, como son los casos de aplicación tecnológica en algunos parqueaderos privados. Estas soluciones han sido desarrolladas de forma informal y tampoco se encuentran unificadas con la secretaría de tránsito.

Todo lo anterior, permite afirmar que la ciudad no cuenta con una arquitectura formalmente estructurada que permita que los diferentes componentes tecnológicos se comuniquen y se integran para ofrecer servicios que permitan

mejorar la movilidad y el tránsito en la ciudad. Además, de no seguir las directrices del gobierno nacional y de basarse en la arquitectura nacional ITS Colombiana, puede causar que en un futuro los servicios desarrollados no sean compatibles y se dificulte su integración e incluso no se puedan integrar.

4. PROPUESTAS DE SERVICIO ITS PARA MEJORAR LA MOVILIDAD Y TRANSITO EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI

A los diferentes actores relacionados con la movilidad en la ciudad de Santiago Cali, se les presenta una necesidad y una oportunidad para llevar a cabo propuestas que permitan implementar servicios para afrontar los desafíos que en este tema se le presenta a la ciudad. Estas propuestas deben tener en cuenta el contexto actual que incorpora los elementos normativos y de regulación, el plan de movilidad de la ciudad, la arquitectura ITS nacional en su primera versión, basada en la arquitectura americana, los avances tecnológicos y las iniciativas públicas y privadas relacionadas con el tema en la ciudad.

Las cifras de vehículos presentadas al inicio del documento, y su tendencia creciente, junto con otros elementos presentados, causan que el desplazamiento de las personas se vea afectado de forma negativa. Un aporte importante para las personas como servicio de movilidad, consisten en suministrar información al viajero de forma tal que le ayude a tomar decisiones sobre su desplazamiento bien sea antes de llevarlo a cabo o durante el mismo. Por lo tanto, se requiere que la administración municipal pueda suministrar información útil al ciudadano acerca del estado de las principales arterias de la ciudad. De esta forma, el viajero podrá decidir sobre las rutas que puede tomar, los modos de transporte que podrá utilizar, el mejor momento para realizar su recorrido y para acceder a un estacionamiento.

Por lo tanto, se ha optado por servicios relacionados con suministro de información acerca del estado de la vía al usuario y sistemas de gestión de aparcamiento, estos dos servicios resultan ser los más relevantes para los usuarios porque estos servicios inciden positivamente en la movilidad, la seguridad y la comodidad de los usuarios.

Para materializar el despliegue de los dos servicios, se requiere en primera instancia la recolección de información acerca del estado de las vías en determinados puntos de la ciudad. Para lograrlo, se ha considerado el desarrollo de un dispositivo que, con recursos de bajo costo, le permita a la industria local ofrecer a la administración municipal una alternativa de mayor cobertura de puntos en la ciudad.

4.1 ESTRUCTURACION DE LAS PROPUESTAS

Para formular la propuesta de los dos servicios, se toma como base la Arquitectura ITS Colombiana, además, se tiene el apoyo metodológico propuesto para el desarrollo en la arquitectura americana. Esto permite formular un modelo de prestación de servicios en el ámbito de los ITS, que incorpora las herramientas necesarias que proporcionan la interoperabilidad, la compatibilidad, la integración y la expansión de las tecnologías y de los servicios en el campo de los ITS, particularmente el relacionado con la ciudad.

Como esquema metodológico para la presentación de cada una de las dos propuestas de servicios. Los autores proponen la ejecución de las siguientes actividades basadas en la versión actual de la arquitectura nacional ITS colombiana y de la arquitectura nacional ITS americana:

4.1.1 Definición del problema.

En el primer paso, se describe el problema de movilidad que se desea atender con el respectivo servicio propuesto.

4.1.2 Alcance de la propuesta del servicio.

En el segundo paso, se establece el alcance de la solución que brindará el servicio de la propuesta, dentro del contexto de la arquitectura colombiana y el estado actual del sistema de movilidad de la ciudad.

4.1.3 Interesados.

En el tercer paso, se identifican los interesados y su rol dentro de la propuesta de servicio teniendo en cuenta el alcance de la misma.

La Arquitectura Nacional ITS de Colombia representa una visión de consenso de los actores ITS en el país, representantes de diversas disciplinas como el tránsito, el transporte público, la emergencia y seguridad, la administración de vehículos comerciales y de flotas, el mantenimiento de vías, información de viajeros, peaje, de los sectores público y privado (ConSysTec & Fleming, 2010a).

Bajo la arquitectura ITS para Colombia y acorde al modelo de interesados que plantea la arquitectura americana (D. of Transportation, 2006, p. 40), se identifican los interesados en el servicio propuesto. Los interesados se establecen por grupos con intereses y con roles afines.

El objetivo para realizar la identificación de los interesados es determinar el rol que cada grupo tiene hacia el servicio y la influencia hacia el mismo. Por lo tanto, resulta posible determinar, los responsables del montaje del servicio, de su mantenimiento y/o aquellos receptores de la información y el uso que le dará a la información.

4.1.4 Requerimientos y necesidades.

En el cuarto paso, se identifican los requerimientos y las necesidades de acuerdo con los interesados considerados dentro del alcance de la propuesta, y la forma como interactúan con el servicio propuesto. En esta etapa, los requerimientos identificados se asocian con los paquetes de equipamiento que hacen parte de la arquitectura ITS americana (es importante aclarar que los paquetes de equipamiento no aparecen en la versión de la arquitectura ITS Colombiana).

Una vez que se han identificado los interesados del servicio propuesto, se identifican sus necesidades o requerimientos obtenidos a partir de la arquitectura americana. La especificación de las necesidades y los requerimientos no es completa en la arquitectura ITS colombiana, por lo tanto, en esta etapa los autores recurren a las directrices presentadas en la arquitectura americana.

Cada uno de los interesados en el servicio tiene sus propias necesidades o requerimientos muy particulares, mientras que algunos otros tienen necesidades o requerimientos que resulta comunes. Para presentar éstas relaciones se recurre a la utilización de una matriz.

Una vez se tiene la identificación de las necesidades y los requerimientos, y la matriz de relaciones con los interesados, se procede a identificar las herramientas con las cuales se pueden cubrir las necesidades expuestas por los interesados. Para identificar la forma como se cubren estas necesidades, la arquitectura americana acude a los llamados paquetes de implementación, los cuales definen una serie de capacidades específicas que deben cumplir los subsistemas (Administration & Transportation, 1998, p. 18) y, la forma como los paquetes de servicios cubren las necesidades previamente identificadas (D. of Transportation, 2006, p. 70). La ejecución ésta etapa se fundamenta en la arquitectura americana

porque la nacional no establece estos paquetes, ni los identifica. La arquitectura americana cuenta con una base de 233 paquetes de equipamiento.

4.1.5 Subsistemas de la arquitectura.

En el quinto paso, luego de haber identificado los requerimientos y sus respectivos paquetes de equipamiento, se proceder a identificar los subsistemas de la arquitectura colombiana que se asocian con éstos.

La arquitectura americana incluye subsistemas que comprenden paquetes de equipamiento relacionados de acuerdo con las necesidades y los requerimientos que se deben atender. Para llegar a los subsistemas, se deben considerar los paquetes de equipamiento establecidos en el paso anterior, identificando el subsistema correspondiente en la arquitectura americana (Team, 2012, p. 18). La arquitectura colombiana por armonizar en gran medida con la americana, incluye sus propios subsistemas muy similares a los de la arquitectura americana.

En la imagen 19, se presenta la arquitectura ITS colombiana, donde se muestran los subsistemas (rectángulos) y sus interconexiones con los otros subsistemas identificados por medio de los terminadores (rectángulos redondeados). Los subsistemas hacen parte de los cuatro sistemas principales: viajeros, centros, vehículos y campos. Cada uno de los sistemas y subsistemas tienen su definición en la arquitectura colombiana (ConSysTec & Fleming, 2010b) y para cada una de la propuesta de servicio se presentará la correspondiente definición.

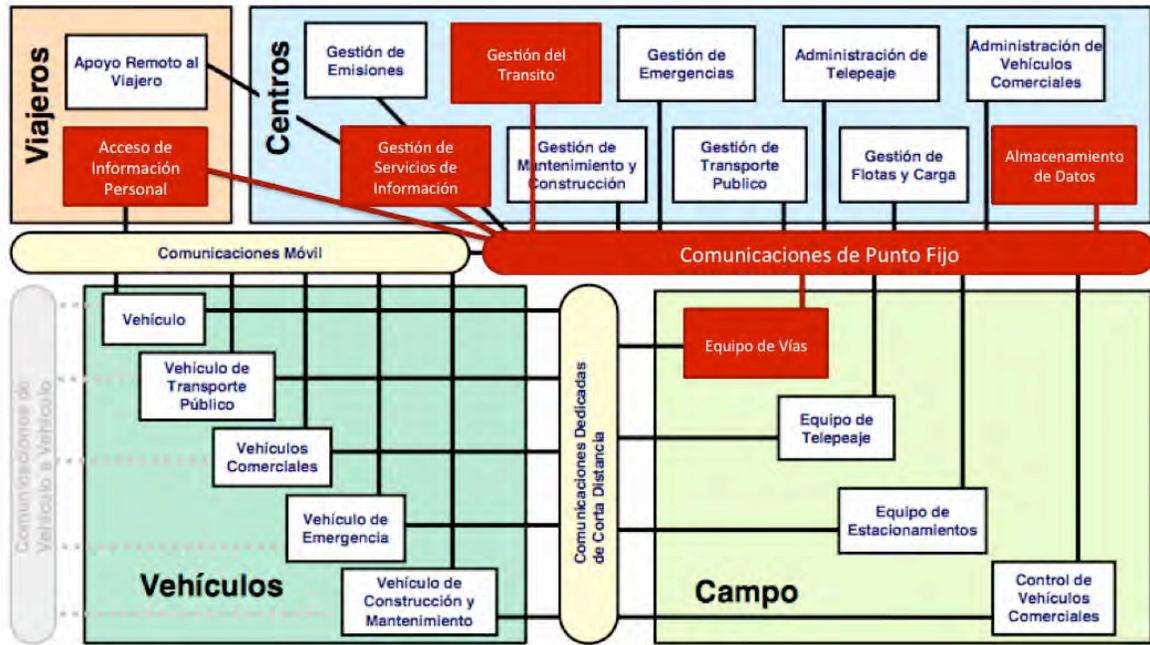


Imagen 19 Inventario Arquitectura ITS Colombiana

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

Finalmente, para cada uno de los subsistemas se establecen los elementos de la arquitectura. Estos elementos y sus interrelaciones con otros, permiten la interoperabilidad de los servicios. En cada propuesta de servicio, se establecen cuáles de los elementos asociados a los subsistemas se han de tener en cuenta en la implementación del servicio propuesto de acuerdo al alcance de la misma y los requerimientos definidos previamente.

4.1.6 Interrelaciones entre los elementos y flujos de información

En el sexto paso, para el diseño de implementación de los servicios, resulta necesario establecer las interfaces y los flujos de información involucrados en el servicio de la propuesta y en los servicios relacionados.

El objetivo principal de la arquitectura ITS a nivel regional es identificar las oportunidades de integración entre los sistemas de transporte, para lo cual, en la arquitectura colombiana, se detallan las interfaces para la implementación de los paquetes de servicios. Las interfaces muestran las interrelaciones entre los elementos de la arquitectura (modelados en la arquitectura colombiana por los diagramas de contexto) y los flujos de información.

Para cada uno de los elementos de la arquitectura definidos, se revisa su diagrama de contexto con el objetivo de identificar las interfaces y los flujos de información que tienen que ver con la implementación del servicio propuesto.

Por ejemplo, en el Diagrama de Contexto Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte (ver imagen Diagrama de Contexto - Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte) se puede observar la relación con otros siete elementos y los flujos de datos entre ellos. Sin embargo, para presente propuesta de servicio de información al viajero se tienen solamente en cuenta: Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte y Áreas Metropolitanas Centro de Control de Tránsito, y los flujos de Información que aplican entre ellos:

- Productos de archivos de datos. Se refieren a datos en bruto o procesados, meta datos, datos catalogados y otros productos de datos entregados a un usuario que se envía como respuesta a una solicitud de información en un servicio. En algunos casos, la respuesta contiene información asociada a la transacción entre el servicio y el usuario.
- Solicitud de productos de archivos de datos. Es la solicitud de un producto de archivo de datos especificados por el usuario (como ejemplo datos, meta datos, o datos catalogados). La solicitud además incluye información usada en la identificación y autenticación del usuario y soporta pago electrónico, si existe.

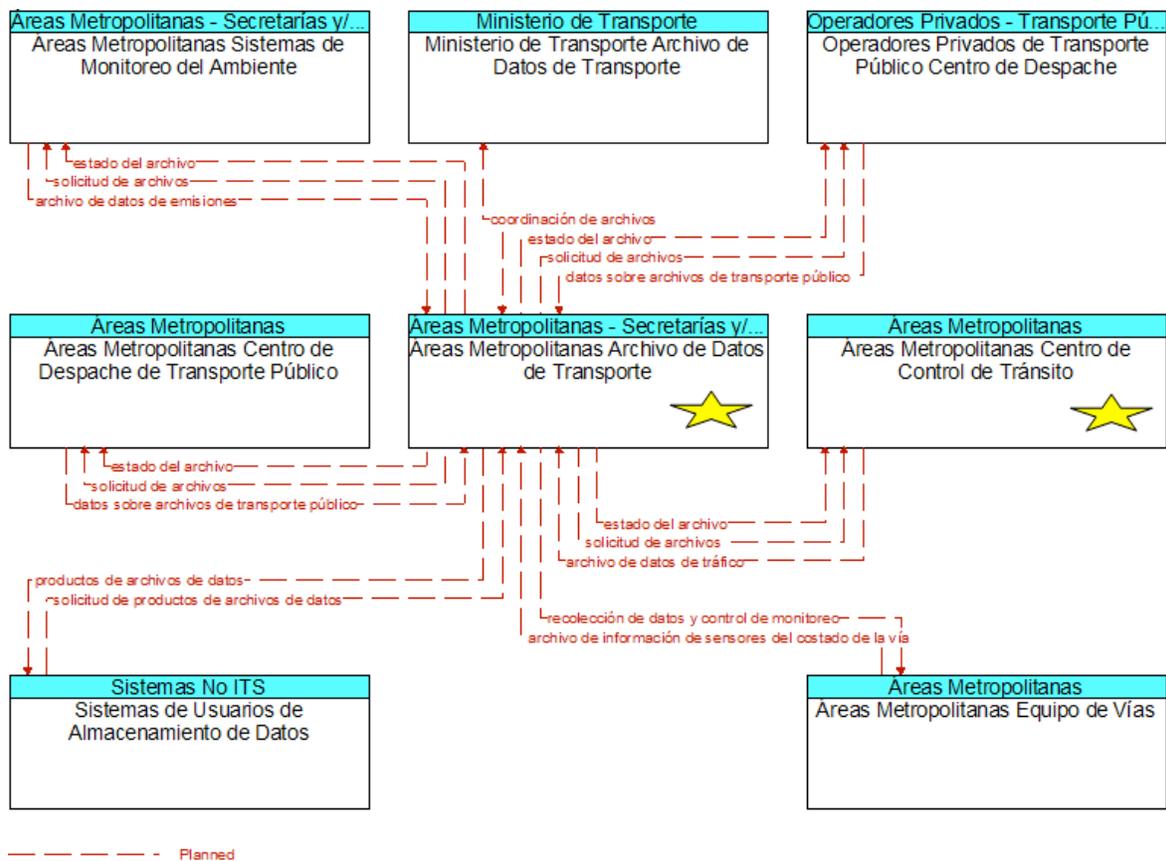


Imagen 20 Diagrama de Contexto - Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

A partir, del análisis de los diagramas de contexto, se simplifican y se presentan su diagrama ajustado con las interfaces para la correspondiente propuesta de servicio.

4.1.7 Interfaces y flujos de información

En el paso 7, se relacionan las interfaces claves para la implementación de los paquetes de servicios, indicando los flujos de información. Para relacionar las interfaces claves, se basa en la arquitectura colombiana. Para cada interface se presenta la descripción de los flujos de aquellos que resultan relevantes para la propuesta de servicio de suministro de información propuesto. También, se debe

mencionar que cada señal incluye el estado del sistema que la genera. Para cada interface se apoya con su respectiva representación gráfica, la cual es una adaptación de las interfaces que presenta la arquitectura colombiana, al no considerarse todos los flujos de información y si, solamente aquellos relevantes para el servicio propuesto.

4.1.8 Paquetes de servicios

En el octavo paso, se busca seleccionar los servicios que hacen parte de la propuesta. La arquitectura presenta paquetes de servicios que agrupan servicios con funcionalidades y características afines, por lo tanto, cuando se selecciona el servicio, también se establecen otros servicios con los cuales guarda estrecha relación. Identificar el servicio de la propuesta, y los servicios relacionados, permite determinar la correspondiente área funcional de la arquitectura nacional que enmarca la propuesta.

La definición de la arquitectura y sus flujos de información descritos en las secciones previas resulta bastante robusta. Con ello, se logra que resulte compatible con los demás servicios propuestos en la arquitectura nacional, y finalmente su neutralidad tecnológica asegura que este planteamiento siga siendo viable en el futuro y receptivo a cambios tecnológicos (Team, 2012, p. 19). Dichas características son muy importantes, y pueden ser alcanzadas si se logra articular las propuestas de servicios con una adecuada transición al despliegue tecnológico. Para proveer este paso, la presente propuesta se fundamenta en la metodología propuesta por la arquitectura americana (Team, 2012), que especifica la forma como esta transición es cubierta por los paquetes de servicios, proporcionan una perspectiva orientada al despliegue tecnológico. En las dos arquitecturas, la colombiana y la americana, están presentes los paquetes de servicio, sin embargo, en la arquitectura colombiana, no se cuenta con una ayuda metodológica que soporte la decisión de implementación de los paquetes de

servicios, por lo tanto, se recurre a la guía de implementación encontrada en la arquitectura americana.

La arquitectura americana consta de noventa y siete paquetes de servicio, de los cuales se toman aquellos que aplican a la correspondiente propuesta de servicio, de acuerdo a la aplicación de la metodología descrita por el departamento de tránsito estadounidense (Team, 2012, p. 18). La metodología indica el cómo identificar los paquetes de servicio, de acuerdo a las funcionalidades a las que se refieren el sistema y los paquetes de equipamiento.

Finalmente, se hace una descripción para cada uno de los paquetes de servicio que se han determinado aplicar para la propuesta, de acuerdo a la arquitectura americana. Además, para cada paquete de servicio se identifica factores de planificación y metas asociadas

4.1.9 Despliegue tecnológico.

En el noveno paso, se presentan los elementos (físicos y lógicos) y sus relaciones que se requieren como parte del despliegue tecnológico para la implementación de los servicios se requiere la integración de elementos tecnológicos.

4.2 PROPUESTA 1 – SERVICIO “SUMINISTRO DE INFORMACION AL VIAJERO”

4.2.1 Definición del problema

Los ciudadanos que se desplazan por las vías de la ciudad de Santiago de Cali no cuentan con un sistema de información al viajero que le permita planear su recorrido o tomar decisiones en el recorrido para mejorar su movilidad y no afectar la de los demás. Incluso, en ciertas situaciones los viajeros desean tener

información que les permita eludir la congestión en la vía que les impide llegar a su destino oportunamente o incluso el no llegar.

Para las personas que se movilizan por las vías de la ciudad, sería de gran ayuda contar con información para planear la ruta a tomar desde su punto de origen hasta su destino, decidir si tomar alguna ruta, y de hacerlo, elegir en qué momento iniciar el recorrido; otra gran ayuda, será poder advertir situaciones en la vía que le permita modificar su recorrido oportunamente.

La ciudad no cuenta con un sistema inteligente que suministre un servicio de información al viajero. Los mecanismos de comunicación sobre las vías se basan en los medios impresos, canales de televisión local y la radio.

4.2.2 Propuesta del servicio y alcance.

El primer servicio propuesto está basado en el suministro de información útil para la movilidad y tránsito para el viajero en los momentos previos al desplazamiento a su destino o durante el mismo. El viajero contará con información sobre el estado de las vías en tiempo real, información sobre el tráfico e información sobre el estado del tiempo de lugares específicos de la ciudad.

El suministro de información al viajero ayuda a reducir los tiempos de viaje producto de la congestión, los niveles de contaminación ambiental, el número de accidentes; además de mejorar la velocidad en las vías, la capacidad de utilización de la vía; y ayudar a los conductores a circular evitando producir congestionamiento y accidentes.

El objetivo primordial será que la información se ofrecerá al usuario en varias plataformas mediante servicios de valor añadido o interfaces de información, como las páginas web, dispositivos móviles, medios de comunicación, etc. Dicha

información se presentará en mapas de las vías y con apoyo visual por medio de fotografías. Como parte del servicio, se contará con la capacidad integrar la información mencionada con el observatorio de movilidad planteado en el plan integral de movilidad urbana de la ciudad.

Además de suministrar información de la vía al viajero en forma oportuna, ésta se almacena en un repositorio de datos con el propósito de recolectar información que en un futuro permita a los entes interesados realizar el análisis de datos que le permita soportar tomas de decisiones o formular nuevas propuestas relacionadas con la movilidad de la ciudad.

La propuesta del servicio de suministro de información al viajero está pensada para las vías de la ciudad de Santiago de Cali y algunas vías que interconectan a la ciudad con Yumbo y Jamundí, las cuales presentan un alto volumen de tráfico generado por las características de la expansión urbana, el flujo de personas a sus lugares de trabajo y estudio. Sin embargo, la propuesta del servicio, también será válida para cualquier otra ciudad colombiana por estar soportada en la arquitectura nacional.

4.2.3 Interesados

Para el servicio de suministro de información para el viajero en la ciudad de Cali, se definieron seis grupos de interesados: las agencias de transporte, las agencias públicas de seguridad, las agencias de planeación, el sector privado, el sector de telecomunicaciones e IT y los viajeros.

La propuesta del servicio de información al viajero, considera como interesado principal a los mismo viajeros. Los demás interesados están relacionados, de una u otra forma, con el servicio ITS. Por ejemplo para el grupo de interesados de las agencias públicas de seguridad acceden a la información suministrada al viajero.

Sin embargo para ellos, se deben implementar los servicios de emergencias ITS que no hacen parte de la presente propuesta.

A continuación se describen los seis grupos de interesados identificados:

1. **Viajeros.** Es el grupo principal de interesados de la presente propuesta. Son ellos los interesados que recibirán la información de las vías y tomarán decisiones sobre sus desplazamientos, decisiones que afectarán las condiciones de la movilidad en las vías de la ciudad. En este grupo, se tienen en cuenta los residentes de la ciudad y los turistas que se movilizan por las vías de la ciudad en algún vehículo particular (automóvil), los motociclistas, los ciclistas y los peatones.
2. **Agencias de Transporte.** Este grupo de interesados incluye a los entes gubernamentales que tienen que ver con la movilidad y las organizaciones responsables por la operación del transporte público. Por lo anterior, se identifican como interesados en el grupo de agencias de transporte: el Ministerio de Transporte, el Instituto nacional de concesiones (Inco), el Instituto nacional de vías (Invias), la Secretaria de Tránsito, MetroCali (encargado del Sistema de Transporte Integrado), las empresas privadas de transporte de pasajeros urbano y las empresas privadas de transporte de pasajeros interurbano. De este grupo, los de mayor relevancia para la presente propuesta son la Secretaria de Tránsito, Metro Cali y las empresas privadas de transporte público.
3. **Agencias públicas de seguridad.** Se considera como parte de este grupo de interesados el Departamento de Policía Local, Departamento de Bomberos y las empresas de ambulancias y controladores de las mismas.

4. **Agencias de Planeación.** En este grupo se encuentran las entidades que a nivel gobierno municipal proporcionan directrices enfocadas a lograr una ciudad sostenible, dentro estas directrices se cuentan aquellas que tienen que ver con la movilidad de la ciudad. La Alcaldía del Municipio de Cali y en particular de la Secretaría de Tránsito y Transporte, la Secretaría de Infraestructura y Valorización, y el Departamento Administrativo de Planeación Municipal son las entidades que establecen las directrices de movilidad a partir del estudio y el análisis de información sobre la movilidad y de las vías que se recolecta en la presente propuesta.

5. **Sector Privado.** En este grupo de interesados se consideran las agencias de transporte que prestan servicios de taxi, de transporte escolar, de transporte empresarial, de transporte de mercancía, entre otros; y los medios de comunicación locales como los canales de televisión regional y universitaria, las emisoras de radio y la prensa escrita.

6. **Telecomunicaciones e IT.** En las implementaciones de los sistemas ITS participan activamente las empresas del sector de las telecomunicaciones e IT quienes llevan a cabo tareas de montaje y supervisión del funcionamiento de diferentes soluciones tecnológicas. Entre este grupo de interesados se tienen empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones (EMCALI, operadores de telefonía celular, proveedores de conexión a internet, etc.) y empresas del sector de telecomunicaciones e IT que suministran soluciones tecnológicas (infraestructura, hardware, software, etc.), montajes y mantenimiento de las mismas.

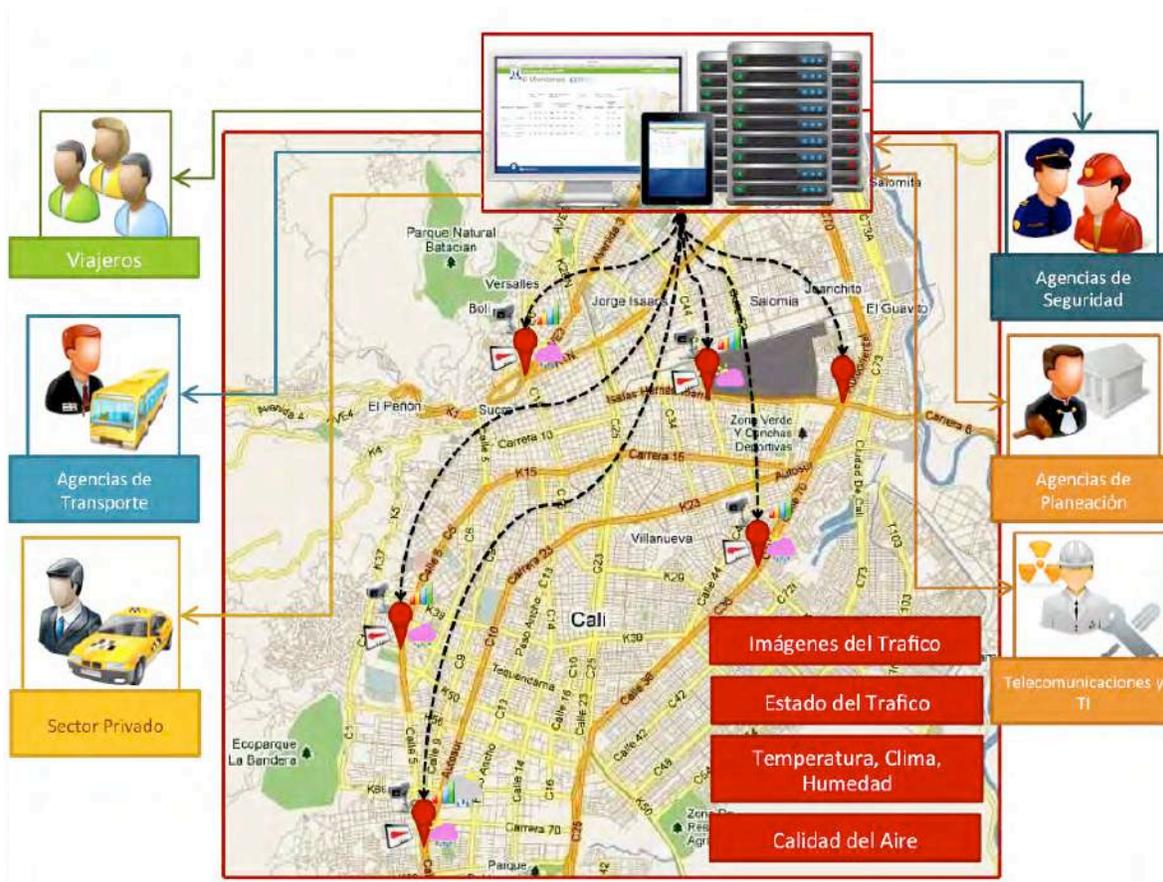


Imagen 21 Diagrama contextual Servicio de información al viajero
Fuente: Propia

En la propuesta de servicio los interesados pueden ser divididos en dos segmentos, el primer segmento, relacionado con aquellos que requieren información inmediata y actualizada de las vías para decidir sobre su movilización; y el segundo segmento, relacionado con aquellos interesados que requieran de un registro histórico de la información.

En el primer segmento, se incluyen los viajeros, las agencias públicas de seguridad, el sector privado, las telecomunicaciones e IT, y por parte de las agencias de transporte, solamente aquellas empresas privadas que operan dentro y fuera de la ciudad, y que requieren conocer el estado de tráfico y tomar decisiones basadas en esta información. En un segundo segmento, la información

será suministrada a organizaciones que requieren consultar un registro histórico de la información de las vías, tales como agencias de transporte y las agencias de planeación.

4.2.4 Requerimientos y necesidades.

4.2.4.1 Suministro de información al viajero de forma inmediata y actualizada

- **Req 1.** Los interesados buscan tener información de las vías sobre el estado y la intensidad del tráfico en determinadas puntos de la ciudad. Los viajeros, las agencias públicas de seguridad y las empresas de transporte del sector privado utilizarán esta información para planear y modificar en el recorrido sus rutas de viaje; los entes de control, para tomar decisiones sobre semaforización o acciones de apoyo de control y regulación del tránsito; los medios de comunicación como parte del sector privado, para difundir información a sus usuarios.
- **Req 2.** Para los interesados es de gran utilidad el conocer información relacionada con el clima, específicamente si está lloviendo o no en el sitio de su consulta. La lluvia es un factor que afecta la movilidad en las vías, además de ser un elemento que interviene en todo tipo de decisiones para el viajero no necesariamente de movilidad.
- **Req 3.** Los interesados esperan que la información se suministre en tiempo real. Para lo tanto, se requieren tener tiempos cortos de actualización para asegurar que la información suministrada sea oportuna.
- **Req 4.** Los interesados deben tener la capacidad para tener acceso a la información al viajero desde los lugares donde normalmente planean sus viajes

como sus hogares, colegios, oficinas, etc. Y los entes de control, desde sus instalaciones.

- **Req 5.** Los interesados deben tener la capacidad para acceder a la información al viajero en cualquier lugar desde sus dispositivos móviles como los portátiles, tabletas y celulares.
- **Req 6.** Para asegurar el suministro de la información oportuna se debe asegurar que el servicio funcione correctamente, de ahí que es necesario contar con mecanismos que permitan enterarse de forma oportuna de fallos en el sistema. De igual forma se debe asegurar la continuidad del servicio.

4.2.4.2 Suministro de información histórica

- **Req 7.** Para la Secretaría de Tránsito, resulta de suma importancia comprender el comportamiento de variables asociadas con las vías que afectan la movilidad. Esto permitirá orientar sus planes de movilidad. Para el Sistema de Transporte Masivo, esta información resulta valiosa para planificar las rutas de su flota. Las empresas privadas de transporte, realizarán un análisis de información que les permita comprender la demanda de servicio, al igual que planificar sus recorridos. La Alcaldía, la Secretaría de Infraestructura y Valorización Municipal y el Departamento Administrativo de Planeación Municipal, tomaran sus decisiones administrativas con base en esta información.
- **Req 8:** Para el almacenamiento de información se debe tener en cuenta el volumen de información generado para medir la demanda de procesamiento y almacenamiento. Se debe definir la estructura de datos, de acuerdo con estándares que permita garantizar la integridad e interoperabilidad con otros

servicios del ITS de la ciudad, al igual que la aplicación del concepto de Big Data que permita extraer información de utilidad de este gran repositorio de datos.

- **Req 9:** Los interesados podrán acceder al archivo histórico de la información de acuerdo con sus necesidades. Es decir, podrán ser accedidas desde aplicaciones implementadas para otros servicios ITS o directamente por los interesados.
- **Req 10.** Para asegurar el suministro de la información oportuna se debe asegurar que el servicio funcione correctamente, de ahí que resulte necesario contar con mecanismos que permita reconocer un fallo en el sistema de forma oportuna. De igual forma se debe asegurar la continuidad del servicio.

En la imagen Matriz relación de requerimientos e interesados se muestra la matriz donde se presentan los requerimientos de cada uno de los interesados en el servicio de información para el viajero.

		Viajeros	Agencias de Transporte	Agencias publicas de seguridad	Agencias de Planeación	Sectori Privado	Telecomunicaciones e IT
Información Inmediata y Actualizada	Req - 1	X	X*	X		X	X
	Req - 2	X	X*	X		X	X
	Req - 3	X	X*	X		X	X
	Req - 4	X	X*	X		X	X
	Req - 5	X	X*	X		X	X
	Req - 6	X	X*	X		X	X
Información Historica	Req - 7		X		X	X*	X
	Req - 8		X		X	X*	X
	Req - 9		X		X	X*	X
	Req - 10		X		X	X*	X
	Req - 11		X		X	X*	X

Imagen 22 Matriz relación de requerimientos e interesados servicio de información al viajero

Fuente: Propia

En la matriz se observa que para los viajeros y las agencias públicas de seguridad su interés se centra en la necesidad de información inmediata y actualizada; mientras que para las agencias de planeación, su interés está en la información histórica. Para los demás grupos de interesados, sus requerimientos son de información inmediata y actualizada, pero también de información histórica.

En la arquitectura americana, sus autores identificaron ocho paquetes que aplican para la presente propuesta de acuerdo con el mapeo efectuado entre su descripción y funcionalidades específicas frente a las necesidades y los requerimientos establecidos previamente. A continuación se presentan los ocho paquetes de equipamiento:

1. **Vigilancia vial básica (Roadway Basic Surveillance)**. Este paquete de equipamiento monitorea las condiciones del tráfico utilizando equipos fijos, tales como detectores de lazo y cámaras de circuito cerrado de televisión.
2. **Recopilación de datos en carretera (Roadway Data Collection)**. Este paquete de equipamiento recolecta información del tráfico, carreteras, y las condiciones de medio ambiente para su uso en la planificación del transporte, la investigación, y otras aplicaciones. Se incluyen los sensores, apoyo a la infraestructura carretera, y equipos de comunicación que recolectan y transfieren información a un centro de archivos.
3. **Monitoreo ambiental en vías (Roadway Environmental Monitoring)**. Este paquete de equipamiento valora las condiciones ambientales y comunica la información recopilada a un sitio donde pueda ser controlada y analizada. Un amplio conjunto de medidas puede ser recolectado. Las condiciones climáticas que se pueden medir son la temperatura, viento, humedad, precipitación, y la visibilidad.
4. **Recolección de la vigilancia vial (Collect Traffic Surveillance)**. Este paquete de equipamiento supervisa y controla de forma remota los sensores de tráfico y de vigilancia (por ejemplo, circuito cerrado de televisión). El equipo efectúa su recolección, procesamiento y envió al proveedor de servicios para su posterior difusión.
5. **Recopilación de datos para viajeros (ISP Traveler Data Collection)**. Este paquete de equipamiento recopila datos provenientes de otros paquetes de equipamiento, realiza controles de calidad de los datos, verifica, refina los datos y la hace disponible en un formato coherente de aplicaciones que ofrecen información al viajero.

6. **Difusión básica de información (*Basic Information Broadcast*)**. Este paquete de equipamiento difunde información al viajero, incluido el tráfico y las condiciones del camino, la información del incidente, información de mantenimiento y de construcción, información de eventos, información de transporte, información sobre el estacionamiento, y la información meteorológica.

7. **Recepción de información personal básica (*Personal Basic Information Reception*)**. Este paquete de equipamiento recibe avisos con formato información del tráfico, condiciones de la carretera, información de tránsito, alertas de difusión y otras transmisiones de información al viajero en general y presenta la información al viajero. Las transmisiones de información a los viajeros son recibidos por los dispositivos personales, incluyendo ordenadores personales y dispositivos portátiles personales, tales como teléfonos inteligentes, tabletas, entre otros.

8. **Repositorio de datos del ITS (*ITS Data Repository*)**. Este paquete de equipamiento recoge los datos y catálogos de datos de una o más fuentes de datos y almacena los datos en un repositorio enfocado que se adapte a un determinado conjunto de usuarios de los datos. Incluye capacidades para la realización de controles de calidad en los datos de entrada, la notificación de errores entre otros. Es compatible con una amplia gama de implementaciones, que van desde simple almacenamiento de datos, que recogen un conjunto específico de datos y sirven a una comunidad de usuarios en particular, las bodegas de dato (*data warehouses*) a gran escala que almacenan integran y resumen datos de transporte de múltiples fuentes y que sirven una amplia gama de usuarios dentro de una región.

En general, los 8 paquetes presentados abarcan los procesos de toma de los datos a monitorear en campo, la interfaz para enviar los datos a un proveedor para

su difusión y la interfaz que se encarga de comunicar esta información con el repositorio de datos. Finalmente, contempla la forma como la información llega al usuario final, que podrá utilizarla y visualizarla desde cualquier lugar y mediante cualquier dispositivo. Los 8 paquetes seleccionados de la arquitectura americana se pueden ver en el anexo 4, descripción de paquetes de equipamiento.

4.2.5 Subsistemas de la arquitectura

A partir de los ocho paquetes de equipamiento identificados para la presente propuesta, se logra establecer que estos se encuentran distribuidos en cinco subsistemas. En la siguiente tabla se presentan los paquetes de equipamiento asociados a los subsistemas correspondientes.

Tabla 5 Paquetes de equipamiento asociados a subsistemas del servicio de información al viajero

Subsistema Arq Colombiana / Arq Americana	Paquete de Equipamiento
Equipo de Vías / <i>Roadway</i>	Vigilancia vial básica (<i>Roadway Basic Surveillance</i>)
	Monitoreo ambiental en vías (<i>Roadway Environmental Monitoring</i>)
	Recopilación de datos en carretera (<i>Roadway Data Collection</i>)
Gestión del Tránsito / <i>Traffic Management</i>	Recolección de la vigilancia vial (<i>Collect Traffic Surveillance</i>)
Gestión de Servicios de Información / <i>Information Service Provider</i>	Recopilación de datos para viajeros (<i>ISP Traveler Data Collection</i>)
	Difusión básica de información (<i>Basic Information Broadcast</i>)
Acceso de Información Personal / <i>Personal Information Access</i>	Recepción de información personal básica (<i>Personal Basic Information Reception</i>)
Almacenamiento de Datos / <i>Archived Data Management</i>	Repositorio de Datos del ITS (<i>ITS Data Repository</i>)

Nota: Fuente Propia.

En la siguiente imagen, se resalta en color de fondo rojo los subsistemas de la arquitectura nacional que intervienen en la propuesta del servicio, así como su relación con otros y el terminador a través del cual se relacionan.

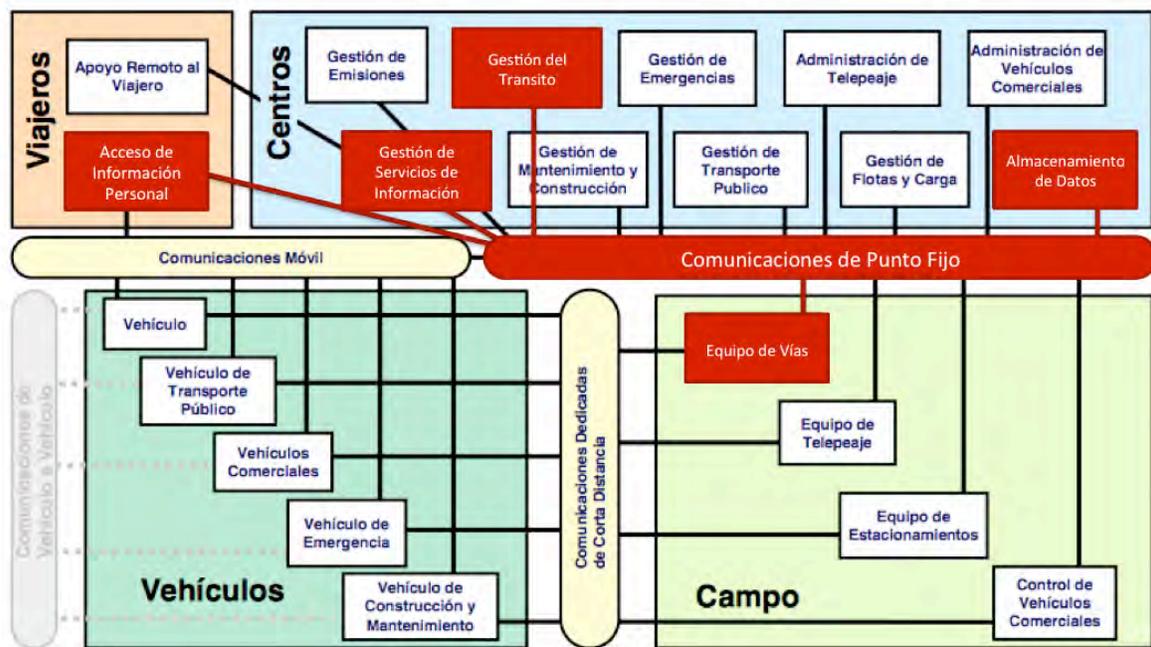


Imagen 23 Subsistemas de la arquitectura nacional que intervienen en la propuesta del servicio de suministro de información al viajero

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

Para el servicio propuesto, se tienen cinco subsistemas que intervienen y para los cuales se presenta su respectiva definición.

1. **Almacenamiento de Datos.** Este subsistema recoge, archiva, maneja, y distribuye los datos generados por los ITS para el uso en la administración del transporte, la evaluación de la política, la seguridad, la planeación, la supervisión de funcionamiento, el gravamen de programa, operaciones, y usos para la investigación. Los datos recibidos se expresan en un formato, marcado con una etiqueta que identifica las cualidades que definen la fuente de datos, las condiciones bajo las cuales fueron recogidos, las transformaciones de los

datos, y la otra información (es decir meta datos) necesaria interpretar los datos. Puede residir dentro de un centro operacional y proporcionar el acceso enfocado a una agencia particular o archivos de los datos ITS operacionales. Alternativamente, puede funcionar como centro distinto que efectúe la recolección de los datos de las agencias y de las fuentes múltiples y proporcione un servicio del almacén de datos generales para una región.

2. **Gestión de Servicios de Información (ISP).** Este subsistema recoge, procesa, almacena, y distribuye la información del transporte entre los operadores del transporte y el público que viaja. El subsistema puede desempeñar diferentes roles en un ITS integrado. Uno de los roles, consisten en recopilar datos generales de operadores del transporte y los redistribuyendo a otros operadores en la región y a otras ISP. Un segundo rol de una ISP, se centra en la entrega de la información del viajero a los suscriptores y al público. La información proporcionada incluye notificaciones básicas, condiciones del tráfico y de las carreteras, información de horario del tránsito, e información sobre el parqueo. El subsistema también proporciona la capacidad de proveer a los viajeros planes de ruta a partir de direcciones de origen y de destino por parte de los usuarios.

3. **Acceso de Información personal.** Este subsistema proporciona la capacidad para que los viajeros reciban notificaciones en sus hogares, lugares de trabajo, sitios importantes de la generación del viaje, dispositivos portables personales, y sobre tipos múltiples de medios electrónicos. Estas capacidades también proporcionarán la información de encaminamiento básica y permiten que los usuarios seleccionen esos modos del transporte que evitan la congestión, o capacidades más avanzadas que permiten que los usuarios especifiquen los parámetros del transporte que resultan ser únicos, y que están asociados con sus necesidades individuales. Además de los dispositivos del usuario final, este subsistema puede también representar un dispositivo que sea utilizado por el

comerciante o el otro prestatario de servicios para recibir la información del viajero y para retransmitir la información importante a sus clientes.

4. **Equipo de Vías.** Este subsistema incluye el equipo en el costado del camino. El equipo incluye detectores del tráfico, los sensores ambientales, las señales de tráfico, las radios consultivas de la carretera, los paneles dinámicos de mensaje, las cámaras del CCTV y los sistemas de proceso de la imagen de vídeo, los sistemas de alarma de la travesía de grado, y los sistemas de medición de rampa de la autopista. La gestión de carriles reversibles están también disponibles. Este subsistema también proporciona la capacidad para el control del medio ambiente incluyendo los sensores que miden condiciones de camino y de emisiones del vehículo.

5. **Gestión del Tránsito.** El subsistema de la gestión de tránsito funciona dentro del centro de la gestión de tránsito o de la otra localización fija. Este subsistema se comunica con el subsistema del camino para supervisar y para manejar la circulación. El subsistema obtiene información de incidentes en las vías y los proporciona a los subsistemas de emergencia y al de viajeros; apoya la coordinación del carril de HOV (carriles exclusivos para vehículos con dos o tres pasajeros), gestión de vías con tarifas por su uso, y otras políticas de gestión de demanda que puedan aliviar la congestión e influenciar en el viajero la selección de modo de transporte; supervisa y maneja el trabajo de mantenimiento y cierres de vías. El subsistema se comunica con otros subsistemas de la gestión de tránsito de otras ciudades para coordinar estrategias del control de tráfico, esto último es de gran utilidad para la movilidad en vías que interconectan dos ciudades.

Dentro de los subsistemas de la arquitectura colombiana se han establecido unos elementos (ver anexo 1 de la Arquitectura Nacional ITS Colombiana), que

interactúan con otros elementos del mismo subsistema o de los demás subsistemas.

1. **En el subsistema Almacenamiento de Datos.** Contiene siete elementos que son: Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte, Ciudades Intermedias Archivo de Datos de Transporte, INCO Centro de Información, INVIAS Centro de Información, Ministerio de Transporte Archivo de Datos de Transporte, RNAT - Registro Nacional de Accidentes de Tránsito y RUNT - Registro Único Nacional de Tránsito.
2. **En el subsistema Gestión de Servicios de Información.** Contiene ocho elementos que son: Áreas Metropolitanas Servidor de Información de Viajero, Áreas Metropolitanas Sitios Web, Ciudades Intermedias Servidor de Información de Viajero, Ciudades Intermedias Sitios Web, INCO Centro de Información, INVIAS Centro de Información, Operadores Privados de Transporte Público Sitios Web y Operadores Privados de Telemática Sitios Web.
3. **En el subsistema Acceso de Información Personal.** Contiene solamente un elemento: Viajeros Sistemas Personales Móviles.
4. **En el subsistema Equipos de Vías.** Contiene cuatro elementos que son: Áreas Metropolitanas Equipo de Vías, Ciudades Intermedias Equipo de Vías, Policía de Carreteras Equipo de Vías y Operadores Privados de Telemática Equipo de Vías. De este subsistema el elemento que tiene que ver con el servicio propuesto es Áreas Metropolitanas Equipo de Vías.
5. **En el subsistema Gestión de Tránsito.** Contiene ocho elementos que son: Aeropuertos Sistemas de Información y Control, Áreas Metropolitanas Centro de Control de Tránsito, Ciudades Intermedias Centro de Control de Tránsito,

INCO Centro de Información, INVIAS Centro de Información, Ministerio de Transporte Red de Información de Condiciones de Tránsito, Operadores Privados de Telemática Centro de Control de Tránsito; y Puertos, Puertos Secos, Zonas Francas Sistemas de Información y Control.

En los cinco subsistemas identificados de la arquitectura nacional ITS colombiana, la arquitectura define los elementos que hacen parte de ellos. De estos elementos, y de acuerdo al alcance y requerimientos identificados, se identifican los elementos de la arquitectura nacional que aplican en la implementación del servicio propuesto. Un punto importante al determinar estos cinco elementos, es la consideración que Cali es una ciudad considerada como área metropolitana, la cual es definida en la arquitectura colombiana como, entidades del orden que tiene por objeto orientar y liderar la formulación de las políticas del sistema de movilidad para atender los requerimientos de desplazamiento de pasajeros y de carga en la zona urbana, así como adelantar las labores de gestión y control del tránsito y transporte dentro de su jurisdicción (ConSysTec & Fleming, 2010a). Por lo tanto en base a lo anterior, en la siguiente se presentan los elementos de la arquitectura nacional que se identificaron como parte de la propuesta del servicio:

Tabla 6 Elementos de la arquitectura por subsistema para el servicio de suministro de información al viajero

Subsistema	Elementos de la arquitectura
Equipos de Vías	Áreas Metropolitanas Equipo de Vías
Gestión de Tránsito	Áreas Metropolitanas Centro de Control de Tránsito
Gestión de Servicios de Información	Áreas Metropolitanas Sitios Web
Acceso de Información Personal	Viajeros Sistemas Personales Móviles
Almacenamiento de Datos	Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte
	Ministerio de Transporte Archivo de Datos de Transporte

Nota: Fuente Propia

4.2.6 Interrelaciones entre los elementos y flujos de información

De acuerdo a los seis elementos de la arquitectura ITS que se fueron definidos para el servicio propuesto, se tuvieron en cuenta los diagramas de contexto que se presenta en el anexo 2, diagramas de contexto de la Arquitectura Nacional ITS Colombiana. A partir de éstos diagramas, se presentan las interfaces que intervienen en la prestación del servicio, las cuales se describen en la siguiente imagen enmarcada dentro de los subsistemas mencionados y posteriormente descritos en la tabla Interfaces del servicio.

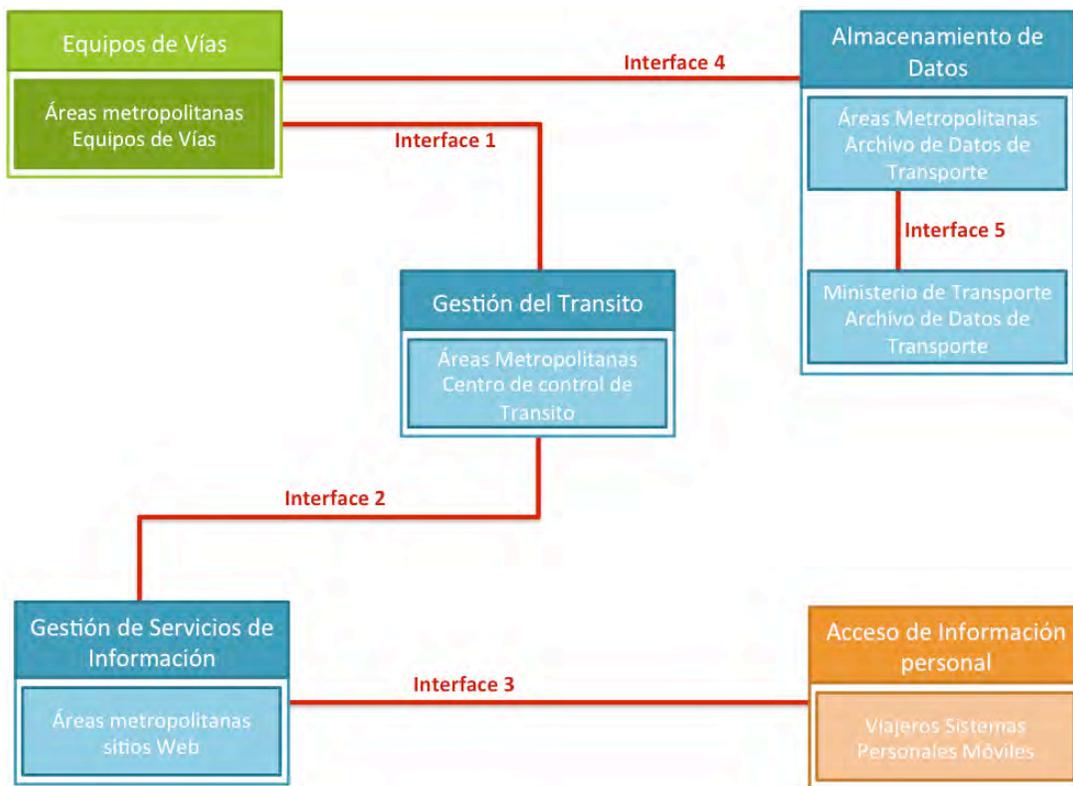


Imagen 24 Interfaces que intervienen en la presentación del servicio de suministro de información al viajero

Fuente: Propia

Tabla 7 Interfaces del servicio de suministro de información al viajero

Ítem	Interfaces	
Interface 1	Áreas metropolitanas Equipos de Vías	Áreas Metropolitanas Centro de control de Transito
Interface 2	Áreas Metropolitanas Centro de control de Transito	Áreas metropolitanas sitios Web
Interface 3	Áreas metropolitanas sitios Web	Viajeros Sistemas Personales Móviles
Interface 4	Áreas metropolitanas Equipos de Vías	Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte
Interface 5	Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte	Ministerio de Transporte Archivo de Datos de Transporte

Nota: Fuente Propia

4.2.7 Interfaces y flujos de información

A continuación, se detallan los flujos de información de las interfaces claves identificadas para la implementación del servicio de suministro de información al viajero.

Interface 1: Áreas Metropolitanas Equipo de Vías - Áreas Metropolitanas Centro de Control de Tránsito

- Flujo de tráfico: Contiene información procesada de los detectores de tráfico que permite la derivación de las variables de flujo de tráfico (ej. velocidad, volumen, medidas de densidad) e información asociada (ej. congestión, incidentes potenciales).
- Imágenes del tráfico: Imágenes, en tiempo real o con un retraso mínimo, ideales para vigilancia por el operador. Este flujo incluye imágenes y el estado operativo del sistema de vigilancia.
- Información del monitoreo de velocidad: Estado del sistema incluyendo el actual estado operacional e información registrada que incluye velocidades medidas, mensajes de alerta enviados, y registro de infracciones.

- Información ambiental: flujo de información incluido acorde al alcance buscado del sistema, el cual especifica si existe precipitación de lluvia o no.

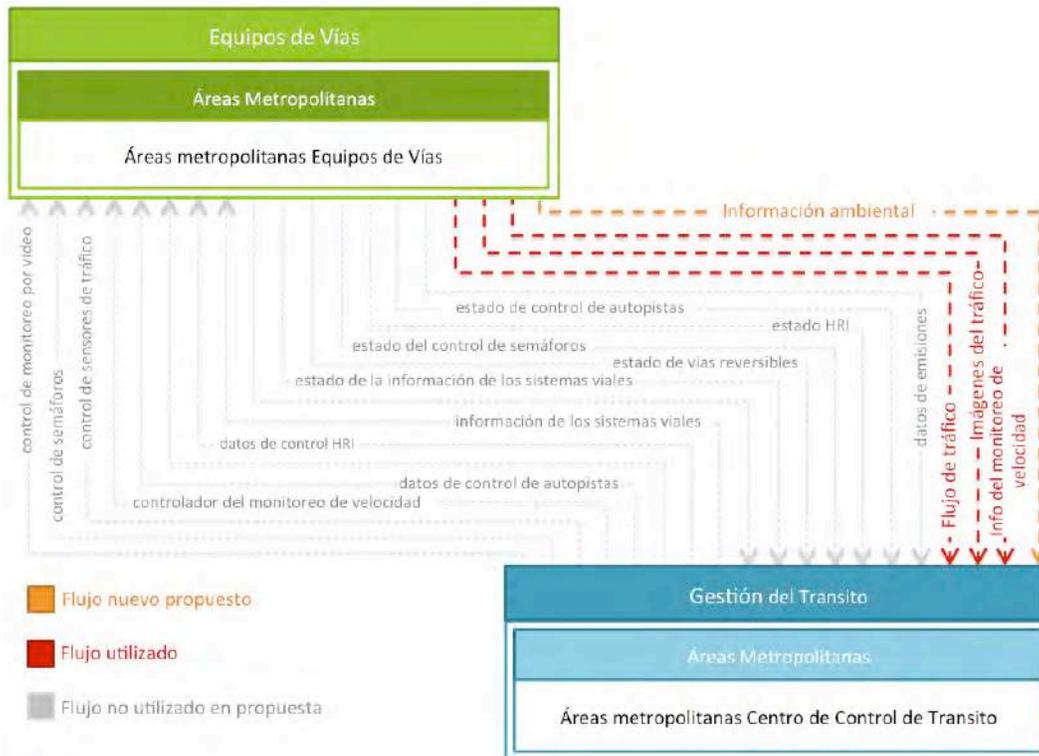


Imagen 25 Interface Áreas Metropolitanas Equipo de Vías - Áreas Metropolitanas Centro de Control de Tránsito

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

Interface 2: Áreas Metropolitanas Centro de control de Tránsito - Áreas metropolitanas sitios Web

- Condiciones de redes viales: Información actual y pronosticada del tráfico y de las vías, condiciones actuales meteorológicas y de las redes viales. Información con o sin procesar o una combinación de ambas, pueden ser proporcionadas por este flujo de arquitectura.

- Solicitud condiciones redes viales: Solicitud de información de tráfico, incidentes, condiciones y estados de caminos, redes y carreteras. La solicitud especifica la región, ruta y período de interés y otros parámetros que permitan una respuesta adecuada. La solicitud puede ser una suscripción que envíe actualizaciones o una solicitud de información puntual.

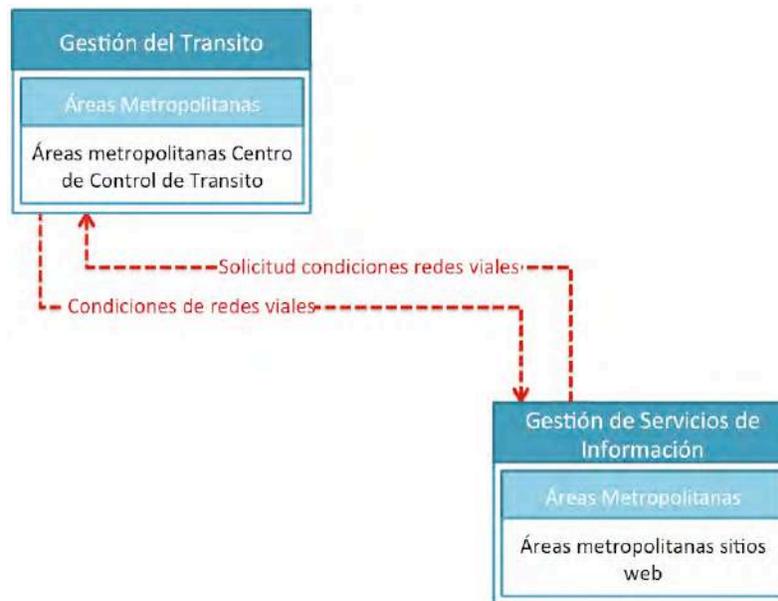


Imagen 26 Interface Áreas Metropolitanas Centro de control de Tránsito - Áreas metropolitanas sitios Web

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

Interface 3: Áreas metropolitanas sitios Web - Viajeros Sistemas Personales Móviles

- Información del viajero: Información del viajero que comprende el estado del tráfico, advertencias, incidentes, información de pagos y muchos otros datos como actualizaciones y confirmaciones relacionadas con el viaje.
- Solicitud del viajero: Petición de un viajero para convocar asistencia, solicitar información, hacer una reservación o iniciar algún otro servicio del viajero.

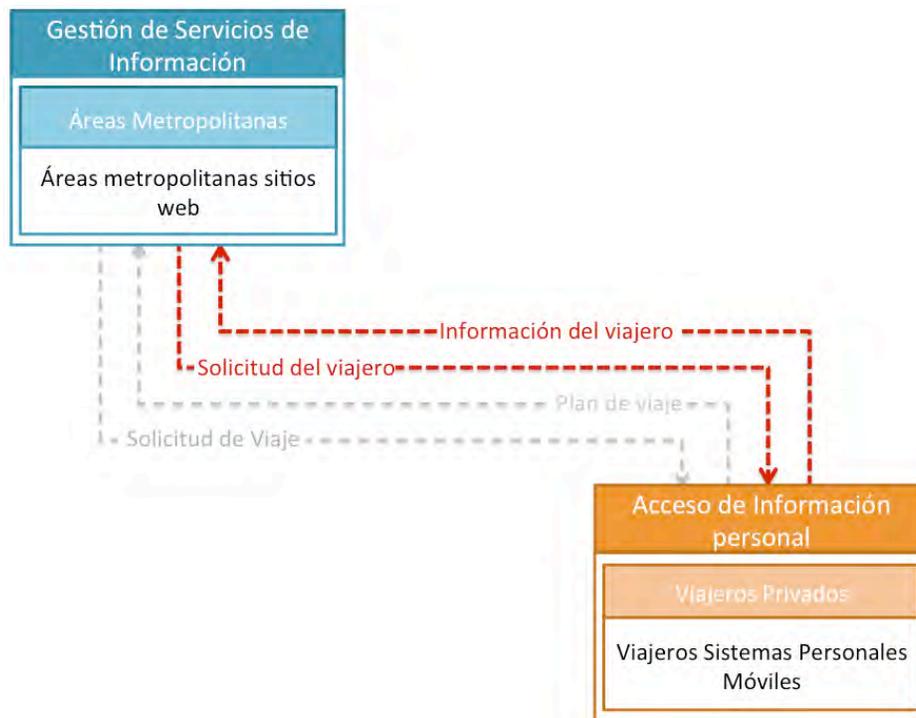


Imagen 27 Interface Áreas metropolitanas sitios Web - Viajeros Sistemas Personales Móviles

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

Interface 4: Áreas Metropolitanas Equipo de Vías - Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte

- Archivo de información de sensores de la vía: Información proporcionada por sensores ubicados en la vía, que incluyen condición actual del tráfico, condiciones ambientales y cualquier información que pueda ser captada directamente por estos sensores. Esta información incluye además el estado de los sensores y avisos sobre sensores defectuosos.
- Recolección de datos y control de monitoreo: Información utilizada para configurar y recolectar datos de control y para los sistemas de monitoreo.

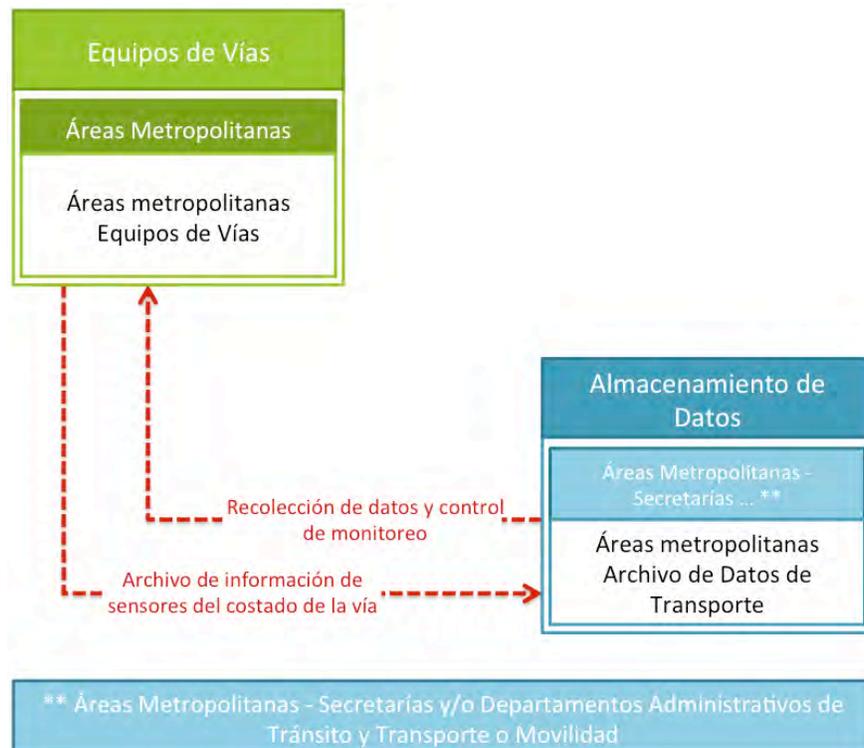


Imagen 28 Interface Áreas Metropolitanas Equipo de Vías - Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

Interface 5: Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte - Ministerio de Transporte Archivo de Datos de Transporte

- Coordinación de archivos: Datos catalogados, meta datos, datos publicados u otra información compartida entre archivos que soporten sincronización de datos y que satisfagan solicitudes de usuarios.

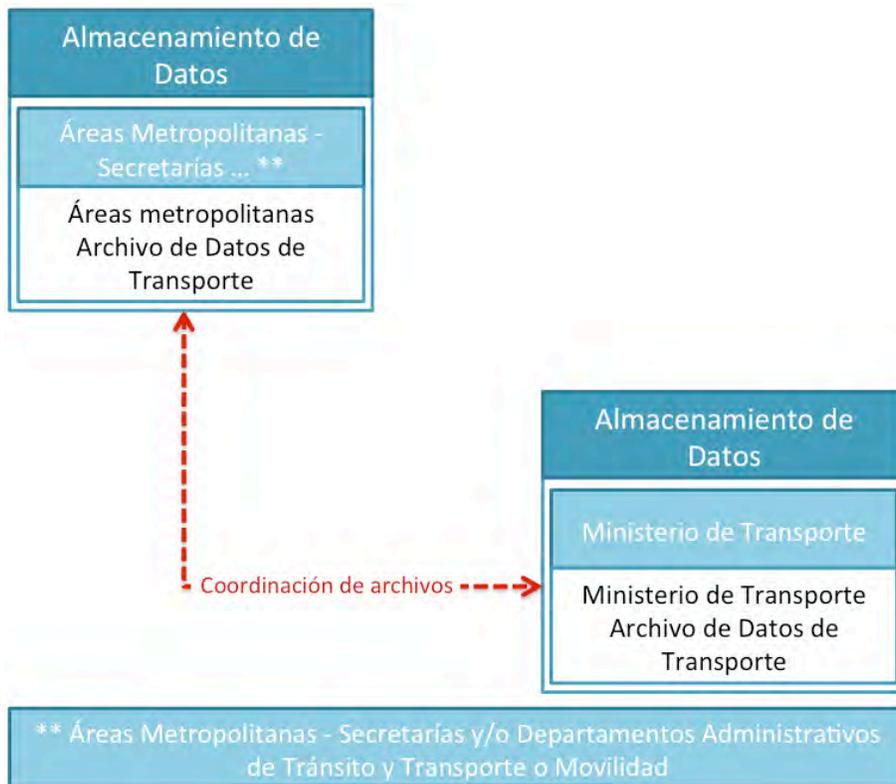


Imagen 29 Interface Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte - Ministerio de Transporte Archivo de Datos de Transporte

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

4.2.8 Paquetes de Servicio.

Los paquetes de servicios encontrados, junto con su homólogo en la arquitectura colombiana, se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 8 Paquetes de equipamiento y paquetes de servicios para suministro de información al viajero

Paquete de Equipamiento	Paquete de Servicio Arq Americana	Paquete de Servicio Arq Colombiana
Vigilancia vial básica (<i>Roadway Basic Surveillance</i>)	ATMS01 - <i>Network Surveillance</i>	ATMS01 - Monitoreo de la Red
Recolección de la vigilancia vial (<i>Collect Traffic Surveillance</i>)		
Difusión básica de información (<i>Basic Information Broadcast</i>)	ATIS1 - <i>Broadcast Traveler Information</i>	ATIS1 - Difusión de Información al Viajero
Recolección de Datos del Proveedor de servicios de información (<i>ISP Data Collection</i>)		
Recepción de información personal básica (<i>Personal Basic Information Reception</i>)		
Recopilación de datos en carretera (<i>Roadway Data Collection</i>)	AD1 - <i>ITS Data Mart</i>	AD1 - Almacenamiento de Datos Básico
Repositorio de datos del ITS (<i>ITS Data Repository</i>)		
Monitoreo ambiental en vías (<i>Roadway Environmental Monitoring</i>)	MC03 - <i>Road Weather Data Collection</i>	***

Nota: Fuente Propia

En la tabla anterior, en el paquete de equipamiento que hace referencia al monitoreo del medio ambiente, y donde se muestran los asteriscos (***), no tiene referenciado un paquete de servicio implementado en la arquitectura colombiana o algún otro paquete de servicio que lo referencie. Es decir, la arquitectura nacional no cubre información de estados meteorológicos. Ante esto, y con base a los flujos de información ya definidos, este paquete de equipamiento se considera en el paquete de servicio llamado monitoreo de la red (ATMS01).

A continuación se hace una descripción para cada uno de los cuatro paquetes de servicio que se han determinado aplicar para la propuesta.

4.2.8.1 ATMS01 - Monitoreo de la Red

Este paquete de servicio proporciona la supervisión de las condiciones del tráfico y de la red a través de los sensores y de las cámaras de televisión a circuito cerrado. Las condiciones del tráfico y de la red se pueden poner a la disposición de sistemas de información del viajero.

En la siguiente imagen, se presenta el diagrama de este paquete de servicio donde se especifica los paquetes de equipamiento que actúan en él. En el diagrama se tiene vigilancia vial básica, monitoreo ambiental en vías, por parte del subsistema de equipo de vías, y recolección de la vigilancia vial por parte del subsistema de gestión del tránsito.

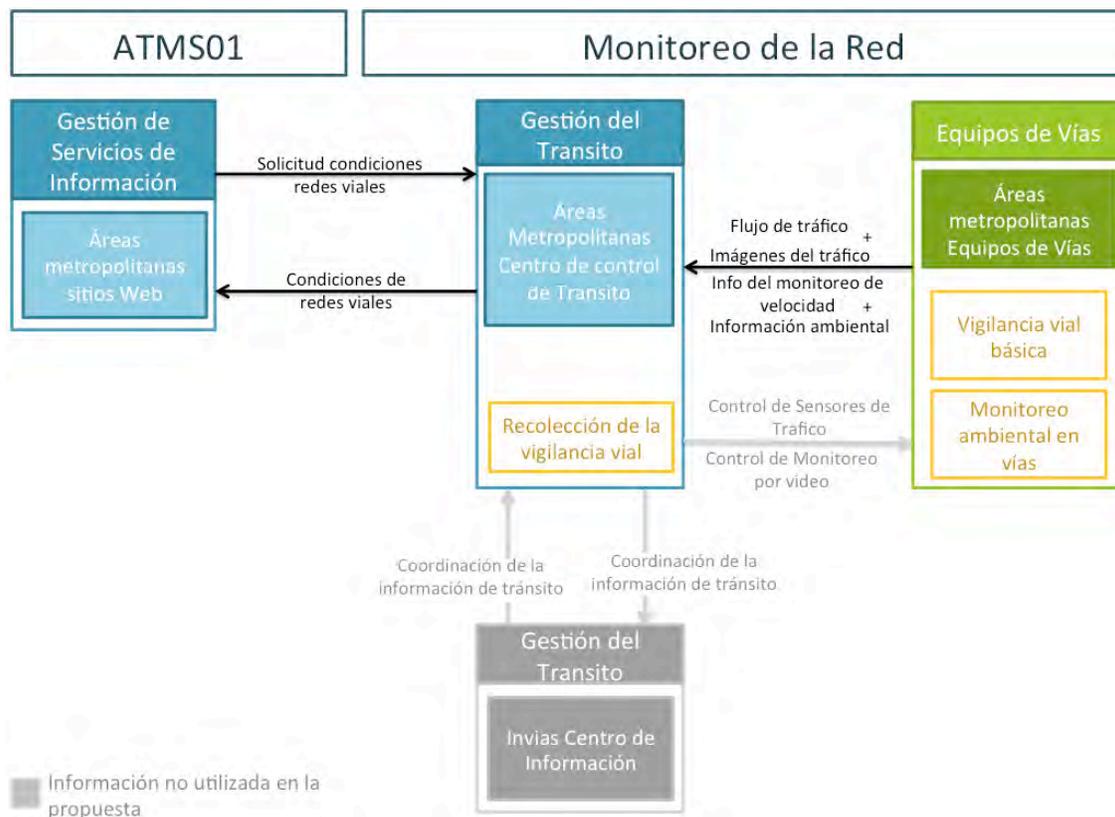


Imagen 30 Paquete de Servicio ATMS01 - Monitoreo de la Red

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

A continuación se detallan los flujos de información utilizados mediante la siguiente tabla:

Tabla 9 Flujos de Información - Paquete de Servicio ATMS01 - Monitoreo de la Red

Origen		Flujo	Destino	
Subsistema	Paquete de Equipamiento		Subsistema	Paquete de Equipamiento
Equipos de Vías	Vigilancia vial básica	flujo de trafico	Gestión del Transito	Recolección de vigilancia vial básica
Equipos de Vías	Vigilancia vial básica	Imágenes del trafico	Gestión del Transito	Recolección de vigilancia vial básica
Equipos de Vías	Vigilancia vial básica	Información de Monitoreo de velocidad	Gestión del Transito	Recolección de vigilancia vial básica
Equipos de Vías	Monitoreo Ambiental en vías	información medio ambiental	Gestión del Transito	Recolección de vigilancia vial básica
Gestión de servicios de información	***	Solicitud de condiciones redes viales	Gestión del Transito	Recolección de vigilancia vial básica
Gestión del Transito	Recolección de vigilancia vial básica	Condiciones de redes viales	Gestión de servicios de información	***

Nota: Fuente Propia

En la tabla anterior, en el paquete de equipamiento que hace referencia a la gestión de servicios de información (columnas origen y destino), y donde se muestran los asteriscos (***) , hacen referencia a paquetes de equipamiento que son parte de la difusión de información al viajero (ATIS1), por lo cual se mencionan en el correspondiente paquete.

Como fue identificado en los casos internacionales, los departamentos de transporte se alinean con iniciativas municipales para la planeación de su sistema de transporte y para definir el impacto del mismo, así como su posterior medición. Los paquetes de servicio constituyen un elemento de gran valor en esta cadena,

porque proporcionan medidas de desempeño que repercuten en los objetivos planteados por los departamentos de transporte. Para la presente propuesta, como en la ciudad no se han definido formalmente las metas u objetivos propios del PIMU, el cual se encuentra en construcción, se definirán algunos factores de planeación junto con su respectiva meta y luego se definirán los objetivos específicos que podrán medir el impacto del paquete de servicio. Estos factores de planeación y metas fueron definidos buscando una alineación con el PIMU, con base en las intencionalidades del mismo.

Acorde a lo anterior, en la siguiente tabla se describen los factores de planeación asociados a este paquete de servicio junto a su respectiva meta (Team, 2012, p. 34):

Tabla 10 Factores de Planeación - Paquete de Servicio ATMS01 - Monitoreo de la Red

Factor de Planeación	Meta
Aumentar la accesibilidad y la movilidad de las personas	Mejorar la movilidad, la comodidad y el confort de los usuarios de los sistema de transporte
Promover la gestión eficiente del sistema y el funcionamiento del mismo.	Aumentar la eficiencia operativa y la confiabilidad del sistema de transporte

Nota: Fuente Propia

Los objetivos específicos, junto a su respectiva medida de desempeño que apalancan las metas previamente mencionadas, se detallan a continuación en la tabla 11:

Tabla 11 Objetivos Específicos - Paquete de Servicio ATMS01 - Monitoreo de la Red

Objetivo Específico	Medida de Desempeño
Aumentar el hardware de campo (necesitado para la solución) del centro de control del tránsito en X por ciento al año Y.	Cantidad total de equipos de centro de control del tránsito.
X por ciento de las vías principales funcionando con estaciones de detección de los datos de tráfico (tecnología apropiada) por Z distancia al año Y.	Porcentaje de vías principales equipadas y que funcionan con estaciones de detección de los datos de tráfico (tecnología apropiada) por Z distancia.
Aumentar el porcentaje de eventos detectados y solucionados utilizando activos relacionados con ITS propios del sistema propuesto) para detectar y gestionar eventos cuellos de botella y especiales en X por ciento a Y años.	Porcentaje de eventos detectados usando relacionados el sistema propuesto para detectar y gestionar los incidentes y cuellos de botella.
Aumentar el porcentaje del sistema de transporte en el cual las condiciones de viaje se pueden detectar de forma remota a través de circuito cerrado de televisión, detectores de velocidad, etc., para un porcentaje X a Y años.	Porcentaje del sistema de transporte en el que las condiciones de viaje se puede detectar de forma remota a través de circuito cerrado de televisión, detectores de velocidad, etc.

Nota: Fuente Propia

4.2.8.2 ATIS01 - Difusión de Información al Viajero

Este paquete de servicio proporciona la recolección de información sobre las condiciones del tráfico y de estado del tiempo; y proporciona la difusión de la información en tiempo real a través de las infraestructuras y de los equipos disponibles. Los sitios web, son un ejemplo típico de este tipo de información del viajero.

Para este paquete de servicio, los paquetes de equipamiento presentes son: recolección de datos del ISP y difusión de información básica por parte del

subsistema de servicios de información, y recepción de información personal básica por parte del subsistema de acceso de información personal, el diagrama es el siguiente. En la siguiente imagen se pueden ver los paquetes de equipamiento para el servicio difusión de información al viajero.

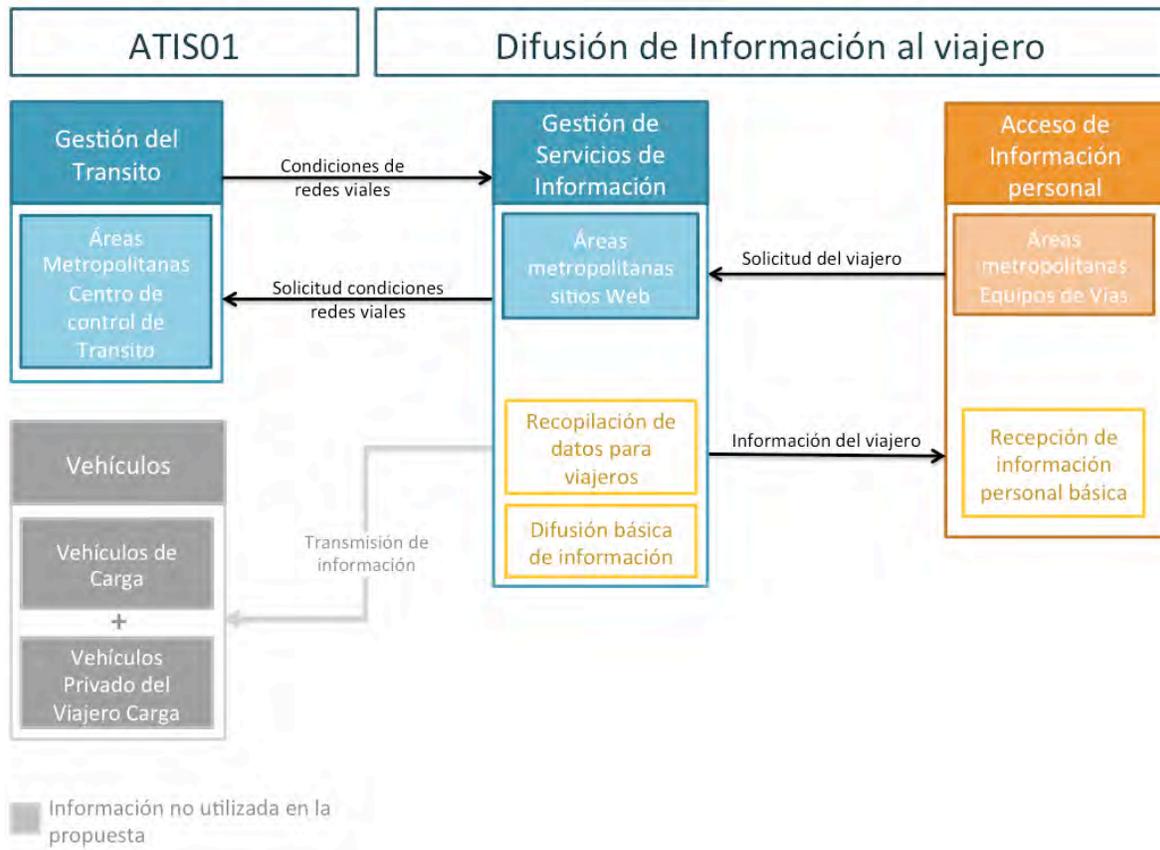


Imagen 31 Paquete de Servicio ATIS01 - Difusión de Información al Viajero

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana.

Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

A continuación, se detallan los flujos de información utilizados:

Tabla 12 Flujos de Información - Paquete de Servicio ATIS01 - Difusión de Información al Viajero

Origen		Flujo	Destino	
Subsistema	Paquete de Equipamiento		Subsistema	Paquete de Equipamiento
Gestión del Tránsito	^^^	Condiciones de redes viales	Gestión de servicios de información	Recolección de datos del ISP
Gestión de servicios de información	Recolección de datos del ISP	Solicitud de condiciones redes viales	Gestión del Tránsito	^^^
Gestión de servicios de información	Difusión básica de información	información del viajero	Acceso de información personal	Recepción de información personal básica
Acceso de información personal	Recepción de información personal básica	Solicitud del viajero	Gestión de servicios de información	Difusión básica de información

Nota: Fuente Propia

En la tabla anterior, en el paquete de equipamiento que hace referencia a la gestión de servicios de información (columnas origen y destino), y donde se muestran los asteriscos (^^^), hacen referencia a paquetes de equipamiento que son parte del paquete de servicio anterior, que ya fue descrito.

Así como en el caso del paquete de servicio anterior, este paquete de servicio también tiene asociados factores de planificación y metas asociadas, los cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 13 Factores de Planeación - Paquete de Servicio ATIS01 - Difusión de Información al Viajero

Factor de Planeación	Meta
Apoyar la vitalidad económica de la ciudad, permitiendo sobre todo la competitividad global, la productividad y la eficiencia	Apoyar a la productividad económica y el desarrollo regional
Aumentar la accesibilidad y la movilidad de las personas	Mejorar la movilidad, la comodidad y el confort de los usuarios de los sistema de transporte

Promover la gestión eficiente del sistema y el funcionamiento del mismo.	Aumentar la eficiencia operativa y la confiabilidad del sistema de transporte
--	---

Nota: Fuente Propia

Los objetivos específicos, junto a su respectiva medida de desempeño que apalancan las metas previamente mencionadas, se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 14 Objetivos Específicos - Paquete de Servicio ATIS01 - Difusión de Información al Viajero

Objetivo Específico	Medida de Desempeño
Aumentar el índice de satisfacción del cliente de la puntualidad, exactitud y utilidad de la información que viaja en la región en X por ciento a Y años.	Índices de satisfacción de los clientes de la, exactitud y utilidad de la información.
Aumentar el número de visitantes al servicio de información en un X por ciento en Y años.	Número de visitantes al servicio de información
Reducir horas de retraso por habitante por X por ciento por año Y.	Horas de retraso (personas-hora).

Nota: Fuente Propia

4.2.8.3AD1 - Almacenamiento de Datos Básico

Este paquete de servicio proporciona un archivo enfocado que contiene los datos recogidos y de propiedad de una sola agencia, distrito, abastecedor del sector privado, institución de investigación u otra organización.

En la siguiente imagen, se presenta el diagrama de este paquete de servicio, donde se pueden ver los paquetes de equipamiento: el repositorio de datos del ITS por parte del subsistema de almacenamiento de datos y la recopilación de datos en carretera, por parte del subsistema de equipo de vías.

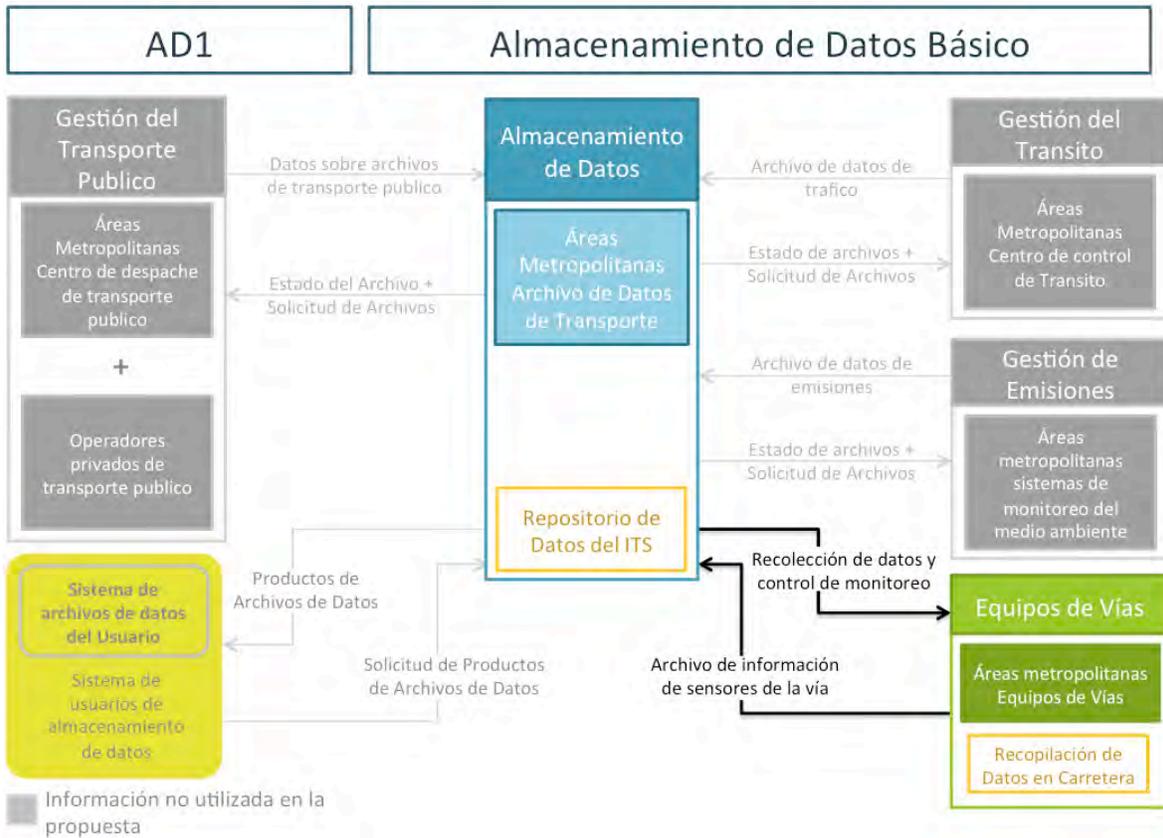


Imagen 32 Paquete de Servicio AD1 - Almacenamiento de Datos Básico
Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana.
Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

A continuación, se detallan los flujos de información:

Tabla 15 Flujos de Información - Paquete de Servicio AD1 - Almacenamiento de Datos Básico

Origen		Flujo	Destino	
Subsistema	Paquete de Equipamiento		Subsistema	Paquete de Equipamiento
Equipos de Vías	Recopilación de datos en carretera	Archivo de información de sensores en la vía	Almacenamiento de datos	Repositorio de datos del ITS
Almacenamiento de datos	Repositorio de datos del ITS	Recolección de datos de control y monitoreo	Equipos de Vías	Recopilación de datos en carretera

Nota: Fuente Propia

Para este paquete de servicio se tiene asociado un factor de planeación y una meta asociada, la cual se describe en la siguiente tabla:

Tabla 16 Factores de Planeación - Paquete de Servicio AD1 - Almacenamiento de Datos Básico

Factor de Planeación	Meta
Mejorar la integración y la conectividad del sistema de transporte para los usuarios del sistema.	Mejorar la integración y la conectividad del sistema de transporte.

Nota: Fuente Propia

Los objetivos específicos, junto a su respectiva medida de desempeño que soportan las metas previamente mencionadas, se detallan a continuación:

Tabla 17 Objetivos Específicos - Paquete de Servicio AD1 - Almacenamiento de Datos Básico

Objetivo Específico	Medida de Desempeño
Mejorar la planeación con mejores datos	La cantidad de datos recogidos de la solución utilizada en la infraestructura.
Mejorar la planeación con mejores datos	Número de actividades de planeación utilizando los datos del sistema.
Mejorar la planeación con mejores datos	Años de datos en la base de datos que sea fácilmente para realizar búsquedas.

Nota: Fuente Propia

4.2.9 Despliegue tecnológico

De acuerdo con los objetivos específicos propuestos para la propuesta de servicio, se procede a detallar el despliegue tecnológico cumpliendo con la arquitectura desarrollada previamente. Así mismo, teniendo en cuenta la premisa de implementar el servicio a un bajo costo, se hace uso de la solución tecnológica que está desarrollando la empresa caleña IPInnovatech, la cual ha buscado cumplir con buenas prácticas internacionales y cumplir con los estándares ISO

correspondientes. Actualmente, el servicio se encuentra en estado de pruebas y para ello, se ha instalado en tres lugares de la ciudad.



Imagen 33 Sitios en la ciudad monitoreados por IPInnovatech en la fase de pruebas

Fuente: Propia

Dentro del desarrollo de la propuesta, el primer paquete de servicio por describir en relación a su componente tecnológico, es el ATSM01 - Monitoreo de la Red. Para la implementación tecnológica del mismo, en lo que respecta a las áreas metropolitanas equipo de vías, se tendrán en cuenta tres conjuntos de elementos tecnológicos que se relacionan con los paquetes de equipamiento:

1. Sensores: Su función es tomar los datos obtenidos del entorno, tales como el conteo de vehículos, información del ambiente, y la toma de fotografías de las vías.

2. Adquisición y Conversión A/D: Es el modulo encargado de tomar los datos de todos los sensores, darle tratamiento a la señal análoga y transmitirlos a la tarjeta multipropósito.
3. Tarjeta Multipropósito: Su función es tomar los datos de los sensores para encapsularlos y enviarlos mediante el equipo de comunicaciones.
4. Equipo de comunicaciones: Su función es transmitir los flujos de información desde el subsistema de vías al subsistema de gestión de tránsito.

La relación entre estos tres elementos y los paquetes de equipamiento utilizados en el paquete de servicio, más la referencia a los sensores usados se describe en la siguiente imagen:

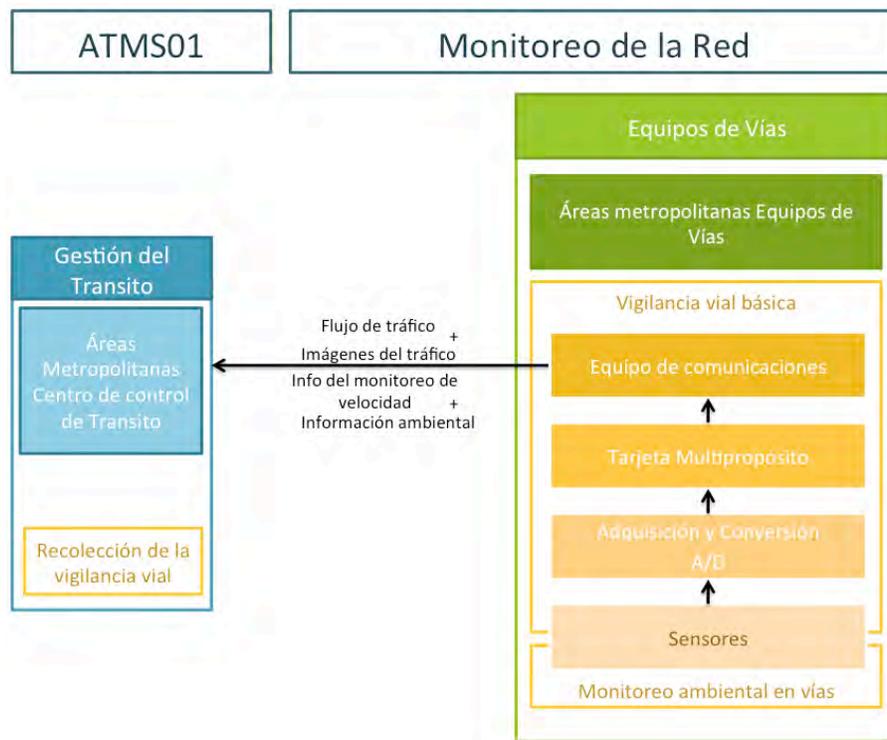


Imagen 34 Elementos tecnológicos relacionados con el paquete de servicio ATSM01 - Monitoreo de la Red

Fuente: Propia

A continuación, se describen las variables mencionadas que se medirán con los sensores:

- Flujo del tráfico: Conceptualizado mediante conteo vehicular, el cual se realiza con dos sensores, ultrasonido e infrarrojo.
- Información ambiental: La temperatura se obtiene con un sensor para este caso, y variables lentas como la humedad y lluvia también tienen un sensor propio.
- Imágenes del tráfico: Se tiene una cámara de 5 megapíxeles, que se conecta directamente a la tarjeta multipropósito. La cámara transmite video a 15 fps (Tramas/Frame por Segundo), sin embargo el usuario solo vera fotos actualizadas cada 15 segundos.
- Emisiones: Se tienen 2 sensores contemplados para las emisiones, uno para la calidad del aire y otro para el ruido.

En ésta fase de prueba, se está realizando el conteo vehicular y la categorización de los carros de acuerdo con su tamaño en pequeño, mediano y grande en un carril de la vía. Además, se está tomando videos y medición del medio ambiente en lo que respecta a la presencia de lluvia, temperatura y humedad.

A continuación, se presenta el diagrama que representa el modelo de solución aplicado, y en el cual se incluyen los elementos tecnológicos que se están utilizando.

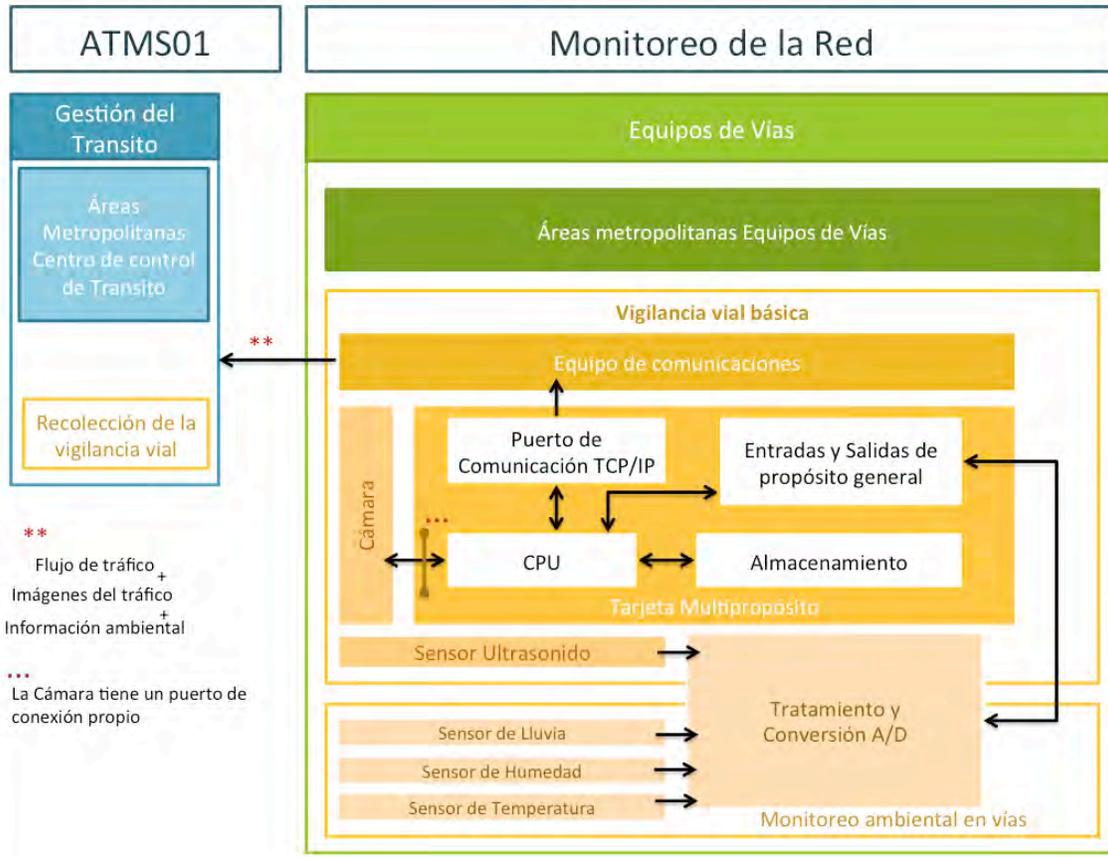


Imagen 35 Modelo de solución aplicado al Paquete de Servicio ATMS01 - Monitoreo de la Red

Fuente: propia

Como componentes tecnológicos para efectuar la captura de los datos provenientes de los conversores A/D, se está utilizando una tarjeta multipropósito, Raspberry PI modelo B+, la cual se integra con los sensores y el equipo de comunicación.

Los sensores y los demás elementos que hacen parte de la parte tecnológica de la solución, se detallan a continuación:

- Sensor ultrasonido: Para este caso, se utiliza el sensor ultrasónico HC-SR04, el cual genera un eco que identifica el instante de tiempo en el cual pasa un

vehículo. Este componente puede determinar el tamaño o componentes del mismo. La descripción de su funcionamiento se muestra a continuación, En la siguiente imagen ejemplificando la forma como realiza la identificación del vehículo para su posterior conteo y categorización.

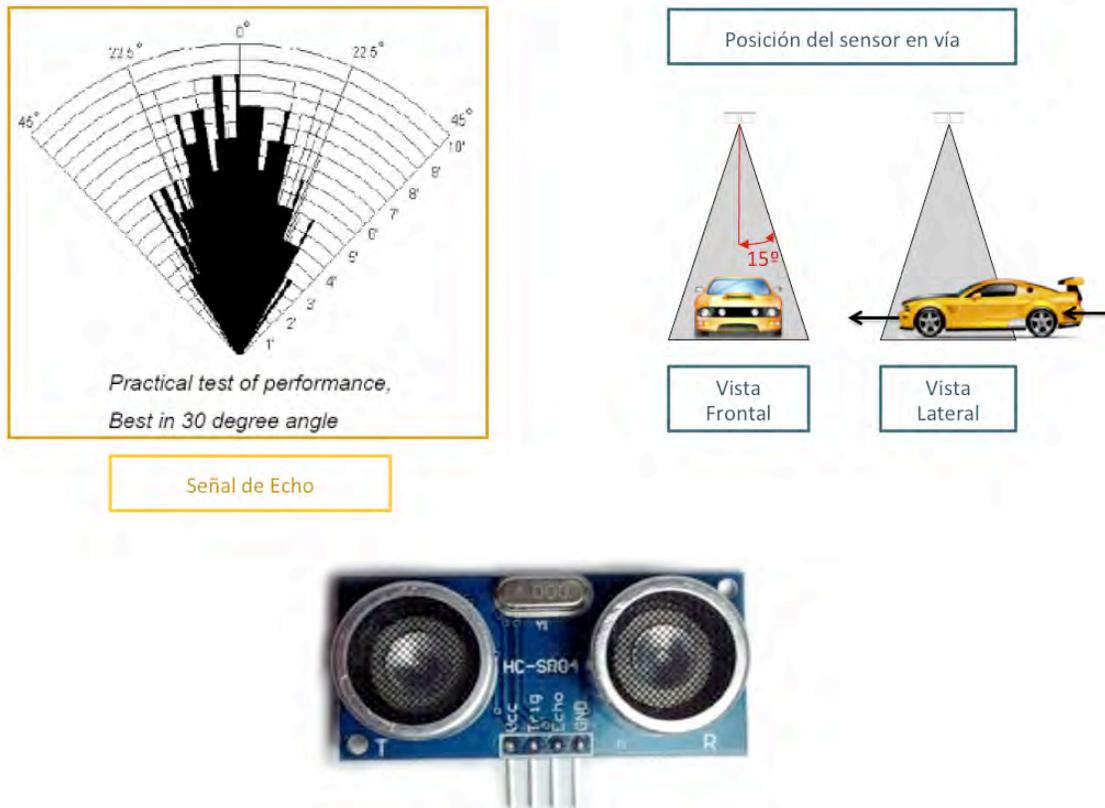


Imagen 36 Identificación del vehículo para su posterior conteo y categorización

Fuente: propia

Acorde a los establecido por el ministerio de transporte su apartado de reglas para la semaforización (Transporte, n.d.), los semáforos deben estar entre 4,5 a 6 metros de altura, por lo tanto, para un efectivo muestreo se configura el eco para 15 grados, siendo el máximo 20 grados, ya que a estos, a mayores, se falla ya que se cubre otro carril, lo cual genera errores en el muestreo.

- Sensor de lluvia: Para el sensor de lluvia, se tiene un Módulo YL-83 y su respectivo circuito de control. El modulo se encuentra compuesto por una serie de pistas conductoras, las cuales, en la medida que se encuentran expuestas al agua generan un corto. El agua hace que se establezca un camino de baja resistencia entre las pistas con polaridad positiva y las pistas conectadas al GND. La corriente que fluye a través de estas pistas se ve limitada por resistencias de 10K en cada conductor, lo que impide que el corto circuito que se genera cuando se expone la placa al agua vaya a estropear el micro controlador (González, 2014b) .

El circuito de control posee las resistencias limitadoras de corriente y se encarga de alimentar el módulo YL-83. Posee un amplificador operacional, encargado de amplificar el pequeño diferencial de voltaje que se genera cuando una gota de agua cae sobre las pistas del módulo. En este sitio se genera la señal de salida que puede ser del tipo analógica o digital. La señal digital, oscilará entre los valores HIGH y LOW, dependiendo de si hay agua o no sobre las pistas de la placa YL-83. La salida analógica entregará un nivel de voltaje que variará dependiendo de la cantidad de agua que haya sobre el módulo, la siguiente figura muestra el sensor con sus componentes.

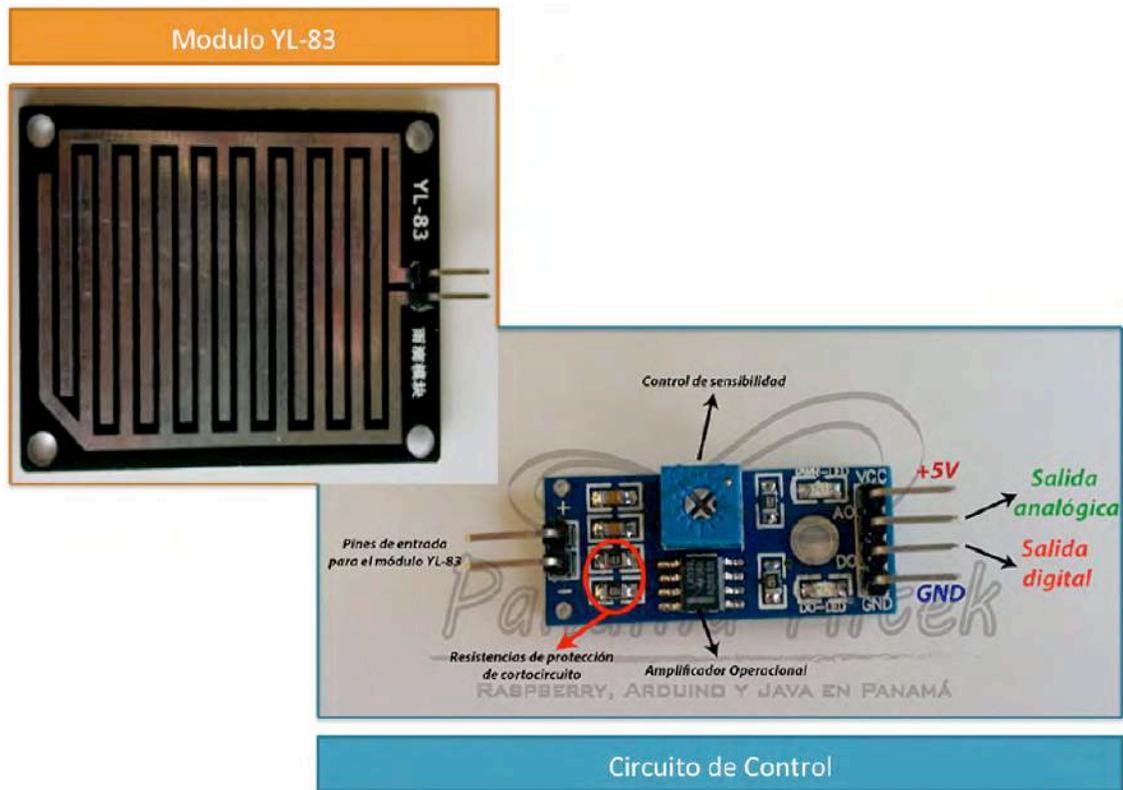


Imagen 37 Módulo YL-83 y su circuito de control
Fuente: propia

- Sensor de Temperatura y Humedad: Acorde al modulo de adquisición de datos utilizado, una tarjeta arduino, se encontró un componente que tiene embebidos los dos sensores, tanto de temperatura como de humedad, y son completamente compatibles con esta tarjeta. Se trata del modulo DHT22 (González, 2014a), cuyas especificaciones del mismo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 18 Características del Modulo DHT22

Medición	DHT22
Rango de medición de humedad	0 - 100 % HR
Rango de medición de temperatura	-40 hasta 80 grados Celsius
Precisión de Humedad	+/- 2% HR
Precisión de Temperatura	+/- 0.5 grados Celsius

Nota: Fuente Propia

- Adquisición y Conversión A/D: Para la implementación de este componente se utiliza una tarjeta Arduino dos que posee una gran cantidad de entradas análogas, diez en total. Esta tarjeta recibe los voltaje correspondientes a los sensores previamente descritos y los envía a la tarjeta multipropósito por medio de la unidad de envío y recepción asincrónica (UART) que posee.

Los otros elementos que complementan la solución tecnológica son:

- Cámara de video: Cámara de video de 5 megapíxeles, la cual es totalmente compatible con el Raspberry Pi, y que permite desde el mismo realiza distintas configuraciones, acorde a las necesidades del sistema.
- Enrutador Inalámbrico: El enrutador inalámbrico utilizado es el TP-LINK TL-MR3420, que brinda la posibilidad de conectar un modem inalámbrico para la transmisión de los datos. Además, permite que sea posible conectarse al Raspberry mediante la red wifi emitida, con lo cual se puede validar el estado de los servicios.
- Modem 4G: El equipo de comunicaciones, se implementa mediante un enrutador y un modem 4G de Une con una velocidad de 3Mbps. Para asegurar una continuidad en el servicio, se debe seleccionar un operador que ofrezca garantía en la prestación del servicio.

Los flujos de información que proveniente de los equipos de vías son transmitidos al paquete de recolección de vigilancia vial básica. Sin embargo, debido a que la ciudad no cuenta con este servicio por estar en desarrollo, este paquete de equipamiento, será una especie de bypass hacia el paquete de equipamiento. La información será suministrada directamente para la Gestión de Servicios de Información como se muestra en la siguiente imagen.

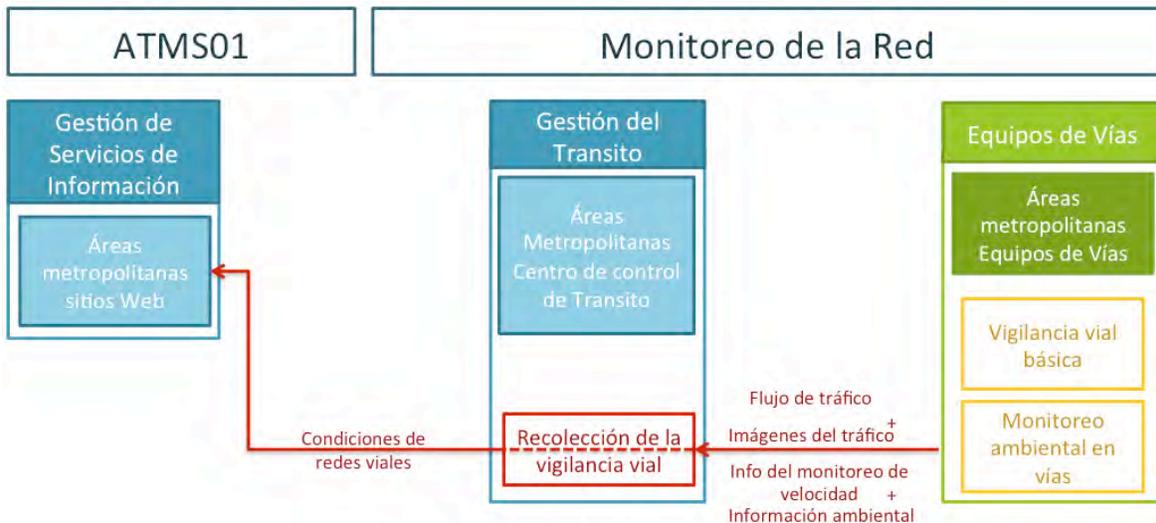


Imagen 38 Flujos de información que proveniente de los equipos de vías
Fuente: propia

El componente de recopilación de datos para el viajero recibe la información mediante un servicio web. Este modulo realiza el tratamiento y la validación de los datos con el objetivo de disponerlos para visualización. Esta labor es realizada mediante el paquete de equipamiento de difusión de información básica. El servicio web ha sido desarrollado por IPinnovatech. En el momento se ha producido el despliegue en las tres ubicaciones mencionadas previamente e incluye: el conteo vehicular desde su instalación, la temperatura, humedad, y la posibilidad habilitada actualmente de observar el video en directo de lo que sucede en la vía. Además, se encuentra en etapa de desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles como parte del paquete de recepción personal básica. El sitio web que ha desarrollado la compañía se encuentra en la siguiente figura:

Virtual Smart CITY Monitor Cali

Monitoreo POC

Dudad: CALI

Intersección	Ubicación	Tráfico (Carril)				Cuento vehicular (Veh/día)				Temp °C	Clima	Humedad	Calidad aire [ppm]		Video
		C1	C2	C3	C4	Grande	Pequeño	Total	CO				Eta		
Hospital Psiquiátrico	Cl 5, Kr 80	🟡	🟡	🟡	🟡	274	726	3681	4681	34°	☁️	45%	🟡	🟡	📹
Canas gordas	Kr 100, Cl 16 esquina	🟡	🟡	🟡	🟡	212	234	1772	2218	34,1°	☁️	49%	🟡	🟡	📹
Hospital Universitario	Cl 5, Kr 36 esquina	🟡	🟡	🟡	🟡	176	366	2180	2722	32,5°	☁️	41%	🟡	🟡	📹

2015, Virtual Smart CITY © by IPInnovatech

Imagen 39 Sitio Web para acceso a información por parte del viajero
 Fuente: Obtenida de IPInnovatech. (2014)

En el siguiente diagrama, se muestra la relación entre paquetes de equipamiento y las implementaciones realizadas, además de aquellas implementaciones proyectadas por desarrollarse.

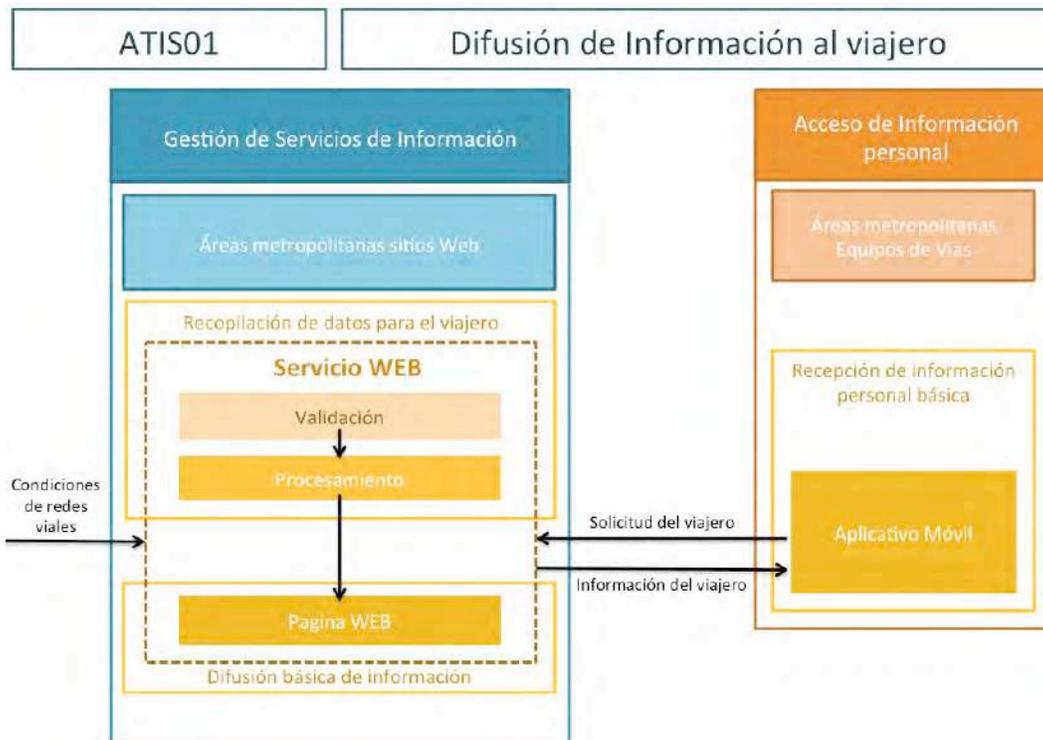


Imagen 40 Implementaciones del paquete de servicio ATIS01 - Difusión de información al viajero
Fuente: propia

El almacenamiento de los datos que se originan es otro aspecto relevante en la presente propuesta. Para lo cual, la Raspberry, el enrutador y el modem se encargan de enviar los datos al servicio web. Dichos datos, para poder ser visualizados en el sitio WEB se almacenan con una estructura determinada en una base de datos. Lo anterior, se muestra el siguiente diagrama, cumpliendo a su vez con la implementación del paquete de servicio de almacenamiento de datos básico.

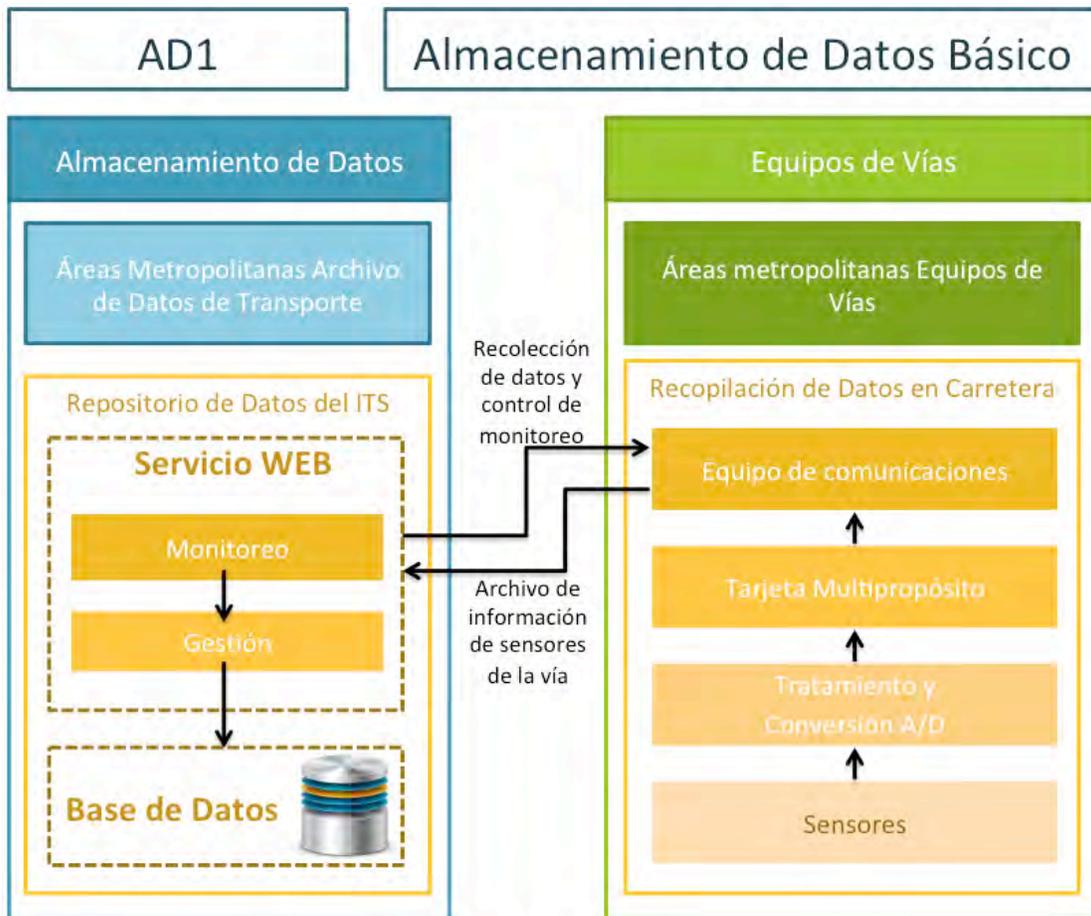


Imagen 41 Implementación del paquete de servicio de almacenamiento de datos básico

Fuente: propia

Actualmente, la Universidad Icesi está apoyando a la empresa IPinnovatech con el tema de almacenamiento de datos por medio del desarrollo de un proyecto de grado de estudiantes de Ingeniería de Sistemas, que además incluye el tema de Big Data, que por el volumen de información que se recolectará amerita la aplicación de este concepto y sus técnicas.

4.3 PROPUESTA 2 – SERVICIO “SISTEMA DE GESTIÓN DE ESTACIONAMIENTOS”

4.3.1 Definición del problema

Cifras de la secretaría de tránsito de la ciudad, dan cuenta del presente del parque automotor indicando que la cantidad en el año 2013 era aproximadamente 410.000 vehículos y de 176.000 motocicletas, con tasas de crecimiento del 6% anual para vehículos y del 14% para motocicletas. Este volumen automotor presenta una gran demanda de espacio de estacionamiento y que la ciudad no cumple con la oferta requerida.

Una consecuencia de la necesidad de espacios en los parqueaderos, la constituye la pérdida de tiempo considerable que tienen los viajeros, como se menciona en (Caliskan, Graupner, & Mauve, 2006) quién asegura que la búsqueda de un espacio disponible para el estacionamiento es uno de los mayores problemas que afecta a la movilidad de los usuarios, ya que ocasiona que el tráfico se vea fuertemente afectado, a tal punto que representa una pérdida de tiempo de hasta 150.000 horas, ocasionan costes que ascienden hasta los 20 millones de Euros y por si fuera poco, eleva drásticamente que el consumo de combustible, provocando costos extras de hasta 3.5 millones de euros.

Las cifras anteriores, a pesar de no ser propias de la Ciudad, ilustran las pérdidas que se pueden presentar como manifestación de esta problemática, Este aspecto ha preocupado a la alcaldía municipal, tanto, que ha realizado un estudio para las zonas del Centro, Granada, El Peñón, Imbanaco y Versalles sobre la oferta y demanda de estacionamiento. En el estudio, se evidenció que menos del 3% de los vehículos mencionados tiene espacio en los estacionamientos existentes, y ésta falta de espacios provoca la ocupación de la vía pública, con los efectos negativos que provoca sobre la movilidad en la ciudad. Como resultado del estudio, se han planteado recomendaciones para atender ésta problemática,

entre ellas, regular en algunas vías y lugares de la ciudad las zonas azules para parqueo en el espacio público (Plazas, 2014).

La situación actual del estacionamiento en la ciudad es un tema que afecta a quienes se movilizan en los diferentes modos de transporte, incluyendo al peatón. Además, a los establecimientos comerciales, educativos, deportivos, de eventos o cualquier lugar de afluencia, el no contar con espacios suficientes de estacionamiento les trae efectos negativos para su actividad.

A lo anterior, se suma que la ciudad no cuenta con un sistema inteligente que gestione, integre y difunda la información sobre los espacios disponibles, tanto en estacionamientos privados, en estacionamientos públicos y en estacionamiento en espacios demarcados en las vías, permitiendo dar un mejor manejo a esta problemática.

4.3.2 Propuesta del servicio y alcance

El segundo servicio propuesto está basado en el suministro de información útil para el estacionamiento para el viajero en los momentos previos al desplazamiento a su destino o durante el mismo. El viajero contará con información sobre la disponibilidad de espacios para estacionar, en tiempo real, en lugares específicos de la ciudad.

El suministro de información sobre disponibilidad de estacionamiento, permite al usuario identificar hacia cual estacionamiento dirigirse y conocer espacios libres al momento de culminar el viaje, antes o durante el mismo. Esto ayuda a reducir los tiempos y recorridos en busca de un estacionamiento, además de mejorar la velocidad y congestión en las vías. Para entidades públicas o privadas que proporcionan el servicio de estacionamiento, este servicio es de gran beneficio porque permite optimizar el espacio y los concernientes costos.

La información será ofrecida al usuario en varias plataformas mediante servicios de valor añadido o interfaces de información, como las páginas web, dispositivos móviles, medios de comunicación, paneles informativos, etc. Dicha información se presentará en mapas de las vías y con apoyo visual por medio de fotografías. Como parte del servicio, se contará con la capacidad integrar la información mencionada con el observatorio de movilidad planteado en el plan integral de movilidad urbana de la ciudad.

Además de suministrar información de estacionamiento al viajero en forma oportuna, ésta almacenará en un repositorio de datos con el propósito de recolectar información que permita, a futuro, que los entes interesados puedan realizar el análisis de datos para soportar tomas de decisiones o formular nuevas propuestas relacionadas con la movilidad de la ciudad.

La propuesta del servicio de suministro de información de estacionamiento al viajero está pensada para la ciudad de Santiago de Cali. Sin embargo, la propuesta del servicio, también será válida para cualquier otra ciudad colombiana por estar soportada en la arquitectura nacional.

4.3.3 Interesados

Se definieron cinco grupos de interesados para el servicio de gestión de estacionamientos, los cuales son: los viajeros, las agencias de planeación, las agencias de transporte, el sector privado y el sector de las telecomunicaciones.

Esta propuesta considera como interesado principal a los mismos viajeros, sin embargo, los demás interesados tienen de una u otra forma que ver con el servicio ITS. Por ejemplo, para el grupo de interesados de las agencias públicas será necesario contar con la información de los estacionamientos ubicados en la vía

pública, en modo de repositorio para conocer el comportamiento de los espacios de estacionamientos sobre las vías.

1. **Viajeros.** Es el grupo principal de interesados de la presente propuesta ya que son ellos a quienes se les permitirá identificar los espacios vacíos en los diferentes estacionamientos en el sistema y de esta forma podrán determinar su lugar de estacionamiento. En este grupo se encuentran desde residentes de la ciudad hasta turistas que se movilizan en vehículo particular (automóvil).
2. **Agencias de Planeación.** En este grupo se encuentran las entidades que, a nivel gobierno municipal, proporcionan directrices enfocadas a lograr una ciudad sostenible, dentro estas directrices se tienen aquellas que tienen que ver con movilidad de la ciudad. Las directrices de movilidad se toman a partir del estudio y del análisis de información, de ahí su interés en la presente propuesta por parte de la Alcaldía del Municipio de Cali y en particular de la Secretaría de Tránsito y Transporte, la Secretaría de Infraestructura y Valorización el Departamento Administrativo de Planeación Municipal y el Ministerio de Transporte.
3. **Agencias de Transporte.** En este grupo de interesados se tiene en cuenta a toda agencia de transporte que pueda tener injerencia o políticas propias de la ciudad en temas de estacionamientos, las organizaciones que tienen la operación del transporte público y de carga que busquen encontrar sitios de estacionamiento para sus vehículos. Sin embargo, cabe aclarar que el despliegue de la propuesta no estará enfocado en estos interesados, aunque, agencias de transporte como el MIO, las empresas privadas de transporte de pasajeros urbano, las empresas privadas de transporte de pasajeros interurbano, así como empresas de transporte de mercancías o carga podrán acceder a información de estacionamientos.

4. **Sector Privado.** En este grupo de interesados se considera a los dueños de los establecimientos de estacionamientos en la ciudad, ya sea edificios o espacios utilizados para tal fin, así como centros comerciales que buscan la optimización de los espacios buscando obtener más visitas y universidades entre otros.

5. **Telecomunicaciones e IT.** En las implementaciones de los sistemas de transporte inteligente participan activamente empresas del sector de las telecomunicaciones e IT, quienes llevan a cabo tareas de montaje y supervisión del funcionamiento de diferentes soluciones tecnológicas. Entre este grupo de interesados se tienen empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones (EMCALI, operadores de telefonía celular, proveedores de conexión a internet, etc.) y empresas del sector de telecomunicaciones e IT que suministran soluciones tecnológicas (infraestructura, hardware, software, etc.), montajes y mantenimiento de las mismas.

El objetivo para identificar los interesados es determinar el rol que cada grupo tiene hacia el servicio y la influencia que tienen hacia el mismo, de esta forma, se pueden determinar los responsables del montaje del servicio, de su mantenimiento y/o aquellos receptores de la información y el uso que le dará a la información.

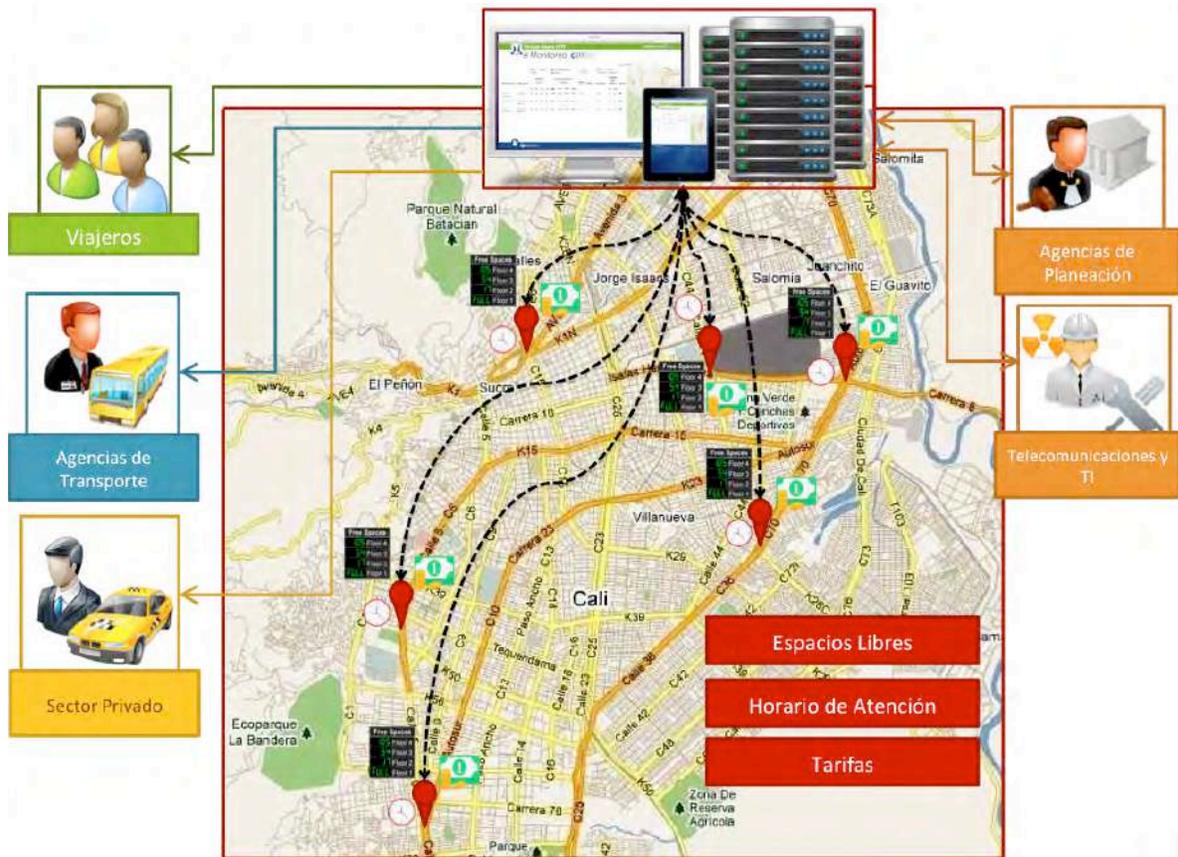


Imagen 42 Diagrama Contextual Sistema de gestión de estacionamientos
Fuente: Propia

En esta propuesta de servicio, los interesados pueden ser divididos en dos segmentos. En el primer segmento, se encuentran los viajeros, el sector privado, telecomunicaciones e IT, y por parte de las agencias de transporte, se plantea la necesidad de las mismas de conocer espacios para estacionar en los estacionamientos para su rama de trabajo. En un segundo segmento, la información satisfecerá las necesidades de instituciones que requieran de un registro histórico de la información de estacionamientos, tales como agencias de transporte, agencias de planeación, sector privado para conocimientos de comportamientos, y telecomunicaciones e IT.

4.3.4 Requerimientos y necesidades

Las necesidades y requerimientos asociados con el servicio de gestión de estacionamientos se presentan para los dos grupos de interesados.

4.3.4.1 Información Inmediata y Actualizada de los estacionamientos

- **Req 1.** Los interesados buscan tener información del estado de los estacionamientos, identificando los espacios libres y determinar el estacionamiento al cual dirigirse. Esta necesidad está enfocada primordialmente en el viajero quien busca identificar antes o durante su trayecto, los lugares donde existen espacios libres, y además, también aplica para el conductor de bus o de algún vehículo grande, para identificar los lugares en donde existen espacios disponibles para su tipo de vehículo.
- **Req 2.** Los interesados esperan que la información se suministre en tiempo real. Para lo anterior, se deben tener tiempos cortos de actualización para asegurar que se suministre información oportuna.
- **Req 3.** Los interesados deben contar con la capacidad de acceder a la información al viajero desde los lugares donde normalmente planean sus viajes como son sus hogares, colegios, oficinas, etc. Y los entes de control, desde sus instalaciones.
- **Req 4.** Los interesados esperan que en el estacionamiento, tengan disponibles ayudas que les permita identificar un espacio libre para estacionar, según su tipo de vehículo, brindado agilidad, rapidez y precisión.
- **Req 5.** Para asegurar el suministro de la información oportuna, se debe asegurar que el servicio funcione correctamente, de ahí que es necesario

contar con mecanismos que permita enterarse de forma oportuna de fallos en el sistema. De igual forma, se debe asegurar la continuidad del servicio.

4.3.4.2 Suministro de información histórica

- **Req 6.** Para las agencias de planeación y los entes privados resulta de suma importancia comprender el comportamiento de los estacionamientos en la ciudad de Cali, y así tomar decisiones sobre los mismos. La Secretaría de Infraestructura y Valorización Municipal y el Departamento Administrativo de Planeación Municipal fundamentarán sus decisiones administrativas con base en esta información, y finalmente, los entes privados la utilizarán para maximizar el uso de sus establecimientos.
- **Req 7.** Los interesados podrán acceder al histórico de la información de acuerdo con sus necesidades, es decir, podrán ser accedidas desde aplicaciones implementadas para otros servicios ITS o directamente por los interesados.
- **Req 8.** Para el almacenamiento de información se debe considerar su volumen, para valorar la demanda de procesamiento y almacenamiento. Se debe definir la estructura de datos, de acuerdo con estándares que permitan la integridad e interoperabilidad con otros servicios del ITS de la ciudad, al igual que la aplicación del concepto de Big Data, que permite extraer información de utilidad de este gran repositorio de datos.
- **Req 9.** Para asegurar la continuidad presente y futura del servicio, es necesario contar con mecanismos que permitan almacenar el histórico de eventos del mismo de tal forma que se pueda hacer trazabilidad de los daños y además identificar eventos futuros.

		Viajeros	Agencias de Planeación	Sector Privado	Agencias de Transporte	Telecomunicaciones e IT
Información Inmediata y Actualizada	Req - 1	X	X*	X	X	X
	Req - 2	X	X*	X	X	X
	Req - 3	X	X*	X	X	X
	Req - 4	X	X*	X	X	X
	Req - 5		X*	X	X	X
Información Histórica	Req - 6		X	X	X	X
	Req - 7		X	X	X	X
	Req - 8		X	X	X	X
	Req - 9		X	X	X	X

Imagen 43 Matriz relación de requerimientos e interesados sistema de gestión de estacionamientos

Fuente: Propia

En la matriz anterior, se observa que el interés central de los viajeros es la necesidad de información inmediata y actualizada; mientras que para las agencias de planeación, su interés es la información histórica. Para los demás grupos de interesados, sus requerimientos son la información inmediata y actualizada, pero también, la información histórica.

En la arquitectura americana, sus autores identificaron siete paquetes que aplican para la presente propuesta de acuerdo con el mapeo efectuado entre su descripción y funcionalidades específicas frente a las necesidades y los

requerimientos establecidos previamente. A continuación se presentan los siete paquetes de equipamiento:

1. **Gestión del estacionamiento (*Parking Management*)**. Este paquete de equipamiento detecta los vehículos en los espacios de las instalaciones. La disponibilidad del estacionamiento se monitorea y se utiliza para informar a los conductores a través de mensajes de señales y pantallas dinámicas para que se dirijan de manera eficiente a los espacios disponibles. También se contempla en este paquete la capacidad de informar las tarifas del estacionamiento actuales, las entradas y salidas disponibles. Esta gestión se encuentra enfocada en la gestión del tráfico debido a que apoya la coordinación de control de tráfico local en el sitio y alrededor de las instalaciones del estacionamiento.
2. **Coordinación de estacionamientos (*Parking Coordination*)**. Este paquete es compatible con los equipos de comunicación y coordinación entre las instalaciones de estacionamiento que tengan en funcionamiento el sistema. Se encarga de compartir la información al subsistema de gestión de servicios de información.
3. **Recopilación de datos para viajeros (*ISP Traveler Data Collection*)**. Este paquete de equipamiento recopila datos provenientes de otros paquetes de equipamiento, realiza controles de calidad de los datos, verifica, refina los datos y hace disponible la información en un formato coherente de aplicaciones que ofrecen información al viajero.
4. **Difusión básica de información (*Basic Information Broadcast*)**. Este paquete de equipamiento difunde información al viajero.

5. **Recepción de información personal básica (*Personal Basic Information Reception*)**. Este paquete de equipamiento se encarga de recibir información o avisos sobre el estado de los estacionamientos y tarifas en los mismos, Estas informaciones pueden tener un formato gráfico para mayor entendimiento, alertas de difusión y otras informaciones al viajero en general. Las transmisiones mencionadas se realizan por medio de dispositivos personales, incluyendo ordenadores y dispositivos personales tales como celulares inteligentes o tabletas.

6. **Recolección de Datos de Estacionamiento (*Parking Data Collection*)**. Este paquete de equipamiento se encarga de recolectar la información producida por la red de parqueaderos asociada al subsistema de equipo de estacionamientos.

7. **Repositorio de datos del ITS (*ITS Data Repository*)**. Este paquete de equipamiento se encarga de recolectar los datos y catálogos de datos de una o más fuentes de datos y almacena los datos en un repositorio enfocado que se adapte a un determinado conjunto de usuarios de los datos.

4.3.5 Subsistemas de la arquitectura

A partir de los siete paquetes de equipamiento identificados para la presente propuesta, se logra establecer que estos se encuentran distribuidos en cuatro subsistemas. En la siguiente tabla se presentan los paquetes de equipamiento asociados a los subsistemas correspondientes.

Tabla 19 Paquetes de equipamiento asociados a subsistemas del servicio de gestión de estacionamientos

Subsistema Arq Colombiana / Arq Americana	Paquete de Equipamiento
Equipo de Estacionamientos / <i>Parking Management</i>	Gestión del estacionamiento (<i>Parking Management</i>)
	Coordinación de estacionamientos (<i>Parking Coordination</i>)
	Recolección de Datos de Estacionamiento (<i>Parking Data Collection</i>).
Gestión de Servicios de Información / <i>Information Service Provider</i>	Difusión básica de información (Basic Information Broadcast)
	Recopilación de datos para viajeros (<i>ISP Traveler Data Collection</i>)
Acceso de Información Personal / <i>Personal Information Access</i>	Recepción de información personal basica (<i>Personal Basic Information Reception</i>)
Almacenamiento de Datos / <i>Archived Data Management</i>	Repositorio de Datos del ITS (<i>ITS Data Repository</i>)

Nota: Fuente Propia

En la siguiente imagen, se resaltan en color de fondo rojo los subsistemas de la arquitectura nacional que intervienen en la propuesta del servicio, así como su relación con otros y el terminador a través del cual se relacionan.

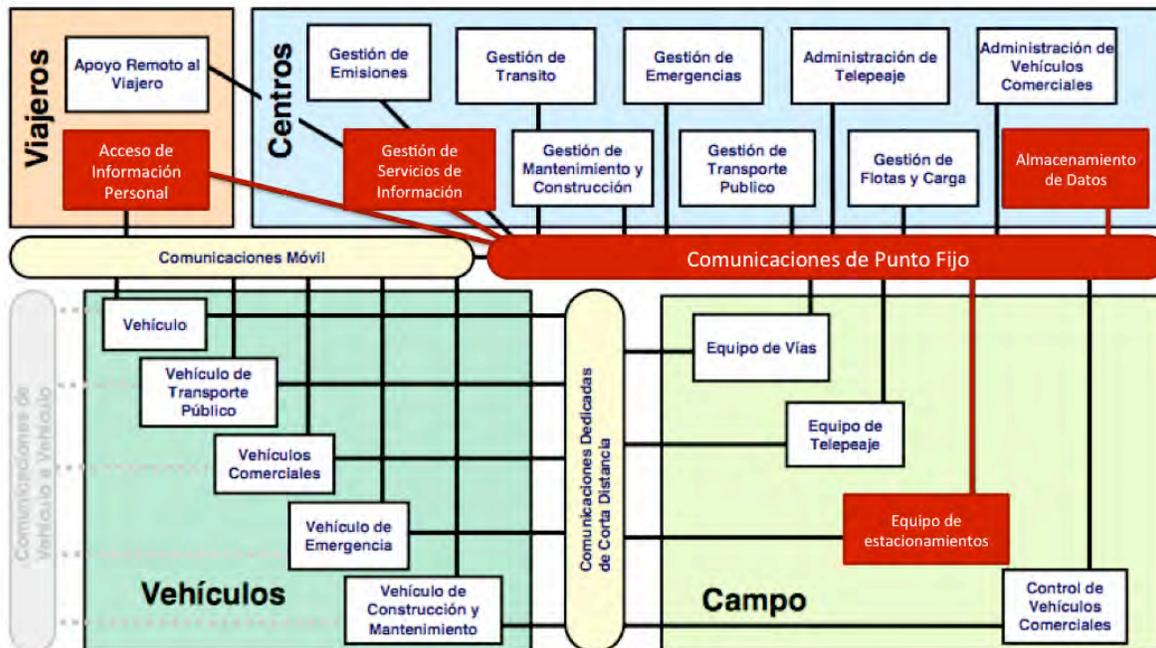


Imagen 44 Subsistemas de la arquitectura nacional que interviene en la propuesta del servicio gestión de estacionamientos

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

Para el servicio propuesto, se tienen cuatro subsistemas que interviene y para los cuales se presenta su respectiva definición.

1. **Equipo de Estacionamientos.** El subsistema de equipo de estacionamiento proporciona la supervisión y la gestión electrónica de las instalaciones de estacionamiento. Apoya un enlace de comunicaciones entre el subsistema del vehículo que permite la colección electrónica del pago por utilización del estacionamiento. Incluye la instrumentación e infraestructura que supervisa el uso del estacionamiento y proporciona la información local sobre la disponibilidad del estacionamiento. El subsistema también debe tener la capacidad de transmitir la información para ser compartida, además se plantea la interconexión con la infraestructura financiera para el cobro, sin embargo esta última característica no hace parte de la propuesta.

2. **Gestión de servicios de Información.** Este subsistema recoge, procesa, almacena, y disemina la información proveniente del subsistema Equipo de estacionamientos. Para la propuesta del servicio, este subsistema tendrá dos papeles. El primero, recoger la información proveniente de los diversos estacionamientos asociados a la red del sistema, y la redistribuirá para su posterior uso. En este papel de la redistribución de la información, la ISP proporciona un puente entre los varios sistemas de transporte que presentan la información y los suscriptores que utilizan la información. El segundo papel de una ISP se centra en la entrega de la información del viajero a los suscriptores y al público sobre el estado de los estacionamientos.

3. **Acceso de información personal básico.** Para el servicio propuesto, este subsistema proporciona la capacidad para que los viajeros reciban notificaciones en sus dispositivos personales y sobre múltiples medios electrónicos, estos mensajes proveerán la información para que el usuario tome decisiones sobre que el estacionamiento que seleccionará con base en su disponibilidad actual, y al sitio al cual se dirige. Además de los dispositivos personales de los viajeros, este subsistema puede también representar un dispositivo que sea utilizado por el comerciante o el otro prestatario de servicios para recibir la información del viajero y para retransmitir la información importante a sus clientes.

4. **Almacenamiento de Datos:** Este subsistema recoge, archiva, maneja, y distribuye los datos generados por el subsistema de equipo de estacionamientos para su posterior uso. A los datos recibidos se les da formato, se les marca con etiqueta con las cualidades que definen la fuente de datos, las condiciones bajo las cuales fueron recogidos, las transformaciones de los datos, y la otra información (es decir meta datos) necesaria interpretar los datos. Puede residir dentro de un centro operacional y proporcionar el acceso enfocado a una agencia particular.

Dentro de los subsistemas de la arquitectura colombiana se han establecido unos elementos (ver anexo 1, Arquitectura Nacional ITS Colombiana), que interactúan con otros elementos del mismo subsistema o de los demás subsistemas.

1. **El subsistema Equipo de Estacionamientos.** Contiene 4 elementos que son: Equipo de Estacionamiento Áreas Metropolitanas, Ciudades Intermedias Equipo de Estacionamiento, Operadores Privados Equipo de Estacionamiento, Puertos, Puertos Secos, y Zonas Francas Equipo de Estacionamiento.
2. **El subsistema Gestión de Servicios de Información.** Contiene ocho elementos que son: Áreas Metropolitanas Servidor de Información de Viajero, Áreas Metropolitanas Sitios Web, Ciudades Intermedias Servidor de Información de Viajero, Ciudades Intermedias Sitios Web, INCO Centro de Información, INVIAS Centro de Información, Operadores Privados de Transporte Público Sitios Web y Operadores Privados de Telemática Sitios Web.
3. **En el subsistema Acceso de Información Personal.** Que contiene solamente un elemento: Viajeros Sistemas Personales Móviles.
4. **En el subsistema Almacenamiento de Datos se tienen siete elementos:** Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte, Ciudades Intermedias Archivo de Datos de Transporte, INCO Centro de Información, INVIAS Centro de Información, Ministerio de Transporte Archivo de Datos de Transporte, RNAT - Registro Nacional de Accidentes de Tránsito y RUNT - Registro Único Nacional de Tránsito.

En los cuatro subsistemas identificados de la arquitectura nacional ITS colombiana, la arquitectura define los elementos que hacen parte de ellos. De estos elementos, y de acuerdo al alcance y requerimientos identificados, se identifican los elementos de la arquitectura nacional que aplican en la implementación del servicio propuesto. Un punto importante al determinar estos cinco elementos, es la consideración que Cali es una ciudad considerada como área metropolitana, la cual es definida en la arquitectura colombiana como, entidades del orden que tiene por objeto orientar y liderar la formulación de las políticas del sistema de movilidad para atender los requerimientos de desplazamiento de pasajeros y de carga en la zona urbana, así como adelantar las labores de gestión y control del tránsito y transporte dentro de su jurisdicción (ConSysTec & Fleming, 2010a). Por lo tanto en base a lo anterior, en la siguiente se presentan los elementos de la arquitectura nacional que se identificaron como parte de la propuesta del servicio:

Tabla 20 Elementos de la arquitectura por subsistema para el servicio de gestión de estacionamientos

Subsistema	Elementos de la arquitectura
Equipo de Estacionamiento	Equipo de Estacionamiento Áreas Metropolitanas
Gestión de Servicios de Información	Áreas Metropolitanas Sitios Web
Acceso de Información Personal	Viajeros Sistemas Personales Móviles
Almacenamiento de Datos	Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte
	Ministerio de Transporte Archivo de Datos de Transporte

Nota: Fuente Propia

4.3.6 Interfaces y flujos de información

De acuerdo con los cinco elementos de la arquitectura ITS definidos para el servicio propuesto, se tuvieron en cuenta los diagramas de contexto que se presenta en el anexo 2, diagramas de contexto de la Arquitectura Nacional ITS Colombiana. A partir de éstos diagramas, se presentan las interfaces que intervienen en la prestación del servicio, las cuales se describen en la siguiente

imagen enmarcada dentro de los subsistemas mencionados y posteriormente descritos en la tabla Interfaces del servicio.

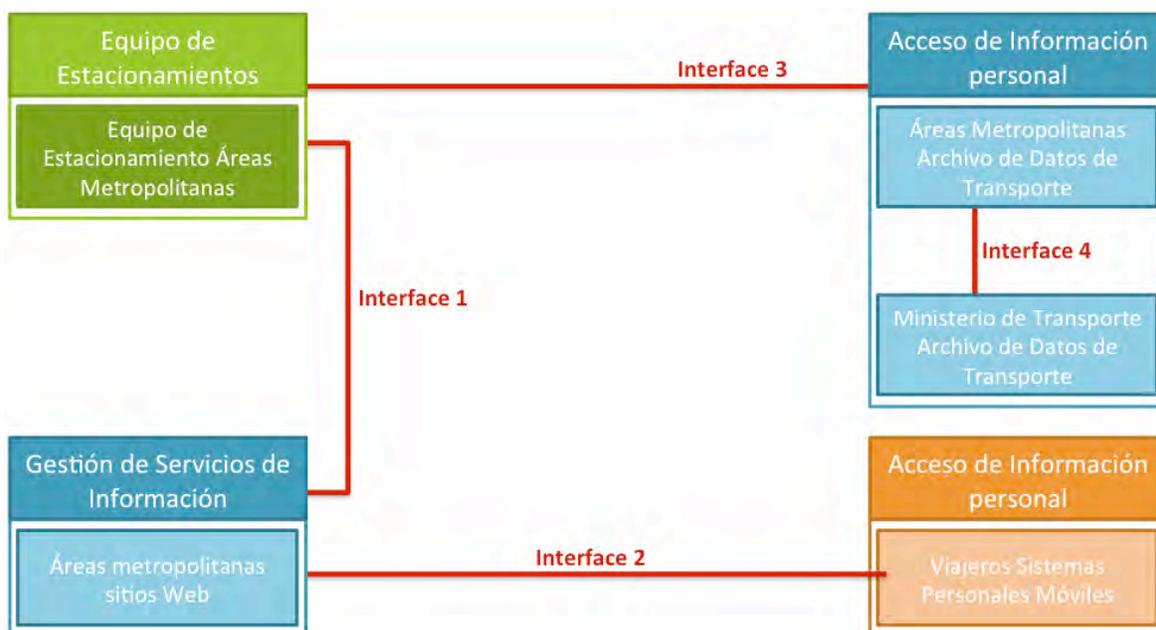


Imagen 45 Interfaces que intervienen en la prestación del servicio de gestión de estacionamientos

Fuente: Propia

Tabla 21 Interfaces del servicio de suministro de gestión de estacionamientos

Ítem	Interfaces	Elementos de la arquitectura
Interface 1	Equipo de Estacionamiento Áreas Metropolitanas	Áreas metropolitanas sitios Web
interface 2	Áreas metropolitanas sitios Web	Viajeros Sistemas Personales Móviles
Interface 3	Equipo de Estacionamiento Áreas Metropolitanas	Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte
Interface 4	Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte	Ministerio de Transporte Archivo de Datos de Transporte

Nota: Fuente Propia

A continuación, se detallan los flujos de información de las interfaces claves identificadas para la implementación del servicio de suministro de gestión de estacionamientos.

Interface 1: Equipo de Estacionamiento Áreas Metropolitanas - Áreas metropolitanas sitios Web

- Información del estacionamiento: Información general de estacionamientos y disponibilidad actual.
- Solicitud de información de un estacionamiento: Petición de información sobre el nivel de ocupación, tarifas y disponibilidad en un estacionamiento. La petición puede ser una suscripción a la que se le entrega actualizaciones de información o puede ser una petición como evento único o singular.

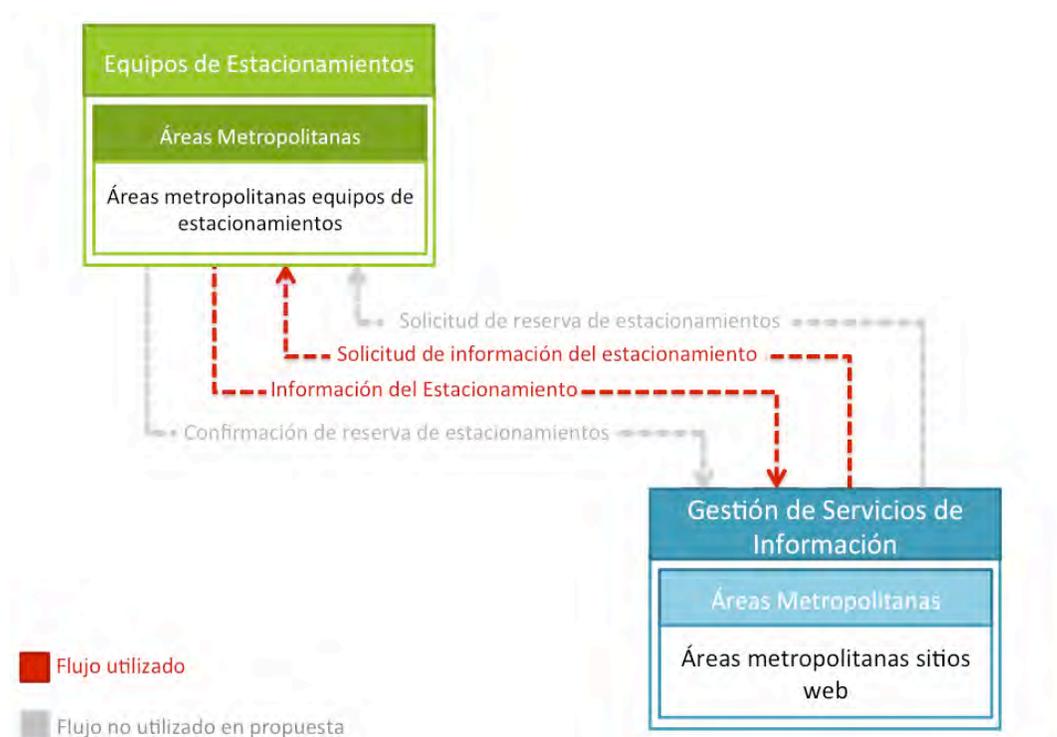


Imagen 46 Interface Equipo de Estacionamiento Áreas Metropolitanas - Áreas metropolitanas sitios Web

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

Interface 2: Áreas metropolitanas sitios Web - Viajeros Sistemas Personales Móviles

- Información del viajero: Información que comprende el estado de los estacionamientos, información de tarifas en los mismos.
- Solicitud del viajero: Petición de un viajero para pedir información relacionada a los estacionamientos suscritos en la red propia del servicio.

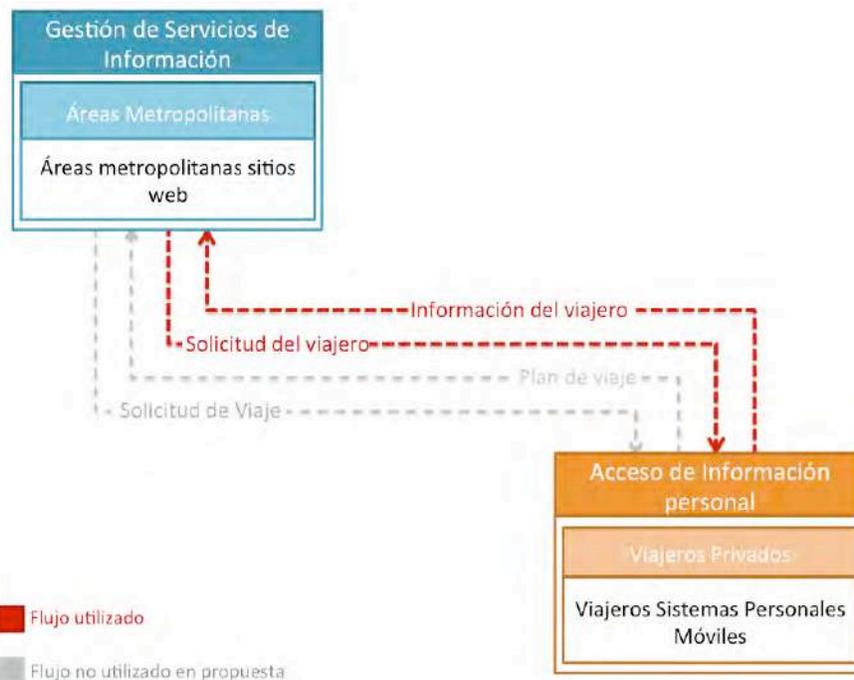


Imagen 47 Interface Áreas metropolitanas sitios Web - Viajeros Sistemas Personales Móviles

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consystemec.com/colombia/web/>.

Interface 3: Equipo de Estacionamiento Áreas Metropolitanas - Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte

- Archivo de información de estacionamientos: Datos utilizados para el análisis y el seguimiento de las tendencias en la demanda de estacionamiento y los precios. El contenido puede incluir un catálogo de la información disponible, la información real para ser archivada, y metadatos asociados que describen la información archivada.
- Recolección de datos y control de monitoreo: Información utilizada para configurar, recolectar datos de control y para los sistemas de monitoreo.

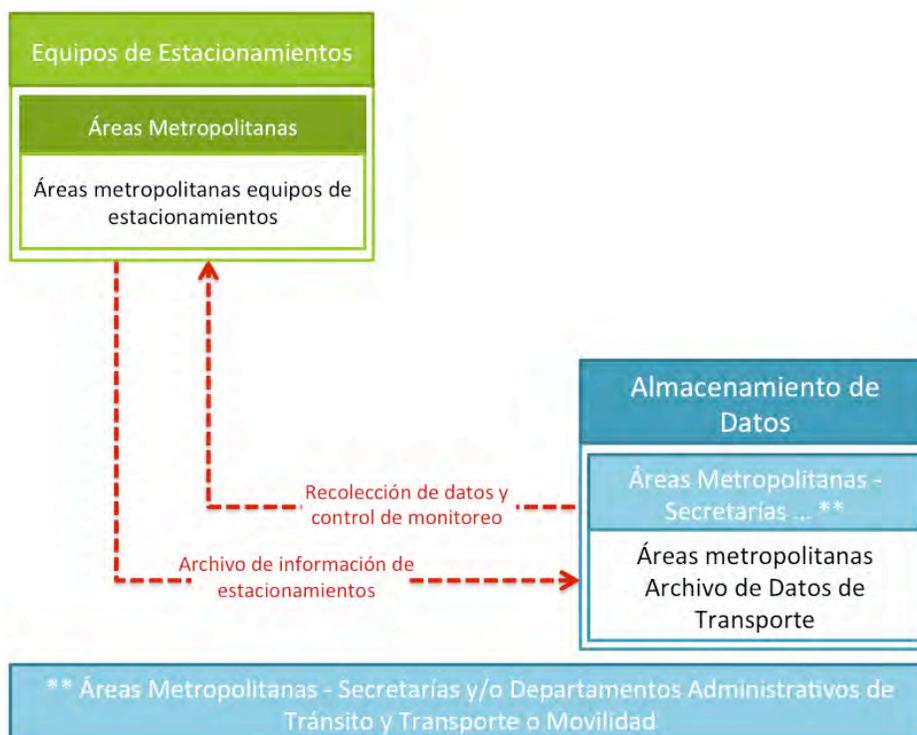


Imagen 48 Interfaces Equipo de Estacionamiento Áreas Metropolitanas - Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consys tec.com/colombia/web/>.

Interface 5: Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte - Ministerio de Transporte Archivo de Datos de Transporte

Esta interface cumple la misma función de la interface 5 asociada con el servicio anterior, ya que busca compartir la información generada con otras entidades tales como el ministerio de transporte o usuarios que busquen accederla.

4.3.7 Paquetes de Servicio

Los paquetes de servicios encontrados, junto con su homólogo en la arquitectura colombiana se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 22 Paquetes de equipamiento y paquetes de servicios para gestión de estacionamientos

Paquete de Equipamiento	Paquete de Servicio Arq Americana	Paquete de Servicio Arq Colombiana
Gestión del estacionamiento (<i>Parking Management</i>)	ATMS16- <i>Parking Facility Management</i>	ATMS16 - Gestión de Estacionamientos
Coordinación de estacionamientos (<i>Parking Coordination</i>)	ATMS17- <i>Regional Parking Management</i>	
Difusión básica de información (<i>Basic Information Broadcast</i>)	ATIS1 - <i>Broadcast Traveler Information</i>	ATIS1 - Difusión de Información al Viajero
Recopilación de datos para viajeros (<i>ISP Traveler Data Collection</i>)		
Recepción de información personal básica (<i>Personal Basic Information Reception</i>)		
Repositorio de Datos del ITS (<i>ITS Data Repository</i>)	AD1 - <i>ITS Data Mart</i>	AD1 - Almacenamiento de Datos Básico
Recolección de Datos de Estacionamiento (<i>Parking Data Collection</i>)		

Nota: Fuente Propia

En la tabla anterior, se observa que la arquitectura colombiana integra varios paquetes de equipamiento, por lo cual de los 4 paquetes en la arquitectura

americana se pasa a tres paquetes en la arquitectura nacional colombiana, específicamente para el caso de gestión de estacionamientos.

A continuación, se hace una descripción para cada uno de los tres paquetes de servicio que se han determinado aplicar para la propuesta.

4.3.7.1 ATMS16 - Gestión de Estacionamientos

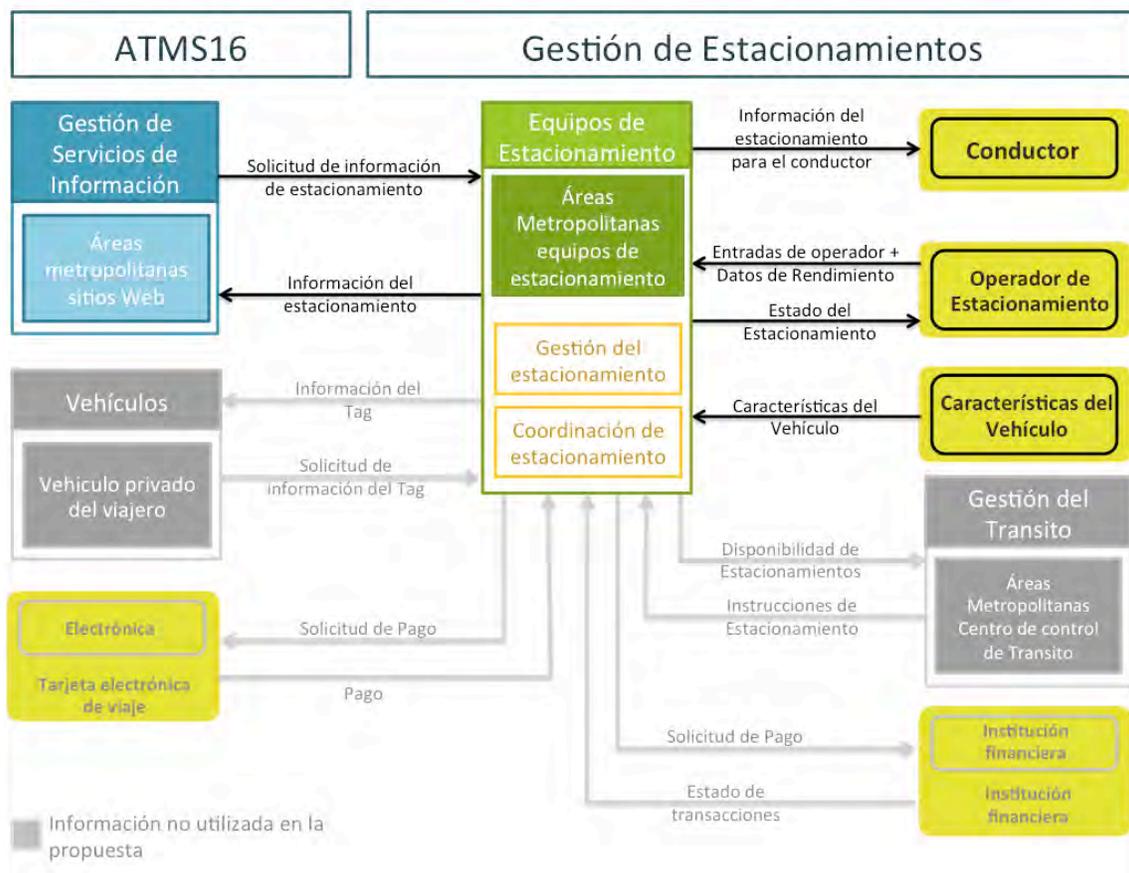


Imagen 49 Paquete de servicio ATMS16 - Gestión de Estacionamientos
 Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana.
 Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

Este Paquete de Servicio proporciona supervisión y manejo de los centros de estacionamiento. Además, suministra comunicación y coordinación entre las

instalaciones de estacionamientos asociadas al sistema, la información que proporciona en base a la propuesta del servicio la constituyen las tarifas de los mismos, así como la disponibilidad de espacios en los estacionamientos.

En la la imagen 49, se presenta el diagrama de este paquete de servicio donde se especifican los paquetes de equipamiento que actúan en él.

A continuación se detallan los flujos de información utilizados mediante la siguiente tabla:

Tabla 23 Flujos de Información - Paquete de Servicio ATMS16 - Gestión de Estacionamientos

Origen		Flujo	Destino	
Subsistema	Paquete de Equipamiento		Subsistema	Paquete de Equipamiento
Equipos de estacionamiento	Coordinación de Estacionamiento	solicitud de información de estacionamiento	Gestión de servicio de información	***
Gestión de servicio de información	***	Información de estacionamiento	Equipos de estacionamiento	Coordinación de Estacionamiento
Equipos de estacionamiento	Gestión del estacionamiento	Información del estacionamiento para el conductor	Conductor (Terminador)	
Operador de estacionamiento (Terminador)		Entradas del operador	Equipos de estacionamiento	Gestión del estacionamiento
Operador de estacionamiento (Terminador)		Datos de rendimiento	Equipos de estacionamiento	Gestión del estacionamiento
Equipos de estacionamiento	Gestión del estacionamiento	Estado del estacionamiento	Operador de estacionamiento (Terminador)	
Características del Vehículo (Terminador)		Características del vehículo	Equipos de estacionamiento	Gestión del estacionamiento

Nota: Fuente Propia

En la tabla anterior, en el paquete de equipamiento que hace referencia a la gestión de servicios de información (columnas origen y destino), y donde se muestran los asteriscos (***), se hace referencia a paquetes de equipamiento que

son parte de la difusión de información al viajero (ATIS1), por lo tanto, se mencionan en el correspondiente paquete.

Los paquetes de servicio presentan varios terminadores y flujos relacionados con éstos, los cuales se explican a continuación:

- Conductor: Representa la entidad humana que opera un vehículo con licencia. Se incluyen los operadores privados, de tránsito, comerciales, y vehículos de emergencia.
- Operador de Estacionamiento: Este terminador es la entidad humana representada físicamente en las instalaciones del estacionamiento para controlar el estado de funcionamiento del mismo.
- Características del vehículo: Este terminador representa la vista externa de un vehículo, como lo puede ser la altura, el ancho, la longitud, el peso, entre otras propiedades (por ejemplo magnéticas o número de ejes), las cuales permiten la detección medición y clasificación de un vehículo en particular.

Y los flujos en los que cuales estos terminadores están presentes, se describen a continuación:

- Información del estacionamiento para el conductor: Presentación de información general sobre el estacionamiento a los conductores, incluyendo el estado del lote, la disponibilidad de estacionamiento, y las direcciones a los espacios disponibles, entradas y salidas.
- Entradas del operador: La entrada del usuario del operador de estacionamiento permite consultar el estado actual y controlar el funcionamiento del sistema de gestión de estacionamiento.

- Datos de rendimiento: La entrada del usuario desde el operador de estacionamiento permite solicitar los datos actuales de rendimiento del servicio de estacionamiento.
- Estado del estacionamiento: Presentación de información al operador de estacionamiento incluyendo informes de estado y transacciones operacionales.
- Características del Vehículo: Las características físicas o visibles de un vehículo en particular que pueden medirse para clasificar un vehículo y la imagen para identificar de forma exclusiva un vehículo.

Los factores de planeación junto a su respectiva métrica se relacionan a continuación:

Tabla 24 Factores de Planeación - Paquete de servicio ATMS16 - Gestión de Estacionamientos

Factor de Planeación	Meta
Aumentar la accesibilidad y la movilidad de las personas	Mejorar la movilidad, la comodidad y el confort de los usuarios de los sistema de transporte
Promover la gestión eficiente del sistema y el funcionamiento del mismo.	Aumentar la eficiencia operativa y la confiabilidad del sistema de transporte

Nota: Fuente Propia

Los objetivos específicos junto a su respectiva medida de desempeño que apalancan las metas previamente mencionadas se detallan a continuación:

Tabla 25 Objetivos Específicos - Paquete de servicio ATMS16 - Gestión de Estacionamientos

Objetivo Específico	Medida de Desempeño
Mejorar los servicios y la gestión de las instalaciones de aparcamiento	Número de plazas de estacionamiento con información sobre el estacionamiento de avanzada para los clientes

Mejorar los servicios y la gestión de las instalaciones de aparcamiento	Número de plazas de estacionamiento con el conteo automatizado de ocupación y gestión del espacio
Mejorar los servicios y la gestión de las instalaciones de aparcamiento	Número de plazas de aparcamiento con disponibilidad de información coordinada
Instalar parquímetros a lo largo de los corredores en X por año Y en las zonas de apoyo urbano de núcleo / tránsito.	Número de corredores en las zonas de apoyo urbano de núcleo / tránsito con parquímetros.
Disminuir el tiempo de búsqueda de plazas en X ciento para el año Y para el total del sistema.	Porcentaje de disminución del tiempo en búsqueda de plazas

Nota: Fuente Propia

4.3.7.2 ATIS1 - Difusión de Información al Viajero

Este paquete de servicio proporciona información sobre la disponibilidad de estacionamientos casi en tiempo real de las infraestructuras y/o del equipo de bajo costo existente del usuario, tales como señales de datos celulares entre otros. Los sitios web son un ejemplo típico de este tipo de información del viajero.

Para este paquete de servicio se pueden ver en la imagen de los paquetes de equipamiento: la recopilación de datos para viajeros del ISP y la difusión de información básica por parte del subsistema de servicios de información, y la recepción de información personal básica por parte del subsistema de acceso de información personal, el diagrama es el siguiente.

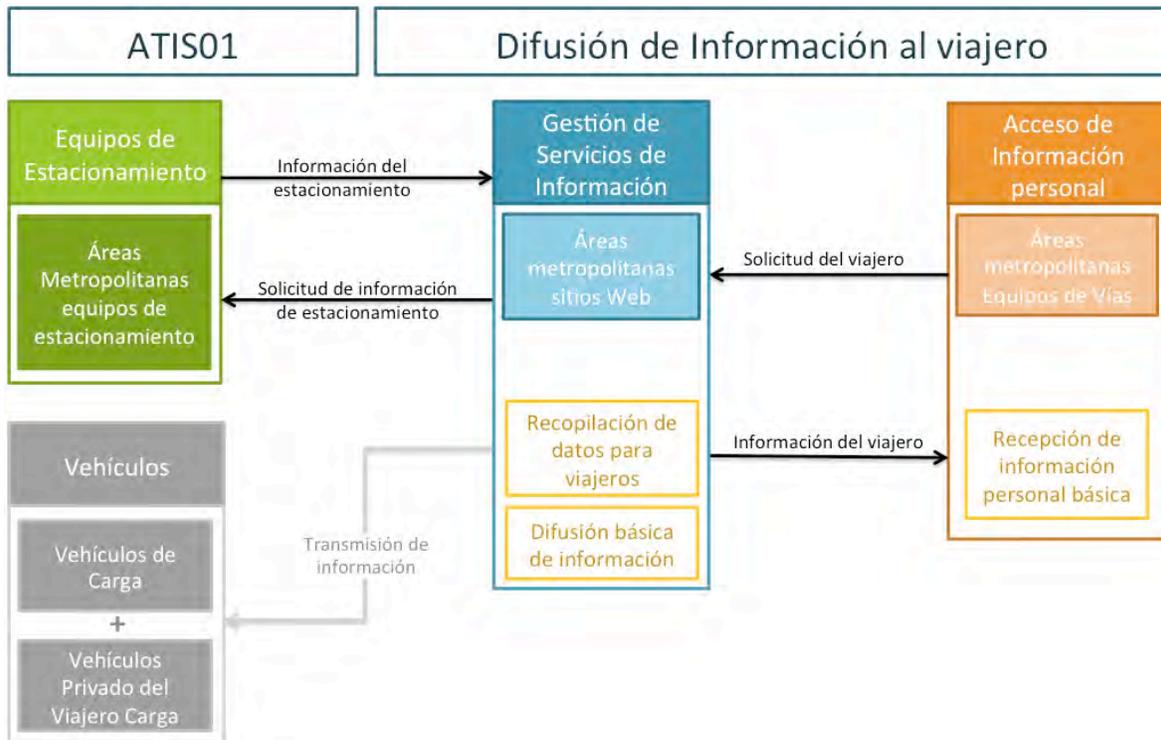


Imagen 50 Paquete de Servicio ATIS01 - Difusión de Información al Viajero

Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana. Obtenido de <http://www.consys tec.com/colombia/web/>.

A continuación, se detallan los flujos de información utilizados:

Tabla 26 Flujos de Información – ATIS01 – Difusión de Información al Viajero

Origen		Flujo	Destino	
Subsistema	Paquete de Equipamiento		Subsistema	Paquete de Equipamiento
Equipos de estacionamiento	***	Información del estacionamiento	Gestión de servicios de información	Recolección de datos del ISP
Gestión de servicios de información	Recolección de datos del ISP	Solicitud de información del estacionamiento	Equipos de estacionamiento	***
Gestión de servicios de información	Difusión básica de información	información del viajero	Acceso de información personal	Recepción de información personal básica
Acceso de información personal	Recepción de información personal básica	Solicitud del viajero	Gestión de servicios de información	Difusión básica de información

Nota: Fuente Propia

En la tabla anterior, en el paquete de equipamiento que hace referencia a la gestión de servicios de información (columnas origen y destino), y donde se muestran los asteriscos (***) , hacen referencia a los paquetes de equipamiento que son parte del paquete de servicio anterior, gestión de estacionamientos (ATMS16), que ya fue descrito.

Este paquete de servicio fue descrito en la propuesta anterior, de tal forma que los factores de planeación, junto a su respectiva meta, coinciden en el presente paquete. Así lo serán también los objetivos y medidas de desempeño, sin embargo, éstas serán vistas desde el foco mismo de los estacionamientos de la presente propuesta.

4.3.7.3AD1 - Almacenamiento de Datos Básico

Este paquete de servicio proporciona un archivo que contienen los datos recolectados por la operación del servicio propuesto y que se encuentran relacionados con la información de los estacionamientos.

En la siguiente imagen, se presenta el diagrama de este paquete de servicio. En ella se pueden apreciar los paquetes de equipamiento que son repositorio de datos del ITS por parte del subsistema de almacenamiento de datos y la Recolección de Datos de Estacionamiento por parte del subsistema de equipo de estacionamientos.

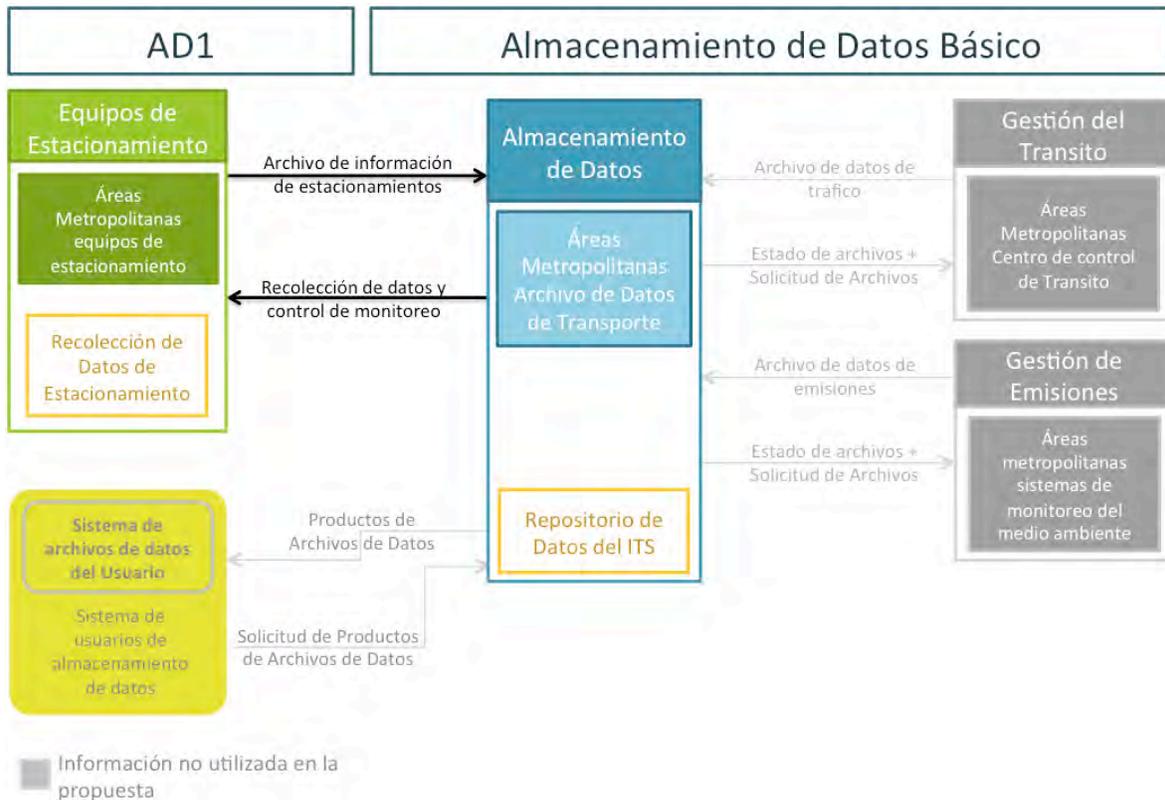


Imagen 51 Paquete de servicio AD1 - Almacenamiento de Datos Básico
 Fuente: Adaptado de ConSysTec. Fleming, G. (2010) Arquitectura Colombiana.
 Obtenido de <http://www.consystec.com/colombia/web/>.

A continuación, se detallan los flujos de información utilizados mediante la siguiente tabla:

Tabla 27 Flujos de Información - Paquete de servicio AD1 - Almacenamiento de Datos Básico

Origen		Flujo	Destino	
Subsistema	Paquete de Equipamiento		Subsistema	Paquete de Equipamiento
Equipos de estacionamientos	Recolección de datos de estacionamientos	Archivo de información de estacionamientos	Almacenamiento de datos	Repositorio de datos del ITS
Almacenamiento de datos	Repositorio de datos del ITS	Recolección de datos de control y monitoreo	Equipos de estacionamientos	Recolección de datos de estacionamientos

Nota: Fuente Propia

Este paquete de servicio fue descrito en la propuesta anterior, de tal forma que los factores de planeación, junto a su respectiva meta, son idénticos en el presente paquete.

4.3.8 Despliegue tecnológico

Para el despliegue tecnológico, se debe considerar los escenarios sobre los cuales va a funcionar el servicio y sus características propias. Actualmente, en la ciudad de Cali, según (Benítez, Molina, Hurtado, & Ospina, 2013), se encuentran tres tipos de estacionamientos: en lote, subterráneo y en edificios; y en los próximos años, se tendrá un cuarto que es el estacionamiento en la vía.

El tipo de estacionamiento en lotes presenta cuenta con una característica que hace que no se tengan los espacios de estacionamiento demarcados adecuadamente, por lo tanto no existe un orden o espacios establecidos de parqueo en los mismos. Esta característica da a la gestión de este tipo de estacionamiento una complejidad mayor respecto a los otros tres.

Según (Quintero, 2011, p. 260), se cuentan con varias alternativas de despliegues tecnológicos para las gestión de estacionamientos. La alternativa de mayor utilización, tiene que ver con tecnologías cableadas de monitorización para determinar si un espacio está libre u ocupado, siendo esta opción la de mayor requerimientos de adecuaciones de infraestructura física.

Como alternativas para minimizar el impacto en la infraestructura física, se cuenta con el modelo para la localización eficientemente de lugares de estacionamiento mediante una red ad-hoc vehicular, habitualmente referida por su acrónimo en inglés VANET. Una red VANET es un tipo de red de comunicación que utiliza a los vehículos como nodos de la red). Su diseño es realizado con tecnologías altamente acopladas, y por esta misma razón, sus servicios son difíciles de

desplegar a usuarios que no hagan parte de estas redes. Otra de las alternativas disponibles, es la utilización WSN (del inglés sensor network), que consiste en una red de ordenadores pequeñísimos (nodos), equipados con sensores, que colaboran en una tarea común. Las redes de sensores inalámbricos, es usada como solución para sistemas de guía de tráfico dentro del estacionamiento, sin embargo no han sido expandidas a los usuarios que estén fuera del estacionamiento.

Para los autores, recurrir a la tecnología de redes de sensores inalámbricos es la de mayor conveniencia para los diferentes tipos de estacionamiento en la ciudad y teniendo en cuenta que se busca incorporar sistemas inteligentes para la gestión de estacionamientos a lugares ya se encuentran establecidos para la prestación de este servicio. Las redes de sensores inalámbricos, gracias a sus características como su ubicuidad, economía, confiabilidad, bajo consumo de energía, ancho de banda, velocidad de procesamiento, cubrimiento de grandes perímetros (Jeffrey et al., 2012), hacen que sea la solución idónea para el cubrimiento de la presente propuesta. Por lo tanto, el despliegue tecnológico está fundamentada en una solución de redes de sensores inalámbricos diseñados por la compañía Memsic ("MEMSIC, Inc - Wireless Sensor Networks," 2008).

Bajo la arquitectura del servicio propuesto y el componente tecnológico seleccionado, se presenta a continuación el diagrama de despliegue para el primer paquete de servicio descrito, el ATMS16, gestión de estacionamientos.

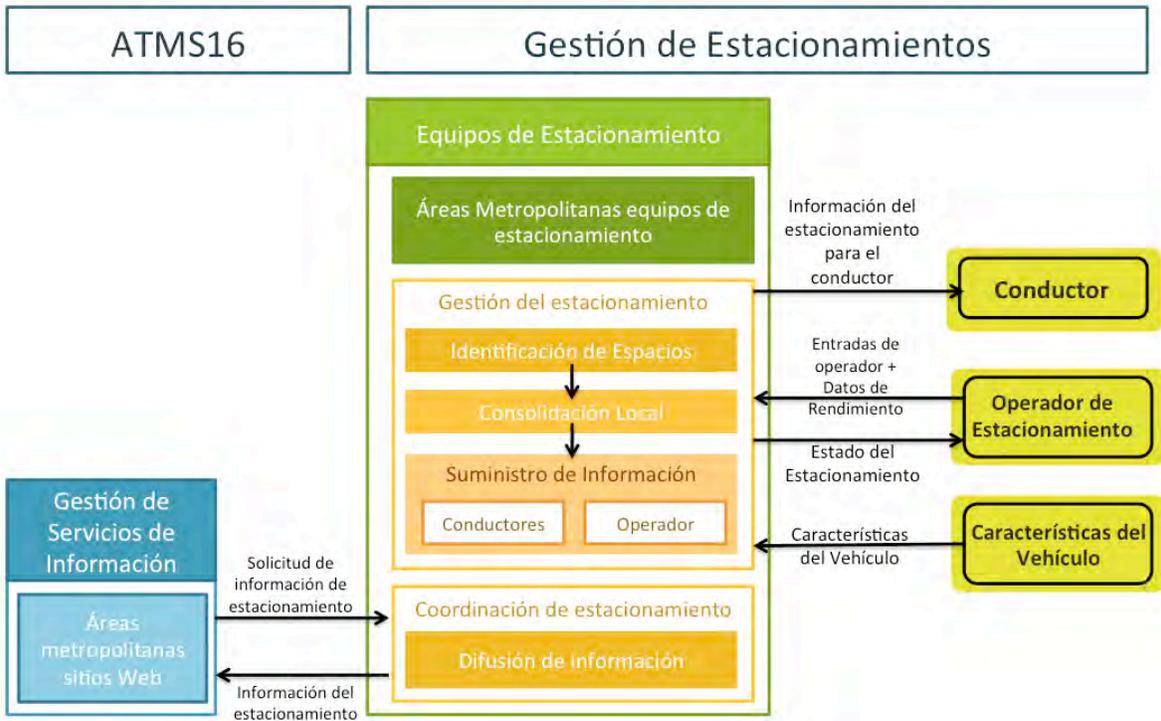


Imagen 52 Modelo de Solución aplicado al paquete de servicio ATMS16 – Gestión de Estacionamientos
Fuente: Propia

La principal necesidad del sistema es la identificación de espacios. El diagrama del despliegue tecnológico que da solución a ésta necesidad se presenta a continuación:

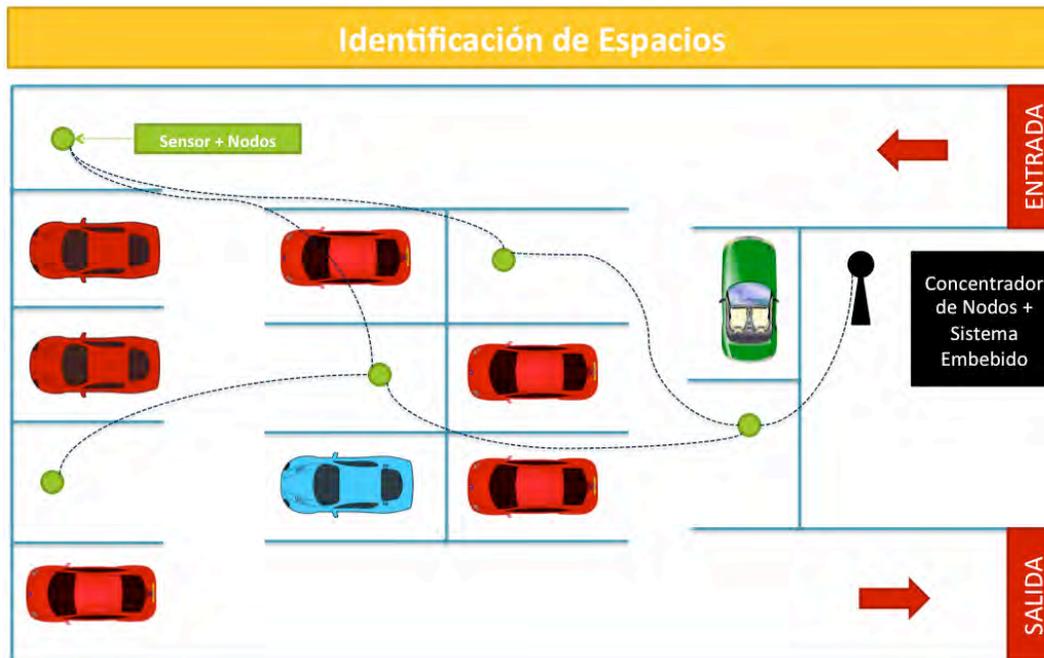


Imagen 53 Diagrama del despliegue tecnológico para la identificación de espacios

Fuente: Propia

Como se puede observar y tomando como referencia la experiencia (Quintero, 2011), el despliegue de la red de sensores para la identificación de espacios de estacionamientos, es la siguiente:

- **Sensores:** Como sensor se utiliza la placa de instrumentación MTS310, también de la empresa Memsic. Esta placa cuenta con los siguientes sensores: de aceleración, de luz, de temperatura y de ultrasonido. En la implementación propuesta, se recurre al sensor de ultrasonido para detectar la existencia del vehículo en el espacio del estacionamiento. La placa es compatible con la tecnología seleccionada de redes inalámbricas zigbee de Micaz.
- **Nodos:** Para la plataforma de nodos se utiliza la referencia Micaz, la cual soporta el estándar IEEE 802.15.4, correspondiente al estándar zigbee. La referencia Micaz, tiene embebido un controlador ATmega 128L de 8 bits.

Según sus especificaciones técnicas, se podrían desplegar más de mil sensores y tiene completa compatibilidad con la placa de instrumentación MTS310 utilizada como sensor.

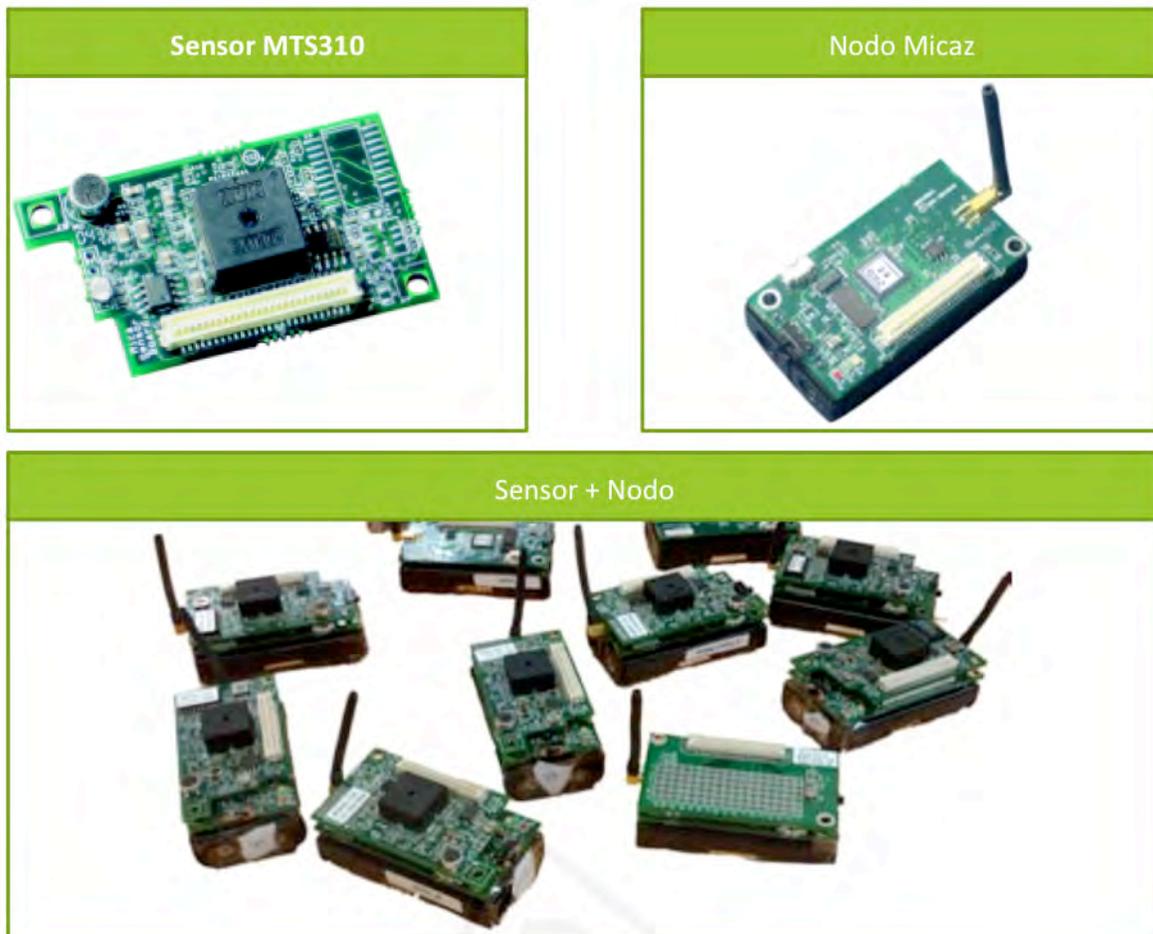


Imagen 54 Componentes tecnológicos de la red de sensores para la identificación de espacios disponibles

Fuente: Adaptado de L, Quintero. (2011). Modelo de Prestación de Servicios ITS de Valor Agregado. Aplicación a los Sistemas de Gestión de Aparcamiento (p, 264).

- Concentrador de Nodos (Gateway): El concentrador de nodos se implementa mediante un MIB510, también de la empresa Memsic. El MIB510, junto a un sensor nodo, opera como estación base de sensores, para transmitir la

información proveniente de la red al sistema encargado de informar la existencia de espacios libres.

- **Sistemas embebidos:** Es el sistema encargado de interpretar la información proveniente de la red. Para tal fin, se utiliza un sistema de computación embebida de marca MOXA, modelo W321 ("Moxa Wireless Embedded Computers W321," 2008). El dispositivo tiene características bastante robustas, tanto de hardware, como de software. Cuenta con microprocesador ARM a 192 MHz de 32 bits, 32 MB de memoria RAM, soporte de tarjeta SD para ampliación de memoria, bajo costo, pasarela Ethernet-serie, soporte Wi-Fi, sistema operativo uClinux 2.6, soporte de lenguajes C++ y C, Servidor Web integrado (Apache). Lo más importante, es que según (Quintero, 2011).



Imagen 55 Concentrador de Nodos y Sistema embebido para la identificación de espacios disponibles

Fuente: Adaptado de L, Quintero. (2011). Modelo de Prestación de Servicios ITS de Valor Agregado. Aplicación a los Sistemas de Gestión de Aparcamiento (p, 272).

Dentro de las recomendaciones técnicas de la empresa Memsic, no debe existir una distancia mayor de 35 metros desde el sensor más alejado al concentrador, debido a que podría afectar la duración de la batería de los sensores más alejados. El anterior esquema de sensores aplica para los tipos de estacionamientos en subterráneos, en edificios y en la vía. En el caso de los subterráneos y edificios, el esquema se replica en la cantidad de pisos que estos posean o en la distribución de espacio existente. Para el caso de los estacionamiento en la vías, el presente esquema es aplicable tanto para estacionamientos permitidos en zona paga o regulados, así como parqueaderos públicos (Benítez et al., 2013).

En la ciudad, se cuenta con un número importante de estacionamiento en lotes, para el caso del centro de la ciudad estos tienen un 81,6% de la totalidad de estacionamientos (Benítez et al., 2013). Este tipo de estacionamiento, no presenta una demarcación o si la presente no es la adecuada. La forma de identificar la disponibilidad de espacio será mediante el conteo de vehículos, se contarán cuando entra y sale un vehículo del estacionamiento y de esta forma determinar cuántos espacios quedan disponibles en el estacionamiento. Esta determinación de espacios mediante el conteo de ingresos y salida de vehículo, se realizará mediante sensores infrarrojo en las entradas y salidas del estacionamiento. Naturalmente, la solución no permitirá determinar que espacios están vacíos.

A continuación, se presenta en el diagrama para los lotes que no tengan demarcados los espacios de estacionamiento:



Imagen 56 Identificación de disponibilidad de espacios estacionamiento en lotes

Fuente: Propia

En la gráfica anterior se presenta un esquema similar al mostrado para el primer servicio (suministro de información al viajero) en lo que respecta a la adquisición y conversión A/D. Esta información es transmitida a la tarjeta multipropósito, la cual se encarga de enviarla a la consolidación local, que en estos casos puede ser por transmisión de datos mediante su puerto TCP/IP, o vía Wifi al servicio de consolidación local. Para este caso, se contempla que la tarjeta multipropósito sea una Raspberry PI B+. La adquisición de datos, para ser más eficiente, se realiza con un Arduino, que trasmite los datos vía UART a la Raspberry, y este a su vez obtiene los datos de sensores infrarrojos. En las entradas, se utilizan dos Arduinos para determinar a dirección del vehículo.

En la consolidación de la información local, para informar a los usuarios del estacionamiento y a los operadores del mismo, se propone establecer una red Wifi a la cual se conecten los sistemas embebidos, y estos envíen la información a un servidor local. En el servidor local, se tiene el servicio web local y la base de datos local. El servicio web recibe la información por parte del sistema embebido, y a través de él se realizará el monitoreo y la gestión del estacionamiento. En la base de datos, se guardará la información para que sean accedidos por parte del operador. El servicio web será el encargado de enviar la información a los paneles informativos que se dispondrán en el estacionamiento mediante la red wifi establecida. El diagrama de esta solución se presenta a continuación:

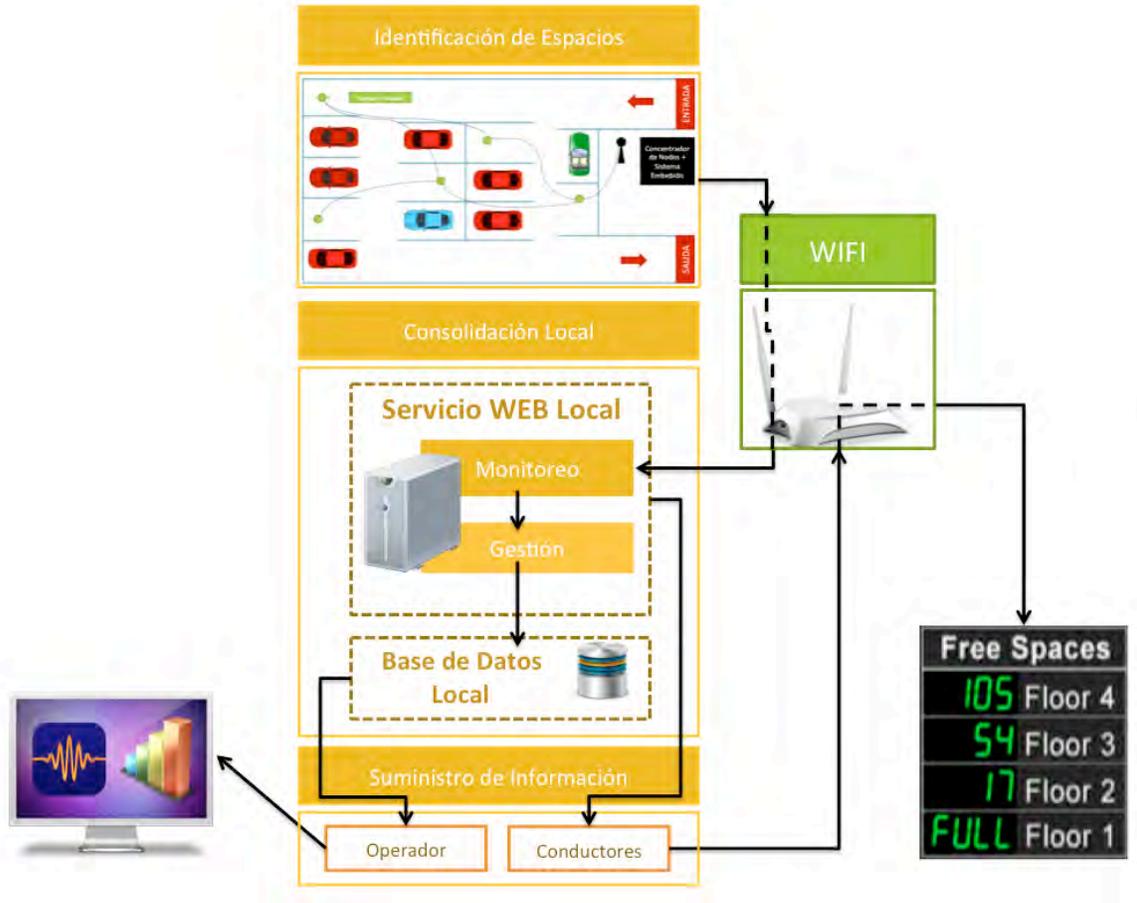


Imagen 57 Consolidación Local para la gestión de estacionamientos
Fuente: Propia

Finalmente, uno de los requerimientos tiene que ver con que la información local sea difundida, por lo tanto el servicio web establecido en la consolidación local, será el encargado de enviar la información al servicio de difusión de información al viajero. El servicio web, será el encargado de desplegar la información a los usuarios que estén desde sus casas o en vía a su destino. El diagrama de esta solución se presenta a continuación:

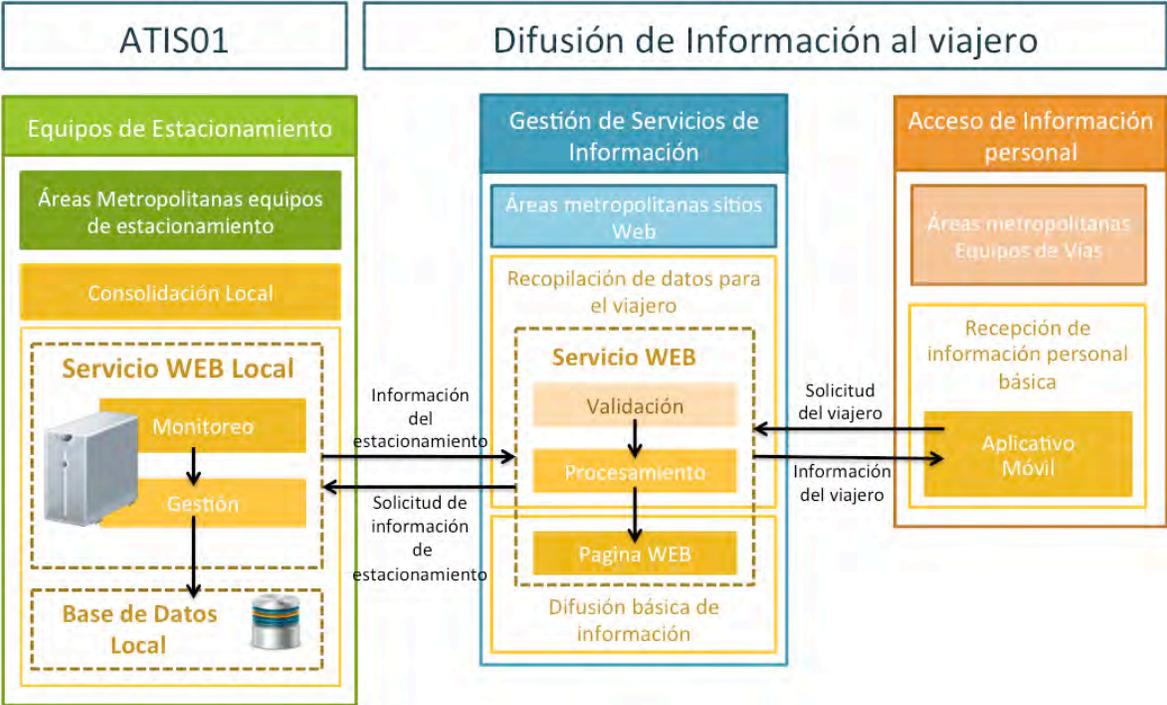


Imagen 58 Difusión de información al viajero en la gestión de estacionamientos

Fuente: Propia

El almacenamiento de los datos generados en la gestión de estacionamientos es otro aspecto relevante en la presente propuesta. La información de todos los estacionamientos incluidos en la red, aportaran información valiosa sobre su estado y sobre la disponibilidad. Por lo tanto, el servicio web local, enviará los datos al servicio web propuesto en la difusión de la información. En este punto, estará presente en el almacenamiento de datos básico, y guardará la información

del estacionamiento, no solamente de disponibilidad, sino también de tarifas, de horarios de atención. El diagrama de lo anterior es el siguiente:

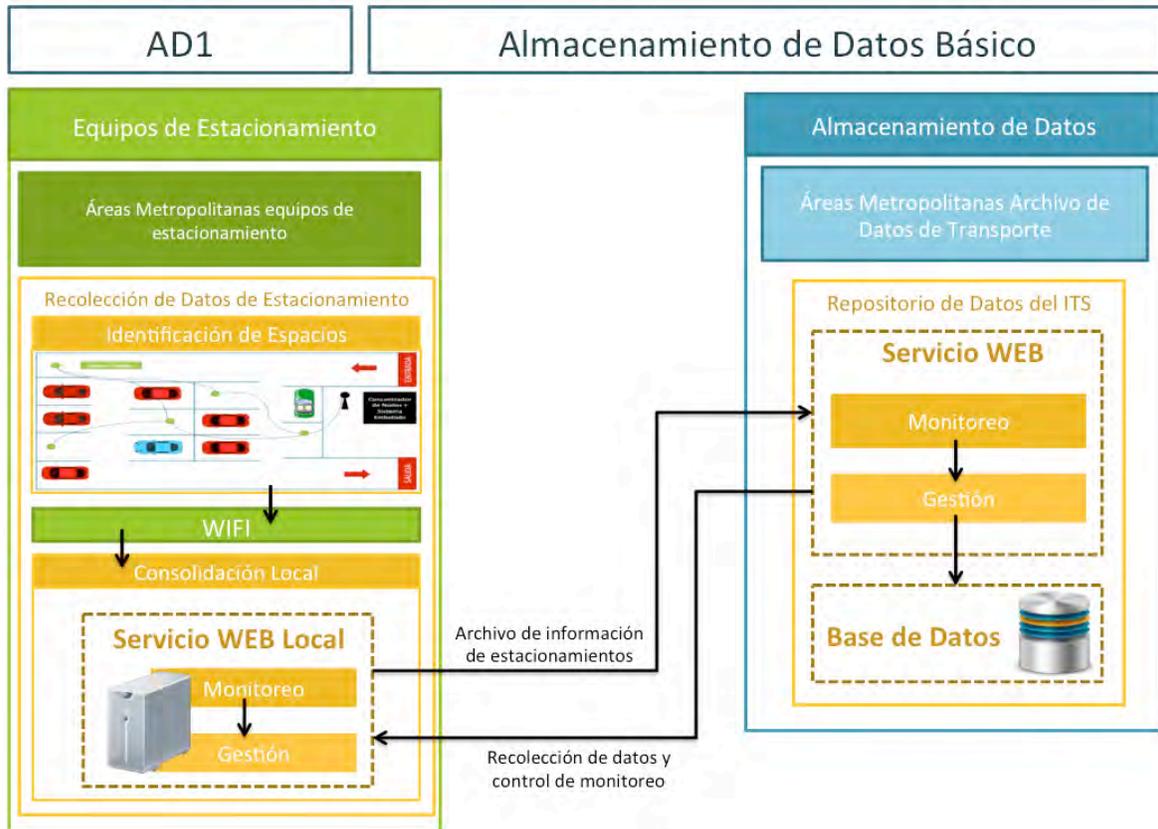


Imagen 59 Almacenamiento de datos básicos en gestión de estacionamientos
Fuente: Propia

5. RESULTADOS ESPERADOS

En el presente documento se ha presentado el desarrollo de una propuesta para el diseño e implementación de dos servicios basados en TIC que permitan mejorar la movilidad y el tránsito en la ciudad de Santiago de Cali. Para lograr cumplir con este objetivo se han desarrollado los pasos necesarios con los siguientes resultados.

Se realizó una revisión de planes y servicios a nivel nacional e internacional que permitieron identificar algunas soluciones que se pueden implementar en la ciudad y que se identificaron con características que permiten alinearse con los planes y proyectos Santiago de Cali.

Se identificaron planes y proyectos formulados por la Secretaría de Tránsito Municipal de Santiago de Cali tendientes a mejorar la movilidad y el tránsito en Santiago de Cali, estos dentro del Plan de Movilidad Urbano de la ciudad.

Se realizó la propuesta de dos servicios que, apoyados en las TIC y alineados con los planes y proyectos identificados, con el objetivo mejorar la movilidad y el tránsito en Santiago de Cali. Los dos servicios propuestos fueron el suministro de información al viajero y la gestión de estacionamientos como elementos de un sistema inteligente de transporte basados en la versión actual de la arquitectura nacional ITS colombiana y la arquitectura nacional ITS americana.

Para la propuesta de los dos servicios, se realizó el diseño de la infraestructura tecnológica que soporte la operación y gestión de los servicios propuestos. En este punto, se resalta que se contó con el apoyo de la empresa caleña IPInnovatech, la cual está desarrollando un dispositivo de bajo costo para la

recolección de información de la vía y un sistema de suministro de información al viajero.

6. CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO

El presente trabajo constituye un aporte importante para afrontar la problemática actual y futura de movilidad en la ciudad de Santiago de Cali. Problemática que, solamente hasta ahora, viene a ser atendida con directrices formales como el Plan de Movilidad Urbana.

A pesar, que la ciudad cuenta con soluciones e iniciativas con componente tecnológico, hasta el momento, no han sido desarrollados e implementados bajo los lineamientos de un formalismo (Una arquitectura de referencia basada en un estándar internacionalmente aceptado). Es ahí, donde se hace valioso que la ciudad tome como política institucional el apoyar el Plan de Movilidad Urbana y sus proyectos relacionados con los respectivos marcos de referencia en movilidad y particularmente en sistemas de transportes inteligentes.

Los marcos de referencia deben ser la guía que deben seguir las entidades encargadas de la planeación de la movilidad en las ciudades. Los marcos de referencia contemplan todos los posibles escenarios de soluciones que estén en pro de mejorar la movilidad, y a su vez, establecen las relaciones de información con los interesados de estas soluciones.

Colombia, cuenta con directrices de Gobierno para el tema de movilidad y tránsito, que las ciudades deben adoptar. Dentro de su propósito de dar herramientas a las ciudades para el manejo de este tema, ha desarrollado una primera aproximación a un sistema inteligente de transporte, que es la arquitectura nacional ITS Colombiana. La arquitectura nacional ITS Colombiana se ha formulado a partir de la americana, y aunque carece de muchas definiciones y guías que ayuden al despliegue de sistemas inteligentes de transporte en las ciudades, es un insumo muy importante en este camino de afrontar el tema de movilidad.

Las dos propuestas de servicios presentadas en este trabajo, han sido formuladas a partir de la arquitectura nacional ITS Colombiana y complementada con la americana, lo cual permite dar una formalidad a los dos servicios presentados. Los autores consideramos, que el gobierno nacional debería continuar el desarrollo de la infraestructura hasta lograr tener una versión completa y adaptada a nuestro entorno, y darle el respaldo para su aplicación en las ciudades colombianas.

La intencionalidad de los autores de la presente propuesta a futuro, es la que este trabajo sea un aporte e invitación a la formalización de un sistema de transporte inteligente en la ciudad, de tal forma que este fundamentado en la arquitectura nacional colombiana (la cual esperamos se complemente con los elementos que hacen falta y que si tiene la americana) y este alineada con el Plan de Movilidad Urbano, y mientras esto sucede, los servicios de movilidad que se desarrollen (soluciones e iniciativas), cumplan con este formalismo para poderse integrarse e inter operar en su momento.

A futuro, se espera que los acercamientos realizados con el Secretario de tránsito de la ciudad, y otros funcionarios de la alcaldía, la propuesta de investigación con Colciencias surgida a partir del presente trabajo, y el apoyo reciproco con IPnovatech, sirvan para desarrollo de nuevos trabajos en temas de movilidad, como es la aplicación de Big Data, computación en la nube, desarrollo de dispositivos de bajo costo, soluciones inteligentes e innovadoras que aporten a la construcción de un sistema inteligente de transporte para contar con una ciudad sostenible. Y que estos esfuerzos no se lleven de forma aislada, por lo contrario, de una manera integrada y concertada con los organismos de gobierno que tienen que ver con el tema.

BIBLIOGRAFÍA

- ¿En qué consiste la revitalización del centro ampliado de en Bogotá? (2014). Retrieved November 18, 2014, from <http://www.eru.gov.co/boletines/boletines-de-prensa/213-¿en-que-consiste-la-revitalizacion-del-centro-ampliado-en-bogota>
- ¿Qué es el Plan Nacional de Desarrollo? (n.d.). Retrieved November 18, 2014, from <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Que-es-el-Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>
- Administration, F. H., & Transportation, U. D. of. (1998). *ITS Implementation Strategy*, (September).
- Alawadhi, S., & Aldama-Nalda, A. (2012). *Building understanding of smart city initiatives. Electronic ...*, 40–53.
- Ana Luisa Flechas Camacho. (2006). *Movilidad y Transporte: Un Enfoque Territorial*. Retrieved June 10, 2014, from <http://es.scribd.com/doc/36218578/Movilidad-y-Transporte>
- Benítez, M. C., Molina, C. J., Hurtado, J. E. G., & Ospina, L. C. M. (2013). Informe Final Estudio de actualización de Oferta y Demanda del Estacionamiento y Formulación de Plan Piloto en la Zona del Centro Global.
- Cali contará con un sistema de movilidad sostenible. (2014). Retrieved July 18, 2014, from [http://www.findeter.gov.co/publicaciones/cali_contara_con_un_sistema_de_movilidad_sostenible_\(sabado__5_de_abril\)_pub](http://www.findeter.gov.co/publicaciones/cali_contara_con_un_sistema_de_movilidad_sostenible_(sabado__5_de_abril)_pub)

- Caliskan, M., Graupner, D., & Mauve, M. (2006). *Decentralized discovery of free parking places. Proceedings of the 3rd International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks - VANET '06*, 30. doi:10.1145/1161064.1161070
- Callataÿ, C. H., & Svanfeldt, C. (2011). *Ciudades del Mañana - Retos, visiones y caminos a seguir*. doi:10.2776/5206
- Cámaras de fotodetección - SIMM. (n.d.). Retrieved November 18, 2014, from <http://www.medellin.gov.co/SIMM/index.php/11-sistema-inteligente-de-movilidad/1-camaras-de-fotodeteccion>
- Campo, A. N. del. (2012). *Proyectos : Préstamo para Políticas de Desarrollo (DPL) sobre Ciudades Productivas y Sostenibles | El Banco Mundial*. Retrieved June 26, 2014, from <http://www.bancomundial.org/projects/P130972/productive-sustainable-cities-development-policy-loan?lang=es>
- Cano, J. L. (2014). *Big Data: usos y aplicaciones para su máximo aprovechamiento*. Retrieved November 18, 2014, from <http://www.harvarddeusto.com/articulo/Big-Data-usos-y-aplicaciones-para-su-maximo-aprovechamiento>
- CEPAL - Información general. (n.d.).
- Cerca de \$20.000 millones se invertirán en tecnología para la movilidad en Cali. (2013). Retrieved June 16, 2014, from <http://www.elpais.com.co/elpais/cali/noticias/cerca-20000-millones-invertiran-tecnologia-para-movilidad-cali>
- Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., ... Scholl, H. J. (2012). *Understanding Smart Cities: An Integrative Framework*. In *2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 2289–2297). IEEE. doi:10.1109/HICSS.2012.615

- Comunicaciones, M. de T. y. (2014). Desarrollo de la Arquitectura y Plan de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) de Perú.
- Consulting, D. and L. (2013). *City of Toronto Congestion Management Plan*, (October 2013).
- ConSysTec, & Fleming, G. (2010a). Actores ITS / Arquitectura Colombiana, 1–4.
- ConSysTec, & Fleming, G. (2010b). Descripción de los Subsistemas ITS / Arquitectura Colombiana, 1–6.
- ConSysTec, & Fleming, G. Y. M. (2010c). Arquitectura Nacional ITS de Colombia. Retrieved from <http://www.consystec.com/colombia/web/index.htm>
- Copenhagen Wheel, sensorización y sostenibilidad - ESMARTCITY. (2014). Retrieved November 20, 2014, from <https://www.esmartcity.es/articulos/copenhagen-wheel-sensorizacion-y-sostenibilidad>
- Cotton, B. (2013). *Intelligent Urban Transportation Predicting , Managing , and Integrating Traffic Operations in Smarter Cities. A Frost & Sullivan White Paper*.
- Cultura Ciudadana. (2014). Retrieved June 10, 2014, from http://www.cali.gov.co/publicaciones/cultura_ciudadana_pub
- David Pearson. (2013). *IMPACT STUDY ON INTELLIGENT MOBILITY*.  *innovITS*, (April).
- El Banco Mundial realizó con el apoyo del MinTIC proyecto piloto de Ciudades Inteligentes en el país. (2013).

- El Plan Vive Digital - MINTIC - Vive Digital. (2010). Retrieved July 22, 2014, from <http://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-propertyvalue-6106.html>
- Figueiredo, L., Jesus, I., Machado, J. A. T., Ferreira, R., & Carvalho, J. L. M. De. (2001). *Towards the Development of Intelligent Transportation Systems*, (81).
- Gayá, R., & Campos, R. (2009). La brecha en el crecimiento de la infraestructura de transporte y el comercio de américa latina. *Boletín FAL*, (276), 8–11.
- González, A. G. (2014a). DHT22: Sensor de humedad/temperatura de precisión para Arduino. Retrieved November 18, 2014, from <http://panamahitek.com/dht22-sensor-de-humedadtemperatura-de-precision-para-arduino/>
- González, A. G. (2014b). Módulo YL-83: Un detector de lluvia - Panama Hitek. Retrieved November 20, 2014, from <http://panamahitek.com/modulo-yl-83-un-detector-de-lluvia/>
- Goulet, R. (2012). *Desarrollo urbano integrado y sostenible en las ciudades latinoamericanas y caribeñas*. doi:10.2776/57026
- Hacienda, M. C.-M. de, Justicia, A. G. M.-M. de, & Transporte, C. A. C.-M. de. (2013). Ley 1682 de 2013.
- Historia | Transmilenio. (2013). Retrieved November 16, 2014, from <http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/historia>
- Jeffrey, J., Patil, R. G., Kumar, S., Narahari, K., Bapat, J., & Das, D. (2012). *Smart Parking System using Wireless Sensor Networks*, 306–311.
- Jiménez, D. C. (2013). Población mundial crecerá hasta los 9.731 millones de personas en 2050 - El Colombiano. Retrieved July 16, 2014, from http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/P/poblacion_mundial_crece

ra_hasta_los_9731_millones_de_personas_en_2050/poblacion_mundial_crecera_hasta_los_9731_millones_de_personas_en_2050.asp

Kutsuplus, transporte bajo demanda para viajeros en Helsinki - ESMARTCITY. (2014). Retrieved November 18, 2014, from https://www.esmartcity.es/articulos/kutsuplus-transporte-bajo-demanda-para-viajeros-en-helsinki?utm_medium=Newsletter&utm_source=1401

Lee, M. E. M., Bridges, L., Johnson, D., & Yee, B. (2005). *SFMTA Strategic Plan*.

Ley 1341 de 2009. (2009).

Lic. Bellagamba, F. E. A. (2002). La Ciudad como Concepto Cambiante. Retrieved June 16, 2014, from <http://www.instituto127.com.ar/Espacio127/08/n8nota06.htm>

Manrique, D. (2014). Documentos de la propuesta de revisión y ajuste del POT de Cali 2014. Retrieved June 26, 2014, from http://www.cali.gov.co/publicaciones/documentos_de_la_propuesta_de_revisi_n_y_ajuste_del_pot_de_cali_2013_pub

Mauricio Facio Lince Prada, D., & Martha Lucía Suárez Gómez, S. de M. (2009). *Plan Maestro de Movilidad para la región metropolitana del Valle de Aburrá* (p. 400). Medellín.

MEMSIC, Inc - *Wireless Sensor Networks*. (2008). Retrieved November 18, 2014, from <http://www.memsic.com/wireless-sensor-networks/>

Metro de Medellín - Nuestra historia. (2014). Retrieved November 18, 2014, from https://www.metrodemedellin.gov.co/informe2011/index.php?option=com_content&view=featured&Itemid=271

- Mockus, A. (1995). Plan de Desarrollo Económico, Social y de Obras Públicas para Santa fe de Bogotá D.C 1995 - 1998 (Formar Ciudad).
- Mockus, A., Bramberg, P., Londoño, R., Claudia Peñaranda, Castro, C., & Sánchez, E. (2004). GUÍA PRÁCTICA DE CULTURA CIUDADANA, 1–66.
- Morales, G. E. (2012). CALI EN CIFRAS - 2011.
- Moreno Herrera, L. L., & Gutierrez Sanchez, A. (2012). Ciudades Inteligentes : Oportunidades para generar soluciones sostenibles. *InteracTIC*, 28.
- Movilidad en Cali no mejora - Mi Ciudad - ADN. (2014). Retrieved June 18, 2014, from <http://diarioadn.co/cali/mi-ciudad/movilidad-en-cali-no-mejora-1.108431>
- Moxa Wireless Embedded Computers W321. (2008). Retrieved November 20, 2014, from <http://www.moxa.com/product/W321.htm>
- Municipal, C. A. (2014). Plan de movilidad segura de medellín 2014-2020 (pmsm 2014-2020), 2020.
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). *Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. Cities*, 38, 25–36. doi:10.1016/j.cities.2013.12.010
- Niño, M. M., Martínez, M. M. N. M. C. G. F. A. Z. J. M. D. G. R., Barrero, J. M., & Montealegre, J. A. A. A. D. M. E. R. G. D. (2010). Movilizando el transporte con tecnología. *RCT*.
- Olaya, A. L. E. de, Saa, D. Z., Gómez, Y. A. R., & Bolaños, M. A. (2012). Plan de Desarrollo - Municipio de Santiago de Cali 2012 - 2015.
- Pineda, O. D. G. (2002). Regimen jurídico del tránsito en Colombia - Código nacional de tránsito terrestre.

Plan de Movilidad 2008 - 2011. (2008). Retrieved June 10, 2014, from http://www.medellin.gov.co/transito/plan_movilidad.html

Plan de Movilidad Sostenible de Santander - Febrero 2010. (2010).

Plan Integral de Movilidad Urbana PIMU – Visión 2022 : Introducción y avances del proyecto. (2014).

Plan Vive Digital - Introducción. (2010).

Planeación | ¿Quiénes somos? (2010). Retrieved November 18, 2014, from http://www.cali.gov.co/fomento/publicaciones/planeacin_quines_somos_pub

Plazas, Z. L. C. (2014). Menos del 3 % de los vehículos tiene cupo en los parqueaderos de Cali - diario El Pais. Retrieved October 20, 2014, from <http://www.elpais.com.co/elpais/cali/noticias/menos-3-vehiculos-tiene-cupo-parqueaderos-cali>

Quiénes Somos - ¿Qué es el Banco Mundial? (2003). Retrieved November 18, 2014, from <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/BANCOMUNDIAL/QUIENESSOMOS/0,,contentMDK:20142933~menuPK:60000127~pagePK:64057863~piPK:242674~theSitePK:263702,00.html>

Quintero, L. F. H. (2011). Modelo de Prestación de Servicios ITS de Valor Agregado. Aplicación a los Sistemas de Gestión de Aparcamiento.

Rivera, R. M. (2003). Estudio sobre la distribución espacial de la población en Colombia. *Población Y Desarrollo - CEPAL*, (48), 67.

San Francisco General Plan :: Transportation. (2005). Retrieved June 16, 2014, from http://www.sf-planning.org/ftp/general_plan/l4_Transportation.htm#TRA_GEN_1_2

SANTACRUZ, D. M. G., & ESPITIA, A. G. (2013). ARQUITECTURA PARA LA GESTIÓN DE SERVICIOS ADMINISTRADOS DE TECNOLOGÍA. Retrieved November 21, 2014, from http://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/76277/1/arquitectura_gestion_servicios.pdf

Schwab, K., & Sala-i-Martin, X. (2013). *The Global Competitiveness Report*.

Secretaría de Movilidad de Bogotá. (n.d.). Retrieved November 18, 2014, from <http://www.movilidadbogota.gov.co/>

Team, A. D. (2012). *National ITS Architecture Service Packages*, (January).

Transportation, D. of. (2006). *Regional ITS Architecture Guidance Document*, 261.

Transportation, S. D. of. (2010). *ITS Strategic Plan 2010 to 2020*.

Transporte, M. de. (n.d.). Semáforos.

Tyler, N., Ramírez, C., & Galarza, D. C. (2012). La movilidad urbana en Colombia y el Reino Unido: Marco de actuación , políticas y potencial de fortalecimiento.

Williams, B. (2008). *Intelligent Transport Systems Standards* (p. 878).

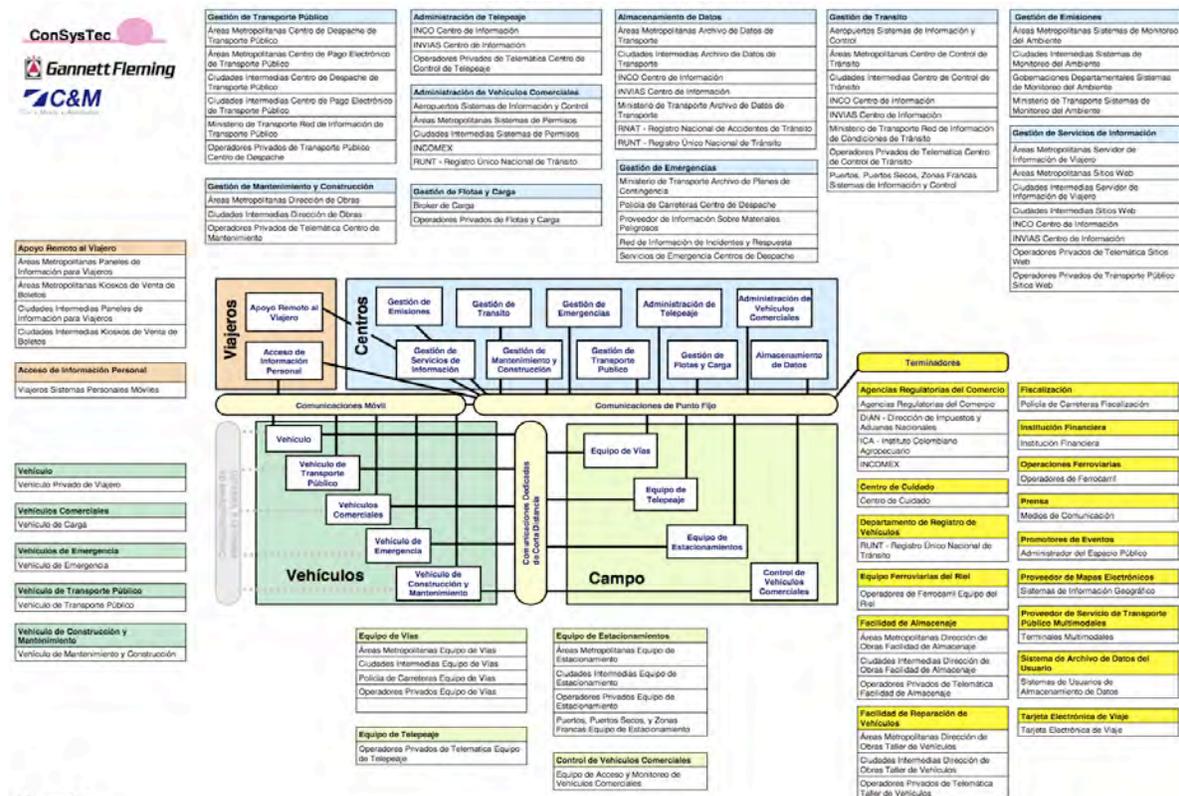
Yokota, T., & Weiland, R. J. (2004). *ITS System Architectures For Developing Countries*.

Zegras, P. C. (2005). *Sustainable Urban Mobility: Exploring the Role of the Built Environment*.

ANEXOS

Anexo 1 Arquitectura Nacional Colombiana

Los siguientes documentos de la arquitectura se pueden encontrar en la siguiente pagina Web: <http://www.consystec.com/colombia/web/index.htm>



14 junio 2010

Los Actores son:

Actor
Administradores e Inspectores de Vehículos Comerciales
Aerocivil - Aeronáutica Civil de Colombia
Áreas Metropolitanas
Áreas Metropolitanas - Agencias de Transporte Masivo

Áreas Metropolitanas - Secretarías y/o Departamentos Administrativos de Tránsito y Transporte o Movilidad
Áreas Metropolitanas - Servicios de Emergencias
Ciudades Intermedias
Gobernaciones Departamentales
INCO - Instituto Nacional de Concesiones
INVIAS - Instituto Nacional de Vías
Ministerio de Transporte
Operadores Privados - Concesionarios de infraestructura de transporte en vías, aeropuertos, puertos o ferrocarriles
Operadores Privados - Entidades encargadas de trámites de tránsito y transporte
Operadores Privados - Movimiento de Carga
Operadores Privados - Transporte Público
Policía de Carreteras
Puertos, Puertos Secos, y Zonas Francas
Red de Sistemas de Concesionarias
Sistemas No ITS
Superintendencia de Transporte
Vehículos ITS
Viajeros Privados

Elementos de la Arquitectura Colombiana

Elemento ITS	Descripción
Administrador del Espacio Público	Oficina responsable para eventos públicos en ciudades y áreas metropolitanas.
Aeropuertos Sistemas de Información y Control	Sistemas de información y de los ITS relacionada con el aspecto terrestre en los aeropuertos.
Agencias Regulatorias del Comercio	Servicio agrícola ganadero, servicio de impuestos internos, servicio de salud, servicio general de aduana.
Áreas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte	Archivo de datos de transporte a nivel area metropolitana. Incluye tránsito, transporte público, e información sobre el ambiente.
Áreas Metropolitanas Centro de Control de Tránsito	Centro de control de tránsito - incluyen sistemas de control de semáforos, paneles dinámicos, detección, cámaras, y sensores del ambiente.
Áreas Metropolitanas Centro de Despache de Transporte Público	Centros de despache del transporte público con interfaz a vehículos, kioskos, e sistemas de difusión de información para pasajeros.
Áreas Metropolitanas Centro de Pago Electrónico de Transporte Público	Centro administrativo de pago electrónico de tarifas de transporte público.
Áreas Metropolitanas Dirección de Obras	Sistemas ITS en las agencias responsable por el mantenimiento y construcción de carreteras en las

	áreas metropolitanas.
Áreas Metropolitanas Dirección de Obras Facilidad de Almacenaje	Facilidades de almacenaje de equipo y materiales en las áreas metropolitanas.
Áreas Metropolitanas Dirección de Obras Taller de Vehículos	Talleres de vehículos de mantenimiento y construcción en las áreas metropolitanas.
Áreas Metropolitanas Equipo de Estacionamiento	Representa equipo de campo para control, colección, y deseminación de información y pago electrónico de estacionamientos en áreas metropolitanas.
Áreas Metropolitanas Equipo de Vías	Equipo de campo - incluyen controladores de semáforos, paneles dinámicos, detección, cámaras, y sensores del ambiente.
Áreas Metropolitanas Kioskos de Venta de Boletos	Sistemas de apoyo remoto de viajeros para venta de boletos de pasaje e punto de información sobre viajes en ruta.
Áreas Metropolitanas Paneles de Información para Viajeros	Sistemas de mensajes variables en estaciones y paraderos de transporte público.
Áreas Metropolitanas Servidor de Información de Viajero	Servidor con rol de agregar información de varios operadores de transporte público para difusión en sistemas de apoyo remoto para viajeros y pasajeros (ej., paneles dinámicos en los paraderos de transporte público).
Áreas Metropolitanas Sistemas de Monitoreo del Ambiente	Sistema de información sobre el ambiente de las áreas metropolitanas. Incluye, información sobre emisiones de vehículos y otros aspectos del ambiente que se puede colectar con sensores parte de un ITS.
Áreas Metropolitanas Sistemas de Permisos	Sistemas de administración de permisos de áreas metropolitanas.
Áreas Metropolitanas Sitios Web	Sitio web o sistemas servidor de información para viajeros. Contenido incluye información sobre condiciones de tráfico, construcción, e incidentes. También incluye información sobre operación (horarios, proximo bus, etc.) del transporte público.
Broker de Carga	Broker de carga responsable de cierta porción de información relacionada con el movimiento de carga.
Centro de Cuidado	Hospitales y otros centros de cuidado.
Ciudades Intermedias Archivo de Datos de Transporte	Archivo de datos de transporte a nivel area metropolitana. Incuye tránsito, transporte público, e información sobre el ambiente.
Ciudades Intermedias Centro de Control de Tránsito	Centro de control de tránsito - incluyen sistemas de control de semáforos, paneles dinámicos, detección, cámaras, y sensores del ambiente.
Ciudades Intermedias Centro de Despache de Transporte Público	Centros de despache del transporte público con interfaz a vehículos, kioskos, e sistemas de

	difusión de información para pasajeros.
Ciudades Intermedias Centro de Pago Electrónico de Transporte Público	Centro administrativo de pago electrónico de tarifas de transporte público.
Ciudades Intermedias Dirección de Obras	Sistemas ITS en las agencias responsable por el mantenimiento y construcción de carreteras en la ciudades intermedias.
Ciudades Intermedias Dirección de Obras Facilidad de Almacenaje	Facilidades de almacenaje de equipo y materiales en las ciudades intermedias.
Ciudades Intermedias Dirección de Obras Taller de Vehículos	Talleres de vehículos de mantenimiento y construcción en las ciudades intermedias.
Ciudades Intermedias Equipo de Estacionamiento	Representa equipo de campo para control, colección, y deseminación de información y pago electrónico de estacionamientos en ciudades intermedias.
Ciudades Intermedias Equipo de Vías	Equipo de campo - incluyen controladores de semáforos, paneles dinámicos, detección, cámaras, y sensores del ambiente.
Ciudades Intermedias Kioskos de Venta de Boletos	Sistemas de apoyo remote de viajeros para venta de boletos de pasaje e punto de información sobre viajes en ruta.
Ciudades Intermedias Paneles de Información para Viajeros	Sistemas de mensajes variables en estaciones y paraderos de transporte público.
Ciudades Intermedias Servidor de Información de Viajero	Servidor con rol de agregar información de varios operadores de transporte público para difusión en sistemas de apoyo remote para viajeros y pasajeros (ej., paneles dinámicos en los paraderos de transporte público).
Ciudades Intermedias Sistemas de Monitoreo del Ambiente	Sistema de información sobre el ambiente de las ciudades intermedias. Incluye, información sobre emisiones de vehículos y otros aspectos del ambiente que se puede colectar con sensores parte de un ITS.
Ciudades Intermedias Sistemas de Permisos	Sistemas de administración de permisos de ciudades intermedias.
Ciudades Intermedias Sitios Web	Sitio web o sistemas servidor de información para viajeros. Contenido incluye información sobre condiciones de tráfico, construcción, e incidentes. También incluye información sobre operación (horarios, proximo bus, etc.) del transporte público.
DIAN - Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales	Agencia regulatoria sobre aduana nacional.
Equipo de Acceso y Monitoreo de Vehículos Comerciales	Sistemas en el campo usados para inspección de carga, conductor, y vehículos comerciales.
Gobernaciones Departamentales Sistemas de Monitoreo del Ambiente	Archivo de datos regional sobre el ambiente. Incluye, información sobre emisiones de vehículos y otros aspectos del ambiente que se puede colectar con sensores parte de un ITS.

ICA - Instituto Colombiano Agropecuario	Agencia regulatoria sobre movimiento de carga agropecuario.
INCO Centro de Información	Sistemas centrales de información sobre concesiones de la INCO.
INCOMEX	Permisos de carga restringidas y peligrosas.
Institución Financiera	Instituciones financieras y bancarias.
INVIAS Centro de Información	Sistemas centrales de información sobre la vías de INVIAS.
Medios de Comunicación	Sistemas de comunicaciones de los medios de comunicaciones (periodicos, radio, etc.)
Ministerio de Transporte Archivo de Datos de Transporte	Archivo de datos de transporte a nivel nacional. Incluye tránsito, transporte público, información sobre el ambiente, e movimiento de carga y las operaciones en los puertos, aeropuertos, antepuertos, y zonas francas.
Ministerio de Transporte Archivo de Planes de Contingencia	Archivos electrónicos de planes de contingencia usados para coordinar actividades durante incidentes y emergencias grandes.
Ministerio de Transporte Red de Información de Condiciones de Tránsito	Red regional o nacional de intercambio de información de centros de control de tránsito.
Ministerio de Transporte Red de Información de Transporte Público	Red regional o nacional de intercambio de información de centros de control de transporte público. Incluye intercambio de información sobre horarios, adherencia del horario, y AVL.
Ministerio de Transporte Sistemas de Monitoreo del Ambiente	Archivo de datos nacional sobre el ambiente. Incluye, información sobre emisiones de vehículos y otros aspectos del ambiente que se puede coleccionar con sensores parte de un ITS.
Ministerio de Transporte Sistemas de Permisos	Sistemas de administración de permisos.
Operadores de Ferrocarril	Operadores del sistema de transporte via ferrocarril.
Operadores de Ferrocarril Equipo de Riel	Equipo ferroviaria del riel.
Operadores Privados de Flotas y Carga	Empresas privadas que operan flotas de movimiento de carga.
Operadores Privados de Telemática Centro de Control de Telepeaje	Sistemas centrales para procesar pago electrónico.
Operadores Privados de Telemática Centro de Control de Tránsito	Centro de control de tránsito - incluyen sistemas de control de paneles dinámicos, detección, cámaras, y sensores del ambiente.
Operadores Privados de Telemática Centro de Mantenimiento	Sistemas ITS en las agencias responsable por el mantenimiento y construcción de carreteras de concesionarios.
Operadores Privados de Telemática Equipo de Estacionamiento	Representa equipo de campo para control, coleccion, y desiminación de información y pago

	electrónico de estacionamientos en las concesiones.
Operadores Privados de Telemática Equipo de Telepeaje	Equipo de campo para procesar pago electrónico.
Operadores Privados de Telemática Equipo de Vías	Equipo de campo - incluyen controladores de semáforos, paneles dinámicos, detección, cámaras, y sensores del ambiente.
Operadores Privados de Telemática Facilidad de Almacenaje	Facilidades de almacenaje de equipo y materiales en las concesiones.
Operadores Privados de Telemática Sitios Web	Empresas privadas que proveen servicios de telemática.
Operadores Privados de Telemática Talleres de Vehículos	Talleres de vehículos de mantenimiento y construcción en las concesiones.
Operadores Privados de Transporte Público Centro de Despache	Centros de despache del transporte público con interfaz a vehículos, kioskos, e sistemas de difusión de información para pasajeros.
Operadores Privados de Transporte Público Sitios Web	Sitio web o sistemas servidor de información para pasajeros. Contenido incluye información sobre operación (horarios, proximo bus, etc.) del transporte público.
Policía de Carreteras Centro de Despache	Encargados de despache de personal para ayuda al público.
Policía de Carreteras Equipo de Vías	Equipo de campo para uso de seguridad humana, vigilancia, y de fiscalización.
Policía de Carreteras Fiscalización	Reponsables de fiscalización.
Proveedor de Información Sobre Materiales Peligrosos	Organizaciones que proveen información sobre materiaes peligrosos y su tratamiento.
Puertos, Puertos Secos, Zonas Francas Equipo de Estacionamiento	Representa equipo de campo para control, colección, y desiminación de información y pago electrónico de estacionamientos en los puertos, puertos secos, y zonas francas e industriales.
Puertos, Puertos Secos, Zonas Francas Sistemas de Información y Control	Sistemas de administración de los ITS incluyendo: control y monitoreo de tráfico, vehículos comerciales, archivos de datos, y permisos en los puertos, puertos secos, y zonas francas e industriales.
Red de Informacion de Incidentes y Respuesta	Red para el intercambio de Información dobre incidentes de tránsito y respuesta.
RNAT - Registro Nacional de Accidentes de Tránsito	Archivo de datos nacional sobre incidentes de tránsito.
RUNT - Registro Único Nacional de Tránsito	Registro nacional de vehículos.
Servicios de Emergencia Centro de Despache	Centros de despache de personal y vehículos de emergencia.
Sistemas de Información Geográfico	Sistemas de representación de información en mapas, incluyendo información de los ITS.
Sistemas de Usuarios de	Sistemas con interfaz a sistemas de archivos de

Almacenamiento de Datos	datos uso por usuarios de la información en esos archivos.
Tarjeta Electrónica de Viaje	Tarjeta electrónica de viaje usada para pago automatizado de servicios ITS.
Terminales Multimodales	Este elemento representa terminales marítimos, aeropuertos, ferrocarril, bus, de transporte de pasajeros donde hay cambio de modo de transporte a carreteras.
Vehículo de Carga	Vehículos de transporte de mercancías.
Vehículo de Emergencia	Vehículos de emergencias (incluyendo ambulancias, bomberos, y policía).
Vehículo de Mantenimiento y Construcción	Vehículos de mantenimiento y construcción de carreteras.
Vehículo de Transporte Público	Vehículos de transporte público incluye buses, BRT, y de transporte masivo.
Vehículo Privado de Viajero	Vehículos privados de personas.
Viajeros Sistemas Personales Móviles	Sistemas personales de viajeros - equipos de computación móviles.

Los paquetes de Servicio de la arquitectura

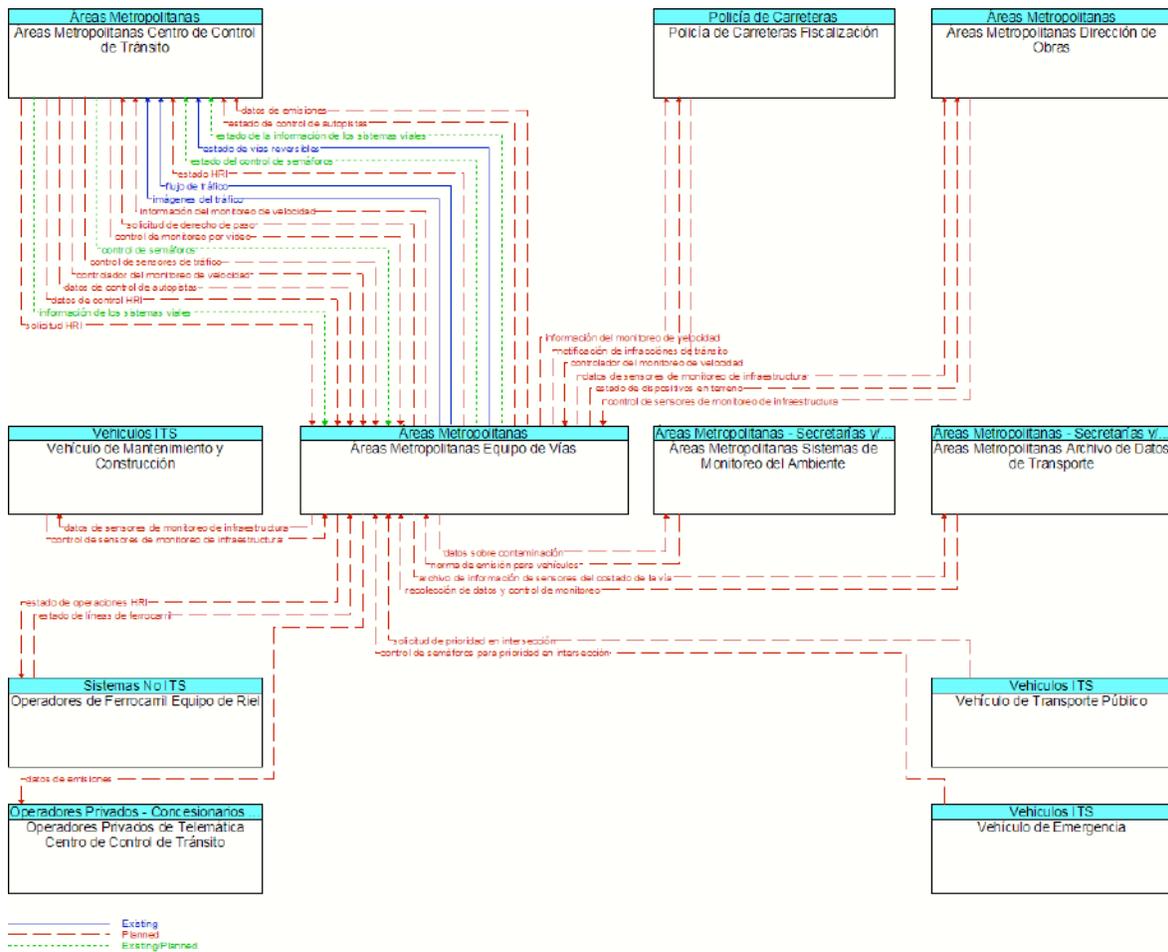
Área Funcional	Paquete de Servicio	Nombre
Administración de Almacenamiento de Datos	AD1	Almacenamiento de Datos Básico
Administración de Almacenamiento de Datos	AD3	Almacén de Datos Virtual ITS
Gestión de Emergencias	EM1	Respuesta a Emergencias
Gestión de Emergencias	EM2	Ruteo a Vehículos de Emergencia
Gestión de Mantenimiento y Construcción	MC01	Monitoreo de Vehículos de Mantenimiento y Construcción
Gestión de Mantenimiento y Construcción	MC02	Mantenimiento de Vehículos de Mantenimiento y Construcción
Gestión de Mantenimiento y Construcción	MC07	Mantenimiento y Construcción de Carreteras
Gestión de Mantenimiento y Construcción	MC10	Coordinación de Actividades de Mantenimiento y Construcción
Gestión de Transito	ATMS01	Monitoreo de la Red
Gestión de Transito	ATMS16	Gestión de Estacionamientos
Gestión de Transito	ATMS03	Sistemas de Control de Tránsito
Gestión de Transito	ATMS04	Sistemas de Control de Autopistas
Gestión de Transito	ATMS06	Difusión de Información de Tránsito
Gestión de Transito	ATMS07	Control de Tránsito Regional
Gestión de Transito	ATMS08	Gestión de Incidentes

Gestión de Transito	ATMS10	Pago Electrónico de Peaje
Gestión de Transito	ATMS11	Gestión y Monitoreo de Emisiones
Gestión de Transito	ATMS13	Cruce de Ferrocarril Estándar a Nivel
Gestión de Transito	ATMS18	Gestión de Vías Reversibles
Gestión de Transito	ATMS19	Monitoreo de Velocidad
Gestión de Transporte Público	ATIS1	Difusión de Información al Viajero
Gestión de Transporte Público	APTS1	Sistema de Seguimiento de Vehículos de Transporte Publico
Gestión de Transporte Público	APTS2	Operaciones de Rutas Fijas de Transporte Público
Gestión de Transporte Público	APTS3	Respuesta a la Demanda en Operaciones de Transporte Público
Gestión de Transporte Público	APTS4	Gestión de Tarifas y Pasajeros del Transporte Público
Gestión de Transporte Público	APTS5	Servicios de Seguridad para el Transporte Público
Gestión de Transporte Público	APTS6	Servicio de Mantenición para el Transporte Público
Gestión de Transporte Público	APTS7	Coordinación Multi-modal
Gestión de Transporte Público	APTS8	Información al Usuario de Transporte Público
Gestión de Transporte Público	ATIS2	Información Interactiva al Viajero
Gestión de Vehículos Comerciales	CVO01	Gestión de Flotas
Gestión de Vehículos Comerciales	CVO02	Gestión de Cargas
Gestión de Vehículos Comerciales	CVO03	Aduana Electrónica
Gestión de Vehículos Comerciales	CVO04	Proceso Administrativo de Vehículos Comerciales
Gestión de Vehículos Comerciales	CVO05	Aduana Electrónica de Paso Fronterizo
Gestión de Vehículos Comerciales	CVO06	Peso en Movimiento
Gestión de Vehículos Comerciales	CVO07	Seguridad de Vehículos Comerciales
Gestión de Vehículos Comerciales	CVO08	Seguridad de Carga
Gestión de Vehículos Comerciales	CVO09	Mantenimiento de Flotas
Gestión de Vehículos Comerciales	CVO10	Gestión de Materiales Peligrosos

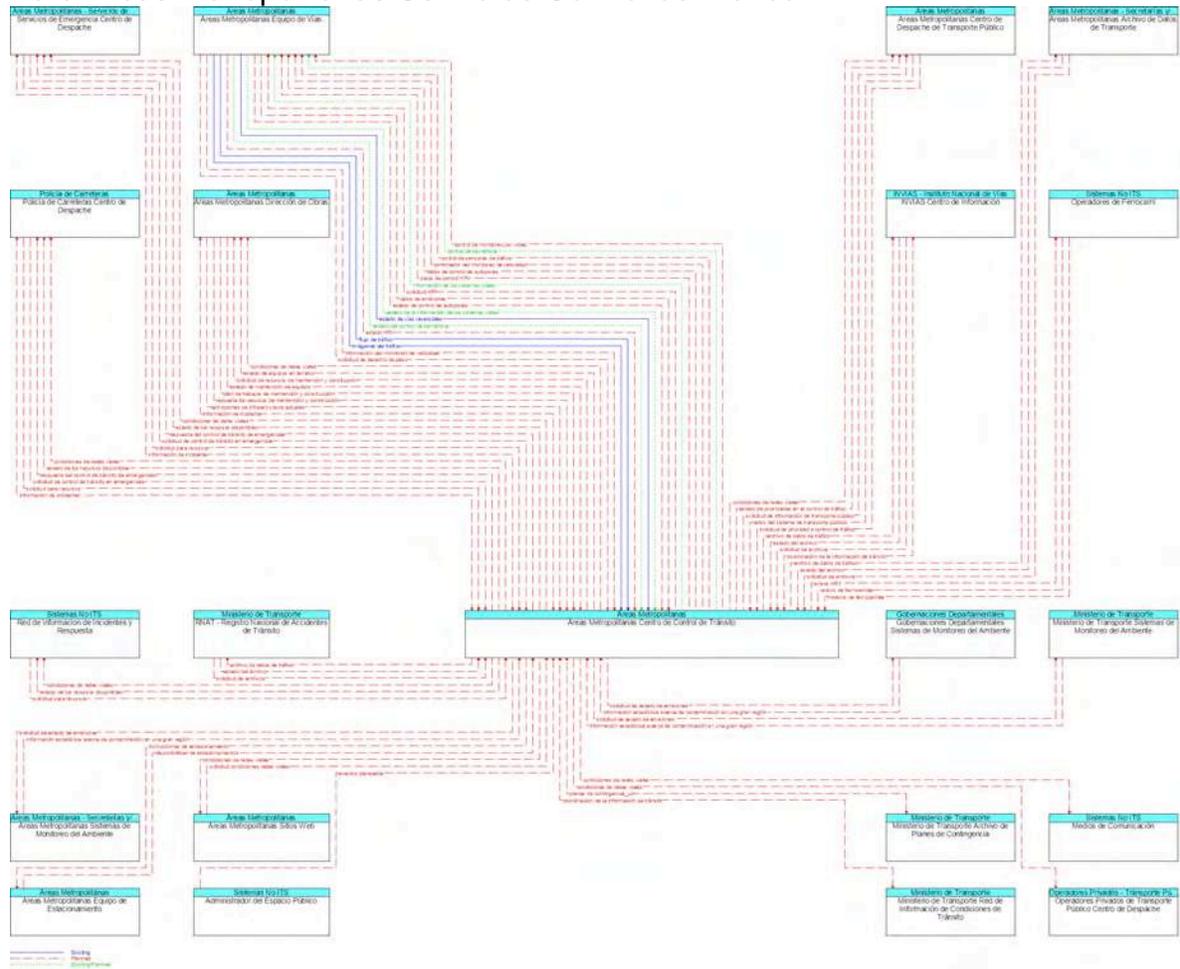
Anexo 2 Diagramas de Contexto - Arquitectura Colombiana

Los siguientes diagramas de la arquitectura se pueden encontrar en la siguiente pagina Web: <http://www.consystem.com/colombia/web/index.htm>

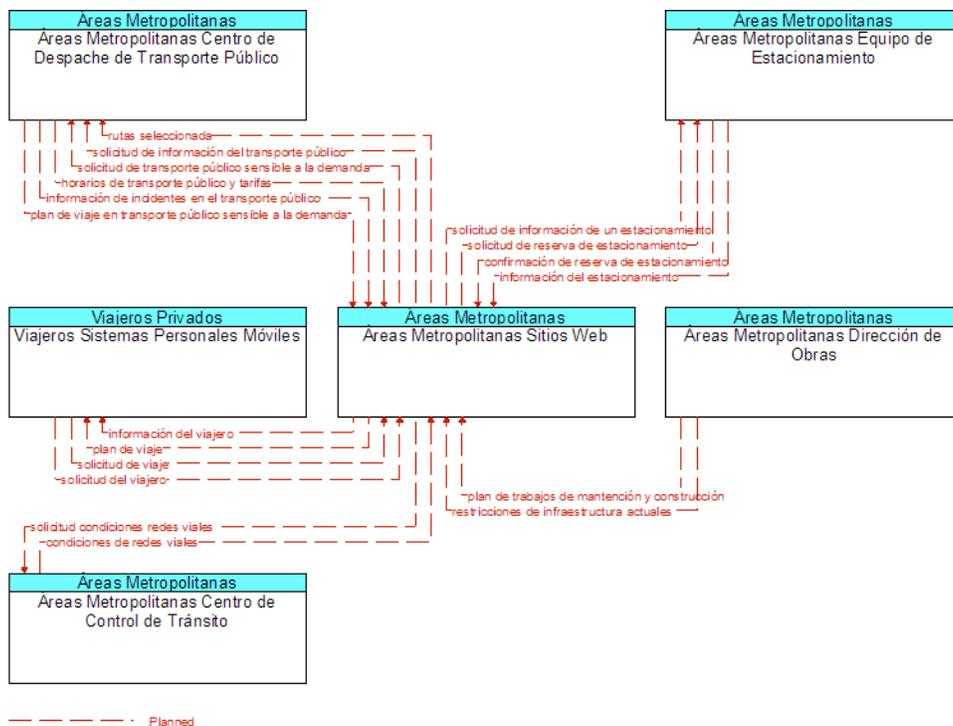
Para Áreas Metropolitanas Equipo de vías



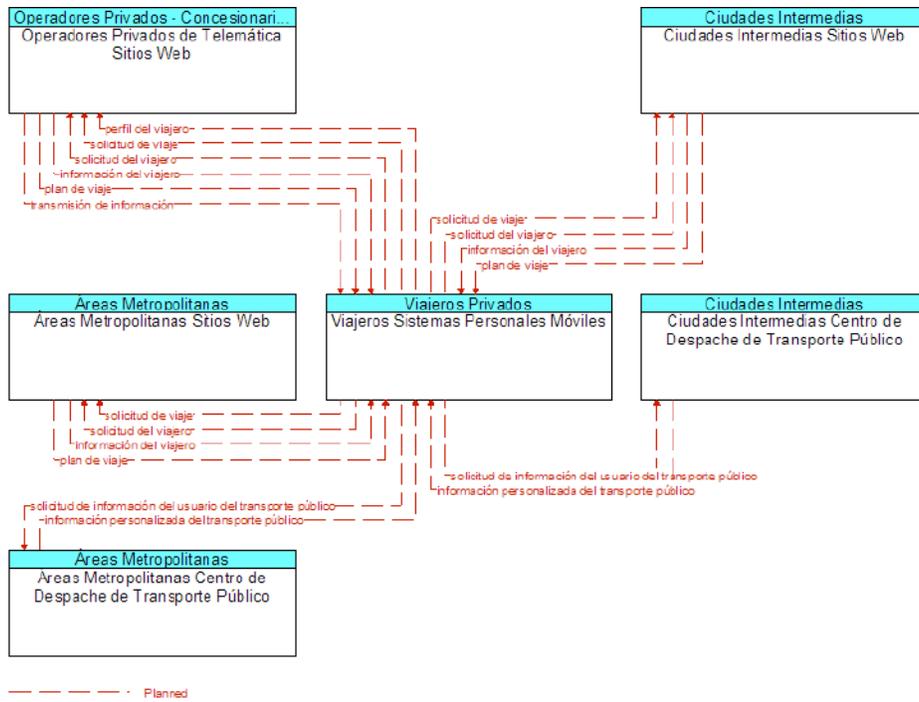
Para Areas Metropolitanas Centro de Control de Trafico



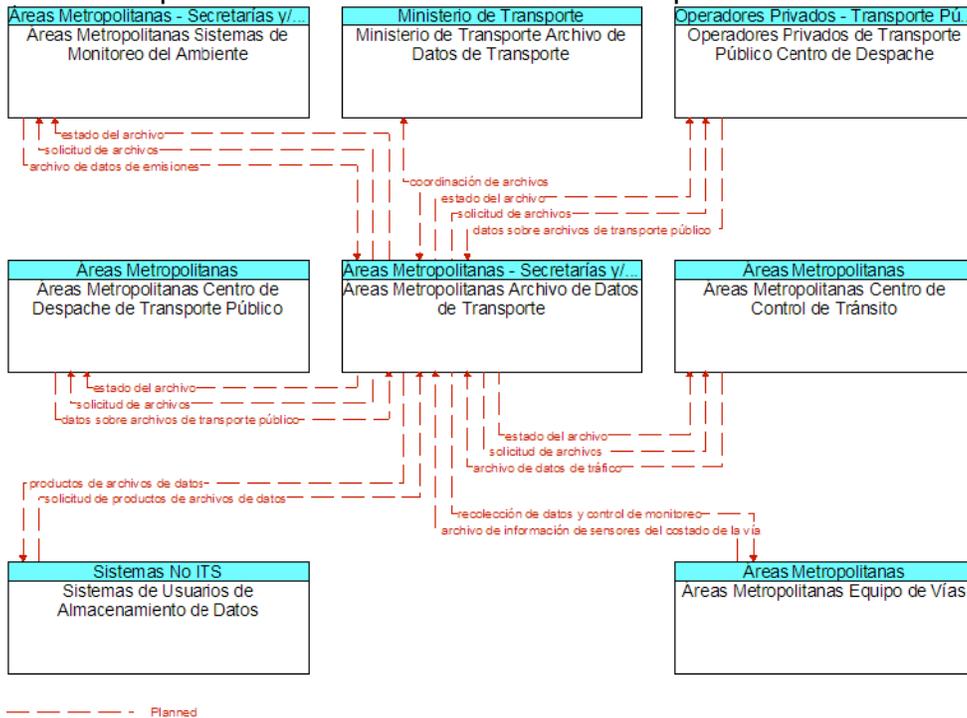
Para Areas Metropolitanas Sitios Web



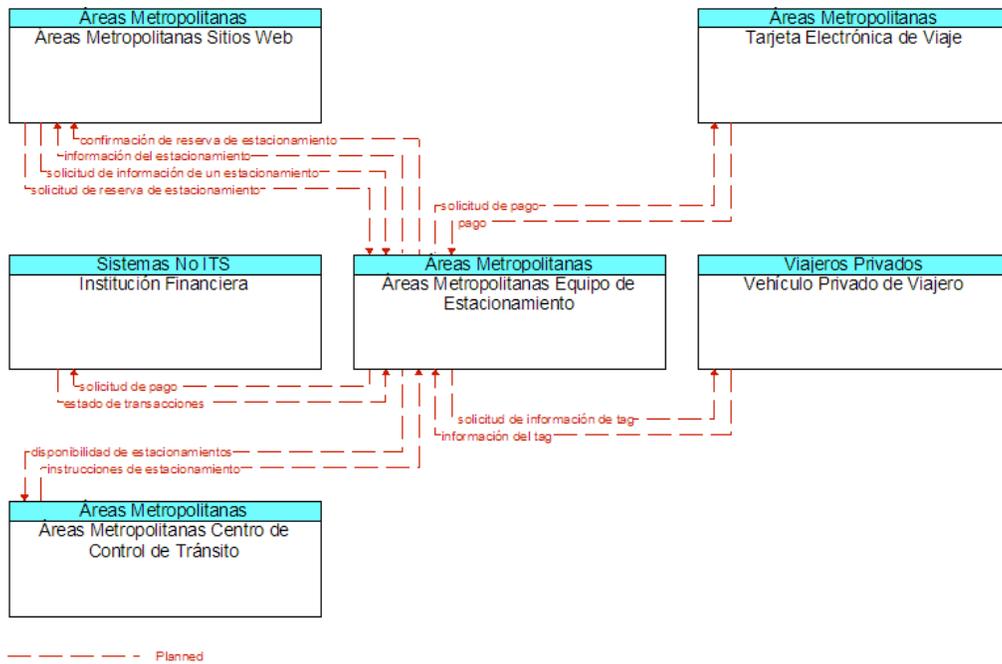
Para Viajeros Sistemas Personales Mviles



Para Areas Metropolitanas Archivo de Datos de Transporte



Para Areas metropolitanas Equipos de Estacionamientos



Anexo 3 Normas ISO Sobre Transporte Inteligente

ISO / TR 12859: 2009 da las pautas generales a los desarrolladores de sistemas de transporte inteligentes (ITS) normas y sistemas sobre los aspectos de protección de datos y los requisitos legislativos correspondientes para el desarrollo y la revisión de sus normas y sistemas.

ISO 14813-1: 2007 proporciona una definición de los servicios de atención primaria y áreas de aplicación que se pueden proporcionar a sistemas inteligentes de transporte (ITS) Usuarios. Las personas con un propósito común se pueden recoger juntos en SUS dominios de servicio, y dentro de éstas no puede haber un número de sus grupos de servicios para determinadas partes del dominio. ISO 14813-1: 2007 identifica 11 dominios de servicio, en el que numerosos grupos se definen. Dentro de este marco, hay diferentes niveles de detalle en relación con la definición de los diferentes servicios. Estos datos difieren de un país a otro, dependiendo de si los bloques específicos de construcción de arquitectura

nacional se basan directamente en los servicios o en grupos de funciones. Por lo tanto, la intención es hacer frente a los grupos de servicios y los dominios respectivos dentro de las que caben. A medida que estos dominios y grupos de servicios evolucionan con el tiempo, se pretende que esta norma sea revisada para incluirlos.

ISO 14813-5: 2010 da los requisitos para la designación y documentación de la arquitectura de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) en las normas que se ocupan de ITS. También da las definiciones de los términos que se utilizarán al documentar o hacer referencia a los aspectos de la descripción de la arquitectura de esas normas.

ISO / TR 13185-1: 2012 especifica la arquitectura de comunicaciones y protocolo genérico para proporcionar y mantener sus servicios a los viajeros (incluidos los conductores, pasajeros y peatones), el uso de dispositivos nómadas y portátiles.

ISO / TR 12859: 2009 da las pautas generales a los desarrolladores de sistemas de transporte inteligentes (ITS) normas y sistemas sobre los aspectos de protección de datos y los requisitos legislativos correspondientes para el desarrollo y la revisión de sus normas y sistemas.

ISO / TR 10992: 2011 especifica la introducción de dispositivos nómadas multimedia y telemáticas en el transporte público y el mundo del automóvil para apoyar los sistemas de transporte inteligentes (STI) la provisión de servicios y multimedia usan como información de los pasajeros, la información del automóvil, asesoramiento conductor y los sistemas de alerta y interfaces del sistema de entretenimiento a sus proveedores de servicios y redes de comunicación de vehículos de motor.

ISO 10711: 2012 define los protocolos y conjuntos de mensajes entre los detectores de tráfico y controladores de señales de tráfico. Es aplicable a los distintos tipos de tecnologías de detección de tráfico actualmente en uso para el control de señales de tráfico en tiempo real.

En él se definen los conjuntos de mensajes que contienen la recopilación de datos y el protocolo de control para tres tipos diferentes de detectores de sistemas de control de señales de tráfico:

- Detectores que tienen que ver con la información de ocupación
- Detectores que tienen que ver con información de la imagen
- Los detectores que se ocupan de identificación del vehículo.

ISO 10711: 2012 se limita a parámetro de generación para ser utilizado para los controles de la señal de tráfico y para la interfaz entre los controladores y detectores de señal de tráfico.

Anexo 4 Descripción de Paquetes de Equipamiento

Concepto	Definición / Detalle
Paquete de Equipamiento	Vigilancia vial básica (Roadway Basic Surveillance)
Descripción	Monitorea las condiciones del tráfico utilizando equipo fijo.
Subsistema asociado	Equipo de Vías (Roadway)
Requerimientos funcionales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El elemento de campo deberá recoger, procesar, digitalizar y enviar datos de los sensores de tráfico (nivel del tráfico y ocupación) a otros paquete o subsistema para su posterior análisis y almacenamiento. 2. El elemento de campo deberá recoger, procesar y enviar imágenes de tráfico al centro para su posterior análisis y distribución. 3. El elemento de campo volverá el estado operativo del sensor y sistema de circuito cerrado de televisión para el centro de control. 4. El elemento de campo volverá datos de los sensores y de fallo

	del sistema de CCTV para el centro de control para la reparación.
--	---

Concepto	Definición / Detalle
Paquete de Equipamiento	Recopilación de datos en carretera (Roadway Data Collection).
Descripción	Recoge el tráfico de las vías, y las condiciones de medio ambiente para su uso en la planificación del transporte, la investigación, la calidad de los datos e integridad tienen prioridad sobre el rendimiento en tiempo real
Subsistema asociado	Equipo de Vías (Roadway)
Requerimientos funcionales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El elemento de campo recogerá el tráfico de las carreteras, y las condiciones de la información ambiental. 2. El elemento de campo incluirá los sensores y los dispositivos de apoyo en carretera ese sentido, recopilar y enviar tráfico, carretera, y las condiciones de la información ambiental a un centro de archivo. 3. El elemento de campo incluirá los sensores y los dispositivos de apoyo en carretera ese sentido, recopilar y enviar tráfico, carretera, y las condiciones de la información ambiental a un centro de archivo.

Concepto	Definición / Detalle
Paquete de Equipamiento	Monitoreo ambiental en vías (Roadway Environmental Monitoring).
Descripción	Mide las condiciones ambientales y comunica la información recopilada un centro donde pueda ser monitoreado y analizado. Una amplia gama de tiempo y superficie de la carretera de información general puede ser recogida. Las condiciones climáticas que pueden ser medidos incluyen la temperatura, viento, humedad, precipitación, y la visibilidad.
Subsistema asociado	Equipo de Vías (Roadway)

<p>Requerimientos funcionales</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.El elemento de campo incluirá sensores ambientales superficiales y sub-superficiales que miden la temperatura de superficie de la carretera, la humedad, la formación de hielo, la salinidad, y otras medidas. 2.El elemento de campo incluirá sensores ambientales que miden las condiciones meteorológicas, incluyendo la temperatura, el viento, la humedad, la precipitación y la visibilidad. 3. Sensores ambientales del elemento de campo deberán ser controlados remotamente por un centro de mantenimiento. 4. Los sensores ambientales del elemento de campo deberán ser controlados remotamente por un centro de gestión de tráfico. 5. Los sensores ambientales del elemento de campo deberán ser controlados de forma remota por los proveedores de servicios meteorológicos, tales como el Servicio Meteorológico Nacional o servicios meteorológicos específicos del sector de valor añadido. 6. Los sensores ambientales del elemento de campo deberán ser controlados remotamente por un vehículo de mantenimiento y construcción. 7. El elemento de campo deberá proporcionar el estado de funcionamiento del equipo sensor ambiental para el centro o el mantenimiento de vehículos de control. 8. El elemento de campo deberá proporcionar al equipo sensor ambiental indicación de fallo para el centro o el mantenimiento de vehículos de control. 9. El elemento de campo deberá agregar de forma remota datos de los sensores ambientales con datos ambientales recogidos de los vehículos de mantenimiento y construcción. 10. El elemento de campo deberá proporcionar los datos del tiempo y superficie de la carretera de condición a los vehículos de mantenimiento y construcción.
-----------------------------------	---

Concepto	Definición / Detalle
Paquete de Equipamiento	Recolección de la vigilancia vial (Collect Traffic Surveillance)
Descripción	De forma remota monitorea y controla los sensores de tráfico y vigilancia (por ejemplo, circuito cerrado de televisión) el equipo y los recoge, procesa y almacena los datos de tráfico recogidos.
Subsistema asociado	Gestión del Transito (Traffic Management)

Requerimientos funcionales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El centro deberá monitorear, analizar y datos de los sensores de tráfico tienda (velocidad, volumen, ocupación) recogidos de los elementos de campo en el centro de control remoto. 2.El centro deberá monitorear, analizar y almacenar cruce multimodal y alta ocupación de vehículos (HOV), datos de los sensores de carril bajo el control remoto de la central. 3. El centro deberá distribuir condiciones de la red vial de datos (en bruto o procesados) sobre la base de recogido y analizado los sensores de vigilancia y los datos de tráfico a otros centros. 4. El centro deberá responder a controlar los datos de identificación de personas en relación con los sensor y la recopilación de datos de vigilancia, análisis, almacenamiento y distribución. 5. El centro mantendrá una base de datos de los equipos de vigilancia y los sensores y los datos asociados (incluyendo la carretera en la que se encuentran, el tipo de datos recogidos, y la propiedad de cada uno). 6. El centro apoyará a una interfaz con un proveedor de actualización de mapas, u otras fuentes de datos apropiadas, a través del cual se pueden obtener y utilizar como un fondo para las actualizaciones de datos de los mapas digitalizados.
----------------------------	---

Concepto	Definición / Detalle
Paquete de Equipamiento	Recopilación de datos para viajeros (ISP Traveler Data Collection)
Descripción	Realiza controles de calidad de los datos recogidos y luego consolida, verifica y perfecciona los datos y los hace disponibles en un formato coherente de aplicaciones que entregan información al viajero. Una amplia gama de datos relacionados con el viajero es recogido incluyendo tráfico y condiciones de la carretera, los datos de tránsito, información de emergencia y avisos, datos meteorológicos, información de eventos especiales, servicios al viajero, parking, datos multimodales, y los datos de peaje / fijación de precios. Este paquete de equipamiento también comparte datos con otros proveedores de servicios de información.
Subsistema asociado	Gestión de Servicios de Información (Information Service Provider)

Requerimientos funcionales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El centro deberá recoger, procesar, y el tráfico y almacenar la información de la condición de las carreteras, incluyendo la información del incidente, desvíos y cierres de carreteras, información de eventos, rutas y velocidades actuales en rutas específicas recomendadas. 2. El centro deberá recoger, procesar y almacenar la información de la construcción, incluyendo las actividades de mantenimiento y trabajos de construcción programados y actividades de las zonas de trabajo. 3. El centro deberá recoger, procesar y almacenar las rutas de tránsito y horarios, las opciones de transferencia de tránsito, tarifas de transporte, y la información adherencia horario en tiempo real. 4. El centro deberá recoger, procesar, y almacenar la información de estacionamientos, incluyendo la ubicación, la disponibilidad y las tarifas. 5. El centro deberá recoger, procesar y almacenar información peaje. 6. El centro deberá recoger, procesar, almacenar las condiciones de la carretera actual, la previsión y las condiciones meteorológicas de superficie. 7. El centro deberá recoger, procesar, y almacenar la información de sucesos. 8. El centro deberá recoger, procesar y almacenar la información de la calidad del aire. 9. El centro deberá recoger, procesar y almacenar información de cruce fronterizo.
----------------------------	--

Concepto	Definición / Detalle
Paquete de Equipamiento	Difusión básica de información (Basic Information Broadcast)
Descripción	Difunde información al viajero incluyendo el tráfico y las condiciones del camino, la información del incidente, el mantenimiento y la construcción de la información, información de eventos, información de tránsito, información sobre el estacionamientos, y la información del tiempo.
Subsistema asociado	Gestión de Servicios de Información (Information Service Provider)

Requerimientos funcionales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El centro garantizará la difusión de información sobre el tráfico y el estado de la carretera a los viajeros, incluyendo la información del incidente, desvíos y cierres de carreteras, información de eventos, rutas recomendadas, y las velocidades actuales en rutas específicas. 2. El centro garantizará la difusión información de mantenimiento y construcciones, incluidas las actividades de mantenimiento y trabajos de construcción programados y actividades de las zonas de trabajo. 3. El centro garantizará la difusión de las rutas de tránsito y horarios, las opciones de transferencia de tránsito, tarifas de transporte, y en tiempo real información de cumplimiento. 4. El centro garantizará la difusión de información sobre el estacionamiento para los viajeros, incluyendo la ubicación, la disponibilidad y las tarifas. 5. El centro garantizará la difusión de información sobre las tarifas de peaje a los viajeros. 6. El centro garantizará la difusión de información sobre el clima para los viajeros. 7. El centro garantizará la difusión de información de eventos a los viajeros. 8. El centro garantizará la difusión de información de calidad del aire para los viajeros. 9. El centro debe ofrecer la capacidad para apoyar las peticiones de los medios de comunicación de datos de tráfico e incidentes.
----------------------------	---

Concepto	Definición / Detalle
Paquete de Equipamiento	Recepción de información personal básica (Personal Basic Information Reception)
Descripción	Recibe avisos con formato de tráfico, condiciones de la carretera, información de tránsito, alertas de difusión, y otras emisiones de información al viajero en general, presenta la información al viajero. Las transmisiones de información al viajero son recibidas por los dispositivos personales, incluyendo ordenadores personales y dispositivos portátiles personales, tales como asistentes personales digitales (PDA) y buscapersonas.
Subsistema asociado	Acceso de Información Personal (Personal Information Access)

Requerimientos funcionales	<ol style="list-style-type: none"> 1. La interfaz personal viajero deberá recibir información sobre el tráfico de un centro y presentarlo al viajero. 2. La interfaz personal viajero deberá recibir información del tránsito de un centro y presentarlo al viajero. 3. La interfaz personal viajero recibirá información del evento a de un centro y presentarlo al viajero. 4. La interfaz personal viajero deberá recibir información de evacuación proveniente de un centro y presentarlo al viajero. 5. La interfaz personal viajero deberá recibir alertas provenientes de grandes áreas y presentarlas al viajero. 6. La interfaz personal viajero deberá proporcionar la capacidad de que los mapas digitalizados actúen como interfaz de la información que se presenta a los viajeros. 7. La interfaz personal viajero apoyará entrada viajero en forma de audio o manual. 8. La interfaz personal viajero deberá presentar información al viajero en las formas sonoras o visuales, en concordancia con un dispositivo personal.
----------------------------	---

Concepto	Definición / Detalle
Paquete de Equipamiento	Repositorio de Datos del ITS (ITS Data Repository)
Descripción	Recoge catálogos de datos y datos de una o más fuentes de datos y almacena los datos en un repositorio enfocado a adaptarse a un determinado conjunto de usuarios de los datos. Este paquete de equipamiento incluye capacidades para la realización de controles de calidad en los datos de entrada, la notificación de errores, y coordinación de archivo a archivo
Subsistema asociado	Almacenamiento de Datos (Archived Data Management)

<p>Requerimientos funcionales</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El centro deberá recoger los datos para ser archivada de una o más fuentes de datos. 2. El centro deberá recoger catálogos de datos a partir de una o más fuentes de datos. Un catálogo describe los datos contenidos en la colección de datos archivados y puede incluir descripciones del esquema o estructura de los datos, una descripción del contenido de los datos; por ejemplo, rango de tiempo de las entradas, el número de entradas; o una muestra de los datos (e. g. una imagen en miniatura). 3. El centro deberá almacenar los datos archivados en un repositorio enfocado que se adapte a un determinado conjunto de usuarios de los datos. 4. El centro deberá incluir capacidades para la realización de controles de calidad en los datos entrantes. 5. El centro incluirá capacidades para la notificación de errores en los datos entrantes. 6. El centro incluirá capacidades de coordinación archivo a archivo. 7. El centro apoyará una amplia gama de implementaciones de gestión de datos archivados, que van desde Data Marts simples que recogen un conjunto específico de datos y sirven a una comunidad de usuarios en particular a los almacenes de datos a gran escala que recoger, integrar y resumir los datos de transporte de múltiples fuentes y servir a una amplia variedad de usuarios dentro de una región. 8. El centro llevará a cabo controles de calidad en los datos recibidos. 9. El centro debe ofrecer la capacidad para ejecutar métodos en los datos de entrada, tales como limpieza, sumarizaciones, agregaciones o transformaciones aplicadas a los datos antes de que se almacena en el archivo. 10. El centro deberá responder a las peticiones de la función de interfaz de administrador para mantener los datos.
-----------------------------------	--

Concepto	Definición / Detalle
Paquete de Equipamiento	Coordinación de estacionamientos (Parking Coordination)

Descripción	Apoya la comunicación y la coordinación entre las instalaciones de estacionamiento equipadas y también es compatible con la coordinación regional entre los aparcamientos y el tráfico y los sistemas de gestión del tránsito. Este paquete de equipamiento comparte información con los sistemas de gestión de tránsito y los proveedores de servicios de información para apoyar la planificación de viajes multimodales, incluyendo reservas de estacionamiento capacidades. Información actual incluyendo la disponibilidad de estacionamiento, el estado del sistema, y las estrategias de operación se comparten a través de este paquete de equipamiento para permitir la gestión local de las instalaciones de aparcamiento que apoya las estrategias regionales de transporte.
Subsistema asociado	Equipo de Estacionamientos (Parking Management)
Requerimientos funcionales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El elemento de aparcamiento intercambiarán datos de gestión de aparcamiento con otras instalaciones de aparcamiento, ubicación, hora, disponibilidad, estado, uso, estrategias de operación, y la información de carga. 2. El elemento de estacionamiento deberá proporcionar los datos de gestión de aparcamientos a los centros de gestión del tráfico a petición como parte de la implementación de programas de gestión de la demanda en la región. Esto podría incluir cambios en las horas de operación o de fijación de precios. 3. El elemento de estacionamiento deberá distribuir información del estacionamiento a los centros de gestión del tráfico a petición, para apoyar el control del tráfico regional integrado y gestión de aparcamientos. Esto podría incluir información sobre las horas de operación y disponibilidad de estacionamiento actual. 4. El elemento de estacionamiento deberá distribuir información estacionamiento a petición de los centros de gestión de tránsito, servicios de transporte de aparcamiento, y otras aplicaciones que se integran los servicios de tránsito y de estacionamiento. 5. El elemento de estacionamiento deberá distribuir información del estacionamiento a petición de los viajeros proveedores de información para apoyar la planificación de viajes. 6. El elemento de aparcamiento apoyará las solicitudes de reservas de estacionamiento.

Concepto	Definición / Detalle
Paquete de Equipamiento	Gestión del estacionamiento (Parking Management)

Descripción	<p>Detecta y clasifica los vehículos en aparcamientos, en las entradas de las instalaciones, salidas, y otros lugares designados dentro de la instalación. La disponibilidad de estacionamientos actual se supervisa y se utiliza para informar a los conductores a través de mensajes de Signos / pantallas dinámicas para que los vehículos se encaminen de manera eficiente a los espacios disponibles.</p> <p>Información de las instalaciones Aparcamiento, incluyendo las tarifas de estacionamiento actuales y las direcciones de las entradas y salidas disponibles. La coordinación con la gestión del tráfico apoya la coordinación de control de tráfico local en y alrededor de las instalaciones de aparcamiento.</p>
Subsistema asociado	Equipo de Estacionamientos (Parking Management)
Requerimientos funcionales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El elemento de estacionamiento deberá mantener la información de aparcamiento incluida información estática, como las horas de operación, tarifas, ubicación, ubicaciones de acceso, capacidad, tipo y limitaciones; así como información dinámica como el estado actual de las tasas de muchos, de ocupación, tasas de llegada y de salida. 2. El elemento de estacionamiento deberá compartir la información con un centro de gestión de tráfico para identificar las colas en las entradas, las salidas que se deben utilizar, y otra información que apoye coordinado de control local de tráfico en y alrededor de las instalaciones de aparcamiento. 3. El elemento de estacionamiento deberá manejar señales de mensajes dinámicos locales que muestran mensajes a los viajeros, tales como el estado de estacionamiento, el número de espacios disponibles, la ubicación de las entradas, y los cargos actuales. 4. El elemento de estacionamiento deberá proporcionar la capacidad para detectar, contar y clasificar los vehículos en las entradas, salidas y lugares designados dentro de un aparcamiento.

Concepto	Definición / Detalle
Paquete de Equipamiento	Recolección de Datos de Estacionamiento (Parking Data Collection)
Descripción	<p>Recoge y almacena informaciones de estacionamientos, que se recaba en el curso de las operaciones del sistema de estacionamiento realizadas por el Subsistema de Gestión de Aparcamiento. Estos datos pueden usarse directamente por el personal de operaciones o puede ponerse a disposición de otros usuarios de los datos y archivos de la región.</p>

Subsistema asociado	Equipo de Estacionamientos (Parking Management)
Requerimientos funcionales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El elemento de aparcamiento recopilarán los datos de gestión de aparcamientos, incluyendo el uso de gran cantidad de información y de carga. 2. El elemento de estacionamiento deberá asignar métricas de control de calidad y los meta-datos que se almacenan junto con los datos. Meta-datos pueden incluir atributos que describen la fuente y la calidad de los datos y las condiciones que rodean la recogida de los datos. 3. El elemento de estacionamiento deberá recibir y responder a las peticiones de sus archivos, ya sea para un catálogo de los datos de gestión de aparcamientos o de los datos en sí. 4. El elemento de estacionamiento deberá ser capaz de producir productos de la muestra de los datos disponibles.