



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Dirección General de Políticas y Regulación en Transporte Multimodal

MANUAL DE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL



2020



ÍNDICE

PRESENTACIÓN	11
TÍTULO 1 GENERALIDADES	12
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES	12
1.01 INTRODUCCIÓN	12
1.02 BASE LEGAL	13
1.03 OBJETIVO, FINALIDAD Y ALCANCES DEL MITSIV	14
1.03.01 <i>Objetivo General</i>	<i>14</i>
1.03.02 <i>Objetivos Específicos</i>	<i>14</i>
1.03.03 <i>Finalidad</i>	<i>14</i>
1.03.04 <i>Alcance</i>	<i>14</i>
1.03 CONTENIDO DEL MITSIV	15
1.04 ORGANIZACIÓN DEL MANUAL	15
CAPÍTULO 2 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE	17
2.01 ORIGEN DEL TERMINO ITS	17
2.02 INICIO DE LOS ITS	17
2.03 ESQUEMA DE INCORPORACIÓN DE LOS ITS EN DIVERSOS LUGARES DEL MUNDO A PARTIR DEL DESARROLLO DE LAS TIC	18
2.04 DEFINICIÓN DE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (ITS)	20
TITULO 2 ARQUITECTURA, SUBSISTEMAS, SERVICIOS Y NORMAS	22
CAPÍTULO 3 ARQUITECTURAS ITS	22
3.01 ARQUITECTURA EMPRESARIAL	25
3.02 ARQUITECTURA FUNCIONAL	25
3.03 ARQUITECTURA FÍSICA	26
3.04 ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES	26
3.05 ARQUITECTURAS ITS INTERNACIONALES	27
3.05.01 <i>Arquitectura ITS de EEUU</i>	<i>27</i>
3.05.02 <i>Arquitectura ITS de Japón</i>	<i>29</i>
3.05.03 <i>Arquitectura Europea</i>	<i>31</i>
3.06 ARQUITECTURA ITS NACIONAL	34
CAPÍTULO 4 SUBSISTEMAS ITS	37
4.01 INFORMACIÓN PARA EL PASAJERO	37
4.02 GESTIÓN Y OPERACIÓN DEL TRÁNSITO	38
4.03 VEHÍCULO	40
4.04 TRANSPORTE DE CARGA	41



4.05	TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS	42
4.06	GESTIÓN DE EMERGENCIAS	43
4.07	PAGO ELECTRÓNICO RELACIONADO CON EL TRANSPORTE	44
4.08	SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE TERRESTRE	45
4.09	MONITOREO DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS Y AMBIENTALES 45	
4.10	GESTIÓN Y COORDINACIÓN DE LA RESPUESTA A DESASTRES	46
4.11	SEGURIDAD NACIONAL	46
CAPÍTULO 5 SERVICIOS ITS		48
5.01	USUARIO ITS	50
5.02	SERVICIOS ITS	51
5.03	INTERESADOS EN ITS (ITS STAKEHOLDERS)	51
CAPÍTULO 6 NORMAS TÉCNICAS ITS		57
6.01	PRINCIPALES BENEFICIOS DE APLICAR NORMAS TÉCNICAS DE ITS	57
6.02	ÁREAS DE TRABAJO DE LOS ESTÁNDARES DEL COMITÉ TÉCNICO 204 DE LA ISO 58	
6.02.01	<i>WG1. Arquitectura</i>	59
6.02.02	<i>WG3. Tecnología en bases de datos para ITS</i>	59
6.02.03	<i>WG4. Vehículos automáticos y equipos de identificación</i>	60
6.02.04	<i>WG5. Tarifa y Recaudo Electrónico en peajes</i>	60
6.02.05	<i>WG7. Gestión general de Flotas y mercancías / comercial</i>	60
6.02.06	<i>WG8. Transporte público / Emergencias</i>	60
6.02.07	<i>WG9. Integración de información de transporte, Gestión y control</i>	60
6.02.08	<i>WG10. Sistemas de Información al viajero</i>	61
6.02.09	<i>WG14. Sistemas de Advertencia y control de vehículo / carreteras</i>	61
6.02.10	<i>WG16. Comunicaciones</i>	62
6.02.11	<i>WG17. Dispositivos Nómadas en Sistemas ITS</i>	62
6.02.12	<i>WG18. Sistemas Cooperativos</i>	62
6.02.13	<i>WG19. Integración de la Movilidad</i>	62
6.03	INFORMACIÓN DEL ITS EN FUNCIÓN A LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES	67
TÍTULO 3 BASES PARA LA PLANIFICACIÓN DE ITS		69
CAPÍTULO 7 METODOLOGÍA EN V		69
7.01	CONCEPTO DE EXPLORACIÓN	72
7.02	GESTIÓN DE SISTEMAS DE INGENIERÍA / PLANEACIÓN DEL MARCO DE REFERENCIA DEL PROYECTO	72
7.03	CONCEPTO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA	72



7.04	ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL SISTEMA Y DE LOS SUBSISTEMAS	72
7.05	DISEÑO DE COMPONENTES DE ALTO Y BAJO NIVEL	73
7.06	DESARROLLO DE HARDWARE Y SOFTWARE	73
7.07	PRUEBAS UNITARIAS	73
7.08	INTEGRACIÓN DE SUBSISTEMAS	74
7.09	VERIFICACIÓN DEL SISTEMA	74
7.10	VALIDACIÓN DEL SISTEMA	74
7.11	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	74
7.12	CAMBIOS Y ACTUALIZACIONES	74
7.13	RETIRO Y REEMPLAZO	74
	CAPÍTULO 8 FASES EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO	75
8.01	PRIMERA FASE	75
8.01.01	<i>Identificación del alcance del sistema</i>	75
8.01.02	<i>Identificación de los actores estratégicos (Stakeholders)</i>	75
8.01.03	<i>Documentos de referencia</i>	75
8.01.04	<i>Descripción general del sistema actual</i>	75
8.01.05	<i>Identificación de necesidades operacionales</i>	75
8.01.06	<i>Descripción general del sistema</i>	76
8.01.07	<i>Descripción del entorno operacional y de soporte del sistema</i>	76
8.01.08	<i>Descripción de los escenarios operacionales</i>	76
8.01.09	<i>Plan de validación del sistema</i>	76
8.02	SEGUNDA FASE	76
8.02.01	<i>Identificación de requisitos</i>	76
8.02.02	<i>Análisis de los requisitos identificados</i>	77
8.02.03	<i>Documentación de los requisitos identificados</i>	77
8.02.04	<i>Construcción de la Matriz de Rastreo / Trazabilidad</i>	77
8.02.05	<i>Validación de los requisitos</i>	77
8.02.06	<i>Construcción de Diagramas UML de Casos de Uso</i>	77
8.02.07	<i>Elaboración del Plan de Verificación del Sistema</i>	78
8.03	EQUIPO DEL PROYECTO DE ITS	78
	TÍTULO 4 TECNOLOGÍAS ITS	79
	CAPÍTULO 9 TENDENCIAS TECNOLÓGICAS ITS	79
9.01	ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL DESPLIEGUE DE ITS	79
9.02	TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE A BORDO DEL VEHÍCULO	79
9.03	TECNOLOGÍAS ITS DESTACADAS Y ESPECIALES	82



9.04	TECNOLOGÍAS DE NAVEGACIÓN Y SERVICIOS	83
9.04.01	<i>Sistemas de Posicionamiento Global GPS</i>	83
9.04.02	<i>Sistema Europeo de Navegación Galileo</i>	84
9.04.03	<i>Sistema de Posicionamiento Ruso GLONASS</i>	84
9.04.04	<i>Sistema de Navegación CNSS COMPASS/Beidou</i>	85
9.04.05	<i>Limitaciones de los Sistemas de Navegación</i>	85
9.04.06	<i>Tecnologías de radio que apoyan a los sistemas de navegación para la provisión de servicios</i> 86	
9.04.06.01	RDS-TMC (Radio Data System Traffic Message Channel)	87
9.04.06.02	DAB (Digital Audio Broadcasting)	88
9.04.06.03	HD-Radio	88
9.05	TECNOLOGÍAS EMERGENTES (IOT- INTERNET OF THINGS)	89
9.06	EVOLUCIÓN DE LAS REDES DE SENSORES HACIA EL IOT	90
9.06.01	<i>Sensores Inteligentes</i>	91
9.06.02	<i>Tecnologías Inalámbricas para redes de sensores y que son usadas en soluciones de IoT</i> 92	
9.06.03	<i>Tecnología Zigbee (IEEE 802.15.4) – Redes de Sensores</i>	94
9.07	BIG DATA	95
9.08	COMPUTACIÓN EN LA NUBE	97
9.09	SEGURIDAD INFORMÁTICA	99
CAPÍTULO 10	APLICACIÓN DE ITS EN CARRETERAS	101
10.01	SELECCIÓN DEL SUBSISTEMA ITS A PARTIR DEL TIPO DE CARRETERA 101	
10.02	TECNOLOGÍAS TÍPICAS	101
10.02	APLICACIONES ESPECÍFICAS DE ITS EN CARRETERAS	104
10.02.01	<i>ITS en Túneles de carretera</i>	104
10.02.02	<i>ITS en Puentes Carreteros</i>	106
10.03	APLICACIONES DE ITS EN ELEMENTOS DE SOPORTES EXISTENTES	107
CAPÍTULO 11	VEHÍCULO INTERCONECTADO – SISTEMAS COOPERATIVOS	108
11.01	ESCENARIO VEHÍCULO A VEHÍCULO (V2V) – VANET	108
11.02	ESCENARIO VEHÍCULO A INFRAESTRUCTURA (V2I) E INCLUYE VEHICULO A DISPOSITIVO (V2D)	109
11.03	ESCENARIO INFRAESTRUCTURA A VEHÍCULO (I2V/D2V)	110
11.04	ESCENARIO INFRAESTRUCTURA A INFRAESTRUCTURA (I2I)	111
11.05	ESCENARIO DE COMUNICACIÓN VEHÍCULO A RED (V2G/V2H)	113
TÍTULO 5	RECURSOS ENERGÉTICOS Y TECNOLOGÍAS	115
CAPÍTULO 12	ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	115



12.01	GENERALIDADES	115
12.03	FUENTES DE ENERGÍA TÍPICOS	116
12.03.01	<i>Red eléctrica interconectada</i>	117
12.03.01.01	Generación	117
12.03.01.02	Interconexión y/o Transporte	117
12.03.01.03	Retos / amenazas	118
12.03.01.04	Usos típicos	119
12.03.02	<i>Planta magneto-mecánica local</i>	119
12.03.02.01	Generación	119
12.03.02.02	Interconexión y/o Transporte	121
12.03.02.03	Retos / amenazas	121
12.03.02.04	Usos típicos	121
12.03.03	<i>Fotovoltaica local</i>	122
12.03.03.01	Generación	122
12.03.03.02	Interconexión y/o Transporte	124
12.03.03.03	Retos / amenazas	124
12.03.03.04	Usos típicos	125
12.04	RESPALDO ENERGÉTICO	125
12.04.01	<i>Sistema de Respaldo Energético</i>	125
12.04.01.01	Generación	125
12.04.01.02	Interconexión y/o Transporte	127
12.04.01.03	Retos / amenazas	127
12.04.01.04	Usos típicos	127
12.04.02	<i>Sistemas híbridos</i>	128
12.04.02.01	Generación	128
12.04.02.02	Interconexión y/o Transporte	129
12.04.02.03	Retos / amenazas	129
12.04.02.04	Usos típicos	129
12.05	ESTUDIOS DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	129
12.05.01	<i>Objetivos</i>	129
12.05.02	<i>Contenido</i>	130
12.05.02.01	Zonas interconectadas	130
A.	Insumos	131
B.	Insumos / cálculos	131
C.	Estudios / cálculos	131
D.	Retroalimentación	131
E.	Realización	132
12.05.02.02	Zonas no interconectadas	132
A.	Insumos	133
B.	Insumos / cálculos	133
C.	Estudios / cálculos	133
D.	Retroalimentación	134



- E. Realización**134
- 12.06 ELEMENTOS CRÍTICOS** 134
- CAPÍTULO 13 CENTROS DE CONTROL**.....136
 - 13.01 HARDWARE** 136
 - 13.01.01 *Telecomunicaciones* 136
 - 13.01.02 *Servidores*..... 137
 - 13.01.03 *Estaciones de trabajo* 139
 - 13.01.04 *Wallscreen*..... 139
 - 13.02 SOFTWARE** 141
 - 13.02.01 *Software para centro de control y operaciones* 141
 - 13.02.02 *Software de parametrización*..... 141
 - 13.02.03 *Software de planificación* 141
- CAPÍTULO 14 TELECOMUNICACIONES**143
 - 14.01 MEDIOS DE TELECOMUNICACIONES** 144
 - 14.01.01 *Medios alámbricos* 144
 - 14.01.01.01 Cables de par trenzado**145
 - A. Cable de par trenzado no blindado (Unshielded Twisted Pair, UTP)**.....145
 - B. Cable de par trenzado blindado (Shielded Twisted Pair, STP)**146
 - 14.01.01.02 Cable coaxial**147
 - 14.01.01.03 Cable de fibra óptica**.....148
 - A. Fibra óptica Multimodo y Monomodo**.....151
 - 14.02 MEDIOS INALÁMBRICOS** 152
 - 14.02.01 *RFID* 153
 - 17.02.02 *Microondas*..... 154
 - 14.02.03 *GSM/2G/GPRS/EDGE/HSPA+/LTE/Wimax/5G* 154
 - 14.02.04 *WiFi (802.11a/b/g/n/ah/p)*..... 155
 - 14.02.05 *Zigbee/WirelessHart* 156
 - 14.02.06 *Bluetooth*..... 156
 - 14.02.07 *6LowPan/LoRa* 157
 - 14.02.08 *Otras tecnologías* 157
 - 14.02.08.01 Tecnologías de radio que apoyan los ITS para la provisión de servicios** 157
 - A. Satélite**158
 - 14.03 ESTÁNDARES INTERNACIONALES**..... 158
 - 17.04 TOPOLOGÍA DE REDES** 158
 - 14.04.01 *Topología física*..... 159
 - 14.04.01.01 Topología física lineal**159
 - 14.04.01.02 Topología física en bus**.....159
 - 14.04.01.03 Topología física radial (Topología física en estrella)**.....159



14.04.01.04	Topología física jerárquica	160
14.04.01.05	Topología física en anillo	160
14.04.01.06	Topología física en malla	160
14.04.01.07	Topología física híbrida	161
14.04.02	<i>Topología lógica</i>	161
14.04.02.01	Topología lógica Ethernet	161
14.04.02.02	Topología lógica Token Ring	162
14.05	PROTOCOLOS DE TELECOMUNICACIÓN	162
14.05.01	<i>Protocolo IP</i>	162
14.05.02	<i>Protocolos de comunicación en ITS</i>	162
14.05.02.01	NTCIP	163
14.05.02.02	OCIT	164
14.05.02.03	UMTC	165
14.05.02.04	DATEX II	165
CAPÍTULO 15	PERIFÉRICOS	166
15.01	DETECCIÓN DE VOLÚMENES DE TRÁFICO	166
15.01.01	<i>Resumen</i>	166
15.01.02	<i>Espiras electromagnéticas</i>	166
15.01.03	<i>Procesamiento de video</i>	167
15.01.04	<i>Radar y microonda</i>	169
15.02	DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE PEATONES	170
15.02	DETECCIÓN DE VELOCIDAD PUNTUAL	172
15.02.01	<i>Radar Doppler</i>	172
15.02.02	<i>LIDAR</i>	173
15.03	DETECCIÓN DE VELOCIDAD POR TRAMOS	174
15.03.01	<i>Bluetooth</i>	175
15.03.02	<i>WiFi</i>	175
15.03.03	<i>LPR</i>	176
15.04	DETECCIÓN DE ALTURA	177
15.05	SENSORES METEOROLÓGICOS	178
15.06	CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN	178
15.06.01	<i>Generalidades</i>	178
15.06.01.01	Descripción	179
15.06.01.02	Aplicación	179
15.06.01.03	Tecnologías	179
15.06.01.04	Actualidad	179
15.06.02	<i>Cámaras fijas</i>	180
15.06.03	<i>Cámaras móviles</i>	181
15.06.04	<i>LPR</i>	181
15.07	SEÑALES DE MENSAJERÍA VARIABLE	182



15.07.01	Señales fijas.....	182
15.07.02	Señales móviles.....	184
15.07.03	Señales de velocidad variable.....	184
15.07.04	Señales de retroalimentación de conductores.....	185
15.08	TELEFONÍA SOS	186
15.09	ILUMINACIÓN	187
CAPÍTULO 16	PEAJES	188
16.01	PAGO MANUAL	188
16.02	PAGO AUTOMÁTICO	188
16.03	INTEROPERABILIDAD DE PEAJES	189
CAPÍTULO 17	PESAJES	190
17.01	PESAJE ESTÁTICO	190
17.02	PESAJE DINÁMICO	190
17.03	SISTEMAS CON PRESELECCIÓN	191
ANEXOS	193	
ANEXO I	CASOS DE ESTUDIO	193
1A	CASOS DE ÉXITO DE ITS EN EL MUNDO	193
1B	EJEMPLOS DE IMPLEMENTACIÓN CON REGISTRO FOTOGRÁFICO	195
1B.1	Control de dimensiones.....	195
1B.2	Estación de llamada de emergencia – ELE.....	195
1B.3	FITS / Panel de mensajería variable.....	196
1B.4	Iluminación interconectada.....	197
1B.5	Iluminación solar (no interconectada).....	198
1B.6	Panel de mensajera variable.....	198
1B.7	Peaje de flujo libre / Free Flow.....	199
1B.8	Red de fibra óptica.....	199
1B.9	Sensor Wi-Fi.....	199
ANEXO II	DICCIONARIO ITS	201
2A	ESPAÑOL – INGLÉS	201
2B	INGLÉS – ESPAÑOL	217
ANEXO III	GLOSARIO DE TÉRMINOS	234
ANEXO IV	TÉRMINOS GENERALES PARA PROYECTOS	270
4A	Área de Iluminación – ADI.....	270
4B	Centro de Control y Operación – CCO.....	270
4C	Detector de exceso de altura – DEA.....	271



4D	Estación de llamada de Emergencia – ELE.....	271
4E	Estación de peaje – PEAJE.....	272
4F	Estación de pesaje – PESAJE.....	273
4G	Punto de Información de velocidad – PIV.....	273

ANEXO V TÉRMINOS EN TELECOMUNICACIONES274

5A	Big Data.....	274
5B	Bluetooth.....	274
5C	Conmutador.....	274
5D	Ethernet.....	275
5E	Firewall.....	275
5F	Internet.....	276
5G	Intranet.....	276
5H	IoT.....	276
5I	KVM.....	277
5J	Modbus.....	278
5K	TCP/IP.....	278
5L	RJ-45.....	279
5M	SFP.....	279
5N	SD – Secure Digital.....	280
5O	Wi-Fi.....	281
5P	Zigbee.....	281

ANEXO VI PROYECTOS ITS.....283

6A	ESTUDIO DE DISEÑO PARA PROYECTO ITS.....	283
6.1	DISEÑOS INTEGRALES.....	283
6A.2.	ETAPAS O FASES PARA PROYECTOS ITS.....	283
	LAS ETAPAS O FASES PARA PROYECTOS ITS SE ENMARCAN EN:.....	283
6A.3	FASE DE PLANEAMIENTO.....	289
6A.4	FASE DE PREINVERSION - FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN.....	289
	Estudios de predimensionamiento.....	289
	Estudio(s) de diseño y evaluación.....	290
	Asimismo, para el adecuado desarrollo del estudio de diseño y evaluación es preciso tomar especial consideración en el desarrollo de:.....	292
	Localización de Elementos ITS.....	292
	Análisis Costo – Beneficio.....	293
6A.5.	FASE DE INVERSION - EJECUCIÓN.....	298
	Estudio definitivo o expediente técnico detallado (Diseño en fase de ejecución).....	298
	Proyectos piloto ITS.....	299
	Ejecución Física (Construcción).....	299



8A.6 FASE DE POSTINVERSION - FUNCIONAMIENTO	299
<i>Operación y Conservación o Mantenimiento en fase de funcionamiento</i>	299
<i>Estudio de vida útil</i>	299
<i>Estudio de actualización y/o renovación</i>	304
ANEXO VII ANÁLISIS DE RIESGOS PARA LOS PROYECTOS DE ITS	305
7A ESTUDIO DE DISEÑO PARA PROYECTO ITS	305
7A.1 CONSULTA Y COMUNICACIÓN	306
7A.2 ALCANCE, CONTEXTO, CRITERIOS	306
7A.3 EVALUACIÓN DEL RIESGO	306
<i>Identificación del riesgo</i>	307
<i>Análisis del riesgo</i>	307
<i>Valoración del riesgo</i>	307
7A.4 TRATAMIENTO DEL RIESGO	307
7A.5 SEGUIMIENTO Y REVISIÓN	307
7A.6 REGISTRO E INFORME	308
ANEXO VIII SIGLAS Y ABREVIATURAS	309
ANEXO IX INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	314
9A ARQUITECTURAS	314
9A.1 <i>Servicios ITS de la arquitectura ITS de los Estados Unidos</i>	314
9A.2 <i>Servicios ITS de la norma ISO 14813-1 del año 2015</i>	319
9B TABLAS DE TELECOMUNICACIONES	328
9B.1 <i>Cable de cobre</i>	328
Velocidad y distancia de cables de par trenzado	328
9B.2 <i>Cables ópticos</i>	328
Cables ópticos tipo FTTH	328
Cable óptico para interiores	329
Cable óptico para exteriores	329
Cables ópticos para conexiones (Patchcord)	330
BIBLIOGRAFÍA 331	
BIBLIOGRAFÍA GENERAL	331
BIBLIOGRAFÍA	331



PRESENTACIÓN

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en adelante el MTC, en su calidad de órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial; así como, la fiscalización de su cumplimiento.

La Dirección General de Políticas y Regulación en Transporte Multimodal es el órgano de línea con autoridad técnico normativo a nivel nacional responsable del diseño, formulación, supervisión y evaluación de las políticas nacionales y regulaciones en materia de infraestructura y servicios de transporte terrestre, acuático, ferroviario, multimodal, entre otros.

El "Manual de Sistemas Inteligentes de Transporte para la Infraestructura Vial", en adelante "MITSIV", forma parte de los Manuales establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, aprobado con Decreto Supremo N°034-2008-MTC y constituye uno de los documentos técnicos de carácter conceptual, que rige a nivel nacional, dirigido a los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local.

En este contexto, el "MITSIV" es un documento conceptual, temático y específico relacionado a los Sistemas Inteligentes de Transporte en la infraestructura vial, servicios, vehículos, área de influencia, entre otros; con la finalidad que las autoridades competentes tomen conocimiento de la necesidad de implementar los Sistemas Inteligentes de Transporte - ITS en la infraestructura vial del país de manera progresiva.

Teniendo en consideración que, como toda ciencia y técnica, la ingeniería vial se encuentra en permanente cambio e innovación, es necesario que el "MITSIV", sea revisado y actualizado periódicamente por el órgano normativo correspondiente del MTC.

Lima, julio 2020



TÍTULO 1 GENERALIDADES

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.01 INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones, conocidas por sus siglas TIC, son elementos de importancia para la transformación social y digital de las naciones. Las TIC independientemente del sector económico al que se aplique, genera cambios de contexto y forma, de hecho, acercan a la sociedad a escenarios digitales de prestación y consumo de servicios. Asimismo, brindan a los países un motor de competitividad y productividad tan efectivo que permiten llevar mejores productos y servicios a todas las personas y a los diferentes sectores económicos de toda escala social.

Uno de los sectores económicos que se beneficia con la incursión de las TIC es el sector de la infraestructura, el tránsito y el transporte; como tal, uno de los sectores más dinámicos e importantes a escala nacional e incluso mundial, dada su alta capacidad de crecimiento, transformación social, desarrollo e impacto económico a nivel nacional y fronterizo.

En la praxis, las TIC y el sector de la infraestructura, tránsito y transporte siempre han estado articulados; de hecho, la relación a nivel técnico se conoce concretamente con el nombre de Sistemas Inteligentes de Transporte – ITS por sus siglas en inglés (Intelligent Transportation System), y estos últimos, están centrados en diseñar, implementar y desplegar soluciones tecnológicas que beneficien en eficiencia y eficacia al sector de la infraestructura, el tránsito y el transporte y por supuesto y como más importante, a todos sus usuarios (Courtney, 1997) (ITSA, 2009).

La implementación de los ITS genera los siguientes beneficios: la protección del usuario a lo largo de la infraestructura de transporte, mejorando los estándares de seguridad vial; la disminución del impacto ambiental y la huella de carbono generada por los diversos trayectos, en especial, por el transporte por carretera; y, el mejoramiento de la eficiencia y eficacia para todos los modos de transporte (carretero, aéreo, fluvial, marítimo, ferroviario) (HIDO, 2004). Desde el punto de vista tecnológico, los ITS se refieren a un conjunto de herramientas basadas en software, hardware y tecnologías de la información y comunicaciones que, combinadas, apoyan al despliegue de la infraestructura, a los distintos modos de transporte, y permiten enfrentar sus problemas asociados (Chowdhury & Sadek, 2003) con la mayor rigurosidad, teniendo en cuenta la generación de servicios, el mejoramiento de la calidad y el nivel de servicio para los usuarios.

De manera general, los ITS son todos los sistemas telemáticos (telecomunicaciones e informáticos) para el diseño, implementación y operación de los sistemas de movilidad, por ejemplo: Software para planificación, Sistema de control de flotas, Sistemas de semaforización, Sistemas de navegación, Sistemas de medición, entre otros; observándose



que la aplicación de ITS beneficia al Estado, usuarios y operadores de la vía, al mejorar u optimizar los sistemas de transporte.

Por lo descrito, el presente "Manual de Sistemas Inteligentes de Transporte para la Infraestructura Vial" (MITSIV) genera directrices para el desarrollo homogéneo de los ITS a lo largo del territorio peruano, considerando los diversos desarrollos económicos y tecnológicos existentes en cada una de las regiones.

1.02 BASE LEGAL

- Ley N° 29370, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, Ley N° 27181, modificado por Ley N°28172, Ley N° 28839 y Decreto Legislativo N° 1051 y sus correspondientes modificatorias.
- Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley N°27867, y Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N°27972; y sus correspondientes modificatorias.
- Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado mediante Decreto Supremo N° 034-2008-MTC y su modificatorias.
- Reglamento de Jerarquización Vial, aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2007-MTC y sus correspondientes modificatorias.
- Reglamento Nacional de Tránsito aprobado mediante el Decreto Supremo N° 033-2001-MTC.
- Reglamento Nacional de Vehículos aprobado mediante el Decreto Supremo N°058-2003-MTC.
- Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública, aprobada mediante Decreto Supremo N° 004-2013-PCM.
- Resolución Ministerial N° 959-2019-MTC/01, que aprueba el Texto Integrado del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

El marco legal antes citado, norma la gestión vial por lo que las futuras modificaciones que pudieran darse a esta normativa legal, no modifican los conceptos vertidos en el presente manual que están sustentados en la literatura del avance científico y tecnológico en la materia.

1.03 OBJETIVO, FINALIDAD Y ALCANCES DEL MITSIV

1.03.01 Objetivo General

Dotar a las autoridades competentes de un documento conceptual, temático y específico relacionado a los Sistemas Inteligentes de Transporte en la infraestructura vial, servicios, vehículos, área de influencia, entre otros.

1.03.02 Objetivos Específicos

- Promover la inclusión y adecuación de los Sistemas Inteligentes de Transporte en el diseño y gestión de la infraestructura vial terrestre del país.
- Dotar de un conjunto de conceptos, a fin de implementar servicios ITS para la protección de los usuarios a lo largo de la infraestructura de transporte mejorando los estándares de seguridad vial nacional; así como, disminuir el impacto ambiental y la huella de carbono generada por los diversos trayectos, en especial, por el transporte en carreteras y vías urbanas; y, de mejorar de la eficiencia y eficacia del modo de transporte terrestre.
- Reconocer desde el punto de vista tecnológico, que los ITS se refieren a un conjunto de herramientas basadas en software, hardware y tecnologías de la información y comunicaciones, que combinadas permiten conocer los problemas y las alternativas de solución relacionados a transportes y tránsito, infraestructura, entre otros; mejorando la calidad del nivel de servicio para los usuarios, y la gestión de transporte y tránsito.

1.03.03 Finalidad

Conocer como implementar en la infraestructura vial del país los entornos ITS de manera progresiva a fin de permitir a los ITS desarrollarse armónicamente de manera conjunta con sus servicios a nivel nacional.

Como resultado de las soluciones tecnológicas, el entorno ITS permitirá recibir y procesar información al centro de control con el fin de optimizar la gestión de la infraestructura vial y la operación (el tránsito, el transporte, el mantenimiento o conservación, la seguridad vial y la movilidad, entre otros).

1.03.04 Alcance

El presente MITSIV es un documento dirigido a las autoridades competentes encargadas de la gestión de infraestructura vial, de acuerdo con lo establecido en el artículo 4 del Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por Decreto Supremo N° 034-2008-MTC.



1.03 CONTENIDO DEL MITSIV

El "MITSIV" contiene orientaciones para que las autoridades competentes y profesionales encargadas de la gestión de infraestructura vial:

- A. Consideren que, en los nuevos proyectos de infraestructura vial, se deben implementar los ITS a fin de encontrar soluciones a los problemas relacionados con los distintos medios de transporte terrestre, así como proteger el medio ambiente y generar una movilidad sostenible.
- B. Tengan conocimiento de la existencia de diversidad de enfoques de la aplicación de los ITS donde se desarrollan los diferentes subsistemas ITS, los cuales pueden ser desplegados a lo largo del territorio nacional.
- C. Reconozcan que un subsistema de ITS puede ser definido como un sistema que atiende una función específica de ITS, y este puede ser integrado a un sistema mayor que permita articular el subsistema de ITS con la información que proveen otros subsistemas ITS. Todo esto, en aras de recoger diversidad de información de distintas fuentes, la misma que es vinculada, asociada y analizada, para así determinar y orientar la política pública nacional.
- D. Enfatizar que los enfoques de aplicación van asociados a las esferas de servicios que en su momento se definieron por parte del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, los cuales son: 1) Información para el pasajero, 2) Gestión y operación del tránsito, 3) Vehículo, 4) Transporte de carga, 5) Transporte público de pasajeros, 6) Gestión de Emergencias, 7) Pago electrónico relacionado con el transporte, 8) Seguridad en el transporte carretero, 9) Monitoreo de las condiciones climatológicas y ambientales, 10) Gestión y coordinación de la respuesta a desastres; y, 11) Seguridad nacional.
- E. Destacar que por subsistema ITS o esfera serán mencionados algunos servicios que producen subsistemas de ITS, no obstante, los servicios de cada esfera son muchos y muy variados.

1.04 ORGANIZACIÓN DEL MANUAL

El presente documento está organizado en títulos y capítulos e ítems, cada uno de los cuales están subdivididos en numerales respectivamente.

TÍTULO 1: Generalidades

CAPÍTULO 1: Generalidades

CAPÍTULO 2: Sistemas Inteligentes de Transporte

TÍTULO 2: Arquitectura, Subsistemas, Servicios y Normas



- CAPÍTULO 3: Arquitectura ITS
- CAPÍTULO 4: Subsistemas ITS
- CAPÍTULO 5: Servicios ITS
- CAPÍTULO 6: Normas Técnicas ITS

TÍTULO 3: Bases para la planeación de ITS

- CAPÍTULO 7: Metodología en V
- CAPÍTULO 8: Fases en el desarrollo del proyecto

TÍTULO 4: Tecnologías ITS

- CAPÍTULO 9: Tendencias tecnológicas ITS
- CAPÍTULO 10: Aplicación de ITS en Carreteras
- CAPÍTULO 11: Vehículo Interconectado – Sistemas Cooperativos

TÍTULO 5: Recursos Energéticos y Tecnologías

- CAPÍTULO 12: Alimentación Eléctrica
- CAPÍTULO 13: Centro de Control
- CAPÍTULO 14: Telecomunicaciones
- CAPÍTULO 15: Periféricos
- CAPÍTULO 16: Peajes
- CAPÍTULO 17: Pesajes

Anexos

Bibliografía

CAPÍTULO 2 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

2.01 ORIGEN DEL TERMINO ITS

El término ITS viene del término inglés Intelligent Transportation Systems y tiene su origen en los años 1990 cuando se introdujo en los EE.UU. para el diseño de su primera versión de una arquitectura nacional ITS.

El término técnico es sistemas telemáticos, dado que los sistemas inteligentes de transporte son tecnologías de telecomunicaciones e informática cuyo objetivo es generar beneficios en la movilidad en temas de calidad, sostenibilidad, seguridad y la experiencia de los usuarios.

Figura N°2.1 Termino Telematica

Telemática = Telecomunicaciones & Inform**mática**

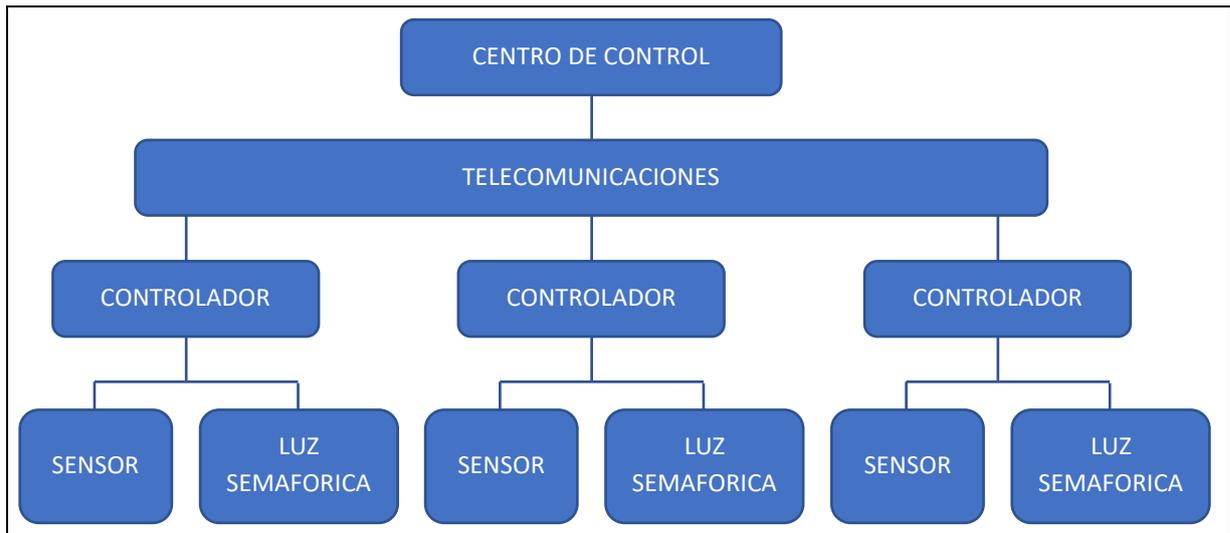
2.02 INICIO DE LOS ITS

Los ITS como los conocemos hoy tienen su origen en los sistemas de gestión de tráfico urbano. Esos sistemas fueron los primeros que establecieron un ciclo de regulación basado en elementos como:

- Sensores para medir el tráfico y sus variaciones.
- Telecomunicaciones para enlazar centros de control y gestión con los periféricos en las intersecciones.
- Capacidad de procesamiento para selección y generación de programas de tiempos para los semáforos.
- Señalización activa y dinámica mediante las luces semafóricas.

Figura N°2.2 Ciclo de regulación del tráfico



Figura N°2.3 Arquitectura lógica de los sistemas de gestión de tráfico urbano

El crecimiento de los sistemas se presentó en varios ejes:

- **Métodos:** Métodos de planificación y algoritmos de regulación para actuar en función de la dinámica de los patrones de movilidad, variables de comportamiento de conductores y otros.
- **Integración:** Despliegue e integración de más tecnologías para medir, señalar e interactuar con otros sistemas como transporte público, estacionamiento y otros.

2.03 ESQUEMA DE INCORPORACIÓN DE LOS ITS EN DIVERSOS LUGARES DEL MUNDO A PARTIR DEL DESARROLLO DE LAS TIC

Las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) siempre han sido y son participes en muchísimos cambios sociales y más concretamente, en los cambios producidos en el sector del transporte donde se han ido incorporando paulatinamente para mejorar sus sistemas de transporte y para mejorar la seguridad de sus usuarios.

Desde los años setenta en Asia, específicamente en Japón, comenzaron a introducirse de forma intrascendente, por ejemplo, con el desarrollo del proyecto CACS (Comprehensive Automobile Traffic Control System) el cual estaba centrado en desplegar un sistema de información avanzado que pudiera ayudar en la congestión del tráfico, seguridad y polución (Takaba, 1991). Otro de los proyectos que involucraban a las TIC fue el RACS (Road / Automobile Communication System) (Takada *et al.*, 1989) que fomentaba la realización de un sistema de comunicaciones para los automóviles y los caminos.

Por otra parte, Asia no fue el único continente donde comenzó a crecer la utilización de las TIC para los sistemas de transporte, también en América, y más propiamente en Estados Unidos. Allí se requería desarrollar un sistema electrónico de orientación llamado ERGS



cuyo objetivo era guiar a los motoristas para aliviar la congestión urbana (Rosen *et al.*, 1970).

El hito de mayor relevancia en el tema de la introducción al sector del transporte se da en 1988 cuando la Administración Federal de Autopistas (FHWA, 2007), crea un grupo de investigación para desarrollar el concepto de Sistema de Información Avanzado para el Conductor o por sus siglas en inglés ADIS (Advanced Driver Information System). A partir de este acontecimiento, las TIC se identificaron como un aliado preponderante que podría ser utilizado para mejorar los sistemas de transporte. Por lo anterior, se realizó un llamado a los diversos actores de la industria, la academia y el gobierno y al hacerlo, un nuevo proyecto llamado "Mobility 2000" gestado en el año de 1989 (Case, 1989) tomo su estructura y desde allí, nació lo que se conoce como Sistemas Inteligentes de Automóviles y Autopistas IHVS (Intelligent Vehicle/Highway Systems).

Más adelante, la consolidación final de esta área se generó hacia el año 1991 cuando el Departamento de Transporte de Estados Unidos cambia el nombre de IHVS por el de *ITS América* (Intelligent Transportation Society of America), el cual posteriormente, pasaría a ser conocido como Sistemas Inteligentes de Transporte o *ITS* (Intelligent Transportation System) (ITSA, 2009).

En esa misma década, diversos países comenzaron a ver la importancia de las TIC en todos los proyectos del sector transporte y desde la sociedad Europea se gestó el proyecto EUREKA (Stavenhagen, 1986), el cual dio origen al proyecto PROMETHEUS hacia el año de 1989, teniendo como fin generar para Europa, un programa para el manejo de tráfico con la mayor eficiencia y una seguridad sin precedentes (Williams, M., 1988). Posteriormente, en los años 90s se desarrolló el programa DRIVE, enfocado al mejoramiento de la seguridad en la carretera, al aumento de la eficiencia y a la disminución de la polución ambiental (Catling, 1988).

Así es como, las TIC se convirtieron en un elemento importante para el desarrollo de los sistemas de transporte y dado su éxito y penetración para todas las personas, fue necesario que existiese un organismo activo que siguiera fomentando dicho crecimiento. En noviembre de 1991 se creó ERTICO (European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization), organización del sector público y privado dedicada al mejoramiento de la infraestructura de transporte y conocida actualmente como ITS Europa, y este es el mayor representante de los ITS a nivel Europeo (European_Communities, 1994).

En consecuencia, a partir del impacto ocasionado por el desarrollo de los proyectos mencionados, los gobiernos han decidido seguir apoyando notablemente las propuestas relacionadas con el área de los ITS dado que resulta importante para el desarrollo económico de las naciones.



2.04 DEFINICIÓN DE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (ITS)

Existen varias definiciones de ITS, sin embargo, hay que tener presente que es una disciplina que evoluciona rápidamente. Por lo que, en primera instancia se presentan los conceptos desarrollados desde su origen hasta concluir en el concepto que se utiliza en el presente Manual.

Según ITS América, los Sistemas Inteligentes de Transporte – ITS se definen como "gente usando tecnología en transportes para salvar vidas, tiempo y dinero".

En el 2001, Figueredo et al., manifiesta que los ITS aplican tecnologías avanzadas para encontrar soluciones a los problemas relacionados con los distintos medios de transporte, buscan paralelamente proteger el medio ambiente y generar sostenibilidad y, por último, y como más importante, se focalizan en salvaguardar la vida humana.

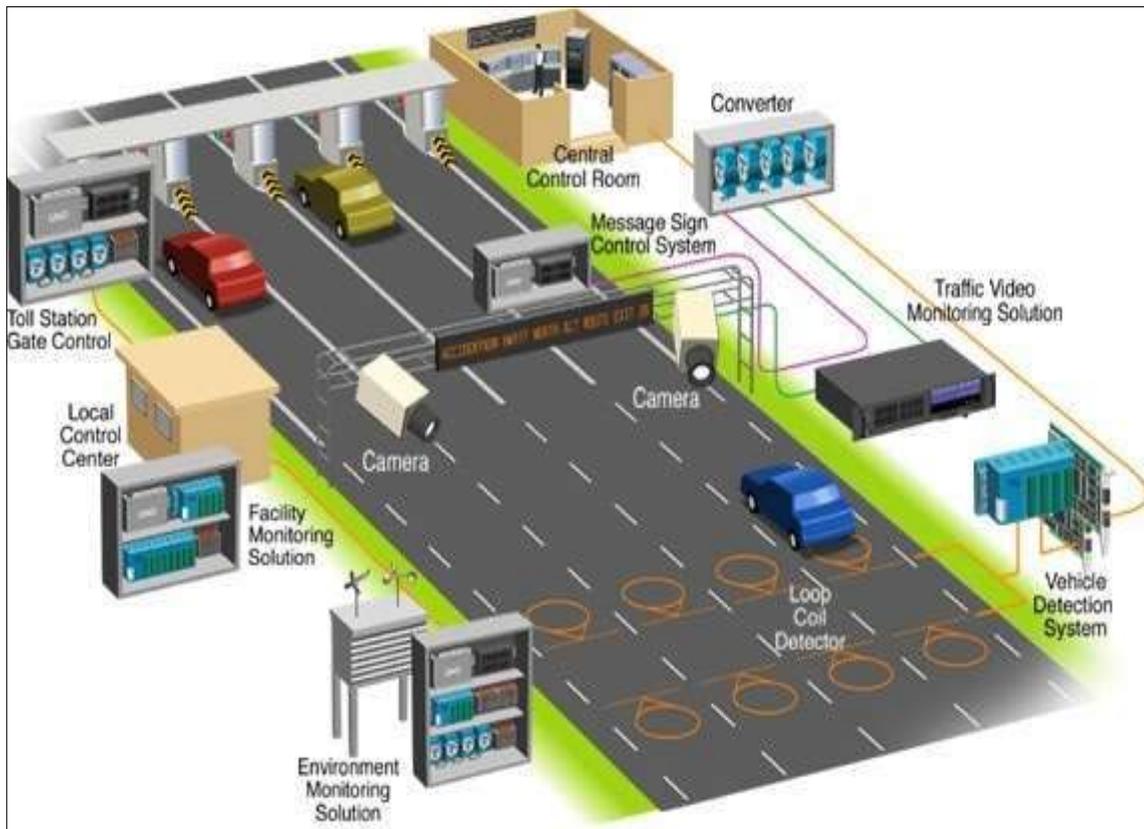
En el 2003, Chowdhury & Sadek sostienen que los ITS se refieren a una gran variedad de herramientas y conceptos relacionados con las áreas de ingeniería, software, hardware y tecnologías de comunicaciones aplicados de forma integrada a los sistemas de transporte para mejorar su eficiencia y seguridad.

En el 2010, la Directiva 2010/40/UE definió estos sistemas como aplicaciones avanzadas que, sin incluir la inteligencia como tal, proporcionan nuevas aplicaciones y servicios para la gestión del transporte.

En el presente Manual adoptamos la siguiente definición, sin ser limitativo:

Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) son el conjunto de tecnologías (telecomunicaciones e informática; es decir telemática) diseñados con estructuras de sistemas avanzados de información, procesada y vinculada, para optimizar y brindar alternativas de solución referidos a la protección, mejora de la gestión y operación, seguridad, control, generación de movilidad sostenible, entre otros, en el sistema de transporte.

Figura N°2.4 Entorno de un Sistema Inteligente de Transporte (ADVANTECH, 2009)



Durante los últimos 10 años, los ITS han tomado muchísima fuerza debido a los graves problemas asociados a la movilidad, a la congestión de tráfico, al impacto ambiental, al aumento de muertes en las carreteras, a la gestión de las mismas infraestructuras, al despliegue de servicios, a la heterogeneidad de tecnologías desplegadas (HIDO, 2004), (Anagnostopoulos *et al.*, 2006).



TITULO 2 ARQUITECTURA, SUBSISTEMAS, SERVICIOS Y NORMAS

CAPÍTULO 3 ARQUITECTURAS ITS

Para el despliegue de Sistemas Inteligentes de Transporte se precisa contar con modelos arquitecturales que ayuden a la prestación de los servicios ITS. Es así como, es importante exponer en el presente manual el manejo de la palabra arquitectura en términos de los Sistemas Inteligentes de Transporte.

En esencia, tomando la norma internacional ISO/IEC/IEEE 42010, la arquitectura se define como conceptos fundamentales o propiedades de un sistema en su propio ambiente y donde, se tienen en cuenta: sus elementos, sus relaciones, sus principios de diseño y su evolución. Desde la perspectiva arquitectónica, solo a modo de aclaración, la arquitectura se define como el arte para proyectar, diseñar, construir y modificar el hábitat.

El hábitat puede ser considerado como todo lo que recoge el sector de la infraestructura, tránsito y transporte, en donde, todos sus componentes están interactuando todo el tiempo y tienen como común denominador: a la tecnología, la misma que logra la convergencia de servicios que requieren tanto los ciudadanos como las administraciones públicas.

Una de las grandes preguntas que se suele realizar en términos de tecnología es como las soluciones que se despliegan pueden incorporar parámetros claves como: escalabilidad, interoperabilidad, compatibilidad, integración y, que los equipos tecnológicos que se utilicen para tales soluciones estén basados en enfoques de neutralidad tecnológica. Por ejemplo, en términos de escalabilidad, es decir, la capacidad de crecimiento de las soluciones tecnológicas, un sistema solo podrá servir para un fin común y su capacidad de crecimiento será mínima si no son evaluados los parámetros de crecimiento al inicio de la solución. Sin embargo, lo anterior no descarta que una solución tecnológica solo sirva para algo específico, esto es lo normal, pero en términos de ITS se requiere evaluar muy bien este tipo de características y más, cuando se incorporan diversas funcionalidades ITS a un sistema concreto, que lo normal es que tienda a crecer rápidamente.

Las arquitecturas ITS son importantes para el planteamiento de soluciones ITS, de hecho, deben contemplar las características clave para que el proyecto tenga una articulación clara en el tiempo; es decir, que se incorpore a la misma la característica de flexibilidad.

Por su parte, cuando se plantea un proyecto ITS se requiere analizar su contexto de forma general; es decir, se requiere tener en cuenta a los actores estratégicos que de una u otra forma tienen que ver con el fin que persigue el ITS a desarrollar, incluso, que se deben tener en cuenta similitudes que se presentan entre los actores de la solución, o como estos se interrelacionan, para poder encontrar componentes articulares que ayuden a determinar



el flujo de los procesos para una solución ITS determinada, y por supuesto, que apalanque la prestación de servicios para los ciudadanos.

En esencia, las arquitecturas de ITS reúnen los procedimientos adecuados para poder introducir, implantar y desplegar ITS a lo largo de cualquier país y por supuesto, pensando en que estas deben cumplir también con los parámetros clave descritos ya que estos, benefician y propenden la prestación de servicios para los ciudadanos.

Asimismo, como las arquitecturas ITS contienen en sí mismas componentes basados en diversas tecnologías se precisa tener muy en cuenta, las articulaciones necesarias con los organismos que establezcan políticas en temas tecnológicos de tal forma que, cuando se entienden claramente las funcionalidades de un ITS, tales entidades se alinearan con objetivos y servicios que involucran aspectos de infraestructura, tránsito, transporte y tecnología.

Las Arquitecturas ITS al ser empleadas por los diferentes países requieren una planeación extensa y concreta por parte de las autoridades involucradas ya que deben ser lo bastante flexibles para que logren enfrentar los problemas asociados a los cambios tecnológicos, al crecimiento de la misma infraestructura o la integración de nuevos sistemas con los existentes (McQueen, 1999).

Las arquitecturas ITS vienen acompañadas de diversos servicios ITS que se deseen prestar. Por ello, se requiere claramente tener una hoja de ruta de implementación de servicios ITS y esto, parte de las necesidades de los ciudadanos, de las necesidades de las autoridades o de las necesidades de una serie de actores que requieren generar soluciones sectoriales o locales para atender problemas comunes de los ciudadanos, de las empresas o del mismo gobierno. Tales necesidades son la base de los servicios ITS. En esencia, los servicios ITS de acuerdo a la norma ISO 14813-1 del año 2015 se definen como "funcionalidades provistas para usuarios de sistemas inteligentes de transporte, diseñados para incrementar la seguridad, sostenibilidad, eficiencia y/o confort".

A fin de desarrollar arquitecturas ITS, se requieren articular de la mejor forma, sus servicios, de tal manera que cuando se contemple la implementación de una solución ITS, se incluyan los componentes que la hacen escalar a lo largo del tiempo y obviamente, analizar como los usuarios se van a beneficiar de las mismas. Todo esto, considerando la relación beneficio/costo que tienen este tipo de soluciones.

Por otra parte, es importante resaltar que las arquitecturas ITS pueden desarrollarse de manera local o de manera nacional. Las arquitecturas locales tienen como fin atender los servicios ITS o necesidades propias de la ciudad, o la localidad, con la finalidad de generar eficiencia en relación a los servicios asociados a infraestructura, tránsito o transporte local. Igualmente, se requiere destacar que las arquitecturas locales parten del desarrollo económico de la región y de aspectos tales como: redes de telecomunicaciones, desarrollo de la infraestructura, producto interno bruto local, política pública de la localidad,



educación, cultura ciudadana, entre otros. Todo esto porque dichas arquitecturas requieren personal para impulsarlas y para que estén midiendo indicadores que, al final, van a generar información que pueda ayudar al establecimiento de políticas públicas locales en beneficio de todos los interesados.

En cambio, la arquitectura ITS nacional es la que genera el aspecto macro de como realmente integrar todas y cada una de las arquitecturas ITS locales que se puedan llegar a desarrollar, así como, genera directrices para desarrollar servicios ITS nacionales que contribuirán a la generación de indicadores nacionales para el desarrollo y diseño de políticas públicas en los temas asociados a infraestructura, tránsito y transporte. Todo esto, si se cuenta con datos homogéneo; lo que significa contar con una base conceptual que permita identificar y determinar claramente que la variable que se va a medir a nivel nacional es la misma en todos los territorios locales. Consecuentemente, debe existir homogeneidad en la información para que todas las regiones peruanas utilicen los mismos términos.

En resumen, una de las figuras que puede representar claramente lo referente a arquitecturas ITS es el mecanismo de un reloj. Para que éste funcione, sus mecanismos deben ser armónicos y deben seguir un compás que es determinado por la forma en que se sincronizan sus componentes (Ver Imagen N°30). Por otra parte, lo normal es encontrar sistemas donde no hay arquitecturas ITS como se muestra en la **Figura N°3.2**.

Lo anterior no significa que tener un esquema como en la **Figura N°3.2**, no sea viable para plantear una arquitectura como en la **Figura N°3.1**. Para ello, se requiere identificar los elementos y funcionalidades de cada componente (**Figura N°3.2**), luego plantear un esquema de integración y articulación de los componentes. Sin embargo, habrá que identificar los diccionarios de datos; es decir, qué terminología se utiliza para cada una de las variables en cada componente de la **Figura N°3.2** y qué es común o no en los demás componentes.

Figura N°3.1 ITS con arquitectura**Figura N°3.2 ITS sin arquitectura**

El tema de las arquitecturas de los ITS es bastante amplio y depende del desarrollo local en términos de comunicaciones, desarrollo de software, plataformas orientadas a servicios, entre otros. De hecho, y para poder articular los diferentes componentes tanto físicos como lógicos de las soluciones ITS, las Arquitecturas ITS establecen cuatro vertientes o enfoques muy importantes, las cuales son:

- Arquitectura Empresarial
- Arquitectura Funcional
- Arquitectura Física: y,
- Arquitectura de Comunicaciones.

3.01 ARQUITECTURA EMPRESARIAL

La Arquitectura empresarial engloba los roles de las organizaciones, las relaciones entre los diversos actores estratégicos, todo esto, para poder alinear y dar respuesta a las necesidades que tiene cada uno de ellos, sea de forma colectiva o por separado y, además, establece cuáles son los proveedores y consumidores de información. En términos de software, la arquitectura empresarial resulta determinante ya que esto establecerá como podrían orquestarse los servicios provenientes de diversos sistemas de información.

3.02 ARQUITECTURA FUNCIONAL

Describe de forma abstracta los elementos funcionales y sus interacciones lógicas (flujos de datos) que satisfacen los requerimientos del sistema; es decir, al identificar las interacciones lógicas puede llegarse a determinar las relaciones entre los componentes y así, saber que puede hacer cada uno de ellos, de hecho, desde las demás vertientes de la

arquitectura ITS puede explotarse las capacidades de cada funcionalidad para apalancar el desarrollo de servicios.

3.03 ARQUITECTURA FÍSICA

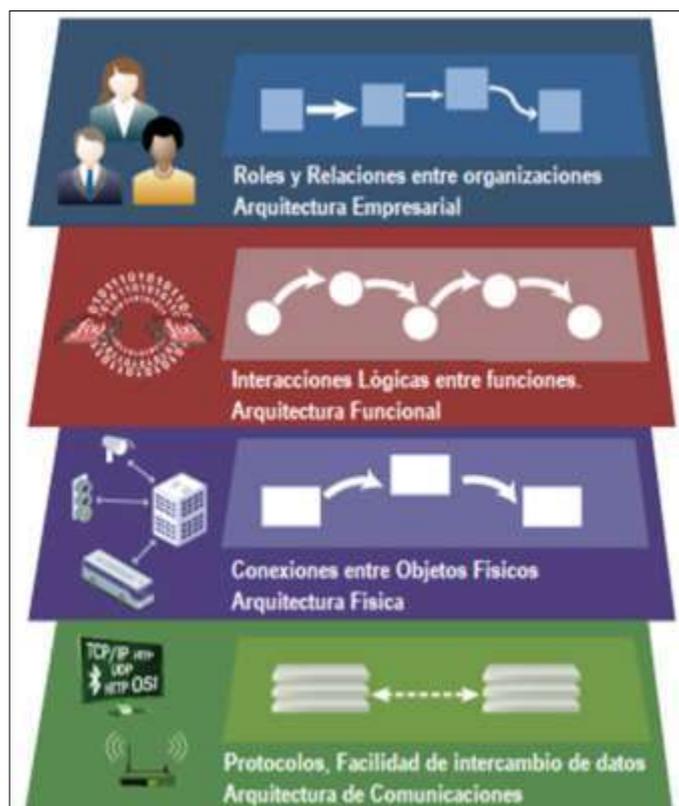
En este apartado de la arquitectura se describen los objetos físicos (sistemas y dispositivos), sus objetos funcionales, así como sus interfaces de alto nivel con los objetos físicos.

3.04 ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES

Aquí se describe el conjunto de capas de comunicaciones y protocolos que son requeridas y que apoyan las funcionalidades de los objetos de la arquitectura física.

Un ejemplo visual de lo que se busca con estas arquitecturas se presenta en la ilustración siguiente.

Figura N°3.3 Vistas de la Arquitectura ITS





3.05 ARQUITECTURAS ITS INTERNACIONALES

De acuerdo con todo lo que ha sido descrito, a nivel mundial muchos países han abordado el reto de desplegar arquitecturas ITS que ayudan a mejorar lo referente a los servicios ITS para los ciudadanos y de forma paralela, a mejorar la forma en que las autoridades gestionan las ciudades en referencia al sector de la infraestructura, tránsito y transporte. Por tal razón, a continuación, se expondrán como referencia las arquitecturas de ITS más relevantes a nivel mundial, donde se describen sus principales características, diagramas de bloques y sus servicios ITS.

3.05.01 Arquitectura ITS de EEUU

Desde el punto de vista histórico, EE.UU. fue el primer país en desarrollar una arquitectura ITS a comienzos de 1990, en sus inicios, se presentó como una legislación con respecto a los ITS, concretamente en el año de 1991, y no como una arquitectura (Chowdhury & Sadek, 2003).

Es conocida como la Arquitectura Nacional ITS y proporciona un marco común para la planificación, la definición y la integración de los ITS (ITERIS, 2008a). Es un producto maduro que refleja las contribuciones de un amplio sector de la comunidad ITS (profesionales del transporte, ingenieros de sistemas, desarrolladores de sistemas, especialistas en tecnología, consultores, etc.) (ITERIS, 2008a). La arquitectura define lo siguiente:

- Las funciones que son requeridas por los ITS (por ejemplo, reunir información de tráfico o petición de ruta).
- Las entidades físicas o subsistemas donde residen esas funciones (por ejemplo, el campo o el vehículo).
- Los flujos de información y flujos de datos que conectan a estas funciones y subsistemas físicos en un sistema integrado.

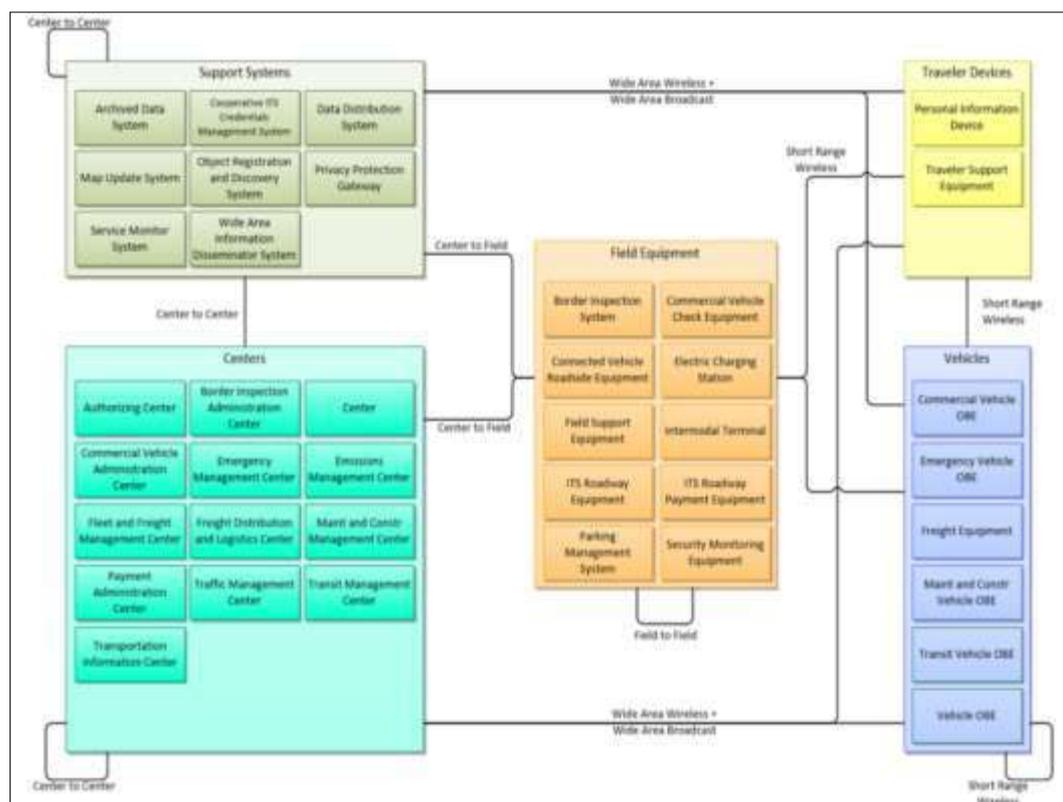
En este sentido, esta arquitectura recoge las definiciones expuestas (Ver **Figura N°3.4**) donde se observan cinco subconjuntos que ayudan a sustentarla y son: apoyo de los sistemas, dispositivos de los viajeros, equipos de campo, vehículos y centros, todos interconectados entre sí mediante escenarios ITS.

Como puede apreciarse de la **Figura N°3.4**, la arquitectura ITS de los Estados Unidos comprende 5 subconjuntos (apoyo de los sistemas, dispositivos de los viajeros, equipos de campo, vehículos y centros) que recogen y dividen elementos y servicios. Lo anterior permite separar macroelementos que están desplegados en las ciudades de tal forma que puedan reunirse o establecerse parámetros comunes para abordar las funcionalidades de

cada uno de los elementos pertenecientes a cada subconjunto y posteriormente, establecer relaciones entre cada subconjunto, y así, producir servicios a los ciudadanos.

Al disponer de los subconjuntos descritos, es posible generar relaciones entre ellos generando así, escenarios ITS como lo son: esquemas de comunicación de centro a centro (center to center), esquemas de comunicación de centro a campo, esquemas de comunicación campo a campo, y esquemas de comunicación en bajo rango de frecuencia (Short Range Wireless). Los escenarios anteriores son fundamentales para entender los flujos de datos que se requieren en los esquemas ITS y así, determinar cuáles de ellos aportaran a la generación de servicios.

Figura N°3.4 Arquitectura ITS de los Estados Unidos (US_DOT,2018)



Todo lo que se ha descrito no tendría sentido sin referenciar lo más importante de una Arquitectura ITS; es decir, sus servicios ITS. Por ello, a continuación, se presentan las áreas de aplicación de servicios ITS y un ejemplo de servicio para cada una (Los servicios de la arquitectura ITS de los Estados Unidos se presentan en el anexo 7A.1).

Tabla 1. Áreas y ejemplo de Servicios ITS de la arquitectura ITS de Estados Unidos

ÁREA	EJEMPLO DE SERVICIO
Operación de vehículos comerciales	Manejo de mercancías peligrosas
Gestión de datos	Bodega de datos en ITS
Mantenimiento Construcción	Gestión de trabajos en la vía
Gestión de parqueaderos	Pago electrónico de aparcamiento
Seguridad Publica	Prioridad de vehículos de emergencias
Transporte Publico	Gestión de flota de buses
Apoyo	Mantenimiento de centros
Vía Sostenible	Monitorización de emisiones
Gestión de Tráfico	Recaudo electrónico vehicular
Información al viajero	Guía de ruta dinámica
Seguridad en Vehículos	Advertencia por vehículo con carga Extra dimensionada
Clima	Procesamiento de información del clima y distribución

En la Tabla N°1 solo aparece un ejemplo de servicio ITS ya que cada área de servicios puede contener muchos servicios ITS y esto, depende de lo que defina la nación o la localidad o incluso de las necesidades de cada entidad de gobierno local o incluso, de los servicios ITS que se deseen desplegar por los diversos actores estratégicos. Asimismo, en el anexo 7A.1 se exponen completamente los servicios ITS que se tienen en cuenta en la arquitectura ITS.

3.05.02 Arquitectura ITS de Japón

Japón siendo uno de los países más avanzados en temas de ITS, también cuenta con una arquitectura ITS para el desarrollo y despliegue de servicios ITS. Tal arquitectura comenzó a generarse con el desarrollo de muchos proyectos que buscaban la mayor seguridad para sus ciudadanos y para el fortalecimiento de la economía. Uno de los proyectos que más contribuyó a su desarrollo fue el sistema VICS (Vehicle Information and Communication System) relacionado con el ofrecimiento de información al vehículo (Tamura & Hirayama, 1993). Los principales objetivos son:

- Construcción eficiente de ITS
- ITS adecuadas y expandibles
- Desarrollo de estándares tanto nacionales como internacionales

Similaramente que la arquitectura ITS de Estados Unidos, puede ser vista mediante un diagrama de bloques (Ver **Figura N°3.5**) que incluye varios conjuntos asociados a los sistemas de transporte para ayudar a sustentarla. Tales conjuntos son: humanos, vehículos, centros, elementos de la carretera y elementos externos, todos relacionados entre sí mediante diversos bloques de comunicaciones.

En esencia la arquitectura se encuentra guiada por dos principios. El primero, asegura que es lo suficientemente flexible en el dado caso que se llegue a presentar algún cambio social o tecnológico de consideración y el segundo, garantiza la interconectividad e interoperabilidad a lo largo de la infraestructura de transporte (ITS-JP, 1999).

La arquitectura japonesa incluye un nuevo conjunto llamado entidades externas que no da lugar a afirmar que en la arquitectura americana no se considere, pero si puede verse claramente que teóricamente incluye más funcionalidades y mayores servicios.

Además, si analizamos sus servicios ITS encontramos una gran variedad, los cuales han sido agrupados bajo 9 áreas específicas y un área general. En total son diez áreas y generan 21 servicios ITS básicos que dan lugar a muchos más servicios ITS por cada área (Ver Tabla N°2).

Figura N°3.5 Arquitectura ITS de Japón (Hasegawa, 2016)

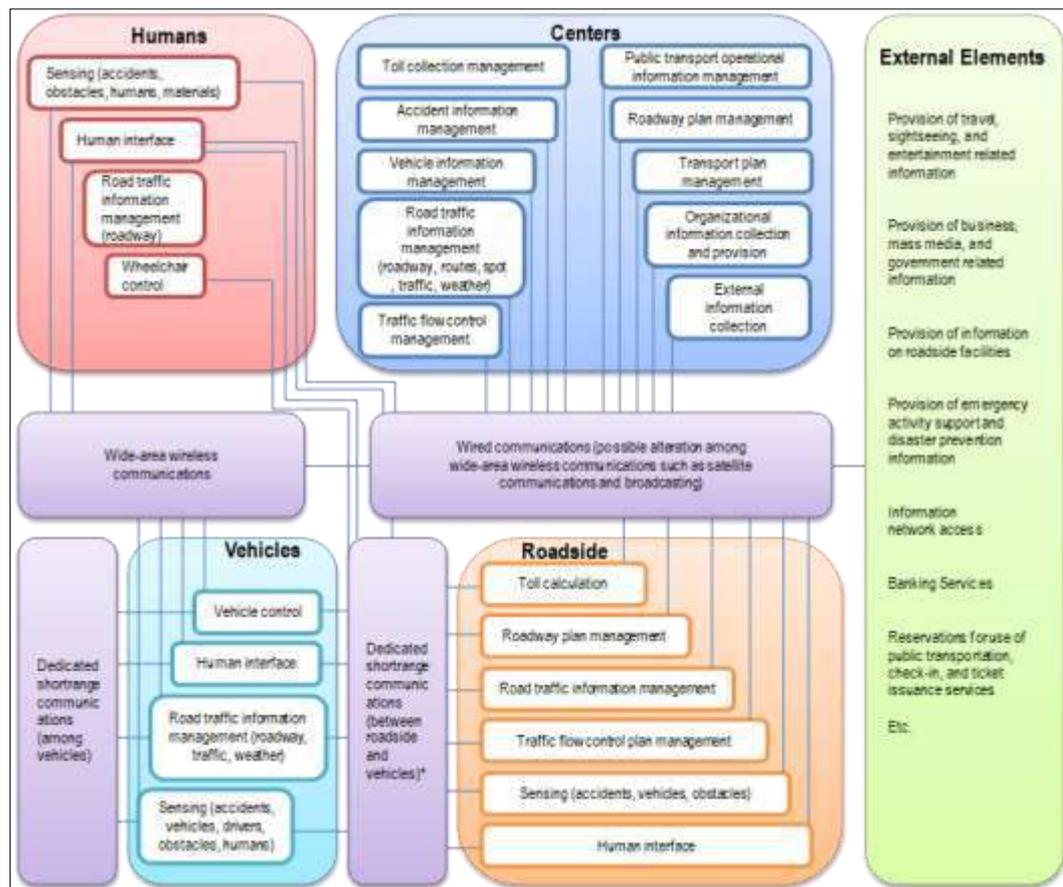


Tabla 2. Áreas y ejemplo de Servicios ITS de la arquitectura ITS de Japón (MLIT, 2018)

ÁREAS DE DESARROLLO	SERVICIOS DE USUARIO
Sistemas de navegación avanzada	1.1 Provisión de rutas guiadas por la información de tráfico 1.2 Provisión de información relacionada con el destino
Sistemas de cobro electrónico de peajes	2.1 Cobro electrónico de peajes
Asistencia para manejo Seguro	3.1 Provisión de información sobre las condiciones de manejo y de la carretera 3.2 Advertencia de peligro 3.3 Asistencia para el manejo 3.4 Sistemas de autopista automatizada
Optimización de la gestión de tráfico	4.1 Optimización del flujo de tráfico 4.2 Provisión de información de restricción tráfico en caso de incidente
Incremento de la eficiencia en gestión de la carretera	5.1 Mejoramiento de operaciones de mantenimiento 5.2 Gestión de vehículos comerciales especialmente permitidos 5.3 Provisión de información sobre los peligros en la carretera
Apoyo para el transporte público	6.1 Provisión de información del transporte público 6.2 Asistencia para operaciones del transporte público y gestión de operaciones
Incremento de la eficiencia en operaciones de vehículos comerciales	7.1 Asistencia para gestión de las operaciones de vehículos comerciales 7.2 Platooning automatizado de vehículos comerciales
Apoyo a los peatones	8.1 Guía de ruta de peatones 8.2 Previsión de accidente Peatón-vehículo
Apoyo para las operaciones de vehículos de emergencia	9.1 Notificación de emergencia automatizada 9.2 Guías de ruta para vehículos de emergencia y apoyo a las actividades de socorro
General	10.1 Utilización de información en la sociedad de telecomunicaciones e información avanzada

Para poder desarrollar los subconjuntos de servicios ITS listados, Japón ha tomado ventaja de la radio analógica de FM (Frecuencia Modulada - FM) para transmitir los mensajes que permiten la generación de servicios (VICS_Japan, 2007). No obstante, esta arquitectura enfrenta actualmente un nuevo reto ya que en la actualidad nuevos escenarios de comunicación ITS se han desarrollado como esquemas de comunicación entre vehículos, vehículos con infraestructura y viceversa.

3.05.03 Arquitectura Europea

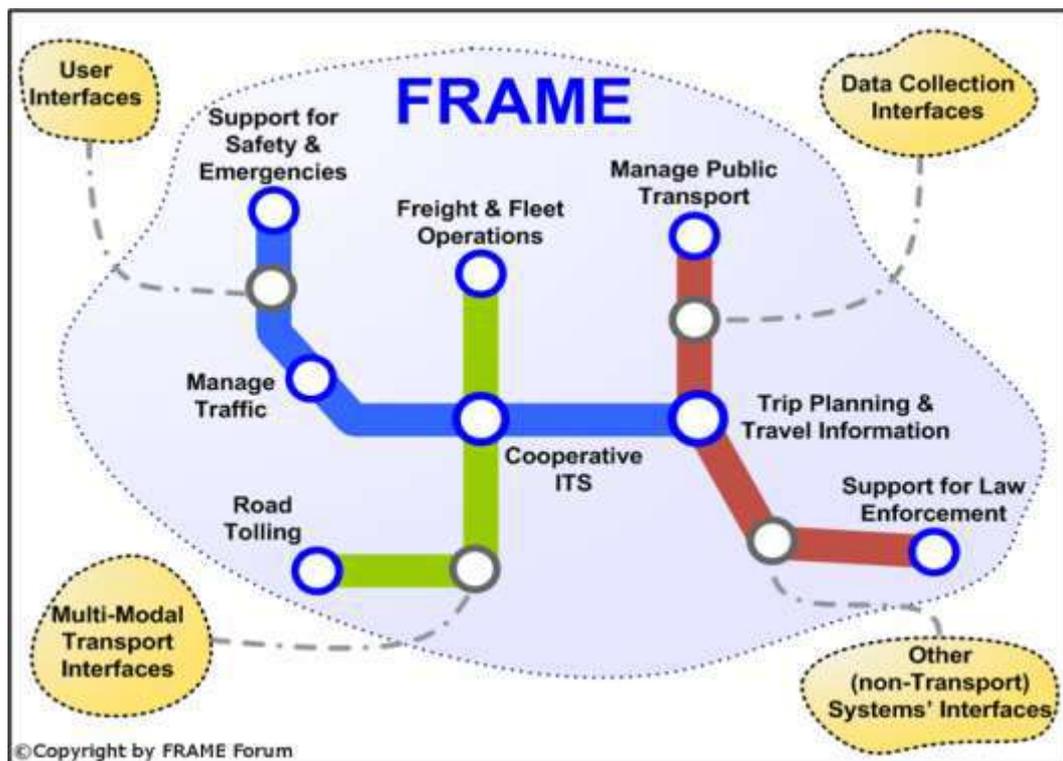
Se originó a partir de diversos esfuerzos de ingeniería. El primero de ellos es el proyecto E-FRAME (E-FRAME, 2008) que está basado en el proyecto KAREN (Keystone Architecture required for European Networks) (European_Commission, 2018). E-FRAME es un marco de referencia o un plan de ayuda para que los países Europeos puedan construir sus propias

arquitecturas ITS a la medida de sus necesidades particulares (Jesty & Bossom, 2006). Sin embargo, puede ser considerada como una Arquitectura de ITS debido a que tiene en cuenta los siguientes puntos de vista (E-FRAME, 2004b):

- Las Necesidades del usuario, usadas para definir lo que desean las partes interesadas en el despliegue de ITS.
- La arquitectura funcional, define la funcionalidad necesaria para que los ITS conozcan las necesidades del usuario y por ende sus servicios. Tal arquitectura está compuesta de áreas funcionales, divididas en otras funciones.
- La arquitectura física, describe cómo dichas funciones pueden ser agrupadas para ser implementadas.
- La arquitectura de comunicación, describe los enlaces de comunicación necesarios para apoyar el flujo de datos de la capa física.

En esencia, E-FRAME tiene como objetivo fundamental ofrecer el apoyo para el desarrollo de sistemas cooperativos escalables e interoperables (Sampson et al., 2009), además, se perfila como una gran alternativa para la integración de los ITS.

Imagen N°3.6 Arquitectura ITS de Europa (Jesty, 2018)



Esta arquitectura como puede evidenciarse a partir de la ilustración expone ocho subconjuntos interiores (círculos con borde azules) asociados a áreas donde se van a desarrollar servicios ITS, estas áreas son: Apoyo para seguridad y emergencias, gestión de tráfico, Peajes en carretera, operación de gestión de flota y de mercancías, sistemas cooperativos de ITS, gestión del transporte público, planeación de los viajes e información

al viajero y, por último, apoyo para la aplicación de la ley. Al mismo tiempo, la arquitectura ITS Europea contiene otros cuatro subconjuntos (círculos con borde gris) que en esencia se comportan como interfaces articuladores de servicios y son: Interfaz de usuario, interfaces para recolección de datos, interfaces para transporte multimodal, y, por último, otras interfaces destinadas a acoplar sistemas.

Los servicios que componen la arquitectura ITS europea son los siguientes:

Tabla 3. Áreas Funcionales y Funciones de la arquitectura ITS Europea (European_Union, 2014)

ÁREAS FUNCIONALES (NECESIDADES DEL USUARIO)	FUNCIONES
1. General	1.1 Propiedades de la Arquitectura 1.2 Intercambio de datos 1.3 Adaptabilidad 1.4 Restricciones 1.5 Continuidad 1.6 Costo / Beneficio 1.7 Capacidad de Expansión 1.8 Mantenibilidad 1.9 Calidad del contenido de los datos 1.10 Robustez 1.11 Seguridad Personal 1.12 Seguridad jurídica 1.13 Amistad de los usuarios 1.14 Necesidades especiales
2. Planeación de la Infraestructura y mantenimiento	2.1 Apoyo a la planeación del transporte 2.2 Gestión del mantenimiento de las infraestructuras
3. Ejecución de leyes	3.1 Políticas/Ejecución de regulaciones de tráfico
4. Transacciones Financieras	4.1 Transacciones financieras electrónicas
5. Servicios de Emergencia	5.1 Notificación de emergencias y seguridad personal 5.2 Gestión de vehículos de Emergencia 5.3 Materiales peligrosos y notificación de incidentes
6. Información del viaje y ruta	6.1 Información antes del viaje 6.2 Información en el viaje 6.3 Servicios de Información personal 6.4 Guías de ruta y navegación
7. Tráfico, Incidentes y gestión de la demanda	7.1 Control de tráfico 7.2 Gestión de Incidentes 7.3 Gestión de la demanda 7.4 Mejoramiento de la seguridad para usuarios vulnerables en la carretera 7.5 Enlaces y uniones inteligentes
8. Sistemas de Vehículos Inteligentes	8.1 Mejoramiento de la visión 8.2 Operación de vehículos automatizados 8.3 Prevención de colisión longitudinal 8.4 Previsión de colisión lateral 8.5 Facilidad de seguridad 8.6 Despliegue de retenciones pre-choque

ÁREAS FUNCIONALES (NECESIDADES DEL USUARIO)	FUNCIONES
9. Gestión de flotas y de transporte de mercancías	9.1 Despacho de vehículos comerciales 9.2 Procesos administrativos de vehículos comerciales 9.3 Inspección segura Procesos administrativos de vehículos comerciales 9.4 Monitorización de seguridad a bordo de vehículos comerciales Gestión de flotas comerciales
10. Gestión del transporte público	10.1 Gestión del transporte público 10.2 Respuesta a la demanda de transporte público 10.3 Gestión de transporte compartido 10.4 Información del transporte público en el viaje 10.5 Seguridad en los viajes públicos

Como puede observarse, a través de lo expuesto en el presente Manual de ITS, las arquitecturas ITS deben acoplarse claramente a las necesidades de los usuarios, pero esto, depende de cómo realmente funciona la localidad o desde el punto de vista nacional, de cuáles son las entidades que posee el país y sus diversas competencias para dar directriz sobre la forma de desplegar las arquitecturas ITS.

Resumiendo, las arquitecturas de ITS descritas se sustentan en sus servicios ITS para satisfacer las necesidades demandadas por cualquier región o localidad del país, por ello, se precisa que para las áreas de infraestructura, tránsito y transporte se generen servicios ITS dependiendo del nivel de avance en las ciudades y se afirma que, es factible generar servicios ITS para la nación, es decir servicios ITS nacionales, siempre y cuando haya homogeneidad en algún servicio ITS que propenda a ser de carácter nacional.

3.06 ARQUITECTURA ITS NACIONAL

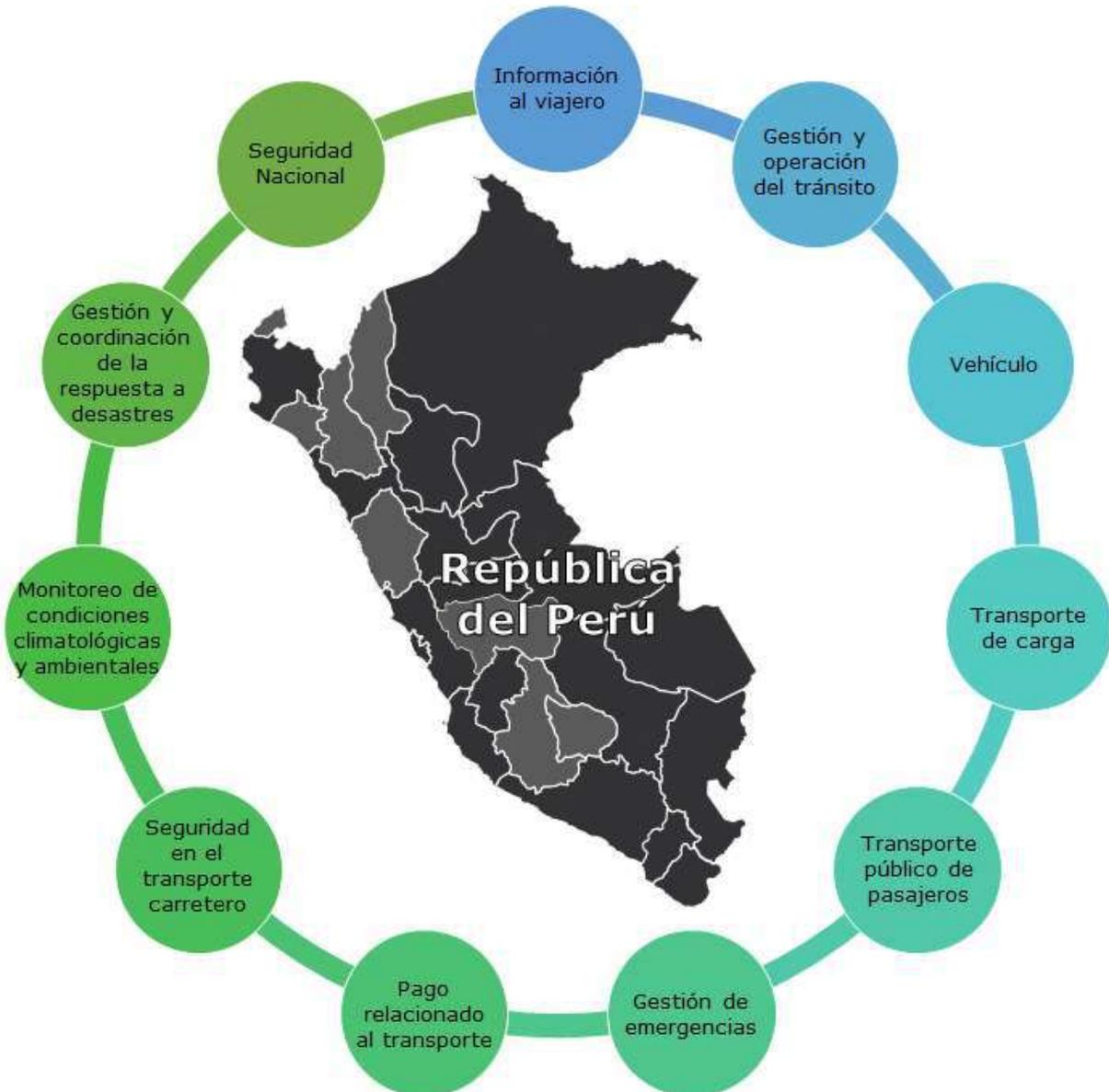
De acuerdo con lo anterior, se realizan diversos esfuerzos para poder articular el desarrollo de servicios ITS. Las esferas de servicio desarrolladas en el presente Manual tienen como marco de referencia el estudio denominado "Desarrollo de la Arquitectura y Plan de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)" realizado por la Oficina General de Programas y Proyectos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

En esencia las esferas de servicios que se tomaron en cuenta fueron las siguientes (Ver Figura N°3.7):

- Información al viajero
- Gestión y operación del tránsito
- Vehículo
- Transporte de carga
- Transporte público de pasajeros
- Gestión de emergencias
- Pago relacionado al transporte
- Seguridad en el transporte carretero

- Monitoreo de condiciones climatológicas y ambientales
- Gestión y Coordinación de la Respuesta a Desastres
- Seguridad Nacional

Figura N°3.7 Esferas de servicios ITS de Perú



Teniendo en cuenta lo anterior, se tiene avances en los temas de ITS, sin embargo, se requiere articular muy bien los servicios ITS a las necesidades del país, en aras de que se desarrollen y desplieguen servicios que sean prioritarios para el país.

Por otra parte, se resalta que las esferas de servicios contienen servicios ITS por lo que estos se convierten entonces en el camino a seguir por los interesados (actores estratégicos) en desplegar ITS, ya que los esfuerzos en despliegue de ITS deben ir articulados con los elementos aquí descritos y siguiendo las metodologías expuestas en este documento.



Es importante destacar en este capítulo de Arquitectura ITS, los datos que los elementos ITS producen deberán tener un esquema de recopilación y reutilización como lo determine el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a fin de poder realizar ejercicios de analítica de información para que ayude a la construcción de política pública de ITS; es decir, que las regiones o localidades que estén interesadas en desplegar ITS para soluciones deberán articularse a la forma de recopilación de datos que estime el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Por otra parte, la información que se obtenga desde el ITS requiere tener connotaciones públicas que sirvan a otras entidades públicas para el análisis de datos, sin embargo, si la información se establece como no pública se deberá argumentar al Ministerio de Transportes y Comunicaciones el por qué, pero en ningún caso podrá ser oculta para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ya que es la entidad que de forma general articulará los servicios ITS en el país. En caso de plantear algún tipo de explotación de la información de ITS se requerirá plantear los esquemas al Ministerio de Transportes y Comunicaciones para dar viabilidad de esto en caso de que haya lugar.

Adicionalmente, es importante que al momento de analizar el despliegue de un servicio ITS se aborden las necesidades de los usuarios y se les provea información a partir del ITS; lo que significa que en cierta medida, independiente del proyecto, es de gran relevancia contemplar la esfera de servicios de información al usuario.



CAPÍTULO 4 SUBSISTEMAS ITS

Un subsistema de ITS o esfera de servicio puede ser definido como un sistema que atiende una función específica de ITS enfocados a satisfacer las necesidades identificadas y este, puede ser integrado a un sistema mayor que permita articular el subsistema de ITS con la información que proveen otros subsistemas ITS, todo esto, en aras de recoger diversidad de información de distintas fuentes para ser luego cruzadas y así determinar y orientar la política pública nacional y la toma de decisiones en el país. Teniendo de referencia la ISO 14813-1 existen diversidad de enfoques de aplicación de los ITS donde se desarrollan los diversos subsistemas ITS los cuales, pueden ser desplegados a lo largo del territorio nacional.

De acuerdo con el desarrollo que han tenido los ITS en Perú, es imprescindible destacar que los enfoques de aplicación van asociados a las esferas de servicios que en su momento se definieron por parte del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, quedando estas así: 1) Información para el pasajero, 2) Gestión y operación del tránsito, 3) Vehículo, 4) Transporte de Carga, 5) Transporte público de pasajeros, 6) Gestión de emergencias, 7) Pago electrónico relacionado con el transporte, 8) Seguridad en el transporte carretero, 9) Monitoreo de las condiciones climatológicas y ambientales, 10) Gestión y coordinación de la respuesta a desastres y 11) Seguridad nacional.

Es importante, además, señalar que transversalmente se debe considerar a los usuarios vulnerables de la vía (personas con discapacidad, niños y niñas, mujeres, personas adultas mayores, y ciclistas) dentro del desarrollo de los servicios ITS.

Cabe indicar que por esfera serán mencionados algunos servicios que producen subsistemas de ITS, no obstante, los servicios de cada esfera son muchos y muy variados, por lo que se describirán los más relevantes y quedará a disposición de los entes gestores de la vía, determinar la pertinencia del servicio ITS que se pretende desplegar teniendo en cuenta los dispositivos legales vigentes y documentos técnicos afines.

4.01 INFORMACIÓN PARA EL PASAJERO

Suministro de información estática y dinámica sobre la red de transporte para los usuarios, incluyendo las opciones modales y de transbordo. Esta esfera de servicios está enfocada a:

- Generar información al usuario ya sea previo, durante o después del viaje acerca de diversas situaciones que puedan acontecer en las vías incluyendo su estado (mantenimiento, derrumbes, depresiones, pendientes peligrosas, riesgo de accidente entre muchas otras). Por su parte, frente al transporte público es posible ofrecerle al usuario información acerca de horarios, rutas, frecuencias, localización del bus, etc.



Igualmente es posible informarle al usuario información sobre los emplazamientos de parqueaderos donde se incluyen las tarifas, lugares libres para aparcar, posibilidad de hacer reservas, localización de puntos de pago para los servicios del aparcamiento etc.

- Generar la provisión de información tanto estática (lugares de interés para los usuarios: hoteles, restaurantes, hospitales, centros de emergencia, puntos turísticos) como dinámica (información en tiempo real, vehículos averiados en la vía, cierre de vías, puentes cerrados, puente elevado, accidentes, velocidad de las vías, sitios de sobrepaso etc.) relacionada con la red de transporte y servicios para los usuarios antes y durante el viaje. Asimismo, proporciona herramientas para los profesionales del transporte para recopilar, archivar y gestionar la información para las actividades futuras.
- El principal enfoque de esta esfera es generar para el usuario información que ayude a la toma de decisiones mientras este planea el viaje o está en el viaje o incluso después del viaje. Además, las autoridades al tener acceso a esta información pueden generar planes adyacentes a las diversas situaciones que diariamente suceden sobre la infraestructura vial.

Con el desarrollo de proyectos ITS en esta esfera es posible alcanzar una mayor eficiencia y eficacia para los diversos modos de transporte ya que: permite reducir los tiempos de viaje, optimiza el uso de la red de transporte, mitiga el impacto ambiental asociado al tiempo de viaje, genera información del estado de las vías para los usuarios, asiste en la planeación de los viajes y da a conocer las condiciones de las vías, lo que se traduce como tal en beneficios a nivel de seguridad vial, entre otros.

De esta esfera pueden desprenderse gran cantidad de servicios ITS y cada uno puede tener su esquema de operación como un subsistema ITS que puede alimentar a un sistema mayor, sea local, provincial, regional, nacional u otro según corresponda.

4.02 GESTIÓN Y OPERACIÓN DEL TRÁNSITO

Gestión del movimiento de vehículos, pasajeros y peatones a lo largo de la red de transporte terrestre. Esta esfera de servicios está enfocada en:

- Generar escenarios de gestión del tránsito donde sea posible el monitoreo y la gestión del tráfico con el fin de generar acciones para mitigar los momentos de alto tráfico en las ciudades. Lo más importante no es el monitoreo como tal, sino las acciones a seguir a partir de lo que se visualiza en los centros de control; es decir, en tales centros se requieren de procedimientos o procesos de acuerdo con cada situación particular, por ejemplo, prevalencia de los vehículos de emergencias, onda verde para descongestionar, desvíos puntuales y articulación de rutas en el desvío, detección de incidentes o de accidentes, etc.



- Contempla situaciones donde se generan escenarios de multimodalidad; es decir, aeropuertos, puertos de embarcaciones, en donde incluso, se disponen parqueaderos, estaciones de buses. En todo esto, es importante la gestión del tránsito y cómo se articula al esquema de multimodalidad de la ciudad. Igualmente, esta esfera también contempla servicios asociados en centros de aglomeración, por ejemplo: centros comerciales, estadios, sitios de interés turístico, etc.
- Contempla la posibilidad de generar servicios para gestionar lo relacionado con el movimiento de mercancías especiales o incluso materiales y/o residuos peligrosos, que se mueve a lo largo de las vías nacionales o incluso al interior de las ciudades; y como esta llega a los distintos puntos donde posiblemente se desarrollen esquemas de multimodalidad. También puede gestionarse su movimiento a lo largo de la ciudad y los puntos de control para la misma.
- Contempla servicios asociados a la gestión de infraestructura vial, por ello esta esfera debe articularse a la esfera anterior en aras de generar información a los usuarios.
- Contempla los sistemas de semaforización o vigilancia de manera general de la ciudad y estos, deben sincronizarse a partir de las diversas eventualidades que puedan suceder en las ciudades o a lo largo de las vías nacionales.

Con el desarrollo de proyectos ITS en esta esfera es posible monitorear de la mejor forma la ciudad para poder optimizar los procesos de gestión del tráfico y ayudar así, a generar acciones de respuesta rápida ante diversas situaciones que pueden presentarse en cualquier momento en la ciudad. Es muy importante para el éxito de proyectos de esta esfera que la sincronización con los agentes operativos de campo sea completa; es decir, estos deben portar dispositivos que permitan avisarles de todas las anomalías o situaciones presentadas.

Actualmente una de las formas que más utiliza esta esfera de servicios para recabar información se da a través de los circuitos cerrados de televisión o CCTV. Sin embargo, el análisis de toda esta data es complejo y dependerá del número de cámaras que tengan desplegadas a lo largo de la ciudad, por ello se precisa revisar que en un enfoque de este estilo es posible aplicar tecnologías basadas en aprendizaje de máquina (machine learning) que a su vez debe tener la configuración de un sistema de alertas temprana que les permita a las personas que están al frente del centro de control tomar acciones en el menor tiempo posible.

De esta esfera igualmente pueden desprenderse gran cantidad de servicios ITS y cada uno puede tener su esquema de operación a partir de cada subsistema ITS para los ejemplos citados, tales subsistemas pueden también alimentar un sistema mayor, sea local, provincial, regional, nacional u otro según corresponda.



4.03 VEHÍCULO

Incremento de la seguridad y eficiencia en la operación de los vehículos, por medio de advertencias y asistencia a bordo para los usuarios o para controlar la operación de los vehículos.

Esta esfera de servicios está relacionada con los servicios que puede presentar un vehículo como tal, ya sea particular, de emergencia o de propósito especial. Además, los servicios de esta esfera van asociados a la seguridad vial, por tal razón esta esfera se encuentra enfocada a:

- Abordar servicios relacionados con velocidad de marcha o cruceo del vehículo, que sirven para mantener la velocidad constante y controlada del vehículo a fin de generar un ambiente de conducción controlada y sin riesgos. Al mismo tiempo, dado el avance constante de las tecnologías vehiculares, es posible encontrar dentro de los vehículos sensores especializados que permiten la identificación de obstáculos y esto, permite la detección temprana de colisiones.
- Proporcionar información del desempeño del vehículo desde una aplicación móvil, obtenido por los computadores a bordo que intercambian datos con gran cantidad de sensores instalados en los vehículos.
- Generar sistemas de asistencia al conductor (del inglés Advance Driver Assistant Systems - ADAS) y con los cuales es posible comunicarse con centros de control o con personas como por ejemplo pedir ayuda cuando sea requerido. Estos sistemas de acuerdo a las políticas de seguridad de los vehículos vienen con sistemas denominados como e-call que permiten desde el vehículo hacer llamadas de emergencia hasta centros especializados de atención al conductor.
- Asistir al conductor en la apertura de puertas de forma automática, en el parqueo del vehículo, en la detección de obstáculos cuando el vehículo cambia de un carril a otro, entre otros.
- Esta esfera también recoge los sistemas de protección al usuario que está en el interior del vehículo como los sistemas de airbag, sistemas ABS, sistemas de puesta de cinturones, entre muchos otros.

De esta esfera pueden desprenderse gran cantidad de servicios ITS por el avance de la tecnología, incluyendo actualmente a los vehículos sin conductor y que van inercialmente conectados a la red de internet y que generan muchos servicios para los usuarios. Asimismo, en esta esfera se genera el escenario de sistemas cooperativos entre diversos escenarios de comunicación de vehículo a vehículo (V2V), de vehículo a infraestructura (V2I) o viceversa. Además, en estos escenarios existen elementos en el interior de los vehículos denominados Unidades de A Bordo (OBU – On Board Unit).



De forma general y dadas las capacidades de la tecnología actual, la información que se trance en los subsistemas de los vehículos también es posible llevarla a subsistemas ITS locales para luego ser llevada al sistema ITS nacional, pero se recomienda únicamente llevar a estos sistemas la parte más estratégica de la información para su posterior análisis. Por último, esta esfera, dados todos los servicios que pueden incluirse, tiene como consecuencia la disminución de infracciones de tránsito y hace más segura la conducción de forma general.

4.04 TRANSPORTE DE CARGA

La gestión de la operación de vehículos de carga, la gestión de carga o flotas, y las actividades que agilizan el trámite de autorización para la carga en las fronteras nacionales y jurisdiccionales agilizan los transbordos entre los modos para la carga autorizada.

Para esta esfera de servicios se genera entonces enfoques ITS que atienden lo siguiente:

- Permite que las autoridades puedan desplegar ITS para que, los procesos y procedimientos asociados al transporte de carga tales como: manifiesto de la carga, documentos del tipo de vehículo, de su destinación, peso, información de la carga, tipo de carga, documentos de operación, pertenencia a empresa, cruce entre regiones y fronteras, seguimiento o rastreo de vehículos, entre otros, puedan ser tenidos al instante para efectos de control y vigilancia ya sea por parte de la empresa o en su defecto por las autoridades.
- Los vehículos de transporte de carga también tienen computadoras a bordo (conocidas también como Unidades de Abordo OBU – del inglés On Board Unit) de las cuales, es posible extraer las condiciones de funcionamiento del vehículo; es decir, variables por ejemplo como: temperatura del motor, kilometraje, temperatura de admisión, cantidad de revoluciones por minuto, velocidad, número de identificación del vehículo, alertas de frenado, tiempo de ignición, entre otros.
- Contar con información acerca de la carga que lleva el vehículo. También es posible que se considere utilizar para los contenedores de carga tarjetas de identificación por radio frecuencia (RFID) que son leídas por antenas desplegadas a lo largo de la infraestructura y permiten incluso realizar control de flota zonales para estos vehículos.
- Los servicios de esta esfera pueden incluso generar servicios ITS para articular la intermodalidad y así ser más eficientes y eficaces al momento de transportar carga de un lugar a otro.
- También pueden encontrarse en esta esfera los servicios de pesaje dinámico (WIM, pesaje en movimiento)



- Los servicios ITS de esta esfera más avanzados hasta el momento son los de generación de platooning vehicular (conocidos también como trenes de carretera); es decir, trenes de vehículos de carga donde solo existe un conductor. Por ejemplo, para tres vehículos de carga el único conductor solamente conduce el primer vehículo y los demás siguen este en base a sensores; es decir, los otros vehículos no son tripulados. Esto también se conoce como sistemas cooperativos de carga.

Con el desarrollo de proyectos ITS en esta esfera es posible mejorar la cadena logística nacional y urbana del Perú, igualmente, se logra la monitorización vehicular y se pueden desarrollar planes de contingencia para las diversas eventualidades que se presentan. Se logra también como hito el mejoramiento de la planeación no solo para las empresas del sector privado sino para las públicas.

Adicionalmente, es posible generar la disminución de maniobras que presenten riesgos para otros conductores ya que los datos obtenidos desde el vehículo pueden generar procesos y procedimientos para educar al conductor del vehículo. Esto se logra mediante diversos subsistemas ITS, la gestión de flotas, de las mercancías; con ello se obtiene un escenario más propicio para la vigilancia y mayor eficiencia del transporte de carga y donde sean considerados los esquemas de multimodalidad.

4.05 TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS

Consiste en la operación de servicios de transporte de pasajeros y el suministro de información operacional al conductor y al usuario, incluyendo aspectos multimodales.

Para esta esfera de servicios se generan ITS que atienden lo siguiente:

- Mejorar la operación de los sistemas de transporte público donde se incluyen la planeación de rutas, la atención a la demanda, la elección del tipo de vehículo, la información para el personal de campo de la operación, los momentos de mantenimiento de la flota, la localización de los vehículos, entre otros.
- Dado que los vehículos de transporte público cuentan con Unidades de A Bordo (OBU) es posible gestionar el estado de los vehículos (encendidos o apagados), apertura de puertas, sistemas de información al usuario que avise la próxima parada del autobús, el tiempo de llegada entre otra información. Además, es posible conocer el estado del vehículo en cuanto a su equipamiento como frenos, temperatura del motor, frenadas bruscas, temperatura de admisión, velocidad, kilometraje recorrido, las imágenes de las cámaras interiores para casos de emergencia, entre otros.
- Algunos tipos de vehículos de transporte público en su interior poseen tecnologías asociadas al recaudo electrónico y esto los hace pertenecientes a esta esfera; es decir, poseen validadores internos (para las tarjetas de los usuarios), tranqueras (delanteras



y traseras según sea el caso), servicios de personalización de usuarios (mediante tarjetas) dependiendo del tipo de población (vulnerable, estudiantes, avanzada edad, personal del ente gestor, etc.), tarifas de validación en momentos de transbordo, integración con multimodalidad, sistemas de comunicación con la central de recaudo, sistemas de información al usuario centrados en proveer el servicio de información del saldo restante en su tarjeta y así sucesivamente. Todo esto permite llevar a cabo por parte del ente gestor y de las autoridades una mejor gestión del sistema.

Con el desarrollo de proyectos ITS en esta esfera, es posible mejorar la gestión en el transporte público de las ciudades y su seguridad. Sin embargo, lo más importante de esta esfera es la conexión que tiene con la esfera de información al usuario ya que la finalidad de todos estos sistemas debe ser mejorar la calidad del transporte para los usuarios; es decir, debe darse para estos información clara y veraz sobre donde están los vehículos y sus tiempos de operación, para con ello generar expectativas reales de operación de los sistemas de transporte público para los usuarios y así mejorar la calidad de vida.

4.06 GESTIÓN DE EMERGENCIAS

Servicios prestados en respuesta a incidentes clasificados como emergencias. En esta esfera puede desarrollar muchos enfoques de ITS para atender las emergencias que pueden presentar en el país. A continuación, se describen los servicios más relevantes que pueden ser prestados por diversos subsistemas ITS:

- Permite a las autoridades atender casos de emergencias con la mayor prontitud y eficiencia para cualquiera de los modos de transporte, y así articular a los diferentes organismos de emergencias que se requieran dependiendo de la emergencia: ambulancias, bomberos, policía, entre otros.
- Los servicios pertenecientes a emergencias deben estar articulados con los procesos y procedimientos que se generan en la esfera de servicio de gestión y operación de tránsito ya que, desde allí, puede coordinarse la atención a este tipo de situaciones.
- Los vehículos como ambulancias, bomberos y policías pueden tener sistemas de control de flota y de sincronización con los sistemas de semaforización a su cargo; es decir, que al momento de que estos vehículos pasen por los puntos o intersecciones semaforizadas sea posible generar la alerta hacia estos sistemas para dar preferencia a estos vehículos y así, lograr gran efectividad para atender la alerta o eventualidad.
- Además, en caso las unidades vehiculares mencionadas anteriormente no dispongan de sensores para la activación de alertas para prioridad de paso, desde el centro de control se puede emplear modificaciones momentáneas en la programación semafórica a fin de dar prioridad de desplazamiento a las unidades de emergencia hacia la ruta más óptima según sus requerimientos.



- En esta esfera también son contemplados los vehículos que son destinados al transporte de materiales y residuos peligrosos, por ello, es preciso que esta esfera se articule muy bien con las esferas anteriores para generar procesos coherentes de atención de emergencias.

Con el desarrollo de proyectos ITS en esta esfera, es posible mejorar la efectividad de atención a las emergencias, logrando para ellas, el menor tiempo de respuesta (atención inmediata).

4.07 PAGO ELECTRÓNICO RELACIONADO CON EL TRANSPORTE

Transacciones y reservas para los servicios relacionados con el transporte. Esta esfera se enfoca en los servicios de recaudo electrónico de forma general y consideran dentro de muchos los siguientes servicios:

- Genera escenarios para el pago electrónico de tarifas asociadas a peajes, parqueaderos (cubiertos o en vía), estaciones de servicio, transporte público, revisión técnico-mecánica. Todo esto permite la eficiencia de los escenarios basados en ITS ya que el vehículo puede transitar a cierta velocidad sin detenerse de forma directa (para peajes y parqueaderos), lo que disminuye la congestión. Incluso los peajes pueden desplegarse sin tranqueras; es decir, pueden ser de flujo libre.
- Estos servicios pueden estar articulados con sistemas de pesaje estático y dinámico de tal forma que les envíen a los peajes la información para el cobro de una tarifa apropiada a partir del peso del vehículo.
- Asimismo, estos sistemas pueden integrarse de forma adecuada con los vehículos de emergencia con el fin de levantar la tranquera de forma automática y así permitir la eficiencia del servicio de emergencia.

Además, es importante precisar que estos sistemas funcionen con interoperabilidad evitando el despliegue de diferentes equipamientos de peajes.

Con el desarrollo de proyectos ITS en esta esfera es posible mejorar la efectividad al momento que los vehículos pasen por zonas donde se genere el recaudo electrónico, evitando así que los vehículos se detengan y generando para los usuarios mayor eficiencia en los servicios que prestan los subsistemas ITS en cuanto a disminución de tiempo de viaje y ahorro de combustible, entre otros.

4.08 SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE TERRESTRE

Protección de los usuarios del transporte, incluyendo a los peatones y usuarios vulnerables. En esta esfera de servicios pueden abordarse subsistemas ITS que sustenten servicios ITS tales como:

- Generar escenarios de vigilancia para las zonas más concurridas por personas tales como estadios, estaciones de autobús, aeropuertos, centros comerciales, vías de alto tráfico, centros educativos, entre otras; de hecho, aquí las tecnologías de CCTV (circuito cerrado de televisión del inglés Circuit Close Television) son altamente propias para apoyar este servicio, así como drones.
- Generar alertas, alarmas, conexión con sistemas de emergencias con el fin de atender a la brevedad este tipo de situaciones. Al mismo tiempo, esta esfera contempla el paso momentáneo y prioritario de vehículos de emergencia, los carriles exclusivos de los sistemas de BRT (Sistemas de buses de tránsito rápido).
- Generar servicios para todos los actores de la vía no únicamente para las personas que van en algún tipo de vehículo (vehículos de transporte público, vehículo particular, vehículo destinado a personas con discapacidad, vehículos de movilidad activa: bicicleta, patines, monopatín, entre otros.) sino también para los peatones.

El desarrollo de proyectos ITS para esta esfera puede tener la presencia de varios actores estratégicos que busquen beneficios paralelos en temas de seguridad. Todos estos servicios hacen también mejorar el comportamiento de las personas en campo ya sean conductores, peatones, entre otros.

4.09 MONITOREO DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS Y AMBIENTALES

Son actividades que monitorean y notifican sobre las condiciones climatológicas y ambientales. Esta esfera puede incluir subsistemas ITS asociados a los siguientes servicios ITS:

- Generar escenarios de vigilancia para el monitoreo de variables ambientales y meteorológicas que pueden afectar seriamente las vías, por ejemplo, lluvias, crecimiento de ríos, derrumbes, niebla, suelo resbaladizo, viento fuerte, o temperaturas altas.
- Generar alertas, alarmas, a partir de la detección de fenómenos atmosféricos que posiblemente puedan atentar o poner en riesgo vías de gran relevancia, puentes, túneles, parqueaderos, entre otros emplazamientos.
- Coordinación entre autoridades competentes en caso de desastres y situaciones de alto riesgo.

El desarrollo de proyectos ITS para esta esfera ayuda a mejorar la atención a situaciones meteorológicas generando para los usuarios la información necesaria para que viajen con seguridad. Al mismo tiempo, aporta para la atención temprana de situaciones que puedan afectar la red de transporte, entre muchos otros.

4.10 GESTIÓN Y COORDINACIÓN DE LA RESPUESTA A DESASTRES

Actividades de transporte terrestre en respuesta a desastres naturales, disturbios civiles u otros. Esta esfera se debe articular muy bien con la anterior en aras de responder adecuadamente a desastres. Algunos servicios y subsistemas ITS que pueden conformar esta esfera son:

- Recolectar datos e intercambiar información con diversos subsistemas ITS para que la atención a desastres tenga la mayor coordinación posible.
- En general y dada la articulación nacional de estos servicios también puede ser posible la utilización de drones o de tecnologías vehiculares de acceso rápido a las situaciones que posiblemente se puedan generar. Esta esfera debe coordinarse muy bien con los servicios ITS dedicados a emergencia y aunar esfuerzos para dar celeridad a la respuesta ante hechos de gran envergadura.

El desarrollo de proyectos ITS para esta esfera aporta a la optimización y reducción de tiempos en el momento de responder a un desastre coordinando entre las autoridades competentes y su personal en campo. Presenta también esquemas para toma de decisiones nacionales en caso de desastres.

4.11 SEGURIDAD NACIONAL

Actividades que protegen o mitigan directamente el daño físico o de operación a las personas e instalaciones debido a desastres naturales, disturbios civiles u otros. Esta esfera puede tener el desarrollo de subsistemas ITS que generen servicios ITS que ayuden a los temas de seguridad nacional y permita el desarrollo de los siguientes servicios ITS:

- Generar escenarios de vigilancia para identificar vehículos sospechosos que deban ser inmovilizados. Al mismo tiempo, esta esfera puede generar servicios para la monitorización de materiales y residuos peligrosos.
- Monitorear la infraestructura prioritaria de comunicaciones de la nación en aras de poder contar siempre con servicios de comunicaciones. También se debe buscar alianza con el ejército o con la policía nacional para aumentar la efectividad de la vigilancia del país pudiendo compartir información entre entidades.



- Desarrollar ITS en escenarios de alta aglomeración de personas y donde posiblemente puedan generarse delitos, todo esto, en aras de garantizar la seguridad de las personas.

Con el desarrollo de proyectos ITS en esta esfera es posible mejorar la gestión de riesgo contra la seguridad nacional.

CAPÍTULO 5 SERVICIOS ITS

De manera general es importante destacar que de acuerdo al comité técnico TC 204 enfocado en lo referente a Sistemas Inteligentes de Transporte, existe la norma ISO 14813 del año 2015 que define lo que se refiere a servicios ITS y usuarios ITS, mas adelante se presenta estas definiciones.

A fin de comenzar a analizar, de forma coherente, los servicios ITS se requieren tener de base los diferentes dominios de servicios y grupos de servicios ITS que se destacan en las arquitecturas ITS descritas. Por esta razón, se ha identificado que el Grupo de Trabajo 1 (Working Group 1 - WG1) del comité técnico de ITS ISO/TC204 recoge las definiciones relacionadas con dichos servicios (ISO_TC204, 2018). Dicho grupo, es apoyado conjuntamente por las organizaciones ITS a nivel mundial, tales como ITS USA, ITS Japón, ITS Europa y algunas otras, y tiene como objetivo, suministrar un modelo de arquitectura de referencia conceptual, donde se muestre la estructura e interrelaciones del manejo de la información en el campo de los sistemas de transporte.

Asimismo, suministra las definiciones apropiadas de la terminología ITS utilizada en los principales diccionarios técnicos de la ISO sirviendo como base para el planteamiento de servicios ITS. Desde el punto de vista de la estandarización, dicho grupo, trabaja constantemente en la norma ISO 14813-1 de 2015 que establece la definición de los principales servicios y áreas de aplicación que pueden ofrecerse a los usuarios (ISO_14813-1, 2015). En este sentido, para un mayor entendimiento de las partes involucradas en los ITS se incluye de manera no limitativa algunos servicios ITS relacionados con diferentes esferas de servicio.

Tabla 4. Servicios ITS de Perú (CNC_Peru, 2015)

ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS
Información al Viajero	Información vial y de tránsito Información transpone público de pasajeros Información a un lado del camino Información a bordo del vehículo



ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS
Gestión y Operación del tránsito	Monitoreo del tránsito Gestión de la distribución de las vías Gestión de la velocidad de las vías Preferencia a vehículos específicos Gestión de la ocupación en las vías por trabajo Gestión del estacionamiento Detección de incidentes Servicio de comunicación con el usuario en vía Asistencia en carretera Control de acceso Pago por uso Vehículo de alta ocupación Evaluación e inventario de la infraestructura Gestión de actuaciones de mantenimiento Localización de flotas Control del límite de velocidad Control de estacionamiento indebido Control de paso de semáforo en rojo Control de giro indebido Control de sentido de circulación Control de uso de vías preferentes
Vehículo	Gestión de la percepción del conductor Control de velocidad Velocidad de cruce Asistencia al estacionamiento Agrupación de vehículo Prevención de colisiones longitudinales Prevención de colisiones transversales Sensorización del vehículo Sensorización del estado de la vía Dispositivos de seguridad antes del choque
Transporte de Carga	Registro automático de permisos y licencias Aduana Pesaje Dinámico Control de carga Localización y seguimiento de flotas Intercambio de información sobre carga y vehículo Acceso a la información de la carga para el cliente Información de mercancías peligrosas Seguimiento y control de trayectos
Transporte Público de Pasajeros	Monitoreo del vehículo Gestión de la planificación del servicio Gestión del cumplimiento del servicio Planificación de servicio según demanda de usuario
Gestión de Emergencias	Comunicación automática de emergencias o incidentes Seguimiento de flota de vehículos de emergencias Gestión de la atención de emergencias Intercambio de información de incidentes y emergencias Coordinación de planes de actuación
Pago electrónico relacionado con el transporte	Pago electrónico de tickets de transporte Peaje electrónico Pago electrónico de estacionamiento

ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS
Seguridad en el transporte carretero	Alerta silenciosa Video vigilancia a bordo de los vehículos Alarma presencia de peatones y obstáculos en la vía Alarma exceso de velocidad Alarma conducción en sentido contrario Aviso temprano de aproximación a cruces
Monitoreo de las condiciones climatológicas y ambientales	Monitoreo de parámetros climatológicos: temperatura, viento, humedad Precipitación Monitoreo de alertas sísmicas Monitoreo de alertas por inundaciones Monitoreo de niveles de contaminación

5.01 USUARIO ITS

Según la norma técnica (ISO_14813-1, 2015) un usuario ITS se define de la siguiente manera:

"Uno quien directamente recibe y puede actuar sobre los datos ITS o controlar productos".

Siendo así, un usuario ITS es quien recibe directa o indirectamente, o proporciona, la transacción de un servicio ITS; estos usuarios pueden ser humanos o sistemas o monitorización de ambientes.

Como plantea la norma (ISO_14813, 2015), en general, los usuarios ITS son socios, uno quien recibe un servicio ITS a través de la interacción con un sistema ITS. Asimismo, han sido descritos como:

"Los que quieren beneficiarse de sistemas ITS, los que utilizan sistemas ITS, los que fabrican u operan sistemas ITS y los que regulan y controlan sistemas ITS".

Por definición, la interacción humana involucra actores externos interconectados en los límites del sistema.

Cabe indicar, que las interacciones humanas con un sistema ITS son algunas veces llamadas usuarios externos de ITS. Aquí también es de destacar que en la construcción de servicios ITS se requiere identificar en términos de roles quienes podrían consumir servicios ITS, siendo todos estos, usuarios ITS.

5.02 SERVICIOS ITS

Un servicio ITS según la norma (ISO_14813-1, 2015), se define de la siguiente manera:

"Funcionalidades provistas para usuarios de sistemas inteligentes de transporte, diseñados para incrementar la seguridad, sostenibilidad, eficiencia y/o confort".

Por último, la norma analizada expone que los servicios ITS son agrupados en varios sectores de actividad ITS representada por los dominios de servicios. Se destaca que la norma aborda también grupos de servicios que no necesariamente especifican servicios ITS de forma concreta, más bien, son utilizados para agrupar servicio ITS, de hecho, estos pueden ser creados a nivel nacional como por las localidades para desarrollar servicios ITS en función de las necesidades propias de cada región.

5.03 INTERESADOS EN ITS (ITS STAKEHOLDERS)

Son considerados como entes individuales u organizaciones que están interesados en un sistema ITS o las funcionalidades del mismo para satisfacer sus necesidades y expectativas. Su participación puede ser a través del uso, fabricación de productos, provisión de servicios o regulación.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, los servicios propuestos por la norma (ISO_14813-1, 2015) son de propósito común y pueden ser recogidos conjuntamente en 13 dominios de servicio ITS y, por ende, en grupos de servicio. Aquí solo se presentan grupos de servicios, dentro de cada grupo pueden existir o desarrollarse gran cantidad de servicios. La norma completa con todos los servicios se presenta en el anexo VII 7B.

Tabla 5. Servicios ITS, Dominio INFAV, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Información al viajero (INFAV)	1.1 Información antes del viaje
Descripción	1.2 Información en el viaje
Este dominio está destinado a la provisión de información tanto estática como dinámica relacionada con la red de transporte y servicios para los usuarios antes y durante el viaje, asimismo, proporciona herramientas para los profesionales del transporte para recopilar, archivar y gestionar la información para las actividades futuras	1.3 Información de servicios de viaje
	1.4 Orientación de rutas y navegación antes del viaje
	1.5 Orientación de rutas y navegación en el viaje



PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Políticas y Regulación en Transporte Multimodal



1.6 Apoyo a la planeación del viaje

Tabla 6. Servicios ITS, Dominio GTO, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Gestión de tráfico y operaciones (GTO)	2.1 Control de tráfico
Descripción	2.2 Gestión de incidentes
Este dominio aborda específicamente la circulación de personas, mercancías y vehículos en toda la red de transporte, por lo que incluye la monitorización y el control de actividades de forma automática, así como los procesos de toma de decisiones (Automático y Manual) que dirigen los incidentes sucedidos en tiempo real y otras alteraciones en la red de transporte, así como la gestión de la demanda de viajes como las necesidades de para mantener la movilidad general.	2.3 Gestión de la demanda
	2.4 Gestión y mantenimiento de la infraestructura de transporte

Tabla 7. Servicios ITS, Dominio V, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Vehículo (V)	3.1 Mejoramiento de la visión relacionada con el transporte
Descripción	3.2 Operación de vehículo automatizada
Este dominio se centra en servicios específicos que mejoran la seguridad de funcionamiento de los vehículos, y están contenidas en el propio vehículo	3.3 Prevención de colisión
	3.4 Disposición de seguridad 3.5 Despliegue de Retención antes del accidente

Tabla 8. Servicios ITS, Dominio TM, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Transporte de Mercancías (TM)	4.1 Despacho previo de vehículos comerciales
Descripción	4.2 Procesos administrativos de vehículos comerciales
Este dominio está destinado a dirigir las actividades que facilitan las operaciones de vehículos comerciales, así como también la logística intermodal, incluyendo coordinación inter- jurisdiccional	4.3 Inspección de seguridad automatizada en la carretera
	4.4 Monitorización de seguridad a bordo en vehículos comerciales 4.5 Gestión de flotas en transporte de mercancías 4.6 Gestión de información intermodal 4.7 Gestión y control de centros intermodales 4.8 Gestión de mercancías peligrosas

Tabla 9. Servicios ITS, Dominio TP, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Transporte Público (TP) Descripción	5.1 Gestión del transporte público
Este dominio describe las actividades que dan lugar a un funcionamiento oportuno y más eficiente de los servicios de transporte público y la provisión de información operativa para el operador y los pasajeros	5.2 Respuesta a la demanda de transporte público y Gestión de transporte compartido

Tabla 10. Servicios ITS, Dominio E, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Emergencias (E) Descripción	6.1 Notificación de emergencia relacionada con el transporte y seguridad personal
Este dominio describe las actividades que permiten a los servicios de emergencia iniciar y expandir sus labores más rápidamente a través de toda la red de transporte	6.2 Gestión de vehículos de emergencia
	6.3 Notificación de incidentes y materiales peligrosos

Tabla 11. Servicios ITS, Dominio PERT, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Pago electrónico relacionado con el transporte (PERT) Descripción	7.1 Transacciones financieras electrónicas relacionadas con el transporte
Este dominio aborda las actividades que generan ingresos dadas las facilidades y servicios de transporte donde, no hay que detenerse ni usar efectivo (Ejemplo: Peaje automático)	7.2 Integración de servicios de pago electrónico relacionado con el transporte

Tabla 12. Servicios ITS, Dominio SPRT, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Seguridad personal relacionada con el transporte por carretera (SPRT) Descripción	8.1 Seguridad en los viajes públicos
Este dominio describe las actividades que protegen la seguridad personal de los peatones al utilizar la red de transportes.	8.2 Mejoras de seguridad para los usuarios vulnerables de las carreteras.
	8.3 Mejoras de seguridad para los usuarios discapacitados
	8.4 Uniones inteligentes y enlaces

Tabla 13. Servicios ITS, Dominio MCAC, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Monitorización de las condiciones ambientales y climáticas (MCAC) Descripción	9.1 Monitorización del clima
Este dominio describe las actividades que vigilan las condiciones climáticas y ambientales que tienen un impacto sobre la red de transporte y sus usuarios	9.2 Monitorización de condiciones ambientales

Tabla 14. Servicios ITS, Dominio CGD, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Coordinación y Gestión de la respuesta ante desastres (CGD) Descripción	10.1 Gestión de los datos de un desastre
Este dominio describe las actividades de los ITS que gestionan los recursos desde múltiples jurisdicciones para la respuesta ante desastres naturales, disturbios civiles, o terrorismo	10.2 Gestión de las respuestas de un desastre
	10.3 Coordinación con agencias de emergencias

Tabla 15. Servicios ITS, Dominio SN, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Seguridad Nacional (SN) Descripción	11.1 Monitorización y control de vehículos sospechosos
Este dominio describe las actividades que directamente protegen o mitigan los daños físicos y de funcionamiento a las personas y las instalaciones del transporte a causa de desastres naturales, disturbios civiles, o ataques terroristas	11.2 Monitorización de gasoductos

Tabla 16. Servicios ITS, Dominio GDITS, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Gestión de datos ITS (GDITS)	12.1 Registro de conceptos de datos ITS para reuso e interoperabilidad
Descripción	12.2 Registro de subrutinas para reuso e interoperabilidad
Este dominio es responsable de la definición y gestión de datos que pueden ser utilizados por algo o por todos los servicios que se han descrito	12.3 Registro de los términos utilizados en ITS

Tabla 17. Servicios ITS, Dominio GR, Norma ISO 14813-1, 2015

DOMINIO DEL SERVICIO (DS) Y SU DESCRIPCIÓN	GRUPO DEL SERVICIO (GS)
Gestión del Rendimiento (GR) Descripción	13.1 Almacenamiento de datos
Este dominio es responsable por la simulación online u offline de las operaciones que se dan en la red de transporte usando datos ya sean reales (en vivo) o históricos que so incluso, obtenidos de forma directa a partir de los sensores desplegados a lo largo de la infraestructura.	13.2 Bodegas de datos (usadas en el dominio de información al Viajero)



CAPÍTULO 6 NORMAS TÉCNICAS ITS

En el mundo existen diversas entidades de normalización que cumplen una función de gran relevancia para todos los sectores económicos, es decir, están encargadas de homogenizar el actuar de las máquinas, personas, tecnologías, entre otros; frente a situaciones especiales específicas. Una de estas entidades es la organización internacional de estandarización (ISO), la cual, cuenta con diversidad de comités técnicos en diferentes campos de la ingeniería y muchas otras ramas de conocimiento.

En el presente MITSV, se utilizará el Comité Técnico TC 204 enfocado en Sistemas Inteligentes de Transporte. Este comité reúne las normas de acuerdo a diversos grupos de trabajo y a su vez reúnen una serie de estándares internacionales de diversos frentes en aras de poder alcanzar los factores clave de ITS.

Sin embargo, se precisa comenzar dando un lineamiento muy importante desde el punto de vista de estandarización de ITS, y es definir lo que es un estándar como tal. Por ello, se toma ventaja de la Norma ISO 26682 de 2008 y define que un estándar es un documento establecido por consenso y aprobado por un reconocido cuerpo que proporciona para fines comunes y repetidos usos, reglas, directrices o características para actividades o sus resultados con el objetivo de alcanzar el grado óptimo de un contexto dado. Los estándares deben estar basados en la consolidación de los resultados de la ciencia, la tecnología y con el objetivo de promover beneficios a todas las comunidades.

Por lo tanto, la estandarización es la actividad de establecer con respecto a problemas actuales o potenciales, provisiones para usos comunes y repetidos centrados en alcanzar el grado óptimo de orden en un contexto dado. En particular, esta actividad consiste en formulación de procesos, emisión y ejecución de estándares. Los beneficios más directos de la estandarización son el mejoramiento de la idoneidad de productos, proceso y servicios para los propósitos que haya lugar, prevención de barreras para el comercio y la facilidad de cooperación tecnológica.

El objetivo principal de la estandarización internacional es facilitar el intercambio de bienes y mercancías a través de la eliminación de barreras técnicas para el comercio.

6.01 PRINCIPALES BENEFICIOS DE APLICAR NORMAS TÉCNICAS DE ITS

Los estándares son los principales habilitadores de la diseminación amplia de tecnologías ITS, su seguridad y uso consciente en el mundo. Los beneficios de utilizar estándares ITS se listan a continuación:

- Genera beneficios sociales, políticos, y económicos al ofrecer incrementos en temas de seguridad, en esencia el escenario meta es "pocos y menos accidentes severos" e idealmente tender a ninguno.



- Genera beneficio social y económico por el ahorro en tiempo de viaje y costo y el potencial para hacer el tiempo del viajero más productivo y agradable. Los ITS pueden facilitar el uso de diversos modos de transporte alternando estos para mejorar los tiempos de viaje y paralelamente, ayudar a la carga de la red de transporte.
- Genera beneficio para el medio ambiente al mejorar la calidad del aire y reducir los niveles de ruido. En esta misma línea, otro parámetro de beneficio social es que se mejora desde la perspectiva comercial, el confort, conveniencia y entretenimiento.
- Permite contar con protocolos para conectar los sistemas de gestión de tráfico con respuesta a emergencias rápidas, lo anterior hace mejorar la efectividad de los centros de tráfico.
- Permita contar con conjuntos de protocolos y mensajes homogéneos para la diseminación de servicios ITS y formatos de almacenamiento físicos universales.
- Permite contar con una arquitectura ITS de referencia que promueve la definición de componentes simples, autocontenidos e interconectados dentro de sistemas inteligentes de transporte complejos abriendo el mercado a nuevas aplicaciones y simplificando el desarrollo de procesos.
- Permite contar con un glosario de términos ITS, un registro de datos ITS, que ayudarán a reducir la confusión de en el mercado y simplificará las actividades de adquisición y despliegue.
- Permite verificar el rendimiento y pruebas de certificación para sistemas de asistencia al conductor orientados a la seguridad (control de crucero adaptativo, advertencias de colisión), y otros servicios ITS que se deben implementar.

En conclusión, los estándares ITS disminuyen los costos y abren los mercados para los fabricantes de vehículos o equipamientos y para los operadores de infraestructura.

6.02 ÁREAS DE TRABAJO DE LOS ESTÁNDARES DEL COMITÉ TÉCNICO 204 DE LA ISO

El TC 204 trabaja en el ámbito de la estandarización de sistemas de información, comunicación y control en transporte terrestre, incluyendo aspectos intermodales y multimodales para prestar servicios de información al viaje, gestión del tráfico, transporte público, transporte comercial, servicios de emergencia y servicios comerciales en el campo de ITS. Aclarando un poco la perspectiva en la que se desenvuelve el TC 204 se requiere resaltar que este comité es el responsable por todos los aspectos de sistema o de infraestructura en el campo de ITS, así como la coordinación de todos los grupos de trabajo que lo conforman. Sus funciones esenciales son el planteamiento y desarrollo de estándares.

Para el presente Manual, la referencia es el TC 204 de la Secretaría Instituto Americano de Normas Nacionales (American National Standards Institute - ANSI), no obstante, se hace referencia tangencialmente al comité técnico TC 22, este último, por su relación cercana en la fabricación de automóviles. Por ejemplo, es el que genera los estándares asociados al frenado ABS de los automóviles o incluso a las bolsas de aire (airbag) de protección para las personas (ISO 12907).

A continuación, se presenta la tabla que reúne los diversos grupos de trabajo que contiene el comité técnico TC 204 de las ISO. Se resalta que cada grupo aborda retos específicos que se presentan en el momento de desplegar servicios ITS.

Tabla 18. Grupos de Trabajo para estándares ITS, Comité Técnico TC 204

GRUPO DE TRABAJO	ÁREA
WG 1	Arquitectura
WG 3	Tecnología en base de datos para ITS
WG 4	Vehículos automáticos y equipos de identificación
WG 5	Tarifa y recaudo en peajes
WG 7	Gestión general de Flotas y mercancías / comercial
WG 8	Transporte público / Emergencias
WG 9	Integración de información de transporte, Gestión y control
WG 10	Sistemas de Información al viajero
WG 14	Sistemas de Advertencia y control de vehículo / carreteras
WG 16	Comunicaciones
WG 17	Dispositivos Nómadas en Sistemas ITS
WG 18	Sistemas Cooperativos
WG 19	Integración de la Movilidad

6.02.01 WG1. Arquitectura

La misión fundamental del WG1 es proporcionar un modelo de arquitectura de referencia que muestre las interrelaciones del sector y proporcionar oportuna y apropiadamente las terminologías por medio de glosarios y diccionarios los cuales explican en lenguaje llano y con un mínimo argot los términos a utilizar en los ITS y a partir de esto, desarrollar estándares.

6.02.02 WG3. Tecnología en bases de datos para ITS

Está centrado en desarrollar estándares para la diversidad de servicios ITS que requieren intercambio de información mediante archivos con datos geográficos, almacenamiento físico de bases de datos de ITS, plantea modelos de datos usados para almacenar información referente a navegación de vehículos, sistemas de información al viajero, procedimientos de georreferenciación.



6.02.03 WG4. Vehículos automáticos y equipos de identificación

Centrado en desarrollar estándares para la identificación de vehículos automática, equipamiento de identificación y el registro de esta información ante los ITS.

6.02.04 WG5. Tarifa y Recaudo Electrónico en peajes

Centrado en la estandarización de sistemas de información, comunicaciones y de control en el campo del recaudo electrónico vehicular para superficies de transporte urbana e interurbanas incluyendo aspectos intermodales y multimodales.

6.02.05 WG7. Gestión general de Flotas y mercancías / comercial

Centrado en el desarrollo de estándares que beneficien la operación del transporte a fin de mejorar la gestión y seguridad de las flotas y mercancías que se transportan en el mundo, siguiendo los parámetros reglamentarios que se desarrollen a nivel local, nacional e internacional y donde deben considerarse aspectos de multimodalidad.

6.02.06 WG8. Transporte público / Emergencias

Centrado exclusivamente en desarrollar estándares asociados a las funciones específicas del transporte público, por ello, se incluyen la planificación de los horarios y el cumplimiento de rutas, vigilancia de seguridad para el conductor y de los pasajeros con la finalidad de enviar alertas de monitorización en caso de suceder una eventualidad. Recoge también todos los sistemas de recaudo electrónico.

6.02.07 WG9. Integración de información de transporte, Gestión y control

Define los sistemas que operan para proporcionar a los usuarios finales información confiable e integrada del transporte para la gestión y control. Igualmente, ofrece servicios para la seguridad de los usuarios, genera escenarios de interoperabilidad de sistemas y compatibilidad entre estos. También define los flujos de datos entre el usuario final y especifica las interfaces entre ellos. Asimismo, define las necesidades de datos de los sistemas de usuarios finales en conjunción con los proveedores específicos de interfaces entre sistemas. De la misma manera define las salidas finales de los sistemas de usuario final y especifica la forma en que estos deben satisfacer las necesidades de los usuarios y sus interfaces; y, por último, define métodos para la acreditación de sistema.



6.02.08 WG10. Sistemas de Información al viajero

Este grupo de trabajo aborda la entrega oportuna y precisa de información relevante para los viajeros en forma adecuada para que estos puedan usarla. Esto abarca el amplio rango de modos de viajes en transporte urbano, interurbano o rural. Los viajeros deben tener fácil acceso para completar información de sus alternativas de viajes e información precisa de las condiciones actuales de viaje para mejorar la movilidad.

6.02.09 WG14. Sistemas de Advertencia y control de vehículo / carreteras

Este grupo de trabajo está centrado en la estandarización de dispositivos y sistemas que contribuyen a cualquiera o más de los siguientes propósitos:

- Evitar accidentes
- Incrementar la eficiencia en la carretera
- Agregar servicios a conveniencia del conductor
- Reducir la carga del conductor
- Mejorar los niveles de seguridad para los viajeros y su asistencia tomando de referencia información acerca del ambiente de conducción para realizar una o más de las siguientes funciones: monitorear la situación de conducción, advertencias de peligro inminente, sugerencias de acciones correctivas, tareas de conducción automática, reporte de angustia de los viajeros y peticiones de servicios de emergencia incluyendo servicios médicos, policiales, de bomberos y de reparación.

La información acerca del ambiente de conducción puede provenir desde sensores a bordo del vehículo o desde otros vehículos y/o desde la infraestructura. El ambiente de conducción incluye todos los factores externos que afectan el vehículo o su conductor, aquí se destacan parámetros de tráfico, clima y las condiciones de superficie de la vía.

6.02.10 WG16. Comunicaciones

Se centra en el intercambio de datos entre los centros de control y los dispositivos del usuario en apoyo a las aplicaciones ITS. En esencia y desde el punto de vista técnico, los estándares de este grupo se centran en la estructura de los mensajes y la especificación de protocolos independiente del medio de comunicación (tecnologías inalámbricas, celulares, satelitales SMR - Special Mobile Radio). Este grupo no define la aplicación de los elementos de datos, más bien, sirve como coordinador de la lista de mensajes proporcionados por los grupos de trabajo orientados a aplicaciones, promueve el uso consistente de estructuras de datos a través de mensajes de aplicaciones, como un catálogo de tipos de mensajes únicos y define la estructura general de los mensajes de comunicación para apropiados medios de comunicación de área amplia para ITS.

6.02.11 WG17. Dispositivos Nómadas en Sistemas ITS

Se concentra en las interfaces de los vehículos con los dispositivos móviles y las interfaces de datos abiertos para apoyar los servicios ITS y provisión de servicios multimedia para vehículos.

6.02.12 WG18. Sistemas Cooperativos

Se concentra en los nuevos escenarios cooperativos de ITS que no son más que un subconjunto de diversos ITS que comunican y comparten información entre estaciones ITS para aconsejar o facilitar acciones con el objetivo de mejorar la seguridad, sostenibilidad, eficiencia y el confort más allá de los sistemas que operan de forma única (stand-alone).

6.02.13 WG19. Integración de la Movilidad

Su alcance es el desarrollo de productos de estándares ITS que respaldan una integración mejorada de servicios y aplicaciones de soluciones ITS centradas en el ITS urbano y la integración de movilidad.

Las siguientes tablas muestran los estándares ITS a aplicar por algunas esferas de servicios y por servicios ITS:

Tabla 19. Estándares internacionales ITS, Esfera de servicio INFAV

ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS	ESTÁNDARES ITS
Información al Viajero (INFAV)	Información vial y de tránsito	ISO 14819-1:2013, ISO 14819-2:2013, ISO 14819-3:2013, ISO 14819-6:2006, CEN 12966, ISO/TS 17425:2016
	Información transporte público de pasajeros	ISO 17185-1:2014, ISO/TR 17185-2:2015, ISO/TR 17185-3:2015, ISO/TR 20526:2017
	Información a un lado del camino	CEN12966, ISO/TR 17427-10:2015, ISO/TS 17425:2016
	Información a bordo del vehículo	ISO 13111-1:2017, ISO 14819-1:2013, ISO 14819-2:2013, ISO 14819-3:2013, ISO 14819-6:2006, ISO/TS 18234-1:2013, ISO/TS 18234-2:2013, ISO/TS 18234-3:2013, ISO/TS 18234-4:2006, ISO/TS 18234-5:2006, ISO/TS 18234-6:2006, ISO/TS 18234-7:2013, ISO/TS 18234-8:2012, ISO/TS 18234-9:2013, ISO/TS 18234-10:2013, ISO/TS 18234-11:2013, ISO/TS 21219-1:2016, ISO/TS 21219-2:2014, ISO/TS 21219-3:2015, ISO/TS 21219-4:2015, ISO/TS 21219-5:2015, ISO/TS 21219-6:2015, ISO/TS 21219-7:2017, ISO/TS 21219-9:2016, ISO/TS 21219-10:2016, ISO/TS 21219-14:2016, ISO/TS 21219-15:2016, ISO/TS 21219-16:2016, ISO/TS 21219-18:2015, ISO/TS 21219-19:2016, ISO/TS 21219-21:2018, ISO/TS 21219-22:2017, ISO/TS 21219-23:2016, ISO/TS 21219-24:2017, ISO/TS 21219-25:2017, ISO/TS 24530-1:2006, ISO/TS 24530-2:2006, ISO/TS 24530-3:2006, ISO/TS 24530-4:2006

Tabla 20. Estándares internacionales ITS, Esfera de servicio GTO

ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS	ESTÁNDARES ITS
Gestión y Operación del tránsito	Monitoreo del tráfico	ISO 15784-1:2008, ISO 15784-2:2015, ISO 15784-3:2008, ISO/TS 15638-X:2013, ISO 17687:2007, ISO 10711:2012
	Gestión de la distribución de las vías	ISO 10711:2012, ISO 24102-6:2018, ISO/TR 21707:2008
	Gestión de la velocidad de las vías	ISO 17386:2010, ISO/TS 17426:2016, ISO 22178:2009, ISO 22179:2009, ISO 11067:2015, ISO 15638-16:2014, ISO/TR 11769:2010, ISO 10711:2012
	Preferencia a vehículos específicos	ISO 22951:2009, ISO 15638-10:2017, ISO/TR 18317:2017, ISO 24978:2009,
	Gestión de la ocupación en las vías por trabajo	ISO/TS 18234-4:2006, ISO 10711:2012, ISO/TR 16786:2015, ISO 10711:2012
	Gestión del estacionamiento	ISO/TS 21219-14:2016, ISO/TS 15638-19:2013, ISO 16787:2017, ISO/TS 18234-7:2013, ISO/TR 16786:2015, ISO 10711:2012
	Detección de incidentes	ISO 10711:2012, ISO 18682:2016, ISO 19237:2017
	Servicio de comunicación con el usuario en vía	ISO 13183:2012, ISO/TS 16460:2016, ISO 17515-1:2015, ISO 19079:2016, ISO 21212:2008, ISO 21213:2008, ISO 25112:2010, ISO 25113:2010, ISO 29282:2011, ISO 29283:2011
	Asistencia en carretera	ISO/TR 20545:2017, ISO 11270:2014, ISO 26684:2015, ISO 10711:2012
	Control de acceso	ISO 15638-8:2014, ISO 15638-14:2014,

ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS	ESTÁNDARES ITS
	Pago por uso	ISO 25110:2017, ISO/TR 19639:2015
	Vehículo de alta ocupación	ISO 22951:2009, ISO 17361:2017
	Evaluación e inventario de la infraestructura	ISO 14825:2011
	Gestión de actuaciones de mantenimiento	ISO/IEC 14764:1999, ISO/IEC 14764:2006, CEN12966
	Localización de flotas	ISO 17687:2007
	Control del límite de velocidad	ISO 17386:2010, ISO/TS 17426:2016, ISO 22178:2009, ISO 22179:2009, ISO 11067:2015, ISO 15638-16:2014, ISO/TR 11769:2010
	Control de estacionamiento indebido	ISO/TS 15638-19:2013, ISO/TS 21219-14:2016, ISO 22311:2012, ISO 10711:2012
	Control de paso de semáforo en rojo	ISO 10711:2012, ISO 15784-1:2008, ISO 15784-2:2015, ISO 15784-3:2008, ISO 10711:2012
	Control de giro indebido	ISO/TR 17427-9:2015, ISO 15638-21:2018, ISO/TS 15638-13:2015, ISO/TR 11769:2010, ISO 10711:2012
	Control de sentido de circulación	ISO 17361:2017, CEN 12966
	Control de uso de vías preferentes	ISO 22951:2009, ISO 10711:2012

Tabla 21. Estándares internacionales ITS, Esfera de servicio V

ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS	ESTÁNDARES ITS
Vehículo	Gestión de la percepción del conductor	ISO 15638-11:2014, ISO/TR 20545:2017, ISO/TR 17427-10:2015
	Control de velocidad	ISO 15622:2010, ISO 22179:2009, ISO 10711:2012
	Velocidad de cruce	ISO 15622:2010, ISO 22179:2009
	Asistencia al estacionamiento	ISO 16787:2017
	Agrupación de vehículos	ISO/TS 19091:2017, ISO 21214:2015, ISO 19080:2016, ISO 24101-2:2010
	Prevención de colisiones longitudinales	ISO 17387:2008, ISO 17361:2017, ISO 11270:2014, ISO 19237:2017
	Prevención de colisiones transversales	ISO 17387:2008, ISO 17361:2017, ISO 11270:2014, ISO 19237:2017
	Sensorización del vehículo	ISO 11898-1:2015(TC 22), ISO/TS 19091:2017
	Sensorización del estado de la vía	ISO 10711:2012
	Dispositivos de seguridad antes del choque	ISO 12097-3:2002(TC22)

Tabla 22. Estándares internacionales ITS, Esfera de servicio TM

ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS	ESTÁNDARES ITS
Transporte de Carga	Registro automático de permisos y licencias	<i>ISO/IEC 18013-X:2017</i>
	Aduana	<i>ISO 6346:1995, ISO 10711:2012</i>
	Pesaje Dinámico	<i>ISO 24535:2007, ISO 24534-5:2011, ISO 24534-4:2010, ISO 24534-3:2016, ISO 24534-2:2010, ISO 24534-1:2010, ISO 17419:2018, ISO 17264:2009, ISO 17261:2012, ISO 15638-16:2014, ISO 22178:2009, ISO 17386:2010, ISO 16750-2:2012(TC 22), ISO 4030:1983 (TC 22)</i>
	Control de carga	<i>ISO/TS 24533:2012, ISO 26683-2:2013, ISO 26683-1:2013, ISO/TS 15638-19:2013</i>
	Localización y seguimiento de flotas	<i>ISO 17687:2007, ISO 18495-1:2016</i>
	Intercambio de Información sobre carga y vehículo	<i>ISO/TS 17187:2013</i>
	Acceso a la información de la carga para el cliente	<i>ISO 15638-21:2018</i>
	Información de mercancías peligrosas	<i>ISO 15638-18:2017, ISO 18682:2016, ISO 17687:2007</i>
Seguimiento y control de trayectos	<i>ISO/TS 21219-22:2017, ISO 17572-3:2015, ISO 15638-17:2014, ISO 15638-15:2014, ISO 14819-3:2013,</i>	

Tabla 23. Estándares internacionales ITS, Esfera de servicio TP

ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS	ESTÁNDARES ITS
Transporte Público de Pasajeros	Monitoreo del vehículo	<i>ISO 17185-1:2014, ISO/TR 17185-2:2015, ISO/TR 17185-3:2015</i>
	Gestión de la planificación del servicio	<i>ISO 17185-1:2014, ISO/TR 17185-2:2015, ISO/TR 17185-3:2015, ISO/TR 14806:2013, ISO/TR 18317:2017, ISO/TR 19083-1:2016, ISO/TR 20526:2017, ISO 24014-1:2015, ISO/TR 24014-2:2013, ISO/TR 24014-3:2013, ISO 10711:2012</i>
	Gestión del cumplimiento del servicio	<i>ISO 17185-1:2014, ISO/TR 17185-2:2015, ISO/TR 17185-3:2015, ISO 10711:2012</i>
	Planificación de servicio según demanda de usuario	<i>ISO/TR 14806:2013, ISO/TR 18317:2017, ISO/TR 19083-1:2016, ISO/TR 20526:2017, ISO 24014-1:2015, ISO/TR 24014-2:2013, ISO/TR 24014-3:2013, ISO 10711:2012</i>

Tabla 24. Estándares internacionales ITS, Esfera de servicio E

ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS	ESTÁNDARES ITS
Gestión de Emergencias	Comunicación automática de emergencias o incidentes	ISO 15638-10:2017, ISO/TR 18317:2017, ISO/TR 19083-1:2016, ISO/TS 19091:2017, ISO 22951:2009
	Seguimiento de flota de vehículos de emergencias	ISO 17687:2007
	Gestión de la atención de emergencias	ISO 24978:2009
	Intercambio de información de incidentes y emergencias	ISO 15638-10:2017, ISO/TR 18317:2017, ISO/TR 19083-1:2016, ISO/TS 19091:2017, ISO 22951:2009, ISO 11067:2015, ISO 11270:2014, ISO/TR 13184-1:2013, ISO 13184-2:2016, ISO 13184-3:2017, ISO/TR 13185-1:2012, ISO 15622:2010, ISO 15623:201, ISO/TS 15624:2001, ISO 16787:2017, ISO 17361:2017, ISO 17386:2010, ISO 18682:2016, ISO/TR 20545:2017, ISO 22840:2010, ISO 26684:2015
	Coordinación de planes de actuación	ISO 39001:2012

Tabla 25. Estándares internacionales ITS, Esfera de servicio PERT

ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS	ESTÁNDARES ITS
Pago electrónico relacionado con el transporte	Pago electrónico de tickets de transporte	ISO/TR 14806:2013, ISO 24014-1:2015, ISO/TR 24014-2:2013, ISO/TR 24014-3:2013
	Peaje electrónico	ISO 12813:2015, ISO 12855:2015, ISO 13140-1:2016, ISO 13140-2:2016, ISO 13141:2015, ISO 13143-1:2016, ISO 13143-2:2016, ISO 14906:2011, ISO/TS 14907-1:2015, ISO/TS 14907-2:2016, ISO/TR 16401-1:2018, ISO/TR 16401-2:2018, ISO 16407-1:2017, ISO/TS 16407-2:2012, ISO 16410-1:2017, ISO/TS 16410-2:2012, ISO/TS 16785:2014, ISO/TS 17444-1:2017, ISO/TS 17444-2:2017, ISO 17573:2010, ISO/TS 17574:2017, ISO 17575-1:2016, ISO 17575-2:2016, ISO 17575-3:2016, ISO/TS 19299:2015, ISO/TR 19639:2015, ISO/TS 21719-1:2018, ISO/TS 21719-2:2018, ISO 25110:2017
	Pago electrónico de estacionamiento	ISO 14906:2011 (Passive/Active), Puede usar el esquema usado en peajes electrónicos

Tabla 26. Estándares internacionales ITS, Esfera de servicio SPRT

ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS	ESTÁNDARES ITS
Seguridad en el transporte carretero	Alerta silenciosa Videovigilancia a bordo de los vehículos	ISO 39001:2012,
	Alarma presencia de peatones y obstáculos en la vía	ISO/TS 19091:2017
	Alarma exceso de velocidad	ISO/TS 19091:2017, ISO 21214:2015,
	Alarma conducción en sentido contrario	ISO/TS 19091:2017
	Aviso temprano de aproximación a cruces	ISO 26684:2015, ISO/TS 19091:2017

Tabla 27. Estándares internacionales ITS, Esfera de servicio MCAC

ESFERA DEL SERVICIO	SERVICIOS ITS	ESTÁNDARES ITS
Monitoreo de las condiciones climatológicas y ambientales	Monitoreo de parámetros climatológicos: temperatura, viento, humedad,	ISO 19453-1:2018, ISO 10711:2012
	Precipitación	ISO/TS 19091:2017, ISO 21214:2015 (pueden usarse los sensores de lluvia de los vehículos),
	Monitoreo de alertas sísmicas	ISO 10711:2012, ISO 10711:2012, NA, Aplica con otros estándares ISO
	Monitoreo de alertas por inundaciones	ISO 10711:2012
	Monitoreo de niveles de contaminación	ISO/TR 27912:2016(TC 265)

6.03 INFORMACIÓN DEL ITS EN FUNCIÓN A LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES

La información del ITS que se obtenga partirá de las necesidades definidas y tomando de referencia el apartado de subsistemas ITS de este Manual. Al mismo tiempo, en concordancia con las tablas expuestas en el numeral 6.02 sobre los estándares internacionales ITS, se requiere que se tomen en cuenta los estándares que se alinean a los servicios ITS.

Por otro lado, las necesidades específicas de ITS según el estudio denominado "Desarrollo de la Arquitectura y Plan Maestro de Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS) de Perú" son:

- Mejorar la intermodalidad entre los medios de transporte.
- Hacer posible la interoperabilidad de los sistemas.
- Hacer posible la integración en la operación de los centros de control.



- Incrementar el acceso a las infraestructuras de telecomunicaciones para integrar los sistemas ITS implementados en la red vial.

Además, como se evidenció a lo largo del MITSIV, los ITS están centrados sobre tres objetivos principales, el primero asociado a la eficiencia/eficacia de los sistemas de transporte y su logística, el segundo a reducir el impacto ambiental de las soluciones de transporte, y el tercero como más importante, a salvaguardar la vida humana. En este sentido, el ITS a desplegar (o servicio ITS) de una u otra forma podrá estar enmarcado sobre los objetivos mencionados y atenderá necesidades e información sobre lo que está pasando en campo; es decir, en la infraestructura de transporte.

TÍTULO 3 BASES PARA LA PLANIFICACIÓN DE ITS

En este apartado se describen algunos elementos necesarios para la planeación de los proyectos ITS. Se destaca que los proyectos ITS pueden seguir una metodología para su despliegue y esto dependerá de la articulación de los actores estratégicos al proyecto.

En primer lugar, se debe seguir un orden claro de planeación del proyecto, para su posterior ejecución y, por último, su operación; en efecto, se debe tener una línea de tiempo clara para mostrar el ciclo del proyecto.

En segundo lugar, se precisa contar con una metodología para el despliegue del ITS, la cual contempla diversos pasos para articular bien el proyecto. No obstante, paralelo a la metodología técnica que debe seguir el proyecto es necesario realizar en paralelo el análisis jurídico y financiero del proyecto.

CAPÍTULO 7 METODOLOGÍA EN V

En aras de desarrollar proyectos ITS de forma progresiva en los países, se requiere tener formas homogéneas de enfrentar los retos que trae el despliegue de uno o varios servicios ITS, pertenecientes a las esferas de servicio antes descritas. Por ello, es importante que se cuente con una hoja de ruta clara al momento de desarrollar un proyecto ITS.

En este sentido, en el mundo, existe la Metodología en V definida y articulada mediante varias normas internacionales que propenden a la homogenización de proyectos y lo más importante, a la homogenización de la prestación de servicios ITS.

Por lo anterior, se resalta que desde los últimos 20 años, los ITS han tomado importancia por los problemas asociados que se presentan en todos los países en cuanto a la movilidad, a la congestión de tráfico, al impacto ambiental, al aumento de muertes en las carreteras, a la gestión de las mismas infraestructuras, al despliegue de servicios y a la heterogeneidad de tecnologías desplegadas en los países, entre otros. Por lo tanto, para poder abordar el diseño y la implementación de soluciones ITS en referencia a los problemas descritos, a continuación, se presenta la Metodología en V, que en esencia consta de diferentes pasos que alinean los objetivos de los proyectos ITS con sus actores estratégicos y con los elementos legales, técnicos o jurídicos.

La Metodología en V está fundamentada en el estándar internacional para el desarrollo de sistemas y su ciclo de vida denotada en inglés como "Systems and software engineering – System life cycle processes" (ISO_15288, 2015), en el Modelo de Desarrollo en V propuesto en el documento "Systems Engineering Guidebook for Intelligent Transportation Systems v3.0" producido por el Departamento de Transporte (USDOT, Federal Highway Administration) de Estados Unidos (FHWA, 2010). El documento de la FHWA, es una guía a nivel internacional para el despliegue de ITS, además en el estándar internacional es



asociado también al ciclo de vida de los sistemas, pero, enfatizando en los requerimientos de ingeniería "Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering" (ISO_29148, 2018).

La Metodología en V define no sólo el proceso de especificación-diseño-desarrollo, sino que también incluye los procedimientos de validación, homologación y verificación de las especificaciones y diseños. Aunado a esto, es importante mencionar que todo debe seguir estándares para el planteamiento adecuado del sistema siguiendo lo expuesto por la Organización Internacional de Estandarización a través de los comités técnicos TC 204 (comité técnico de sistemas inteligentes de transporte), por el TC 211 (comité técnico para geomática), y por el ISO/IEC JTC 1 (comité técnico para tecnologías de información).

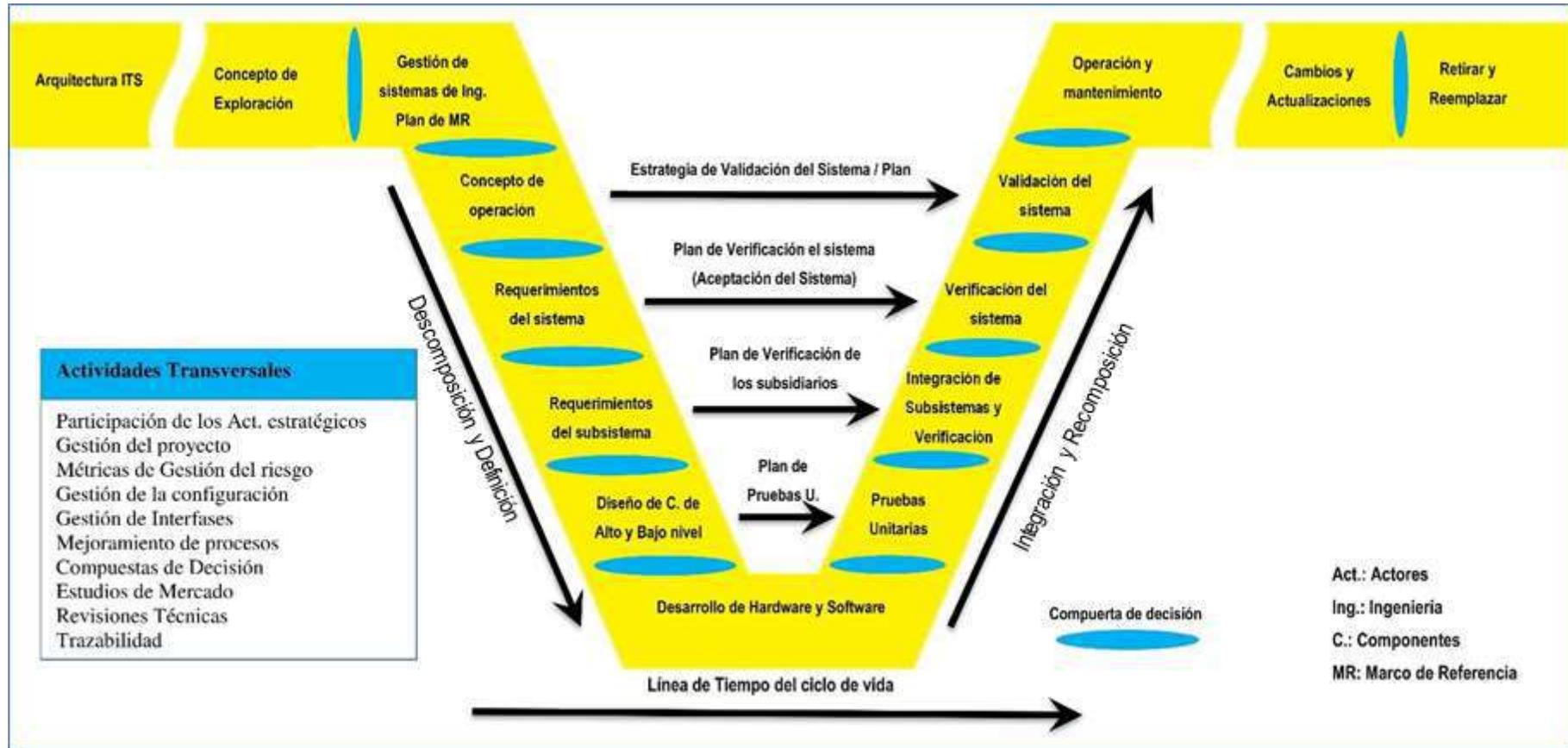
Como puede observarse en la **Figura N°7.1**, se parte desde la Arquitectura ITS que se trabaje en la región o a nivel nacional y, a partir de allí, se comienza con diversos pasos que se van desarrollando uno tras otro para desarrollar el proyecto o servicio ITS que se desee desplegar.

Se resalta para todos los interesados en desarrollar ITS que el hecho de contar o no con una arquitectura ITS nacional, no es impedimento para abordar un proyecto de ITS mediante la Metodología en V; es decir, el proyecto puede concebirse incorporando los parámetros clave de ITS, los cuales son interoperabilidad, escalabilidad, integración, compatibilidad y neutralidad tecnológica.

A continuación, se presenta un diagrama (Ver Figura N°7.1) de lo que se aborda en la metodología en V.



Figura N°7.1 Metodología en V (FHWA, 2010)





7.01 CONCEPTO DE EXPLORACIÓN

Se utiliza para realizar un primer análisis de viabilidad y beneficios del proyecto (servicio ITS), así como una definición preliminar de las necesidades, metas, objetivos y visión del proyecto.

7.02 GESTIÓN DE SISTEMAS DE INGENIERÍA / PLANEACIÓN DEL MARCO DE REFERENCIA DEL PROYECTO

En la primera etapa se gestiona lo que se requiere hacer en aras de generar la planificación para desarrollar los planes y cronogramas del proyecto, que permitan identificar los planes necesarios para desarrollar el proyecto. Además, se desarrolla el calendario de ejecución del proyecto. En la segunda etapa, una vez estén los planes identificados se deben completar fases del proyecto que se establecerán a partir de las actividades posteriores de la Metodología en V.

7.03 CONCEPTO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

El Concepto de Operación, por sus siglas en inglés ConOps, es una definición inicial del sistema a partir de las necesidades, expectativas y requerimientos de los actores estratégicos (o stakeholders). En esta etapa, se documenta la forma en que se prevé la operación del sistema y cómo el sistema cumplirá con las necesidades y expectativas de los actores estratégicos. Esta fase se centra en la validación del sistema que consiste en probar que el sistema previsto satisface las necesidades definidas. Se precisa tener presente el marco legal del proyecto en este apartado puesto que esto orienta decisiones que incluso pueden ser de fondo; es decir, si no hay una articulación clara con el marco legal, puede que el proyecto ITS a desarrollar o servicio ITS tenga problemas en su implementación.

7.04 ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL SISTEMA Y DE LOS SUBSISTEMAS

Esta sección describe la transición del desarrollo del ConOps a la identificación de los requisitos del sistema y de los subsistemas ITS. La ingeniería de especificación o de requisitos funcionales en ITS define los requisitos como "declaración de las capacidades que un sistema debe tener orientadas a hacer frente a las necesidades que el sistema debe satisfacer". En general, hay dos tipos de requisitos: Requisitos Funcionales y No Funcionales.



La Ingeniería de Requisitos define la diferencia como "... Los requisitos funcionales describen lo que el sistema debe hacer y los requisitos no funcionales imponen restricciones de calidad a la implementación de estos requisitos funcionales". Esto debe analizarse tanto para el sistema que se plantea a partir de las necesidades identificadas y paralelamente, debe articularse a los subsistemas ITS, todo esto, para poder obtener la hoja de ruta adecuada que permita desarrollar la solución ITS.

7.05 DISEÑO DE COMPONENTES DE ALTO Y BAJO NIVEL

En este apartado se define la arquitectura global del sistema. Tal arquitectura define los subsistemas a desarrollar, las interfaces internas y externas a desarrollar, así como los estándares de interfaz identificados. Al mismo tiempo se tienen en cuenta todos los parámetros para el diseño del hardware, software, la selección de productos comerciales y/o funcionalidades que serán adquiridos y utilizados.

Lo anterior da una línea clara de desarrollo del proyecto, no obstante, el equipo de ingeniería deberá tener conocimiento sobre qué tipo de soluciones hay en el mercado que se puedan asemejar a las necesidades planteadas, cuánto cuestan las soluciones que existen, cuáles son las funcionalidades del sistema que se diseñó, implicaciones en temas de conectividad, qué de lo existente no satisface las necesidades, y qué se debe desarrollar para el proyecto en términos de software.

7.06 DESARROLLO DE HARDWARE Y SOFTWARE

En este paso de la Metodología en "V", se desarrolla el hardware y el software para el sistema, que se ajustan a la especificación de requisitos y a la documentación de diseño detallado a nivel de componentes

7.07 PRUEBAS UNITARIAS

Los componentes del desarrollo de hardware y software se verifican de acuerdo con el Plan de Verificación; es decir, a partir de los casos de uso del software y de las funcionalidades del hardware debe comprobarse que el sistema cumpla con las especificaciones establecidas de los requisitos del sistema y de los subsistemas, y que cumpla con las interfaces que requiere implementar con otros subsistemas.

Además, es importante analizar los esquemas referentes a los parámetros clave de los ITS para que todo quede abierto teniendo en cuenta cuales son las ventajas y desventajas de lo diseñado. Se deben realizar pruebas por cada componente de tal forma que cada uno de ellos por separado y en conjunto con los demás responda claramente a las exigencias realizadas en la ingeniería de requisitos.



7.08 INTEGRACIÓN DE SUBSISTEMAS

La integración es la combinación con éxito de los componentes de hardware y software, subsistemas y sistemas en un todo, completo y funcional.

7.09 VERIFICACIÓN DEL SISTEMA

El proceso de verificación es utilizado para comprobar que el sistema, subsistemas y componentes cumplen con todos los requisitos y el diseño especificado.

7.10 VALIDACIÓN DEL SISTEMA

La validación es una evaluación del sistema en modo operativo. El proceso de validación asegura que el sistema cumple con el propósito y las necesidades previstas del propietario del sistema y de los actores estratégicos.

7.11 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se relaciona directamente con la planificación y ejecución de actividades tales como la operación del sistema, monitoreo del desempeño, reparación, contratación y formación de operadores, realizar pruebas al sistema después de realizar cualquier cambio, así como la puesta a punto del sistema.

7.12 CAMBIOS Y ACTUALIZACIONES

Este paso permite al propietario evolucionar el sistema para seguir el ritmo de cambio de las necesidades, el avance de la tecnología, y/o añadir funcionalidad al mismo (extensión).

7.13 RETIRO Y REEMPLAZO

Dado que desde el punto de vista de ITS, lo que se despliega en la mayoría de los casos son temas asociados a tecnologías, es deber de los diseñadores tener en cuenta el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF - Mean Time Between Failure) de los elementos electrónicos a utilizar. Lo anterior, genera que los planes de retiro y reemplazo de los equipos estén acordes con las especificaciones técnicas de los equipos.

CAPÍTULO 8 FASES EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Cuando se aborda la Metodología en V se identifican dos fases de gran relevancia para el desarrollo de proyectos o servicios ITS las cuales se describen a continuación:

8.01 PRIMERA FASE

8.01.01 Identificación del alcance del sistema

Se realiza la revisión de la documentación de proyectos de ITS existentes relacionados con los servicios ITS a plantear. Se debe establecer la visión, las metas y los objetivos del sistema.

8.01.02 Identificación de los actores estratégicos (Stakeholders)

Se deben identificar los actores estratégicos del entorno de operación referente al servicio ITS a plantear, describiendo cada actor y teniendo en cuenta su responsabilidad en relación con el servicio ITS.

8.01.03 Documentos de referencia

Se debe revisar estándares internacionales de las tecnologías que aplican en el contexto y análisis del servicio ITS, así como los documentos jurídicos pertinentes para que se evidencie la viabilidad de la solución ITS.

8.01.04 Descripción general del sistema actual

Se debe realizar la descripción del sistema existente referente al servicio ITS, por lo que debe analizarse como realmente funciona en la actualidad. Asimismo, puede pasar que el servicio ITS cuente con elementos ITS, pero donde los sistemas no estén trabajando de forma coordinada y armónica, por ello deben revisarse las funcionalidades y formas de integración de cada subsistema.

8.01.05 Identificación de necesidades operacionales

Se deben realizar entrevistas para determinar las necesidades y la problemática de los actores estratégicos en aras de identificar una serie de condiciones para garantizar la correcta operación del servicio ITS que se desea desplegar.



8.01.06 Descripción general del sistema

Apartado en el que debe proponerse el esquema del nuevo servicio ITS, teniendo en cuenta cada uno de los roles definidos de cada entidad, y las necesidades de los actores estratégicos, todo esto posteriormente debe condensarse para determinar cuáles van a ser las necesidades del servicio ITS que se desee desplegar.

8.01.07 Descripción del entorno operacional y de soporte del sistema

Se debe realizar la descripción general de los equipos necesarios para el funcionamiento del servicio ITS o solución ITS, y de los sistemas o aplicaciones necesarias para su funcionamiento.

8.01.08 Descripción de los escenarios operacionales

Se debe realizar la descripción de los escenarios operacionales del sistema propuesto, teniendo en cuenta el intercambio de información, y los posibles escenarios de estrés y falla al que pueda someterse la solución ITS.

8.01.09 Plan de validación del sistema

Una vez definido el ConOps se debe desarrollar el Plan de Validación del sistema, en el que se define el conjunto de medidas de desempeño que permite evaluar la eficacia y eficiencia del servicio ITS.

8.02 SEGUNDA FASE

Se debe orientar especificaciones de los requisitos funcionales y de calidad tanto de Software como de Hardware con la finalidad de generar la interoperabilidad de los sistemas, es decir, para alcanzar uno de los parámetros clave de los ITS.

8.02.01 Identificación de requisitos

A partir de las necesidades de los actores estratégicos y el objetivo del ITS a plantear (servicio ITS), se deben definir los casos de uso, los requisitos funcionales y no funcionales para cada uno de estos. Posteriormente, tomando de base la forma operacional de cómo funciona el sistema en la actualidad o lo que se desea con el planteamiento del nuevo

servicio ITS, se debe identificar las necesidades del servicio ITS y las interfaces con las que debe contar en función de los actores estratégicos.

8.02.02 Análisis de los requisitos identificados

Posterior a la identificación de requisitos, se debe analizar y generar prioridades para cada uno de ellos y se debe evaluar las ventajas y desventajas del servicio ITS, lo anterior definirá muy bien lo que realmente puede o no realizar el esquema del servicio ITS planteado.

8.02.03 Documentación de los requisitos identificados

En este proceso se debe enumerar los requisitos y definir la matriz de trazabilidad, y documentar de forma organizada para facilitar su revisión e integridad por los actores estratégicos. La matriz de trazabilidad permite seguir los requisitos planteados y al mismo tiempo, permite comprobar que las prioridades definidas estén siendo atendidas en el despliegue del servicio ITS.

8.02.04 Construcción de la Matriz de Rastreo / Trazabilidad

Permite vincular las necesidades del usuario y su relación con los componentes del sistema.

8.02.05 Validación de los requisitos

Se deben documentar los requisitos y se deberán validar para mantener la fiabilidad, coherencia, precisión y exhaustividad, todo esto, identificando posibles defectos en los requisitos y realizando su oportuna corrección. En ese sentido, se realiza un proceso continuo de retroalimentación en función de los requisitos planteados.

8.02.06 Construcción de Diagramas UML de Casos de Uso

Se deben realizar los diagramas UML (Lenguaje de Modelado Unificado, del inglés Unified Modeling Language - UML) de Casos de Uso y la documentación de cada caso, representando gráficamente los requisitos de software. En esencia, un diagrama UML permite establecer, a partir de las necesidades expuestas para el servicio ITS, los requerimientos y estructuras necesarias para desarrollar las funcionalidades del software previo al desarrollo del sistema como tal.



8.02.07 Elaboración del Plan de Verificación del Sistema

Se debe definir el plan de verificación del sistema basado en los requisitos especificados y esto debe estar acorde con las necesidades ITS expuestas, al mismo tiempo se debe contar con la verificación de las posibles interfaces que se den a lugar en el planteamiento del servicio ITS.

Por otra parte, en lo que se refiere a la arquitectura de proyecto vuelven a tomar relevancia para cada servicio ITS las diversas vistas que desarrolla una arquitectura ITS; es decir su vista empresarial, funcional, física y de comunicaciones.

8.03 EQUIPO DEL PROYECTO DE ITS

El organismo que planea el proyecto de ITS debe contar como mínimo con un equipo técnico para el planteamiento y ejecución del proyecto de ITS.

El equipo del proyecto ITS es multidisciplinario; y, tiene que estar relacionado con la esfera de servicio ITS a desplegarse.

TÍTULO 4 TECNOLOGÍAS ITS

CAPÍTULO 9 TENDENCIAS TECNOLÓGICAS ITS

9.01 ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL DESPLIEGUE DE ITS

Es importante resaltar que antes de abordar este apartado, los interesados en desplegar ITS a nivel local, regional o nacional deben analizar, antes de ejecutar los proyectos de diseño para ITS, el estado de la infraestructura vial, es decir, si dicha infraestructura vial está concebida para el despliegue de equipos ITS. Dos de los componentes más importantes para realizar este análisis son:

- El suministro energético a lo largo de toda la vía, tramo o la que haga sus veces, y
- El esquema de comunicaciones que se despliega alrededor del trazado de la vía; es decir, se debe de hacer un estudio de cobertura y cuál es la diversidad de tipos de redes que hay a lo largo de la vía con el fin de localizar adecuadamente equipos ITS.

Al mismo tiempo, es deber de quien diseña tener en cuenta los puntos más álgidos en cuanto a seguridad vial ya que si esto no se referencia, puede ser contraproducente para el despliegue de servicios ITS.

A continuación, se abordan diversas tecnologías que hacen parte del esquema tendencias tecnológicas ITS en carretera.

9.02 TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE A BORDO DEL VEHÍCULO

Existe una gran diversidad de sistemas tecnológicos que funcionan a bordo del vehículo, orientados a ofrecer distintos servicios generales para mejorar el desempeño del vehículo en tiempo real como a la asistencia al conductor. Entre estos sistemas tecnológicos podemos encontrar los expuestos en la siguiente tabla.

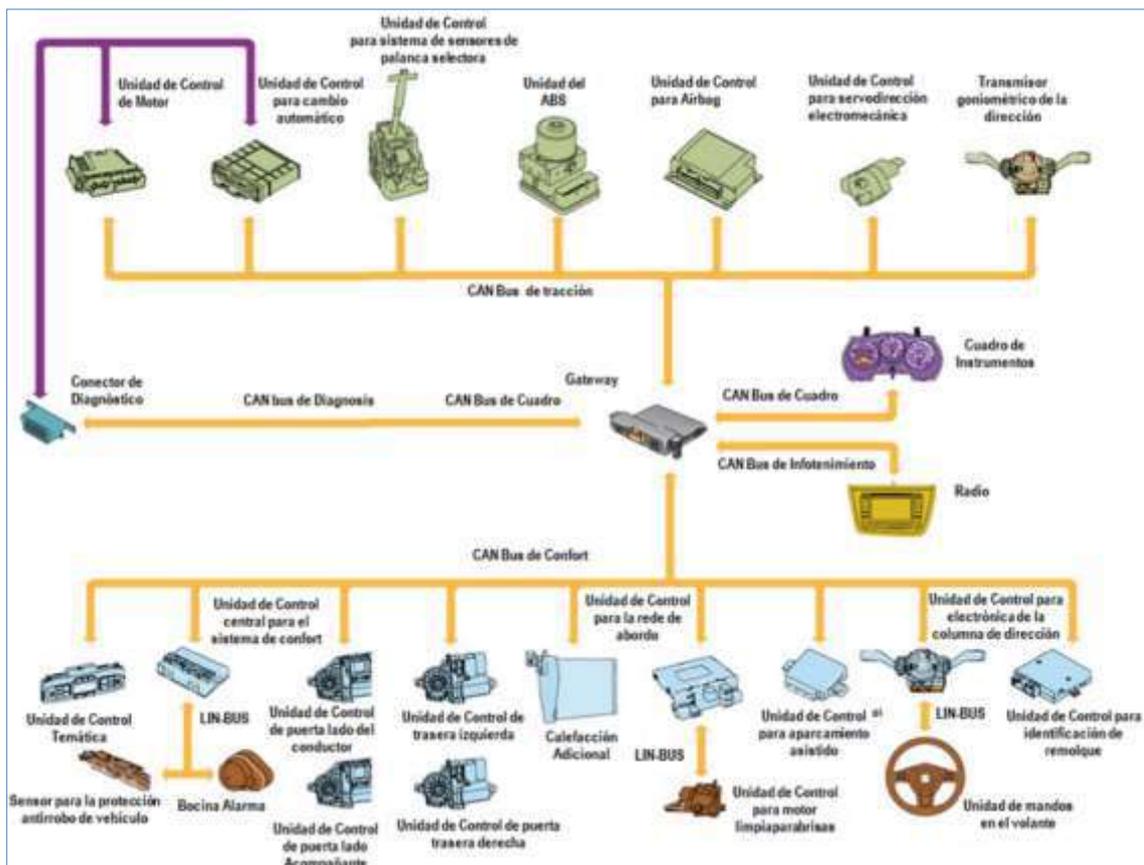
Tabla 28. Algunos sistemas de a bordo

SISTEMAS DE A BORDO	
ORIENTADOS AL DESEMPEÑO DEL VEHÍCULO	ORIENTADOS A LA ASISTENCIA AL CONDUCTOR
Sistema de frenado ABS Sistema de encendido electrónico Sistema de corrección para la toma de una curva	Sistema de cierre centralizado de puertas Sistemas de configuración de espejos Sistema de elevación de vidrios electrónico

SISTEMAS DE A BORDO	
ORIENTADOS AL DESEMPEÑO DEL VEHÍCULO	ORIENTADOS A LA ASISTENCIA AL CONDUCTOR
Sistema electrónico para el ahorro de combustible Sistema de cambios automático Entre otros	Sistema de aire acondicionado Sistema airbag Entre otros

Es de resaltar que cada uno de los sistemas listados, tienen unidades de control electrónico llamadas ECU (Electronic Control Unit-ECU) y se integran en el interior del vehículo a través de tecnologías de comunicaciones tales como el bus CAN (Control Area Network), el bus LIN (Local Interconnect Network.), interfaces seriales RS232, o inalámbricas como Bluetooth, con el objetivo de brindar servicios locales para los ECU como para el usuario (Ver **Figura N°9.1**).

Figura N°9.1 Elementos tecnológicos a bordo del Vehículo que ofrecen servicios locales al usuario (Mecánica Virtual, 2008)



Uno de los sistemas de a bordo, elaborado con dichas tecnologías y que ofrece servicios locales al usuario son los sistemas avanzados para la asistencia al conductor (Advanced Driver Assistance Systems-ADAS). Se expone que tales sistemas brindan servicios de



seguridad bastante fiables en especial cuando el usuario se desplaza a lo largo de la infraestructura. Por su parte, (Sun et al., 2006), considera que es preciso incorporarles más tecnologías y específicamente del tipo óptico como los Laser, Lidar (tecnologías pasivas) o Cámaras (tecnologías activas) para incrementar la precisión y la fiabilidad de dichos sistemas. Asimismo, con la incorporación de dichas tecnologías se alcanza el mejoramiento de sus servicios ofrecidos, dado que el vehículo interactúa de forma más dinámica con la infraestructura.

Muchos de los servicios y sistemas locales son abordados por el comité técnico ISO TC 22 debido a que están relacionados con el desempeño del vehículo y con sus sistemas de confort. La cuestión es que nuestro enfoque está relacionado con los servicios externos, considerados estos como servicios ITS de valor agregado, es decir, servicios ofrecidos por otros proveedores de servicios o por las centrales de información de tráfico los cuales, pueden ser procesados y consumidos por el usuario.

En este sentido, nos enfocamos sobre las tecnologías y sistemas que ayudan a interactuar al vehículo con el exterior. Por esta razón, analizamos lo que expone (Vlasits et al., 1995) acerca de otros sistemas o tecnologías de a bordo que tienen como finalidad la interacción entre el vehículo y los sistemas instalados a lo largo de las infraestructuras ITS, comúnmente tales sistemas son llamados Unidades de A Bordo u OBU (On Board Unit-OBU). Las OBU normalmente son empleadas para utilizar distintos servicios asociados al transporte tales como los provistos por los sistemas de telepeaje, los sistemas de parking, y los sistemas de rampas electrónicas, entre muchos otros.

Las OBU entonces, se comportan como elementos que pueden enviar y recibir información de la infraestructura de transporte o de otro vehículo. (He et al., 2009) concluye que actualmente, dichas unidades han evolucionado de forma sorprendente gracias a la expansión de las tecnologías móviles, al despliegue de redes inalámbricas y en especial, a los sistemas de navegación.

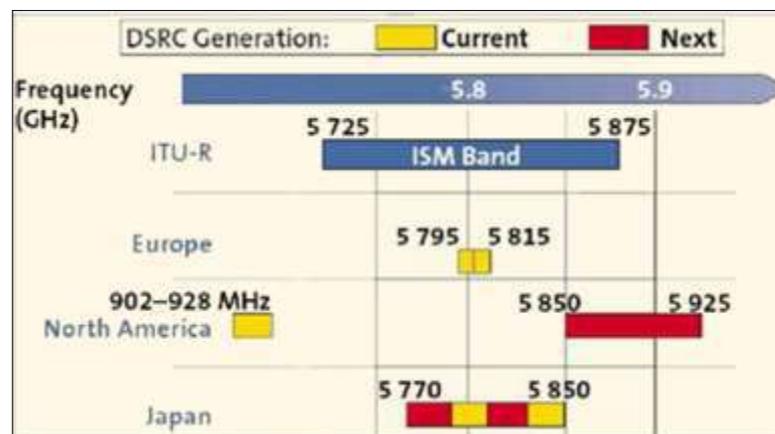
Sabiendo que las OBUs son elementos capaces de comunicarse con la infraestructura de transporte, existen otros elementos determinantes con los que dichas unidades se comunican y son las Unidades de Carretera o RSU (Road Side Unit-RSU). Las RSU se encargan no sólo de permitir la comunicación con el vehículo sino también, de gestionar los sistemas de monitorización desplegados en la infraestructura (Shieh et al., 2006) (AASHTO et al., 2009). En este sentido ambos elementos, es decir, las OBU y las RSU, han generado nuevos esquemas de comunicación entre los mismos vehículos, entre la infraestructura y el vehículo o viceversa y dan pie a que una gran variedad de servicios pueda emerger, por tanto, a continuación, analizaremos de forma general las tecnologías de comunicación que se suscriben a dichos esquemas.

9.03 TECNOLOGÍAS ITS DESTACADAS Y ESPECIALES

En este apartado sólo haremos énfasis en las tecnologías de comunicaciones dedicadas de corto alcance o DSRC, debido a su papel actual y futuro para el despliegue de servicios ITS (SIRIT, 2005). Como lo expone (Eichler, 2007), la tecnología DSRC tiene como objetivo principal, mejorar la seguridad y reducir los accidentes mediante el intercambio de mensajes entre los mismos vehículos (OBU ↔ OBU), los vehículos con la infraestructura (OBU → RSU), o viceversa (RSU → OBU). Por tanto, hace parte del escenario VANET. La limitación que acarrea tal tecnología es cuando el número de vehículos (considerados como nodos) tiende a aumentar, se incrementa paralelamente el número de limitaciones en la transmisión de mensajes, causando que en escenarios densos su diseminación se vea obstruida, impidiendo así, la prestación de servicios.

Una de las grandes discusiones a las que se enfrenta tal tecnología es que se encuentra desplegada en diferentes bandas de frecuencia (Ver **Figura N°9.2**) en múltiples países, causando una gran incompatibilidad tecnológica a ambos lados del Atlántico y del Pacífico. Por tanto, esto ha producido un mercado cerrado y poco productivo para todo el escenario de ITS ya que, si se trata de extender una solución general a lo largo de los países fronterizos, será muy difícil alcanzar la convergencia de servicios.

Figura N°9.2 Asignación de frecuencias en DSRC (Böhm M et al., 2008)



Aunque en la actualidad, es una tecnología que apoya diversos sistemas utilizados en el transporte, ahora se ve enfocada a las VANETs, pero debe hacerse de forma estandarizada para que se logre la convergencia de servicios ITS, es decir, que en cualquier momento un usuario ITS pueda explotar los servicios de la infraestructura de transporte sin que se presente ninguna incompatibilidad tecnológica añadida.



9.04 TECNOLOGÍAS DE NAVEGACIÓN Y SERVICIOS

9.04.01 Sistemas de Posicionamiento Global GPS

Es un sistema de navegación basado en satélites, desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos bajo el programa NAVSTAR (Herring, 1996), basado en 24 satélites activos uniformemente dispersados alrededor de seis orbitas circulares compuestas de 4 satélites. Las orbitas están inclinadas en un ángulo de 55° relativos al ecuador y separadas por múltiplos de 60° en ascensión derecha, son no geostacionarias y son aproximadamente circulares con un radio de 26,560 kilómetros y periodos orbitales de un día sideral (11.967 horas aproximadamente) (Grewal et al., 2007). Teóricamente siempre están visibles tres satélites desde la mayoría de la superficie terrestre y cuatro o más, pueden ser utilizados para determinar la posición del observador durante las 24 horas del día.

Dentro de sus características más relevantes se destacan, es que puede ser empleado por un número ilimitado de usuarios al mismo tiempo, siempre y cuando, los receptores de los usuarios operen de forma pasiva (Kaplan & Hegarty, 2006).

Por otra parte, desde el punto de vista de servicios, el GPS utiliza dos señales que atienden los servicios de navegación. En este sentido, como lo expone (Misra et al., 1999), las señales utilizan dos frecuencias, L1 (1575.42Mhz) y L2 (1227.60Mhz). La primera, relacionada con el código grueso o de adquisición (Coarse/Acquisition –C/A), responsable de la localización como tal y la segunda, relacionada con el código de la precisión o P, responsable igualmente de la localización.

La capacidad para interpretar los códigos mencionados va directamente relacionada con el servicio que disfruta el receptor del usuario. Por ejemplo, (Enge, 1994) afirmó que si un usuario ITS utiliza el código C/A puede determinar la posición según el servicio SPS (Standard Positioning Service), con una precisión por debajo de los 15 metros para el 95% de los casos o por el contrario, afirmo que si se utilizasen ambos códigos, C/A y P, es posible aprovechar el servicio PPS (Precise Positioning Service) que brinda una precisión por debajo de los 10 metros para la mayoría de los casos. No obstante, la utilización del servicio PPS solo es para fines militares, por ello, el código P es encriptado y origina otro tipo de código llamado Y, que no es accesible para los usuarios.

Según lo descrito anteriormente, el GPS sólo ofrece servicios de posicionamiento, y de acuerdo a los requerimientos crecientes de servicios de valor agregado, a partir del proyecto GALILEO, sistema de navegación europeo, se ampliarán dichos servicios mediante la definición de nuevas señales entre el satélite y sus receptores (Trautenberg et al., 2004).



9.04.02 Sistema Europeo de Navegación Galileo

Es una iniciativa europea gestada desde 1998, actualmente en desarrollo, y estaría compuesta por una constelación de 30 satélites divididos en tres órbitas circulares con un radio de 23,000 kilómetros para cubrir toda la superficie terrestre (Kaplan & Hegarty, 2006). Su propósito general, está enfocado hacia el apoyo de los sectores civiles, y tiende a imponerse con nuevos servicios ante sus predecesores, es decir, GPS y GLONASS (Alkan et al., 2005) (European_Commission, 2007a).

Una de las grandes diferencias de dicha iniciativa frente a sus competidoras es que proporcionará diversos servicios al usuario, a parte de los conocidos de posicionamiento (Trautenberg et al., 2004). Los nuevos servicios han sido agrupados en cinco grupos base que son: servicio abierto (open service-OS), servicios de seguridad de vida (Safety of Life-SOL), servicios comerciales, servicios públicos regulados (Public Regulated Service-PRS) y servicios de búsqueda y rescate (Search and Rescue-SAR). Por lo tanto, la idea de incluir nuevos servicios en los sistemas satelitales es otra clara señal de la necesidad de integración de tecnologías y ahora desde tierra al satélite y luego a sus usuarios.

Las propuestas que se tiene respecto al despliegue de servicios en el sistema GALILEO, nos encontramos con el reciente proyecto GINA cuyo objetivo es el de analizar cuáles son los obstáculos para el despliegue de servicios teniendo como base, el reciente sistema EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service-EGNOS) encargado de la corrección de señales de posicionamiento (Lanza et al., 2009). Es de tal importancia EGNOS que brindará incluso, una precisión menor a 2 metros lo que infiere que los servicios serán de alta calidad. Actualmente, para la corrección de errores es muy utilizado el sistema WAAS (Wide Area Augmentation System-WAAS), gestionado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y cumple la misma función que EGNOS siendo ambos compatibles.

9.04.03 Sistema de Posicionamiento Ruso GLONASS

Utiliza 24 satélites de mediana órbita (MEO); el sistema está siendo desplegado en tres planos orbitales separados uno de otro por múltiplos de 120° en ascensión derecha y compuesto por 8 satélites uniformemente distribuidos. Las órbitas tienen una inclinación de 64.8° con respecto al Ecuador y una longitud de 25,510 kilómetros aproximadamente. Desde el punto de vista de servicios, GLONASS al igual que el sistema GPS, ofrece dos niveles de servicios de localización. El primero, basado en el canal de precisión estandarizada CSA (Channel of Standard Accuracy-CSA), disponible para todos los usuarios civiles, y tiene una precisión horizontal de 60 metros en y una precisión vertical de 75 metros para el 99.7% de los casos (Lechner & Baumann, 2000). El segundo, llamado canal



de servicios de alta precisión CHA (Channel of High Accuracy-CHA) disponible solo para usuarios autorizados.

9.04.04 Sistema de Navegación CNSS COMPASS/Beidou

Es la solución China para los sistemas de posicionamiento, estaría compuesto por 35 satélites de los cuales, cinco estarían en orbitas GEO y los restantes en orbitas MEO (Taverna, 2008). Beidou estaría enfocado a proporcionar servicios de rastreo de flotas, del estado del tiempo, de producción petrolera, de prevención de incendios y desastres y, por último, de seguridad pública (aplicaciones militares) (Hongwei et al., 2007). Su precisión es menor a 100 metros y el tiempo de respuesta puede variar entre 1 y 5 segundos para que el usuario reciba la señal, dependiendo del tipo de usuario.

Esta iniciativa recientemente ha evolucionado y ha sido llamada Compass o Beidou-2, y proporcionará como tales dos servicios de navegación. El primero, es el servicio abierto, diseñado para proveer al usuario su posicionamiento con una precisión de 10 metros, una velocidad de 0,2 metros por segundo y una precisión de tiempo de 50 nanosegundos. El segundo, es para usuarios autorizados y brindará bajo conexiones seguras, servicios de información adicional acerca de la integridad del sistema (Hongwei et al., 2007).

Luego de analizar los principales sistemas de navegación, observamos que su mayoría, tiende a integrar nuevos servicios aparte del general de posicionamiento por lo que es clave comenzar a establecer nuevos modelos que permitan la convergencia de servicios para fines civiles y más en el ambiente de movilidad en que vivimos. La cuestión es que el diseño que tienen actualmente los dispositivos de navegación los hace débiles frente a la prestación de servicios. Por ello, a continuación, analizamos cuáles son sus limitaciones y cómo podemos combatirlas.

9.04.05 Limitaciones de los Sistemas de Navegación

Partiendo de lo estudiado por la Fundación Instituto Tecnológico para la seguridad del Automóviles (FITSA, 2007), los sistemas de Navegación actuales poseen una serie de limitaciones, constatadas claramente, cuando el usuario está viajando por carreteras de menor orden, donde, la información disminuye en cantidad y calidad.

(Robinson, 2008) identifica que una de las principales limitaciones de dichos sistemas es que sólo brindan información acerca de la posición actual y la velocidad, asimismo, expone que la nueva expansión de dispositivos de navegación personal (PND Personal Navigation Device) junto con la utilización de teléfonos inteligentes, hará posible el despliegue de nuevos y distintos servicios.

Por su parte, (Harms & Patten, 2003) identifica otra limitación para dichos sistemas, relacionada con la forma de visualización de los datos, argumentando que las plataformas actuales son poco ergonómicas y más, cuando los usuarios son personas de edad avanzada. Por el contrario, (Spies et al., 2009) afirma que desde los años 70's se ha impulsado la tecnología HDU (Head up Display), capaz de proyectar información de tráfico sobre el parabrisas del vehículo (Ver **Figura N°9.3**) lo que evita problemas de ergonomía. Tal tecnología podría ser considerada como un sistema que permitiría la prestación de ciertos servicios ITS de valor agregado, por ello, (Mancuso, 2009) presentó recientemente HDUs que han integrado distintos servicios utilizando incluso, los retrovisores del vehículo para desplegar servicios relacionados con la señalización de tráfico.

Figura N°9.3 Orientación a la navegación mediante Head Up display (Mancuso, 2009; Palmer, 2006)



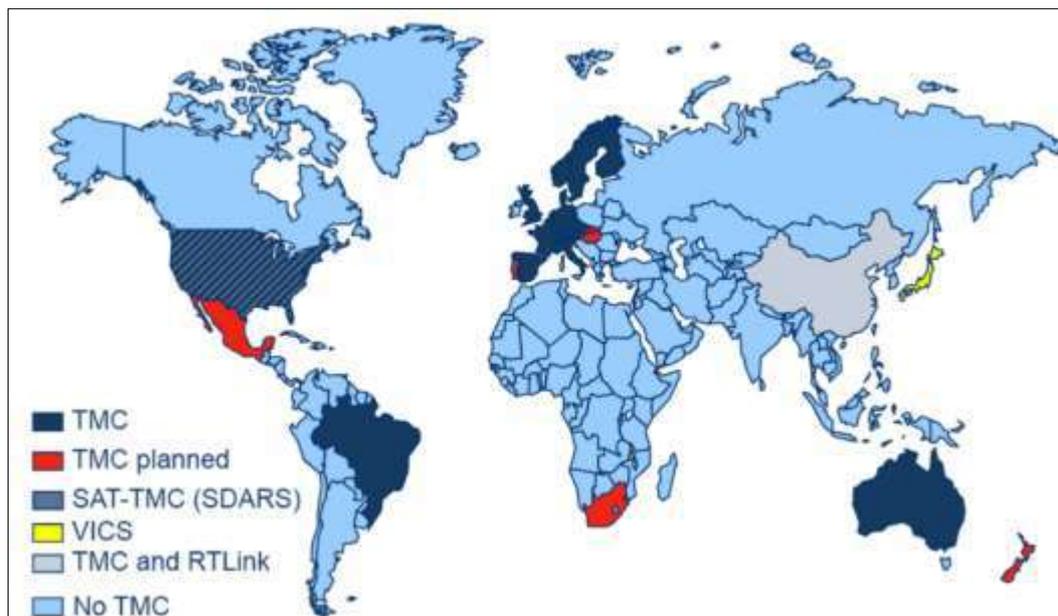
Es claro que aún existen muchas más limitaciones para tales sistemas, pero poco a poco están siendo minimizadas debido a la explosión de nuevos dispositivos que incorporan la funcionalidad de sistemas de sensorización y posicionamiento.

Una de las formas más utilizadas para combatir tales limitaciones se da mediante la utilización de tecnologías de radio que operan de forma paralela junto a los sistemas de navegación, por ello, a continuación, presentamos tales tecnologías dado que apoyan el despliegue de algunos servicios ITS.

9.04.06 Tecnologías de radio que apoyan a los sistemas de navegación para la provisión de servicios

Antes de comenzar a analizarlas es importante mencionar que, en contexto de los ITS, las centrales de información de tráfico utilizan un canal de comunicaciones especializado para difundir los mensajes de tráfico llamado TMC (Traffic Message Channel - TMC). Dicho canal, apoyado por las radiodifusoras, es ampliamente utilizado por los países más desarrollados (Ver **Figura N°9.4**) dada su importancia para el crecimiento económico (TMC_FORUM, 2010).

Figura N°9.4 Cobertura del canal TMC en el mundo (Hendriks, 2009)



Mencionado lo anterior, los sistemas de navegación hacen uso de varias tecnologías de radio que explotan el TMC para su beneficio y de ellas, destacamos al sistema analógico RDS (Radio Data System), utilizado ampliamente en Europa, el sistema DAB (Digital Audio Broadcasting), actualmente en pruebas en diversos países y, por último, la tecnología HD-RADIO (HD: Hybrid Digital), solución que toma fuerza en el continente americano para la prestación de servicios de valor agregado. A continuación, describiremos de forma resumida tales sistemas, dada su importancia en la prestación de servicios ITS de valor agregado.

9.04.06.01 RDS-TMC (Radio Data System Traffic Message Channel)

Es una tecnología empleada para desplegar información de tráfico a los usuarios ITS, para lograrlo, los usuarios deben ser poseedores de un sistema de recepción adecuado que pueda interpretar los mensajes enviados desde la central de tráfico. La tecnología RDS-TMC (Radio Data System Traffic Message Channel-RDS-TMC) permite enviar datos a los usuarios mediante señal inaudible en la franja espectral de FM (CENELEC, 1998). En este tipo de transmisiones se emplea el protocolo ALERT-C, creado desde el proyecto DRIVE (Catling, 1988), para decodificar los mensajes relacionados con el estado de la carretera. Su velocidad de transmisión de datos es de 1.2 Kbps.

En síntesis, la información brindada por el RDS-TMC es desplegada de forma visual mediante mensajes de texto en los receptores de radio ubicados al interior del vehículo. Según las estadísticas de la Asociación de Servicios de Información al Viajero (TISA), RDS-



TMC es ampliamente utilizado en Europa y América, aunque en Norteamérica se emplea uno muy similar, el RBDS (Radio Broadcast Data System), este último comienza a ser mejorado por el enfoque digital, HD Radio.

9.04.06.02 DAB (Digital Audio Broadcasting)

DAB (Digital Audio Broadcasting) o Eureka 147 es un estándar de emisión de radio digital. Su crecimiento a nivel mundial ha sido bastante acotado, sin embargo, aún está siendo probado en varios países y en otros ya está implantado. Tiene velocidades en el rango 1.2Kbps hasta 2Mps (este último DAB+).

Dentro del contexto ITS, la tecnología DAB, los sistemas de navegación y el canal de TMC son elementos para el despliegue, la prestación y la provisión de servicios ITS, tanto así, que la Asociación de Servicios para la Información al Viajero está impulsando un nuevo protocolo que va sobre DAB desarrollado por el TPEG (Transport Protocol Experts Group) el cual tiene varias directrices para atender diversos servicios ITS.

9.04.06.03 HD-Radio

Tecnología aprobada por la Comisión Federal de Comunicaciones (Federal Communications Commission-FCC) en el año 2002 como un sistema de emisión de datos digital que funciona sobre las bandas de AM y FM (FCC, 2002). Dentro de sus principales bondades tenemos: emisión de FM con calidad de CD (Audio digital), emisión de AM con sonido de FM estéreo, generación de servicios de datos, tales como despliegue de mensajes de texto sobre la pantalla del receptor, despliegue de títulos de canciones y artistas, pronósticos del clima, e información sobre récords deportivos, etc.; servicios de audio y de datos avanzados tales como información de tráfico en tiempo real, sonido surround, servicios de audio bajo demanda, etc. Su ancho de banda oscila entre 96Kbps – 124Kpbs.

De la misma forma, expone que sus servicios son limitados, pero no debido a los datos recibidos por AM y FM sino a las capacidades de transmisión y recepción de los equipos de radio, aun así, su tendencia de crecimiento va en aumento donde transitan los vehículos; y la última, por las técnicas de modulación y codificación utilizadas dado que propenden a la generación de nuevos armónicos permanentes, degradando entonces enormemente el rendimiento el sistema (Koch, 2009).

En conclusión, las tecnologías de radio que apoyan a los sistemas de navegación para la provisión de servicios están siendo desplegadas poco a poco y aún, deben tomar mayor presencia a nivel mundial. De tales tecnologías, podemos concluir que DAB+ es una gran alternativa dado que soporta muy buena fidelidad de audio y tiene gran potencialidad para



la prestación de servicios ITS, pero su baja penetración, la soslaya ante el mercado ITS por lo que es una apuesta poco fiable. Además, de acuerdo a los servicios ITS mencionados en la investigación, aún muchos países presentan una gran brecha digital para la incorporación de las mismas por lo que la prestación de servicios ITS de valor agregado a través de ellas, aún está lejos, así que es preciso analizar otros enfoques para la prestación de servicios ITS.

9.05 TECNOLOGÍAS EMERGENTES (IOT- INTERNET OF THINGS)

Las tecnologías emergentes empleadas en la recolección de información a lo largo de la infraestructura son básicas para la generación de servicios ITS y críticas para determinar el estado de la infraestructura. Por lo tanto, dichas tecnologías comienzan a impactar en el sector ITS.

Se requiere aclarar que el término de tecnologías emergentes es bastante amplio, por tanto, el presente MITSIV se centra en que las tecnologías de la información se alinean al concepto de inteligencia ambiental, internet de las cosas, o lo que antiguamente se conocía como computación ubicua. Tal concepto, nace a partir de una gran cantidad de pequeños dispositivos embebidos con altas capacidades de cómputo y que pueden ser desplegados fácilmente por alguna zona específica (Rakotonirainy & Tay, 2004) convirtiéndola, en una zona inteligente donde es posible conocer muy bien sus características a partir de las variables monitorizadas.

La tendencia de la computación embebida o computación ubicua o lo que hoy en día se llama Internet de las Cosas (Internet of Things), término bastante utilizado hasta ahora, ha adquirido muchísima fuerza y más aún, desde que Mark Weiser, introdujera dicho término ("computación ubicua") en el artículo titulado "La computación del siglo 21" (Weiser, 1991). Tanto ha sido el impacto que esta nueva visión ha producido a nivel global que ha desencadenado el desarrollo de una gran cantidad de proyectos relacionados con tecnologías de monitorización emergente y más ahora, cuando la sociedad se desenvuelve en un mercado de servicios, y de todo esto los ITS no son ajenos.

Una de las tecnologías que ha surgido en respuesta a esta tendencia son las redes de sensores inalámbricos (WSN: Wireless Sensors Networks), que, en sus inicios, fueron denotadas por el MIT (Massachusetts Institute of Technology-MIT) como una de las 10 tecnologías que van a cambiar el mundo (Culler, D., 2003).

De acuerdo a varios investigadores (Sohraby et al., 2007; Zhao & Guibas, 2004) las describen como una tecnología compuesta por una infraestructura que abarca elementos de monitorización, computación y comunicación y dan a su administrador, por ejemplo, entidades gubernamentales, civiles, industriales, o comerciales, la capacidad de



observación, de reacción a los eventos y fenómenos en un ambiente específico. Por tanto, tales redes tienden a expandirse dadas sus características y bondades ya que son idóneas para el diseño e implementación de una gran gama de aplicaciones (Khichar & Shivanandan Upadhyay, 2010).

Su aceptación, en el ámbito ya sea investigativo, industrial, o de gobierno, así como en el sector ITS ha sido muy buena, por ello, actualmente bajo enfoques recientes de computación en la nube, una gran cantidad de dispositivos ITS está migrando información a la Nube con el fin de explotarla a partir de los esquemas basados en servicios que ofrece la computación en la Nube.

9.06 EVOLUCIÓN DE LAS REDES DE SENSORES HACIA EL IOT

Desde el punto de vista de evolución tecnológica gran cantidad de equipos de sensorización son cada vez más usados en los proyectos ITS, sin embargo, estos han cambiado sus características ya que ahora incorporan conectividad de forma directa con la red de internet y son capaces de ser gestionados de forma remota.

En términos de instrumentación a nivel de ITS se resalta que desde los años 90 se vienen desarrollando tres generaciones de sensores que determinaron el desarrollo de las redes de sensores y a lo que hoy se denomina como Internet de las Cosas. La primera, generación da como participe principal a la electrónica analógica dado que era fundamental para el acondicionamiento de señales; la segunda, tuvo dos grandes aliados, el desarrollo del microprocesador y el desarrollo de los estándares de comunicación RS232, RS422, y RS485 estimulando así, el desarrollo de redes de sensores y actuadores; y la tercera, fue a partir del desarrollo del estándar MMS (Manufacturing Messaging Specification) que representaba un concepto temprano para el intercambio de mensajes entre los procesos que supervisaban y controlaban tales redes (Decotignie & Gregoire, 1989).

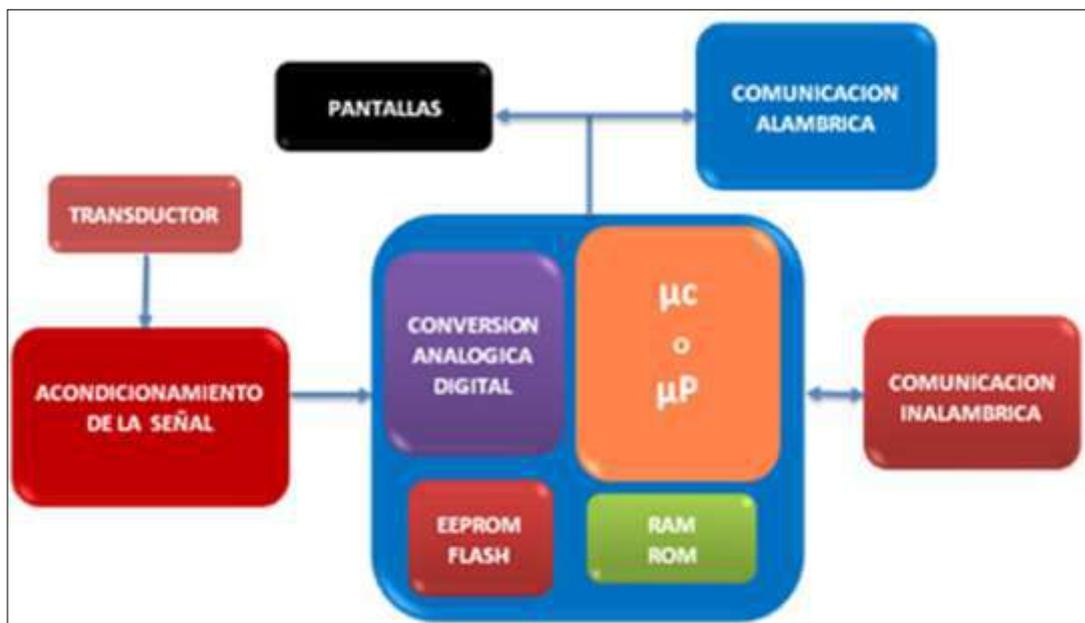
Paralelamente, se crearon los protocolos como Profibus, HART, Fieldbus, o el mencionado CAN (ampliamente utilizado en los vehículos para la conexión de todos los sistemas de instrumentación vehicular). Luego en el año 1993, aparecen los circuitos integrados capaces de manejar transmisiones inalámbricas de datos a altas frecuencias de hasta 2.4GHz (Devlin et al., 1993) o incluso en los 902MHz (Asada et al., 1997), ambos operando en bandas ISM (Industrial, Scientific and Medical) (UIT, 2008) por lo que tales circuitos se postulaban como grandes sistemas de transmisión de datos que impactaría el escenario de las redes de sensores. Seguidamente, los avances en miniaturización desataron la construcción de un amplio rango de redes de sensores con capacidades de transmisión inalámbrica y a posteriori, de otros elementos que ya poseen como tal, sistemas operativos y que son capaces de generar escenarios basados en servicios.

Los avances en microelectrónica ayudaron mucho a la conformación de redes de sensores y del IoT, sin embargo, desde el punto de vista ITS, se recomienda tener en cuenta el consumo energético de estos dispositivos ya que al incorporar tecnologías inalámbricas se generan consumos más altos, sin embargo, esto no es un impedimento para no utilizar este tipo de tecnologías en el ámbito de ITS.

9.06.01 Sensores Inteligentes

Un sensor inteligente se define como aquel que tiene la capacidad de incorporar un circuito de acondicionamiento de señales, de amplificación, de conversión (análogo / digital), de autoidentificación, de autodiagnóstico, de calibración, de conversión de unidad de la ingeniería de datos de salida, un microprocesador y un sistema de comunicaciones (Geraldine et al., 2004) (Ver **Figura N°9.5**).

Figura N°9.5 Diagrama de un Sensor Inteligente



Como puede observarse de la imagen anterior, el sensor inteligente tiene autocontenidos de diversos módulos asociados a sus elementos de medición, control, y comunicación. Desde el punto de vista de normalización, tales módulos, propuestos por el Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST) (Song & Lee, 2008), dieron origen a establecer el estándar IEEE 1451, dedicado a normalizar los procedimientos para implementar la interfaz electrónica de tales sensores. Es de destacar el módulo de comunicaciones ya que este ocupa un gran rol para la conformación de la red de sensores o esquemas basados en internet de las cosas, a partir de su funcionalidad de intercambio de mensajes con otros nodos. Llegados a este punto, es preciso destacar que tal módulo sigue en crecimiento y

aún deben evaluarse las tecnologías más apropiadas que lo constituyen. Por tanto, a continuación, analizamos las tecnologías inalámbricas que toman parte en el despliegue de sensores para determinar cuál es la más apropiada según los requerimientos de los ITS.

9.06.02 Tecnologías Inalámbricas para redes de sensores y que son usadas en soluciones de IoT

Actualmente, distintas soluciones inalámbricas son empleadas para la construcción de redes de sensores, pero para saber cuál es la más adecuada, es preciso tener en cuenta su consumo energético y su escalabilidad dado que resultan determinantes en el momento de desplegar los nodos sensores (Akyildiz et al., 2002) (Zhongmin et al., 2008).

En este sentido, diversos estándares para la comunicación inalámbrica tales como: bluetooth (IEEE 802.15.2), wi-fi (IEEE 802.11 a/b/g/n/p), wiMax (IEEE 802.16), zigbee (IEEE 802.15.4) y wibree, etc., enfocados hacia diferentes aplicaciones, podrían ser utilizados para la conformación de redes de sensores pero antes, es preciso evaluar cuáles son sus principales ventajas y desventajas ya que no todas resultan adecuadas para el despliegue de dichas redes.

Por ejemplo, las redes de sensores basadas en Bluetooth poseen una mínima escalabilidad dado que sólo soporta 8 dispositivos simultáneamente, además, la velocidad de transmisión de datos es lenta y la red que puede conformarse es en esencia muy pequeña. No obstante, propuestas como Btnode han apostado por su despliegue (Beutel et al., 2004).

Si analizamos la tecnología Wi-Fi, ampliamente utilizada en redes de uso doméstico dadas sus características de gran ancho de banda, vemos que no está enfocada a redes de sensores dado que requiere un elevado consumo energético.

Por su parte, la tecnología Wi-Max, utilizada en las redes inalámbricas de área metropolitana WMAN (Wireless Metropolitan Area Networks) cuyo propósito general es el de ofrecer servicios de comunicación a grandes distancias y con buen ancho de banda, no está enfocada a las redes de sensores. No obstante, dicha tecnología podría ser parte del nodo central de una red de sensores lo que permitirá aumentar su cobertura con otras redes WMAN (Kuran & Tugcu, 2007).

Con la tecnología Zigbee, sucede todo lo contrario dado que es ampliamente utilizada para la conformación de redes de sensores debido a sus características de bajo consumo energético, escalabilidad, seguridad, gestión de datos, etc. (Baronti et al., 2007). Además, como argumentan (Eren & Fadzil, 2007), el ámbito principal de Zigbee es la conformación de redes inalámbricas de área personal o WPAN (Wireless Personal Area networks), capaces de ser desplegadas sobre esquemas orientados a la monitorización y control de

variables a nivel industrial. Del mismo modo (Karapistoli et al.), expone que Zigbee crece cada vez más por lo que debe ser mejorada y ampliada con el fin de apoyar a nuevas aplicaciones que demanden mayores tasas de transmisión de datos y que operen a mayores distancias entre los nodos.

Por último, Wibree, extensión de la tecnología Bluetooth ha sido concebida para la conformación de redes de sensores y actualmente se encuentra en desarrollo (Mannion, 2006). Alcanza velocidades de 1 Mbps.

De las tecnologías inalámbricas para redes de sensores expuestas, a continuación, presentamos un pequeño comparativo con el objetivo de analizar sus bondades para determinar cuál de ellas podría ser apta para el despliegue de servicios en los ITS (Ver siguiente Tabla). No obstante, es importante mencionar que dichas tecnologías no son las únicas propuestas en este ámbito, pero de las tratadas, son las más estandarizadas.

Tabla 29. Tecnologías Inalámbricas en WSN (Kuran & Tugcu, 2007) (Mannion, 2006) (IEEE, 2005) (Gungor & Lambert, 2006)

TECNOLOGÍA	BANDA DE OPERACIÓN	VELOCIDAD	DISTANCIAS	VIDA DE LA BATERÍA (DÍAS)
Bluetooth 802.15.1	2.4GHz	720Kbps -1Mbps - 3Mbps	0-10m 0-100m (Bluetooth 2)	0-7
Wi-Fi 802.11b/g/n	2.4GHz	11Mbps/ 54Mbps/ 108Mbps	60-100n	0.5 - 5
WiMAX 802.16	2Ghz/66Ghz	30-135 Mbps	50-80Km	NA
Zigbee 805.15.4	2.4G/Hz / 915MHz / 868MHz	250 Kbps 2Mpps (Nuevo IEEE802.15.4.a)	100 m 900m (Nuevo IEEE802.15.4.a)	0-1000 0-3650 (Nuevo IEEE802.15.4.a)
Wibree	2.4GHz	1Mbps	0-10m	100-1000

La **Tabla N°29**, presenta cinco columnas, la primera asociada a las tecnologías que han sido descritas y las demás, exponen las bondades de cada una de las tecnologías expuestas. En este sentido si analizamos a Zigbee vemos que posee grandes ventajas frente a las otras y en especial, con respecto a la vida de la batería, factor determinante si fueran a ser desplegadas a lo largo de la infraestructura de transporte. Además presenta grandes capacidades para la implementación y despliegue de redes de sensores o incluso esquemas basados en IoT, por tanto, analicemos en que contribuye tal tecnología y cuáles son sus características más importantes.

9.06.03 Tecnología Zigbee (IEEE 802.15.4) – Redes de Sensores

Comenzó como una iniciativa por parte del sector industrial dada la necesidad de interconectar sensores y actuadores de forma inalámbrica, asimismo, ha tomado bastante fuerza y por ese motivo se conformó la alianza Zigbee (Zigbee_Alliance, 2007) cuyo objetivo es el de conseguir mediante un estándar abierto, soluciones fiables, de bajo costo, y de bajo consumo energético para que puedan ser aplicadas en la monitorización y control de variables.

Zigbee como estándar, es decir, IEEE 802.15.4, define tres tipos de dispositivos lógicos, fundamentales para la conformación de las redes de sensores. El primero, coordinador de la red de área personal o PAN (Personal Area Network-PAN) también llamado sink, el segundo, enrutador y el tercero, dispositivo de fin o nodo sensor.

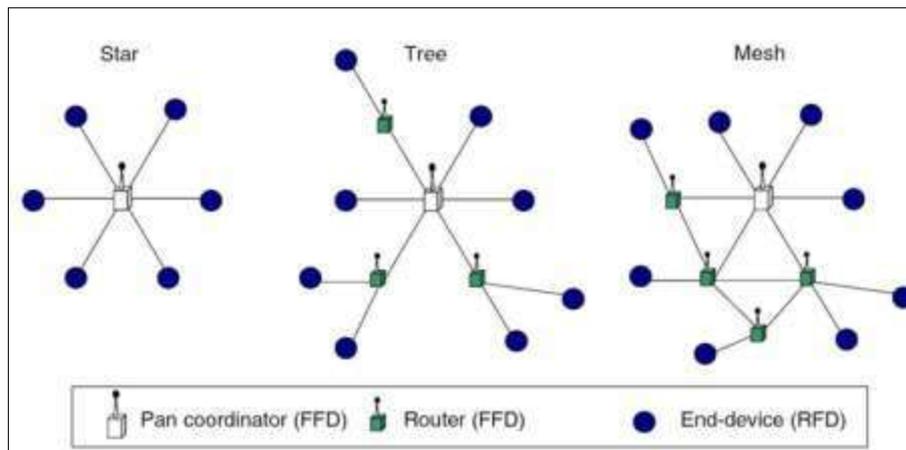
El coordinador de la PAN actúa como controlador primario, encargado de iniciar la red y gestionar las operaciones, además, se comporta como un gateway para interconectar la red de sensores con otras redes (Akyildiz et al., 2002). Es preciso destacar que cada PAN debe tener exactamente un coordinador PAN. Otra de sus funciones, es la autoorganización y enrutamiento y por ello también se le llama dispositivo de función completa o FFD (Full Function Device-FFD).

En cuanto al enrutador, elemento con características de un dispositivo de función completa o FFD, cumple con la función de enrutamiento entre nodos. Aquí, es preciso aclarar que un router Zigbee es diferente a un Coordinador PAN dado que este último gestiona toda la red y no parte de ella, como lo puede hacer un Router o FFD.

Por último, el nodo sensor, conocido como un dispositivo de funciones reducidas o RFD (Reduced Function Device-RFD), normalmente posee la instrumentación necesaria para la medición de variables. No obstante, un router o FFD puede poseer dicha instrumentación, convirtiéndose entonces, tanto en FFD como en un RFD al mismo tiempo, pero esto, depende de la tecnología con la que sea diseñado.

En la siguiente figura pueden observarse las topologías de las redes de sensores (estrella, árbol y malla) y al mismo tiempo los tres dispositivos lógicos que las componen.

Figura N°9.6 Topologías utilizadas por las redes de sensores inteligentes (Baronti et al., 2007)



Una vez vistos los elementos que conforman la red de sensores, es imprescindible analizar las soluciones de software para dicha tecnología dado que, a partir de estas, puede identificarse su capacidad de integración con otros los elementos desplegados a lo largo de la infraestructura de transporte.

9.07 BIG DATA

Con el uso de Big Data es posible llevar a cabo procesos de inteligencia de negocios donde los interesados o actores estratégicos podrán consultar y analizar datos para mejorar los procesos que haya lugar, esto es dependiente de los servicios ITS que se desplieguen y de la información que se recabe desde campo (infraestructura).

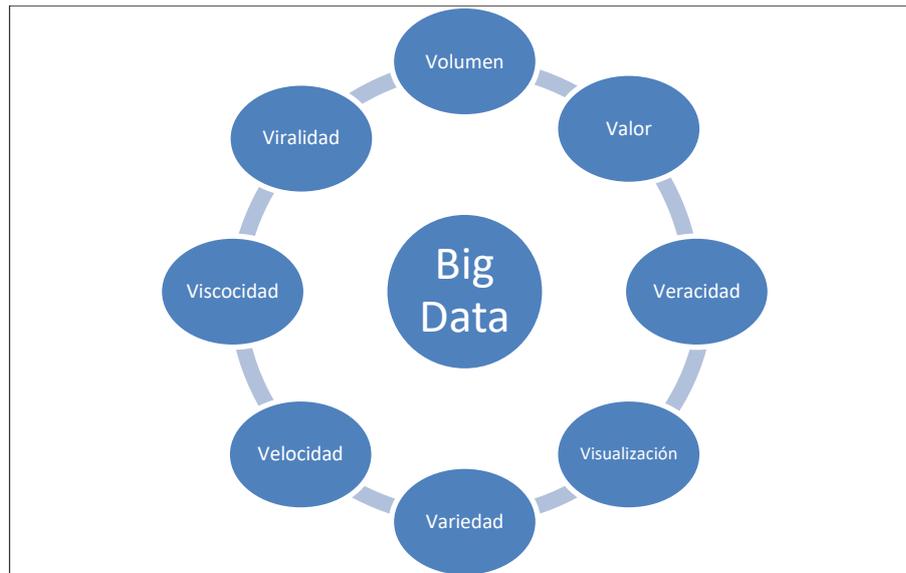
En los escenarios de ITS y con la gran cantidad de tecnologías que han sido descritas, cada milisegundo, segundo, minuto, entre otras unidades de tiempo, es posible obtener datos desde los equipos ITS, los cuales podrían entregar información de tipo estructurada o no estructurada (sin formato). Por lo anterior, obtener el valor de los datos se vuelve determinante para el/los usuarios del ITS ya que estos pueden en procesos paralelos analizar la información que se está recolectando. Lo anterior podrá entonces, encaminar procesos de toma de decisiones basados en datos o información y esto ayudará a las localidades o incluso a la nación en la generación de políticas públicas basadas en información.

De acuerdo con lo que ha sido descrito, es evidente que la capacidad de cómputo y de respuesta de los sensores utilizados en la actualidad en términos de ITS son altamente robustos y rápidos, incluso, estos sensores son capaces de generar datos cada microsegundo lo que significa que generan gran cantidad de datos o Big Data, para ello, el diseñador y el equipo que lleva el proyecto de ITS a cargo debe analizar en qué parte almacenara los datos, por ello, todo esto debe contar con un sistema de almacenamiento

y dependiendo de la criticidad de la información, debe contar con un sistema de respaldo de la información.

Se requiere resaltar que las bases de datos han evolucionado en estas últimas décadas y esto ha ocasionado que se requiera analizar muy bien la data que se está obteniendo, por ello, a continuación, se presenta una ruta que deben seguir las soluciones de ITS que van a disponer de esquemas de Big Data para la toma de decisiones (Ver **Figura N°9.7**).

Figura N°9.7 Las 8 V del Big Data



En el caso de Big Data y tomado de referencia la imagen anterior, es imprescindible destacar que las soluciones basadas en grandes cantidades de datos deben cumplir con las 8V de tal forma que la información que se analice sea lo más articular y veraz posible a fin de generar una toma de decisiones adecuada.

Al poseer las organizaciones, municipales o localidades grandes cantidades de datos se recomienda, desde el punto de vista técnico, utilizar visualizadores de grandes cantidades de datos con el fin de poder relacionar algunos de los datos y así obtener diversos resultados a partir de la información que generan los dispositivos ITS.

Por otra parte, se afirma que los datos que se obtienen desde el ITS pueden ser o no liberados como datos abiertos; es decir, que pueden extrapolarse estos datos a la comunidad científica con el fin de generar lo que se denomina ciencia de datos, que es en esencia, un campo interdisciplinario donde se aplican métodos científicos procesos y sistemas para extraer conocimiento o un mejor entendimiento de datos en sus diferentes formas.

Por lo anterior y dada las grandes cantidades y volúmenes de datos que se pueden llegar a generar, no es posible analizar toda la información para los seres humanos, por ello, de forma alternativa, es deber de los diseñadores de los proyectos de ITS recurrir a esquemas

basados en aprendizaje de máquina o aprendizaje profundo (del inglés Machine Learning o Deep Learning) para poder tener herramientas paralelas que interpreten los datos y así, obtener información para la toma de decisiones.

Por último, es importante destacar que los sistemas de analítica de datos pueden generar información al usuario, por ello, es deber de los diseñadores y planeadores de los ITS tener de referencia a los ciudadanos en aras de proveer servicios hacia estos, y así es posible mejorar su calidad de vida y la seguridad vial a lo largo de todas las vías.

9.08 COMPUTACIÓN EN LA NUBE

De acuerdo con la popularización del internet y a los esquemas basados en servicios, la forma de desplegar infraestructura tecnología ha ido cambiando alrededor del mundo, por ello hoy en día se habla de computación en la nube o del inglés Cloud Computing, que en esencia, es un paradigma que permite ofrecer servicios de computación a través de una red, la cual es normalmente Internet.

En este sentido las soluciones ITS pueden tener ventaja de este paradigma y manejar toda la gestión de su información a través de la nube. A continuación, se describe muy brevemente los diferentes espacios que actualmente se tienen para alojar soluciones de software que atiendan servicios ITS o de otra índole de servicios.

- En las mismas instalaciones de la entidad, esto se conoce como (On premise): en este esquema de solución la entidad debe contar con un centro de datos o del inglés data center para ubicar sus servidores y demás elementos que hagan parte de la solución. Con este esquema se tendrá control completo en términos de operación, no obstante, los costos de este tipo de solución son bastante elevados y más cuando el data center está operativo por lo que se puede disparar el opex y capex si no se dimensiona la solución de forma adecuada.
- Usar un centro de datos existente (Collocation): Para este caso la entidad interesada arrienda lo necesario para desplegar el servicio ITS y los recursos en servidores que este requiera. Para este caso la entidad tiene la ventaja que no requiere capex para las adecuaciones de la data center, sino que solamente deberá tener en cuenta es cuántos servidores requiere para la ejecución de sus necesidades de software. En esta opción el encargado del collocation debe proveer esquemas de seguridad, redes, refrigeración y potencia para mantener el centro de datos.
- En la nube (Cloud). De acuerdo con los esquemas actuales basados en servicios, la nube se presenta como una opción para alojar servicios cumpliendo los requisitos del servicio ITS a desplegar. En este sentido, en referencia a los esquemas de computación



en la nube existen esquemas o modelos como: IaaS (Infraestructura como servicio), PaaS (Plataforma como Servicio) y SaaS (Software como servicios).

A continuación, se detalla cada esquema o modelo de Cloud Computing a tener de referencia para el despliegue de servicios ITS e incluso para los desarrollos asociados a los centros de control.

IaaS proporciona acceso a recursos informáticos que están localizados en entornos virtualizados, es decir, en la "nube" (cloud), y es posible acceder a ellos a través de conexiones y puertos especializados que permiten consumir los servicios y configurar las máquinas a que haya lugar, todo esto se realiza a través de una conexión pública y es dependiente de los esquemas de seguridad de quien provea el servicio. El esquema IaaS ofrece recursos virtualizados en cuanto a hardware, es decir, infraestructura de procesamiento. Este servicio engloba aspectos como el espacio en servidores virtuales, conexiones de red, ancho de banda, direcciones IP y balanceadores de carga. Por último, destacar que los proveedores de IaaS a su vez ofrecen varios servicios para crecer en infraestructura de forma dinámica así que en caso de que se requiera aumentar recursos por crecimiento de usuarios esto puede llevarse a cabo de forma fácil y rápida.

En cuanto a PaaS es un entorno que permiten a los programadores o desarrolladores crear sus aplicaciones y servicios para que funcionen a través de internet. Los servicios PaaS se distribuyen y almacenan en la nube, y los usuarios pueden acceder a ellos simplemente a través de su navegador web. El modelo PaaS ofrece a los usuarios la creación de aplicaciones de software utilizando herramientas suministradas por el proveedor. Dado que es una plataforma como servicio este enfoque se actualiza constantemente generando así, mejoras para el usuario en temas de experiencia y nuevas funcionalidades.

En cuanto a SaaS se puede definir como un servicio de nube en el que los consumidores acceden a aplicaciones de software a través de internet. Las aplicaciones a las que el cliente accede están alojadas en la nube y pueden utilizarse para gran variedad de tareas por parte de las organizaciones. Este modelo también es conocido como software por demanda, es decir, es como alquilar software que opera en cierta máquina a la cual se tiene acceso. Se debe tener en cuenta que hay restricciones en la cantidad de usuarios a utilizar así como en la cantidad de licencias que pueden utilizarse. En resumen, es como una suscripción al uso de software en vez de adquirirlo.

De acuerdo con los conceptos de nube se manejan otros esquemas en referencia a nube pública, nube privada y nube híbrida. En cuanto a nube pública se expone que está basada en el modelo estándar de la computación en la nube; es decir, en la que un proveedor de servicios pone a disposición del público en general recursos, como aplicaciones y almacenamiento, a través de internet y el data center se encuentra ubicado en algún lugar en particular. Por su parte, la nube privada también conocida como nube interna o

corporativa aporta a las organizaciones empresas ventajas de la nube pública (autoservicio, escalabilidad y elasticidad), sin embargo, es posible realizar personalizaciones de recursos disponibles, y estas ofrecen un nivel más alto de seguridad y privacidad.

9.09 SEGURIDAD INFORMÁTICA

En términos de despliegue de servicios ITS se requiere siempre esquemas de seguridad de la información para poder abordar con rigurosidad la prestación de los servicios ITS.

Los proyectos de ITS deben contar con las siguientes características haciendo extensivos los objetivos de seguridad de la información.

- **Confidencialidad:** los sistemas asociados a esferas de servicios ITS deben garantizar la confidencialidad de la información tanto para su almacenamiento como para su transmisión considerando los esquemas de persistencia a que haya lugar y al utilizar cualquier canal de comunicaciones. Se destaca también que la información solo debe ser accedida por los sistemas de información o personas a las cuales sea destinada la misma y a través de los mecanismos provistos para esto únicamente.
- **Integridad:** la información dependiendo de cómo es capturada y su rigurosidad evidenciará características de confiabilidad.
- **Integridad y no repudiación:** esta característica va asociada a garantizar la trazabilidad de las acciones ejecutadas por los usuarios y que los esquemas de seguridad dispuestos para tal fin no deben ser alteradas o destruidas de forma no autorizada.
- **Auditoría:** Dentro del esquema de seguridad para los servicios ITS, se requiere generar mecanismos para auditoría, que permitan entender la forma como se ha desarrollado una cadena de eventos con los cuales se pueda determinar la causa de cualquier problema. En este sentido algo que ayuda muchísimo a los esquemas de ITS desplegados sobre servidores es analizar los logs de los sistemas, por lo tanto, estos elementos permiten tener trazabilidad de objetos dentro de la aplicación, los accesos de usuario y los eventos propios del sistema.
- En cuanto a la transmisión de las bitácoras o logs se requiere que cada subsistema del servicio ITS a abordar, genere el archivo de la bitácora que será transmitida y sea posible firmarlo electrónicamente. De esta forma, se garantiza la no repudiación y la integridad de las bitácoras generadas.
- Garantizar los derechos y el correcto manejo de la información (datos personales) de los usuarios.



- Asegurar que el acceso autorizado sólo pueda darse a usuarios debidamente autenticados.
- Evitar que usuarios anónimos o atacantes logren autenticarse y/o obtener acceso al sistema de forma no autorizada.
- Garantizar la disponibilidad del servicio ITS en términos de conformidad con los valores establecidos para el despliegue del servicio ITS:
 - La disponibilidad del sistema
 - El MTD (máximo tiempo tolerable de caída)
 - El RTO (tiempo de recuperación objetivo)
 - El WRT (tiempo de trabajo para recuperación), dónde: $MTD = RTO + WRT$
 - El RPO (punto de recuperación objetivo)
 - El tiempo máximo de respuesta a las peticiones transaccionales

CAPÍTULO 10 APLICACIÓN DE ITS EN CARRETERAS

10.01 SELECCIÓN DEL SUBSISTEMA ITS A PARTIR DEL TIPO DE CARRETERA

En concordancia con el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, las carreteras se clasifican:

En función a la demanda se tiene: a) Autopistas de Primera Clase, b) Autopistas de Segunda Clase, c) Carreteras de Primera Clase, d) Carreteras de Segunda Clase, e) Carreteras de Tercera Clase, f) Trochas carrozables.

En función a la orografía, se evidencia que el terreno predominante por dónde discurre su trazado, se clasifica en: a) Terreno plano (tipo 1), b) Terreno ondulado (tipo 2), c) Terreno accidentado (tipo 3), d) Terreno escarpado (tipo 4).

Es necesario determinar cuáles son los Subsistemas ITS que pueden ser útiles para cada clase de carretera. Por lo que, es preciso evidenciar que tales necesidades dependerán de las situaciones particulares de la carretera a intervenir.

En este sentido, se requiere evidenciar que las necesidades de ITS a satisfacer dependen y se articulan con la geometría de cada una de las vías aquí expuestas, e incluso, en términos generales, se resalta que el éxito de un ITS desplegado en campo (a lo largo de la infraestructura) no solo depende del tipo de tecnología a utilizar, sino que se requiere de un elemento que toma fuerza independiente del lugar donde este la vía, y es la cultura de las personas.

Por ello, es necesario incorporar al desarrollo del proyecto ITS un esquema de socialización de forma que las personas comprendan porqué se está haciendo un despliegue tecnológico y cómo este va a ayudar a articular una necesidad puntual de ITS.

Asimismo, los estándares de ITS son importantes, por ello es deber del planeador de ITS, identificarlos en función del servicio ITS a desarrollar, así como a la esfera de servicio a la que pertenece y se articulará con los otros subsistemas ITS.

10.02 TECNOLOGÍAS TÍPICAS

En ese sentido, los Subsistemas ITS pueden generar diversidad de servicios ITS, para las diferentes clases de carreteras son: a) Información para el pasajero, b) Gestión y operación del tránsito, c) Vehículo, d) Transporte de carga, e) Transporte público de pasajeros, f) Gestión de Emergencias, g) Pago electrónico relacionado con el transporte, h) Seguridad en el transporte carretero, i) Monitoreo de las condiciones climatológicas y ambientales, j) Gestión y coordinación de la respuesta a desastres, y k) Seguridad Nacional.

Tomando de referencia lo descrito, a continuación, se dan ejemplos sobre las tecnologías por subsistemas que pueden tener en cuenta para el despliegue de servicios ITS dependiendo de las necesidades que haya a lugar.

a) Información para el pasajero

Ejemplos:

- Paneles de mensajería variable
- Comunicaciones radiales
- Medios sociales
- Analítica de Redes Sociales (Aplicando para ello Machine learning o Deep Learning)

b) Gestión y operación del tránsito

Ejemplos:

- Centro de control y operaciones
- Sistemas de control de velocidad
- Detección automática de incidentes
- Sistemas de semaforización
- Sistemas de velocidad variable
- Sistemas de conteo de tráfico
- Sistemas de registro de orígenes y destinos
- Herramientas de modelística

Nota: Puede ser posible utilizar enfoques de cadena de bloque o Blockchain para garantizar transaccionalidad en los temas de operaciones (caso concreto en lo referente a manifiestos de carga)

c) Vehículo

Ejemplos:

- Vehículo como muestra de origen y destino
- Vehículo como sensor
- ITS a bordo del vehículo

d) Transporte de carga

Ejemplos:

- Sistemas de pesaje estático



- Sistemas de pesaje dinámico
- Manifiesto de carga digital
- SOAT digital

e) Transporte público de pasajeros

Ejemplos:

- Sistemas de control de flotas
- Sistemas de posicionamiento
- SOAT digital

f) Gestión de Emergencias

Ejemplos:

- Sistemas de llamadas de emergencia
- Números de llamada de emergencia gratuito
- Sistemas de asistencia en vía apoyados en ITS
- Sistemas de telecomunicaciones en general

g) Pago electrónico relacionado con el transporte

Ejemplos:

- Peajes con pago electrónico

Seguridad en el transporte carretero

Ejemplos:

- Sistemas de salud estructural en túneles y puentes
- Sistemas de iluminación
- Sistemas de retroalimentación de conductores

h) Monitoreo de las condiciones climatológicas y ambientales

Ejemplos:

- Estaciones meteorológicas

i) Gestión y coordinación de la respuesta a desastres

Ejemplos:

- Centro de control y operaciones
- Planes de evacuación apoyados en los ITS



- Herramientas de modelística
- Paneles de mensajería variable
- Comunicaciones radiales
- Sala de crisis

j) Seguridad Nacional

Ejemplos:

- Centro de control y operaciones
- Planes de evacuación apoyados en los ITS
- Herramientas de modelística

Las tecnologías, cantidades, localizaciones y especificaciones detalladas obedecen a la necesidad de los servicios ITS a desplegar y serán definidas basados en estudios técnicos que requieren cada vía teniendo en cuenta parámetros de seguridad vial, eficiencia y eficacia de la solución y dado el caso de su impacto ambiental si es a lugar. Para vías que llevan túneles, los diseños deben ser integrales entre vía (inclusive puentes) y otros túneles.

Asimismo, se deben hacer estudios de transitabilidad incorporando, temas de seguridad vial, para determinar el beneficio costo de la solución, pero teniendo de referencia que los lugares pueden llegar a ser inaccesibles por lo que se requiere tener en cuenta las vías donde se van a desplegar equipos de ITS.

10.02 APLICACIONES ESPECÍFICAS DE ITS EN CARRETERAS

10.02.01 ITS en Túneles de carretera

Los ITS juegan un rol vital en la seguridad y la eficacia de operación de túneles carreteros. Tal como los ITS en vía, todos sus componentes reportan y se dejan operar de manera manual o automática desde un centro de control para túneles.

Las aplicaciones tecnológicas ITS en túneles carreteros dependen principalmente de factores como:

- Cantidad de carriles por tubo
- Sentidos de carriles dentro de un mismo tubo (una vía, doble vía)
- Longitud del túnel, entre otros.

Tecnologías comunes de ITS en túneles carreteros son:

- Barreras mecánicas para control de acceso al túnel
- Iluminación adaptativa
- Iluminación de emergencia
- Megafonía inteligente
- Sensores de calidad del aire
- Sistemas CCTV
- Sistemas de detección de incendios
- Sistemas de salud estructural
- Sistema de velocidad variables
- Sistema de detección automática de incidentes
- Sensores de conteo de tráfico
- Señales activas de asignación de carriles
- Sistemas de radiocomunicaciones
- Repetidoras de redes de radio frecuencia y celular
- Redes de fibra óptica
- Teléfonos de emergencia
- Paneles de mensajería variable dentro y fuera del túnel
- Emisoras Internas con alertas de texto vía transmisión de paquetes de radio

Sistemas de Control de velocidad con identificación de placas, entre otros. Figura N°10.1 Ejemplo de Tunel Carretero y algunos elementos ITS





Hay sistemas que, si bien no son ITS, se controlan y operan de manera integral con los sistemas de control de túneles, como:

- Sistemas de ventilación

Los ITS en el túnel dependerán de los servicios ITS a elegir y a prestar hacia los usuarios y hacia los mismos operadores del Túnel. Se resalta que son los diseñadores del proyecto quienes identificarán las necesidades de ITS a contemplar para el Túnel, dada su ubicación y forma a lo largo de la infraestructura. Por ello, el presente MITSIV expone los diversos sistemas que pueden desplegarse en el Túnel y de acuerdo con su extensión y complejidad, deberán ser tomados algunos subsistemas u otros o incluso, algunos subsistemas que no se listan en este Manual.

10.02.02 ITS en Puentes Carreteros

Los ITS en los puentes carreteros tienen un tratamiento similar a las vías. Dependiendo de su longitud y entorno, las tecnologías ITS comunes que pueden identificarse en esto se describen a continuación.

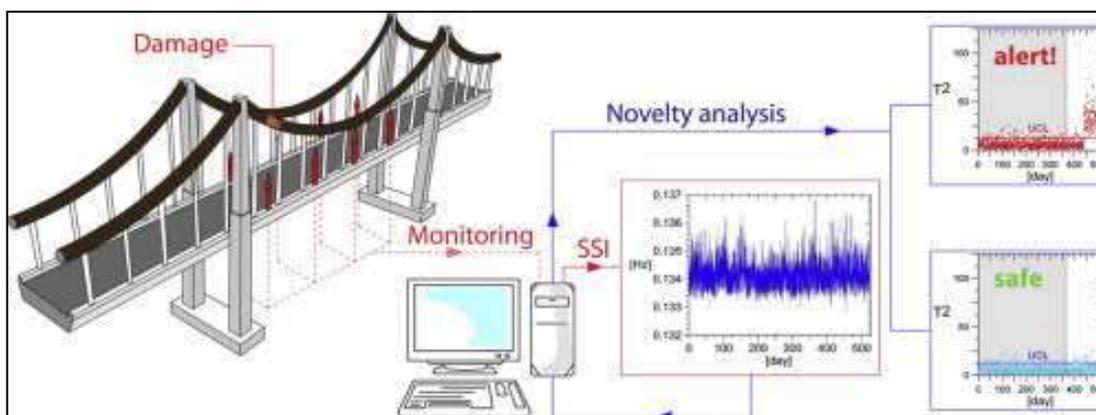
- Barreras mecánicas para control de acceso al puente
- Iluminación
- Sistemas CCTV
- Sistemas de salud estructural
- Sensores de conteo de tráfico
- Señales activas de asignación de carriles
- Redes de fibra óptica
- Teléfonos de emergencia
- Paneles de mensajería variable, entre otros.

Uno de los ejemplos más relevantes de los ITS que se pueden encontrar en términos de puentes son los **sistemas de monitorización estructural**, los cuales están basados en redes de sensores y debido a su velocidad y a pequeñas placas de instrumentación electrónica que contienen diversidad de sensores, es posible medir la salud estructural del puente, de hecho sensores de vibraciones, acelerómetros y magnetómetros y muchos otros sensores hacen posible que se obtengan muchos datos del puente.

Lo que permite a los operadores tener un control más específico y amplio de lo que sucede en el puente y genera un esquema de seguridad vial hacia los usuarios.

A continuación, se presenta una imagen que recoge la esencia de la monitorización estructural de un puente a través de un ITS.

Figura N°10.2 Ejemplo de sistema de monitoreo de salud estructural



10.03 APLICACIONES DE ITS EN ELEMENTOS DE SOPORTES EXISTENTES

Los elementos de soporte existente sobre la infraestructura vial pueden ser utilizados para la instalación de ITS toda vez que previo estudio concluya que las características de ubicación del soporte, condiciones estructurales, dimensiones del soporte, entre otros, son las adecuadas para la operación del ITS a implementar.

En ese sentido, algunos de los soportes existentes son usualmente soportes de los semáforos (postes bandera, pórtico, entre otros), y los elementos ITS que frecuentemente se instalan en estos soportes son cámaras de tráfico, CCTV, entre otros.

Mediante esta práctica de integrar elementos de soporte existentes para instalación de elementos ITS se busca alcanzar las siguientes metas:

- Reducir la contaminación visual y acústica
- Crear más espacio público para el transporte sostenible
- Crear un aspecto uniforme y limpio para las vías

Figura N°10.3 Cámara de Tráfico instalado en soporte de semáforo



CAPÍTULO 11 VEHÍCULO INTERCONECTADO – SISTEMAS COOPERATIVOS

De acuerdo con los últimos avances en el área de los ITS, (Boukerche et al., 2008; Hartenstein & Laberteaux, 2008) afirman que las nuevas tecnologías de comunicación dan paso a la creación de nuevos escenarios de redes inalámbricas, conformadas por los mismos vehículos, por los vehículos y la infraestructura o viceversa. Dentro de estos escenarios encontramos los siguientes:

- Escenario V2V (Vehículo a Vehículo)
- Escenario V2I (Vehículo a Infraestructura)
- Escenario I2V (Infraestructura al Vehículo)
- Escenario I2I (Infraestructuras a Infraestructura)
- Escenario V2G/V2H (Comunicación Vehículo a Red)

A continuación, los escenarios listados son descritos en detalle.

11.01 ESCENARIO VEHÍCULO A VEHÍCULO (V2V) – VANET

Está conformado por vehículos que tienen la capacidad de intercambiar información entre ellos. Esto ha sucedido porque la expansión de las tecnologías de comunicación inalámbricas, en especial las utilizadas en redes de área local (IEEE 802.11) ha fortalecido nuevos escenarios de comunicación y donde se requiere de movilidad.

Por ello, dado que las nuevas redes de telecomunicaciones están orientadas a la comunicación móvil, hacen que los vehículos tomen ventaja de esto para generar redes vehiculares ad-hoc, estas redes son llamadas VANETs (Vehicular Area Network). Ha sido tal el impacto y la aceptación de este tipo de redes que ya se han desarrollado estándares para su operación, es el caso de IEEE 802.11p que, a su vez, hace parte de las comunicaciones dedicadas de corto alcance o DSRC (Dedicated Short Range Communication-DSRC).

En los escenarios V2V, o también conocido como comunicación entre vehículos, los vehículos pueden intercambiar información y/o servicios entre sí o con la infraestructura, lo cual se presta para el mejoramiento de la seguridad y el bienestar del usuario ITS. En el escenario V2V, los vehículos son considerados como nodos de la red que son capaces de intercambiar servicios entre ellos.

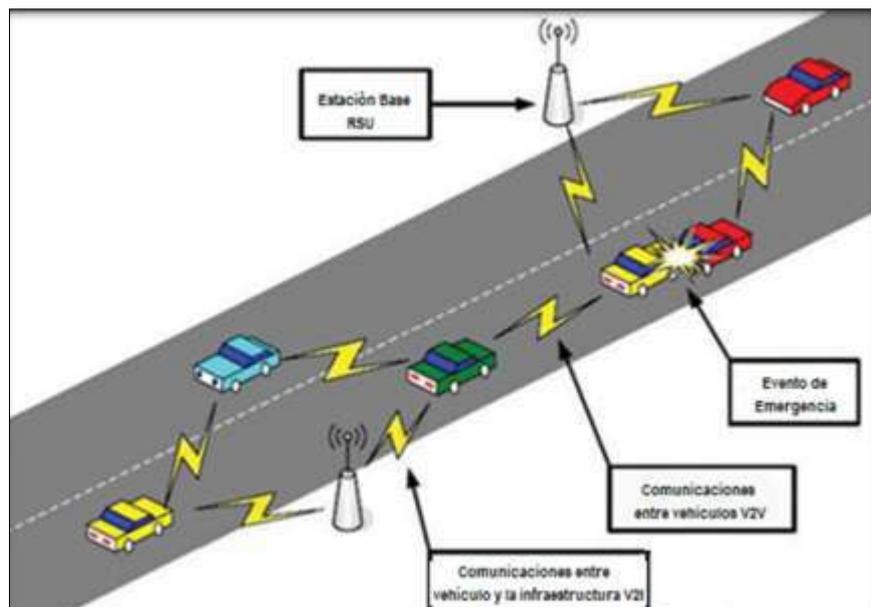
El esquema de VANET se desarrolla bajo el esquema WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments), enfocado a dar los lineamientos principales para la conformación futura de las VANETs.

En este mismo sentido, un punto que ya ha sido solucionado en el escenario V2V lo exponía (Rybicki et al., 2007) afirmando que dicho escenario, tardaba en ser desplegado, principalmente, debido a que la mayoría de los vehículos no cuentan con los sistemas adecuados para hacer de ellos un nodo de red. Sin embargo, muchos fabricantes de vehículos ya operan en ambientes WAVE y puedan generar ambientes de prestación de servicios ITS. Asimismo, desde el punto de vista de estandarización el TC 204 incorporó un grupo de trabajo llamado sistemas cooperativos y en este se acogen estándares que trabajan con escenarios tipo V2V o V2I.

Asimismo, el auge de las comunicaciones y los avances en redes móviles hacen eficiente el intercambio de mensajes entre gran cantidad de dispositivos móviles (redes 3g, 4g, 5g, wifi p, en infrarrojo, etc.), representado así, canales alternos para la prestación de servicios ITS no solo para el escenario V2V sino para los demás escenarios V2I, I2V y I2I.

En el escenario V2V existen elementos al interior de los vehículos que se denominan Unidades de Abordo (OBUs – On Board Unit) e intercambian mensajes con dispositivos OBU o con dispositivos desplegados en la infraestructura denominados Unidades de Carretera (RSU – Roadside Unit), con lo que puede generarse el ambiente de red vehicular.

Figura N°11.1 Escenarios V2V y V2I



11.02 ESCENARIO VEHÍCULO A INFRAESTRUCTURA (V2I) E INCLUYE VEHÍCULO A DISPOSITIVO (V2D)

Es un escenario donde el vehículo se comunica con la infraestructura de transporte logrando la interacción completa entre la Unidad de Abordo (OBU) y la Unidad de Carretera (RSU). De acuerdo al enfoque VANET tal escenario tiene varios propósitos, uno de ellos es que sirve para notificar desde el mismo vehículo, las irregularidades que pueden tener



lugar en la infraestructura. Otro de sus propósitos es la comunicación de elementos instalados en el propio vehículo con los instalados en la infraestructura de transporte.

Tal escenario lo sustentan los dispositivos que cumplen el rol de OBU y de RSU siendo estos, los elementos más importantes para la obtención de servicios ITS que apoyan la comunicación del vehículo con la infraestructura y viceversa.

En este escenario, las RSU son los dispositivos que se instalan junto al borde de la carretera, uno de los ejemplos más clásicos de la aplicación de este escenario puede verse en los sistemas de peaje electrónico donde el vehículo se comunica con la infraestructura para realizar el pago de la tasa respectiva o en los sistemas electrónicos de parking respectivamente.

Una de las tecnologías más empleadas en este escenario es la identificación por radiofrecuencia (RFID), ampliamente utilizada en los escenarios de peajes electrónicos. De igual forma, dado el avance de los dispositivos embebidos es posible utilizar para el escenario V2I tecnologías como Zigbee y Wi-Fi, 6lowPan, Coap, esquemas de internet de las cosas que incluso, pueden ser utilizadas en la construcción de RSU.

Por último, y de acuerdo a las diversas arquitecturas de telecomunicaciones ya desarrolladas para estos escenarios día tras día, la RSU y por supuesto, la OBU están estandarizados bajo IEEE 802.11p y IEEE 1609.XX (WAVE), y ISO 19091:2017 todos tendientes a ofrecer convergencia de servicios y a permitir que el escenario V2I/V2D sea más dinámico.

11.03 ESCENARIO INFRAESTRUCTURA A VEHÍCULO (I2V/D2V)

Es análogo al anterior con la diferencia de que gran cantidad de redes de telecomunicaciones y diversas tecnologías lo apoyan, algunas de ellas son Wi-Fi, Wi-Max, WAVE, CALM M5, CALM IR, CEN DSRC, UMTS/HSPA, GSM/GPRS/EDGE, LTE, RDS, DAB, DVB, RFID, 6lowpan, CoAPy Zigbee. Al ver tal cantidad de tecnologías se presenta como uno de los escenarios más propicios para la prestación de servicios ITS.

De nuevo, las Unidades de Carretera o RSU vuelven a tomar protagonismo en este escenario ya que interactúan en la comunicación entre la infraestructura y el vehículo. Por ello, la RSU es una de las piezas claves en el escenario de comunicación I2V/D2V, en especial, porque incluso a través de este puede ser ofrecido el servicio de internet.

Uno de los sistemas que ejemplariza este escenario son los paneles de mensajería variable (Variable Message Signs-VMS), empleados para desplegar mensajes de forma visual al usuario ITS. Tales sistemas incorporan una RSU que posibilita que los operadores de tráfico puedan gestionarlos (por ejemplo: a través de protocolos abiertos como SNMP – ISO 15784) y con ello, es posible alertar a los usuarios ITS sobre las posibles incidencias que



tiene lugar en la infraestructura o recomponer los tiempos de viaje de acuerdo con la monitorización que se realizase desde el centro de control.

En este ámbito también es importante resaltar el esquema basado en “Internet de las Cosas” (L. F. Herrera-Quintero, 2018) ya que, los dispositivos desplegados a lo largo de las carreteras pueden comunicarse con los vehículos; es decir, se genera el ambiente de comunicación D2V, y es posible ofrecer servicios que al ser consumidos desde los vehículos se convierten en servicios ITS.

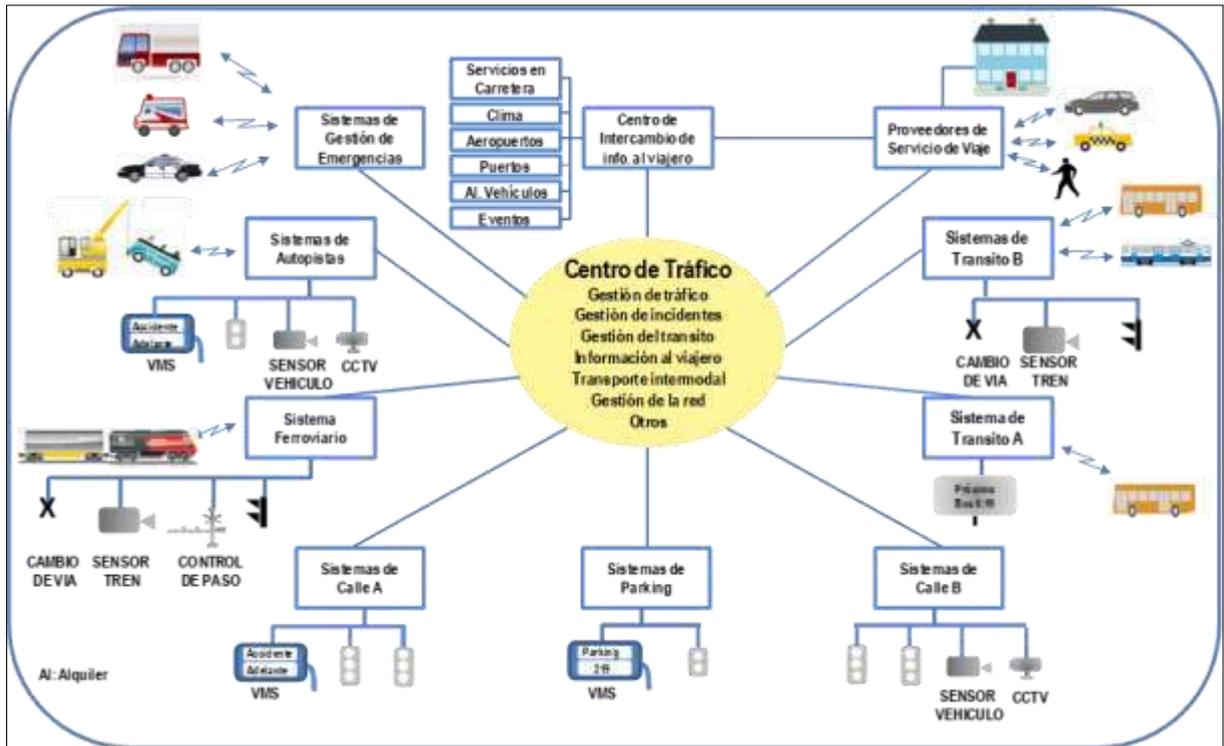
11.04 ESCENARIO INFRAESTRUCTURA A INFRAESTRUCTURA (I2I)

Es el escenario donde la infraestructura se comunica consigo misma porque como tal se encuentra descentralizada en diversos Centros de Gestión de Tráfico (Traffic Management Center - TMC) (Ver **Figura N°11.2**), los cuales deben comunicarse entre sí para cubrir toda la red de transporte.

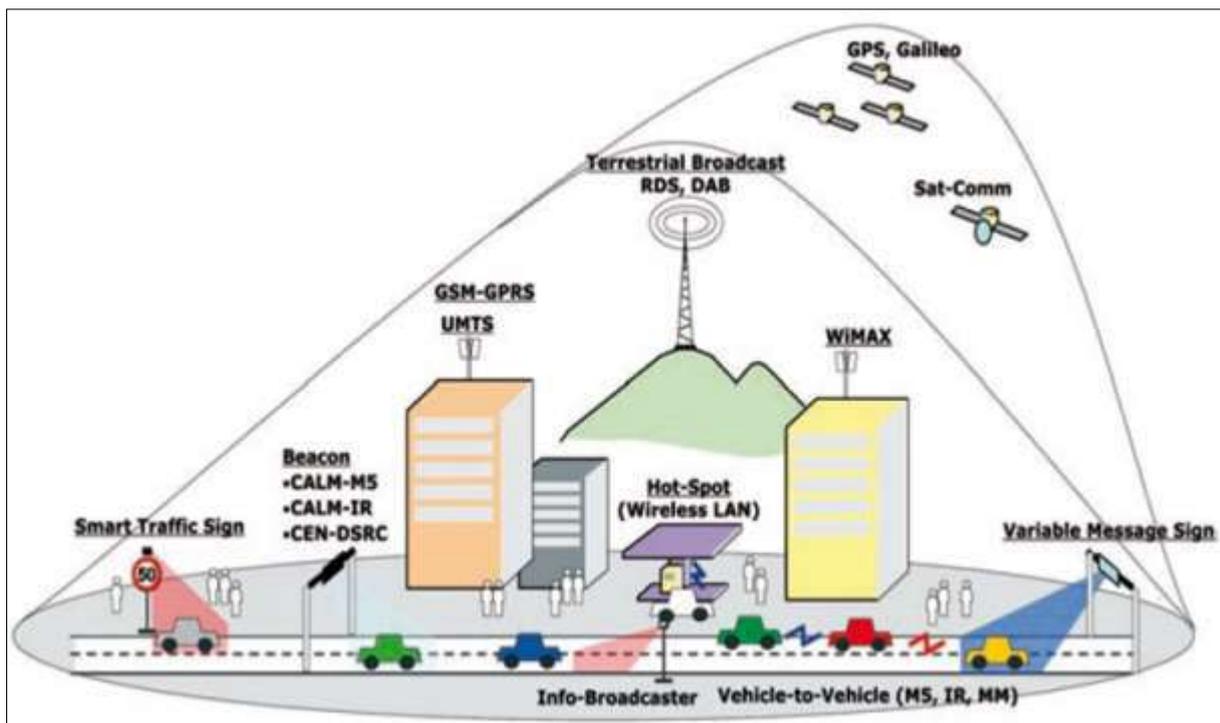
En este escenario se resaltan las Centrales de Gestión de Tráfico o también llamados centros de control ya que actúan como un centro neurálgico para los ITS, y son, actualmente los creadores de concepto de ciudad digital o Ciudad Inteligente. Tales centros tienen la función de vigilar, monitorizar, recolectar, y gestionar lo que acontece a lo largo de la infraestructura de transporte, concretamente, se encargan de integrar tecnologías, agencias e información con el fin de mejorar la seguridad y la eficiencia de la red de transporte.

Como exponen (Chowdhury & Sadek, 2003), el escenario I2I alberga gran cantidad de dispositivos y sistemas tales como los circuitos cerrados de televisión CCTV (Closed Circuit Television-CCTV), VMS, y otros subsistemas de información al viajero, los cuales deben ser integrados de forma estandarizada, aplicando los estándares descritos para cada servicio ITS.

Las tecnologías que componen el escenario I2I son Wi-Fi, Ethernet, Fibra óptica, enlaces redundantes mediante GSM, y ellas apoyan, de forma general, la prestación de servicios ITS y paralelamente la gestión de tráfico como tal, entre otros.

Figura N°11.2 Central de Gestión Tráfico

Vista la función general de tal escenario y denotando lo que expone el TC 204, los estándares se abordan hacia la iniciativa CALM (Communications Access for Land Mobiles-CALM) que propone estandarizar los escenarios que contribuyen de forma general, a generar un escenario de prestación de servicios ITS. La macro iniciativa CALM opera bajo el Grupo de Trabajo 16 del comité técnico ITS ISO/TC204 donde se busca la convergencia de servicios, de estándares y por supuesto, la eficiencia y la seguridad de los usuarios ITS.

Figura N°11.3 Iniciativa CALM del TC 204

Para finalizar, es importante destacar que, en el ámbito de comunicaciones, CALM incorpora LTE (Long Term Evolution) actualmente.

11.05 ESCENARIO DE COMUNICACIÓN VEHÍCULO A RED (V2G/V2H)

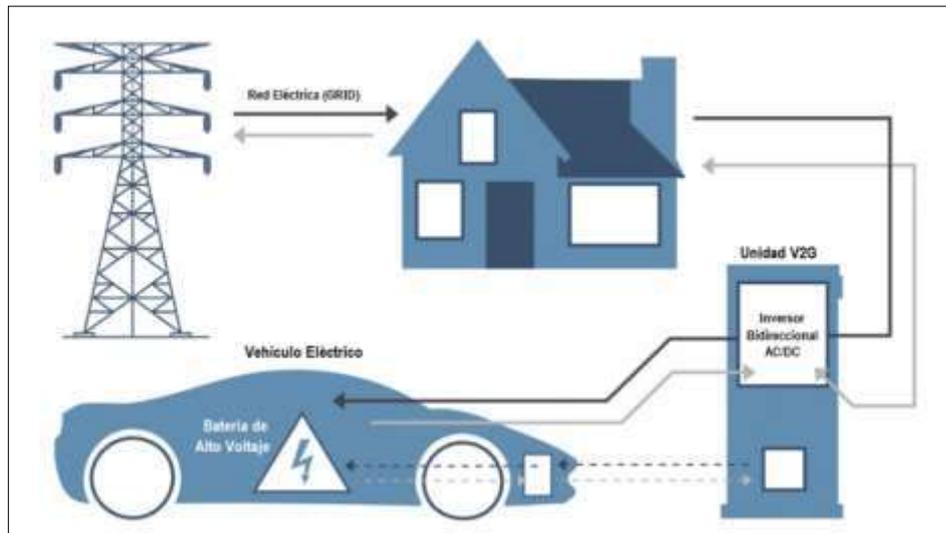
En la actualidad los vehículos eléctricos son una realidad, de hecho, a principios de la década anterior, se introdujeron en el mercado los primeros vehículos eléctricos (EV) y los vehículos híbridos. La idea principal de esto es reducir la contaminación del aire causada por el CO₂ y otros contaminantes producidos por los motores de combustión interna, pero también para disminuir la dependencia de los combustibles fósiles. Los vehículos eléctricos con batería y los vehículos híbridos que pueden conectarse a la red, tienen batería a bordo y manejan carga de electricidad en baterías desde la red eléctrica (H. Aki, 2015).

En el escenario hay que diferenciar que los vehículos privados están conectados a las viviendas residenciales cuando este está estacionado, y se considera ser uno de los equipos de energía residencial. Los vehículos pueden suministrar electricidad a la vivienda residencial al descargar de electricidad de las baterías (Vehículo a la red V2G – Vehicle to Grid, o Vehículo a la casa V2H – Vehicle to Home) (Ver **Figura N°11.4**).

Como puede evidenciarse, los servicios ITS pueden tomar ventaja de la red eléctrica al ser poseedores de recursos energéticos y/o consumidores. Por ejemplo, si un vehículo no se usa con frecuencia durante el día, la electricidad en la batería puede suministrarse a la red

para reducir la demanda eléctrica. Estas contribuciones por baterías de vehículos reducen el costo social ya que esta energía puede ser aprovechada por otros usuarios ITS.

FIGURA N°11.4 ESQUEMA VEHÍCULO A LA RED ELÉCTRICA



En esencia los escenarios presentados corresponden a los sistemas cooperativos donde el vehículo tiene la capacidad de estar colaborando entre sí y con la infraestructura, explotando las comunicaciones inalámbricas, para aumentar su conocimiento sobre el entorno vial.

TÍTULO 5 RECURSOS ENERGÉTICOS Y TECNOLOGÍAS

CAPÍTULO 12 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

12.01 GENERALIDADES

La alimentación eléctrica de los ITS en infraestructura vial es uno de los elementos más críticos, por diferentes razones:

- La infraestructura vial terrestre se construye para el desarrollo de zonas en crecimiento. Por ende, no hay redes eléctricas cercanas disponibles.
- Los elementos ITS se encuentran desplegados lejos en zonas remotas alejados de las redes eléctricas.

Por otro lado, aunque haya redes, la condición del fluido eléctrico muchas veces no cumple los requerimientos de estabilidad y continuidad del suministro.

12.02 MATRIZ ENERGÉTICA

La matriz energética de los ITS en carretera se compone por lo general de las siguientes fuentes: a) Red eléctrica interconectada, b) Planta magneto-mecánica local, y c) Fotovoltaica local.

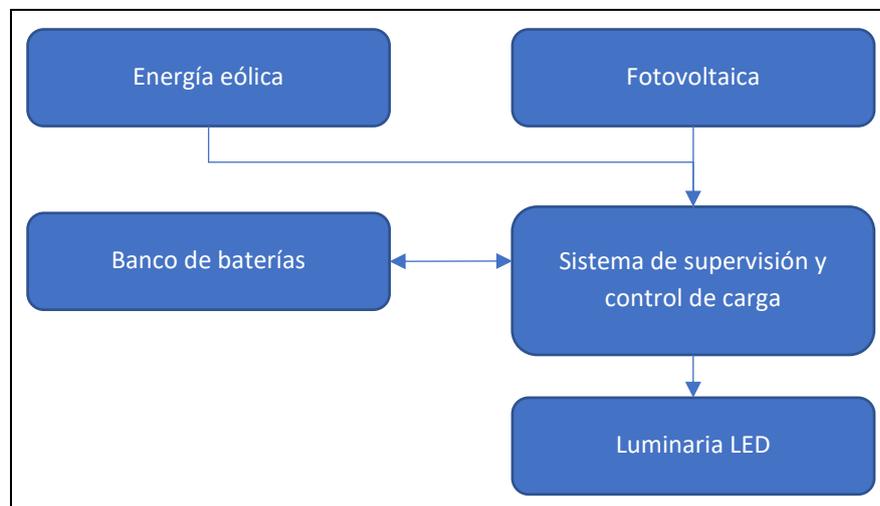
Eso no quiere decir que no se puedan o deban considerar y estudiar otras fuentes de energía según la localización y condiciones del lugar de instalación de los ITS, tales como la energía eólica, siendo un ejemplo luminarias autónomas con alimentación híbrida solar – eólica, entre otros.

Figura N°12.1 Ejemplo de luminarias autónomas con alimentación híbrida solar – eólica



La fotovoltaica (energía solar) y la energía eólica solo alimentan el sistema, mientras el banco de baterías o sistema de acumulación de energía recibe o entrega energía dependiendo del equilibrio de suministro y demanda eléctrica.

Figura N°12.2 Luminaria LED autónoma con alimentación híbrido solar – eólico



Los sistemas de respaldo energético cumplen la función de un suministro temporal y de emergencia, por lo que no se consideran una real fuente de energía para los ITS en la infraestructura vial.

12.03 FUENTES DE ENERGÍA TÍPICOS

A continuación, se describen las fuentes de energía más utilizadas para ITS en la infraestructura vial, haciéndonos las siguientes preguntas:

- **Generación:** ¿De dónde proviene la electricidad o cómo está siendo producida?
- **Interconexión y/o Transporte:** ¿Cómo llega la electricidad desde su fuente de generación hasta los puntos de consumo, o puntos ITS?
- **Retos / amenazas:** ¿Qué posibles riesgos debemos analizar y tener en cuenta para que la electrificación no afecte la ejecución y conclusión del proyecto ITS?
- **Usos típicos:** ¿Dónde usamos comúnmente el tipo de energía generado?

12.03.01 Red eléctrica interconectada

12.03.01.01 Generación

En el caso de la energía proveniente de las redes interconectadas o redes de energía pública, la generación de esta se hace en una localización distanciada de la mayoría de los consumos ITS en carretera, tal como: Hidroeléctrica, Termoeléctrica, Granja solar, Granja eólica, Biomasa, entre otros.

12.03.01.02 Interconexión y/o Transporte

El transporte de la energía desde su lugar de generación hasta el consumo se hace a través de redes de alta tensión y largas distancias (transmisión primaria), para posteriormente desplegar ramales de alta tensión de menor potencia y distancia (transmisión secundaria) y luego distribuyendo en dos niveles (distribución primaria y secundaria) hasta el lugar de consumo, siendo la distribución secundaria en el voltaje final para los tableros y tomas eléctricas.

Actualmente, la energía consumida en el Perú es proveniente del sistema eléctrico interconectado.

Tabla 30. Oferta energética del Perú en 2015 (MINEM, 2015)

FUENTE DE GENERACIÓN	PARTICIPACIÓN
Hidroeléctrica	11.60%
Petróleo y derivados	48.60%
Gas natural y derivados	20.30%
Carbón mineral y derivados	4.80%
Solar y eólica	0.50%
Biomasa	14.20%

Dada la distancia entre la generación y el consumo, un sistema alimentado a través de la red de energía interconectada es considerado un sistema no autónomo.

Figura N°12.3 Transporte de la energía interconectada desde la generación hasta el consumo

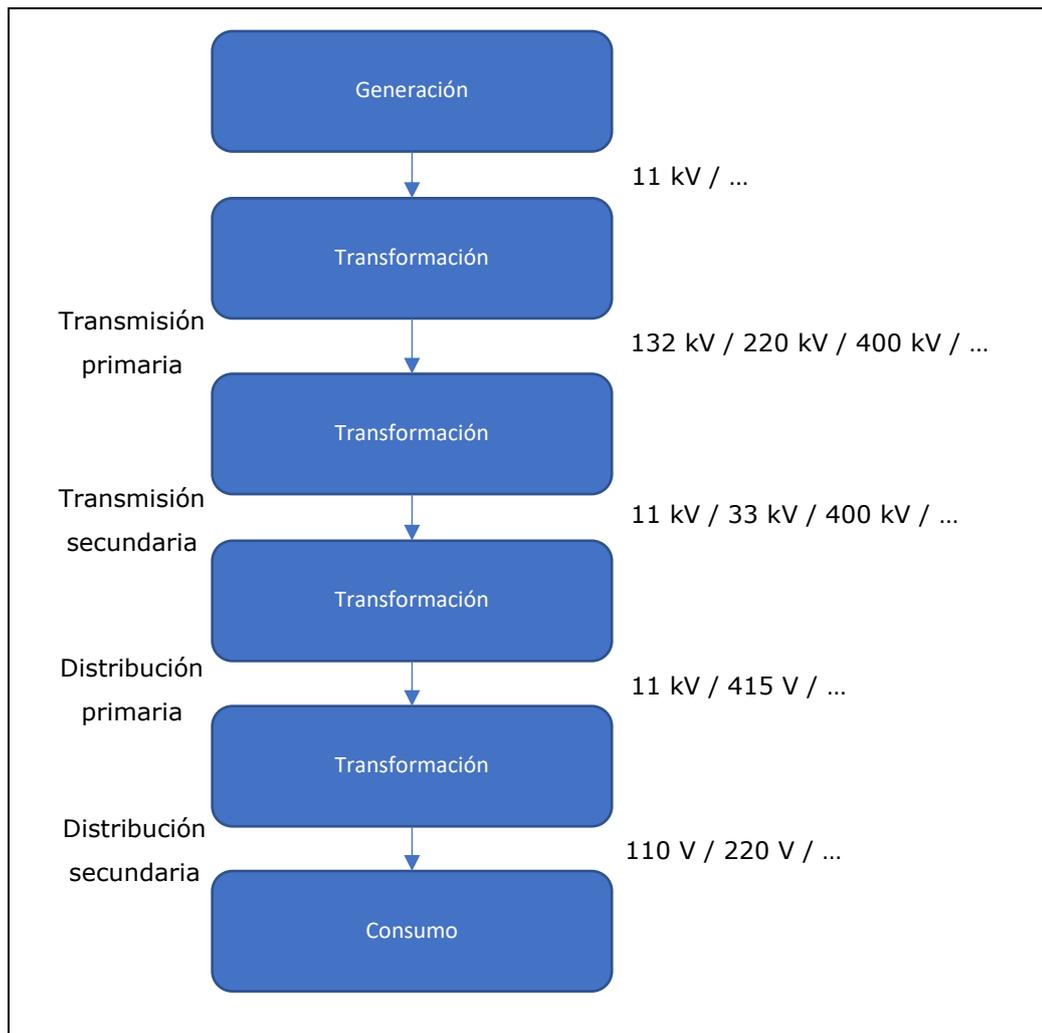


Figura N°12.4 Ejemplo para transformadores entre distribución primaria y secundaria



12.03.01.03 Retos / amenazas

Mientras que la construcción de redes de distribución secundaria hacia los puntos ITS es una tarea relativamente fácil.

Los posibles retos / amenazas son:

- Disponibilidad de redes cercanas a la infraestructura vial y los puntos ITS, que haga su uso económicamente viable y/o sostenible.
- Disponibilidad de servidumbres y predios para el acceso a las redes cercanas.
- Dificultades de acceso pueden igualmente afectar la viabilidad.
- En situaciones en las que, las redes de distribución se encuentren distantes a las redes de transmisión, la continuidad y estabilidad de la energía debe ser analizada y tomada en cuenta.
- Se debe evaluar la posibilidad de contar con Sistemas de protección a las redes eléctricas.

12.03.01.04 Usos típicos

Usos típicos son:

- Grandes consumos eléctricos, como centros de control y operación, peajes, pesajes y áreas de servicio.
- Consumos eléctricos medios, como paneles de mensajería variable, FITS (Full ITS) con sus periféricos ITS y telecomunicaciones, nodos de telecomunicaciones.
- Consumo eléctrico bajo, en ITS pequeños como teléfonos SOS, en caso de haber redes cercanas.
-

12.03.02 Planta magneto-mecánica local

12.03.02.01 Generación

En el caso de la utilización de plantas magneto-mecánicas, la energía se produce localmente y a través de una conversión mecánica – eléctrica. Un motor de combustión genera un movimiento radial, el cual, a través de un imán, bobinas y circuitos de control, se convierte en un fluido eléctrico alterno (AC).

Existen plantas magneto-mecánicas no solo de diferentes tamaños, sino también de diferentes tipos de uso, ambiente de operación, horarios de uso y otros factores:

- Plantas para emergencias o plantas de uso continuo (plantas prime)
- Plantas de instalación fija o plantas portátiles
- Plantas caseras o plantas industriales
- Plantas para instalación diferentes lugares como intemperie, cuartos o túneles
- Plantas con diferentes niveles de insonorización

- Plantas con diferentes tipos de combustible

Figura N°12.5 Ejemplo de planta magneto-mecánica portátil



Figura N°12.6 Ejemplo de planta magneto-mecánica prime





12.03.02.02 Interconexión y/o Transporte

En el caso de uso de plantas magneto-mecánicas locales, la generación de energía se realiza de manera local o cercano al uso final. Con eso el transporte de energía se realiza a distancias cortas y muchas veces solo a nivel de las distribuciones eléctricas internas de edificaciones.

Dada la distancia muy corta entre la generación y el consumo un sistema alimentado a través plantas magneto-mecánicas local, es considerado un sistema autónomo.

12.03.02.03 Retos / amenazas

El proceso de selección correcta de equipos y sus configuraciones es muy importante y define la sostenibilidad y estabilidad del fluido eléctrico requerido.

Posibles retos / amenazas son:

- Disponibilidad cercana y abastecimiento del tipo de combustible y la logística relacionada con mantener las reservas suficientes, para situaciones de escasez, paros, cierres de carretera y demás.
- Plan de alimentación eléctrica que asegure el fluido eléctrico durante la realización de diferentes tipos de mantenimiento a las plantas.

12.03.02.04 Usos típicos

Usos típicos son:

- Consumos eléctricos grandes, como centros de control y operación, peajes, pesajes y áreas de servicio como alimentación eléctrica principal o de respaldo.
- Consumos eléctricos grandes, como túneles, alejados de la infraestructura de redes eléctricas interconectadas.
- Usos temporales como oficinas de obra, máquinas para la construcción de vías y túneles.
- Consumos eléctricos medios como paneles de mensajería variable, FITS con sus periféricos ITS y telecomunicaciones, nodos de telecomunicaciones, con plantas portátiles en caso de emergencias o durante pruebas.
- Consumo eléctrico bajo, en ITS pequeños como teléfonos SOS, con plantas portátiles en caso de emergencias o durante pruebas.

12.03.03 Fotovoltaica local

12.03.03.01 Generación

La fotovoltaica consiste en la conversión de energías provenientes de rayos solares en electricidad. Esa conversión se realiza a través de semiconductores denominados células fotovoltaicas monocristalinas o policristalinas.

Figura N°12.7 Ejemplo de células fotovoltaicas policristalinas y monocristalinas

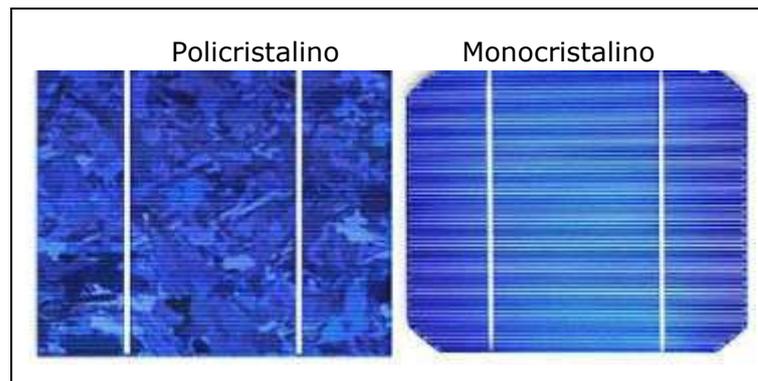
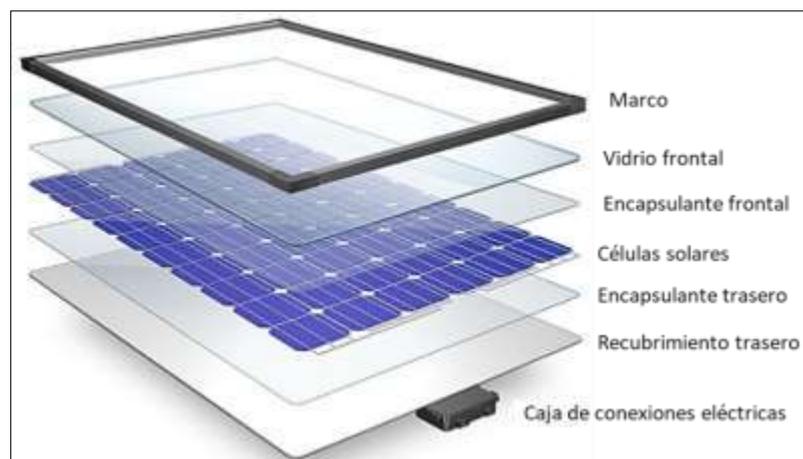


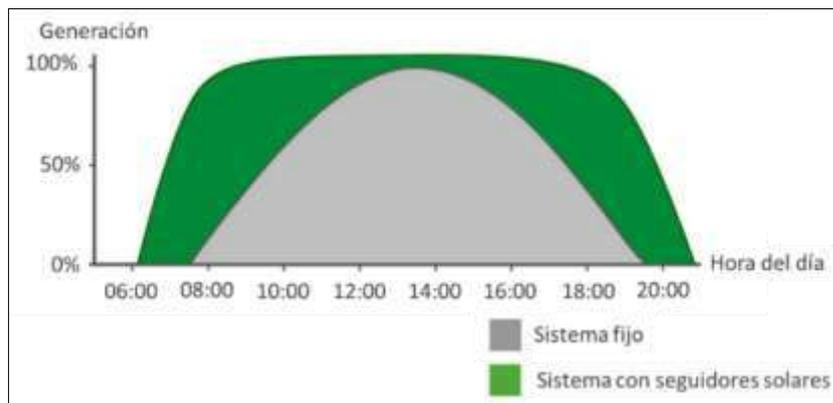
Figura N°12.8 Construcción de un panel solar



La producción energética de los paneles solares depende de la radiación solar que impacte directa y perpendicularmente a las células solares. Teniendo en cuenta que el ángulo en el que impacta la radiación solar varía en dos ejes, dependiendo de la fecha del año y la hora del día, se distinguen sistemas con:

- **Paneles fijos:** Son paneles cuya posición es fija y no varía.
- **Paneles seguidores solares:** Son paneles con sistemas mecánicos, muchas veces motorizados, que permiten seguir al ángulo de la radiación solar para aprovechar la radiación al máximo.

Figura N°12.9 Eficiencia de generación solar sin y con seguidores solares, verano, hemisferio norte



Hay varias distinciones de sistemas fotovoltaicos:

- **Sistema solar de consumo directo:** Solo se consume lo que en el momento se genera.
- **Sistema solar con acumulación:** Se genera suficiente energía para acumular energía para horas.
- **Sistema solar de autoconsumo:** Solo se alimenta el consumo directamente conectado con la generación.
- **Sistema solar con conexión a redes externas:** Se alimenta el consumo directamente conectado manteniendo una conexión con la red eléctrica interconectada u otros generadores de energía eléctrica. Esa conexión es mediante un sistema de balanceo que envía la sobreproducción de energía solar al otro sistema y consume energía del otro lado, en horas de producción baja o producción cero (noche/oscuridad).

Figura N°12.10 Sistema solar de consumo directo

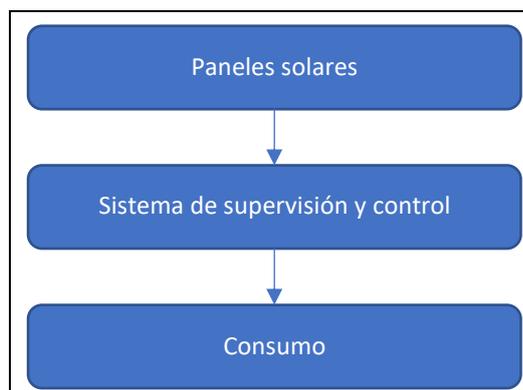
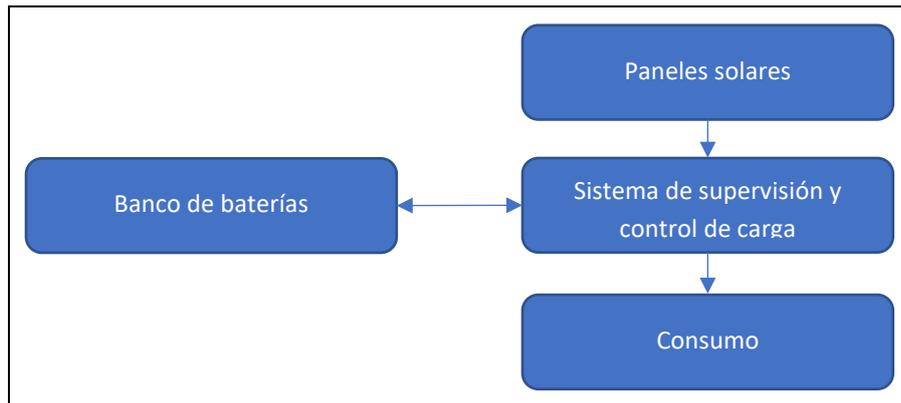
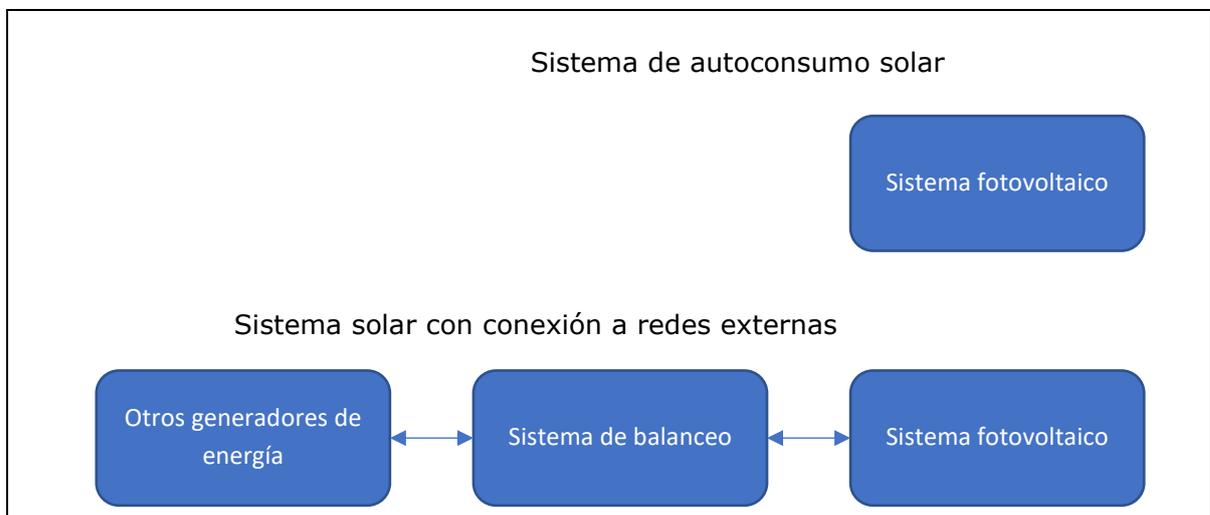


Figura N°12.11 Sistema solar con acumulación**Figura N°12.12 Sistemas solares de autoconsumo y con conexión a redes externas**

12.03.03.02 Interconexión y/o Transporte

En el caso de uso de fotovoltaica local, la generación de energía se realiza de manera local o cercana al uso final. Con eso el transporte de energía se realiza a distancias cortas y muchas veces solo a nivel de las distribuciones eléctricas internas de edificaciones.

Dado la distancia muy corta entre la generación y el consumo un sistema alimentado a través fotovoltaica local, es considerado un sistema autónomo.

12.03.03.03 Retos / amenazas

Los cálculos y selección tecnológica para sistemas fotovoltaicos son tareas estándar.

Posibles retos / amenazas son:

- Sustracción de paneles solares, en caso de ser poco accesibles o montados a bajas alturas.



- La logística y el costo del cambio de baterías del sistema y la disposición final de baterías usadas.
- Problemas de autonomía en caso de mal clima.

12.03.03.04 Usos típicos

Usos típicos son:

- Consumos eléctricos grandes, como centros de control y operación, peajes, pesajes y áreas de servicio a través de granjas solares.
- Usos temporales como oficinas de obra a través de granjas solares.
- Consumos eléctricos medios, como paneles de mensajería variable, FITS con sus periféricos ITS y telecomunicaciones, nodos de telecomunicaciones, con plantas portátiles en caso de emergencias o durante pruebas, mayormente como granjas solares.
- Consumo eléctrico bajo, en ITS pequeños como teléfonos SOS como sistemas de autoconsumo.

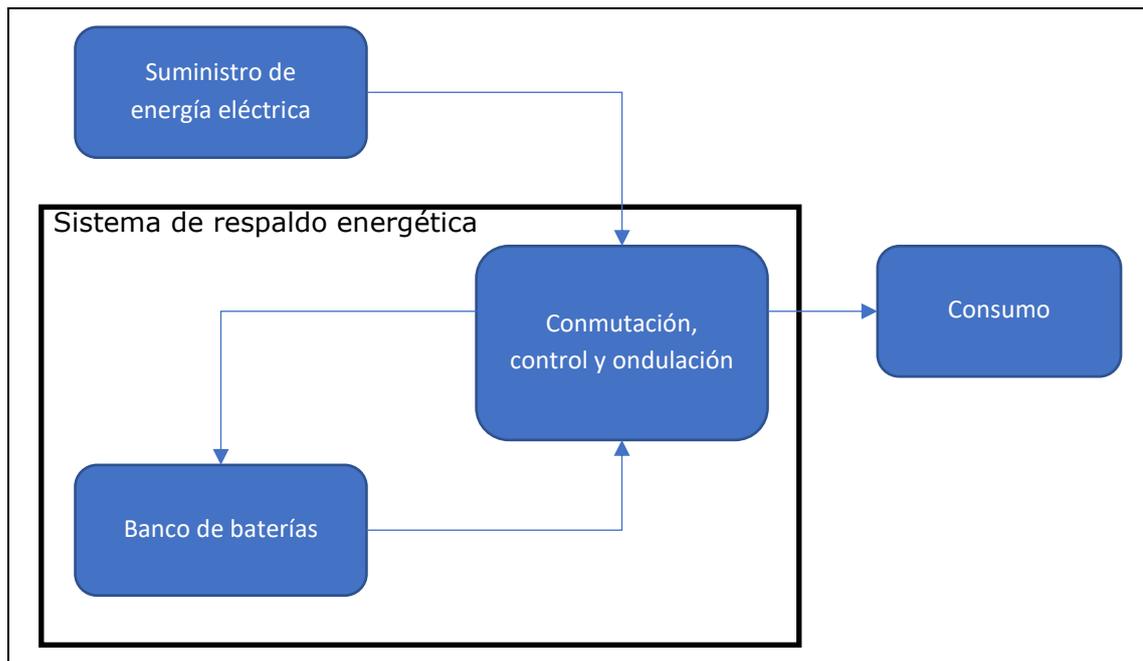
12.04 RESPALDO ENERGÉTICO

12.04.01 Sistema de Respaldo Energético

12.04.01.01 Generación

Sistemas de respaldo energética son generadores temporales de energía, mayormente basado en energía química tipo batería cuya función es de asegurar fluido eléctrico en condiciones de ausencia del suministro de energía (sistemas grandes y medianos) o para horas de producción baja o producción cero (sistemas autónomos y/o pequeños).

Figura N°12.13 Localización de sistema de respaldo energético entre suministro y consume



Los sistemas de respaldo energético trabajan en dos modos de operación:

- **Operación normal:** Condiciones estables del suministro de energía eléctrica. Energía eléctrica proviene directa o indirectamente del suministro "normal".
- **Operación de respaldo (o backup):** Problemas, cortes u otras condiciones inestables en el suministro de energía eléctrica "normal". Energía eléctrica proviene de las reservas guardadas en el banco de baterías.

Los sistemas de respaldo energético se separan en sistemas:

- **Fuera de línea (off-line):** En condiciones normales, la energía es conmutada directamente del suministro al consumo.
- **En línea (on-line):** La energía nunca es conmutado directo.

Figura N°12.14 Sistema de respaldo energético off-line en operación normal

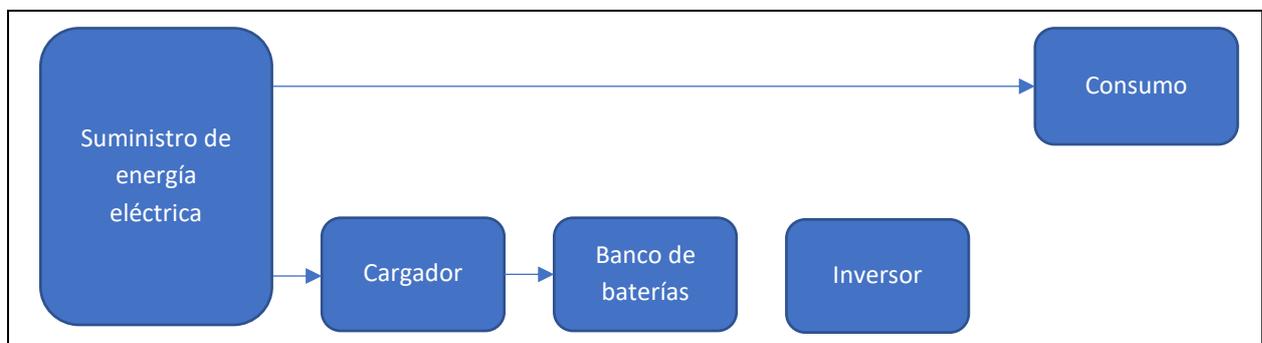


Figura N°12.15 Sistema de respaldo energético off-line en operación de respaldo

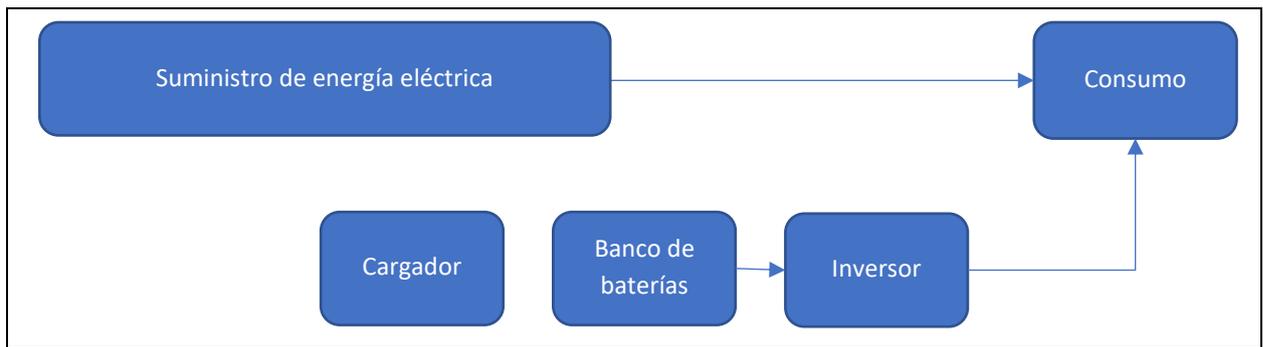
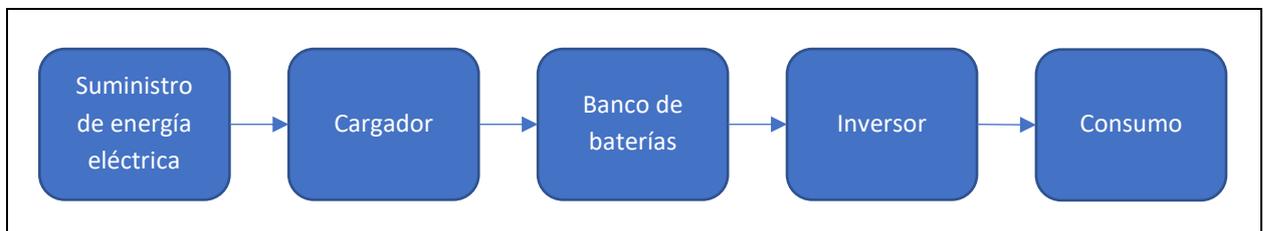


Figura N°12.16 Sistema de respaldo energético on-line en operación normal o de respaldo



12.04.01.02 Interconexión y/o Transporte

Los sistemas de respaldo energético se integran en los circuitos eléctricos locales.

12.04.01.03 Retos / amenazas

Dimensionamiento de potencias, tiempo de respaldo, tipos de baterías y tipo de sistema son tareas estándar.

Posibles retos / amenazas son:

- Aseguramiento de fluido eléctrico hacia los consumidores durante trabajos de mantenimiento en el sistema de respaldo en caso de ser consumidores críticos como sistemas centrales o de cobro.
- La logística y el costo del cambio de baterías del sistema y la disposición final de baterías usadas.

12.04.01.04 Usos típicos

Usos típicos son:

- Respaldo de sistemas computacionales en los centros de control y operación



- Respaldo de nodos en los sistemas de telecomunicaciones

12.04.02 Sistemas híbridos

12.04.02.01 Generación

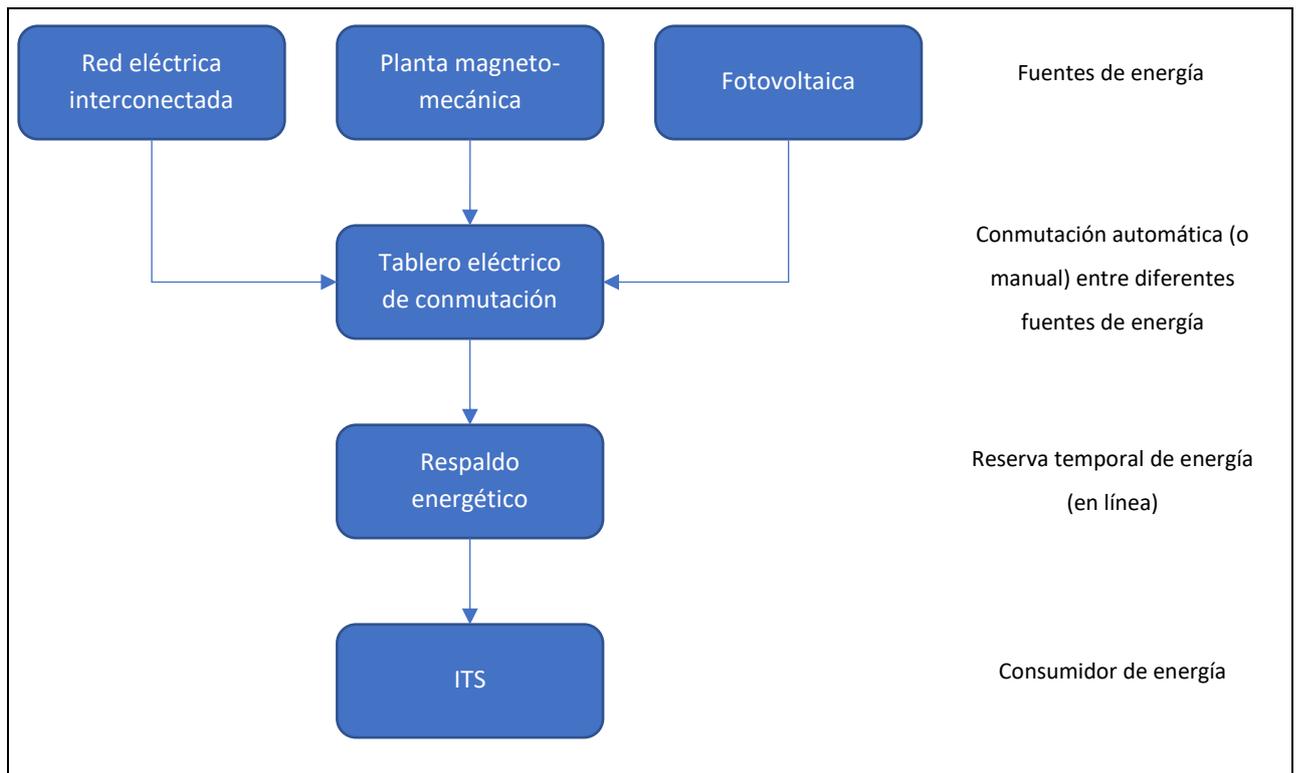
La energía eléctrica de sistemas híbridos proviene de diferentes fuentes. Se distinguen sistemas:

- **Autónomos:** Sistemas aislados de las redes de interconexión eléctrica.
- **Interconectados:** Sistemas que cuentan con conexión al sistema de energía eléctrica interconectada.

Los sistemas híbridos autónomos combinan diferentes fuentes de energía eléctrica para brindar:

- Estabilidad energética a través de la combinación de diferentes fuentes
- Seguridad de alimentación en sistemas críticas
- Facilidad de mantenimientos en las fuentes de energía
- Mejor dimensionamiento costo – efectivo en lugares remotos
- Menor tamaño de bancos de baterías

Figura N°12.17 Ejemplo de sistema híbrido interconectado con 3 fuentes energéticas y respaldo



12.04.02.02 Interconexión y/o Transporte

Los sistemas híbridos se integran en los circuitos eléctricos locales.

12.04.02.03 Retos / amenazas

El diseño de los sistemas híbridos pretende aprovechar las fortalezas de las diferentes fuentes de energía para brindar soluciones estables, eficientes y sostenibles.

Los retos y amenazas se aplican para cada una de sus diferentes fuentes energéticas.

12.04.02.04 Usos típicos

Usos típicos son:

- Consumos grandes y aislados.

12.05 ESTUDIOS DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

12.05.01 Objetivos

Los objetivos de los estudios de energía eléctrica para ITS en carreteras tienen como objetivo:

- Buscar equilibrio y sostenibilidad financiera de CAPEX y OPEX.
- Minimizar riesgos de plazos por no electrificación de componentes del sistema ITS.
- Asegurar operatividad continua de los ITS en el tiempo.

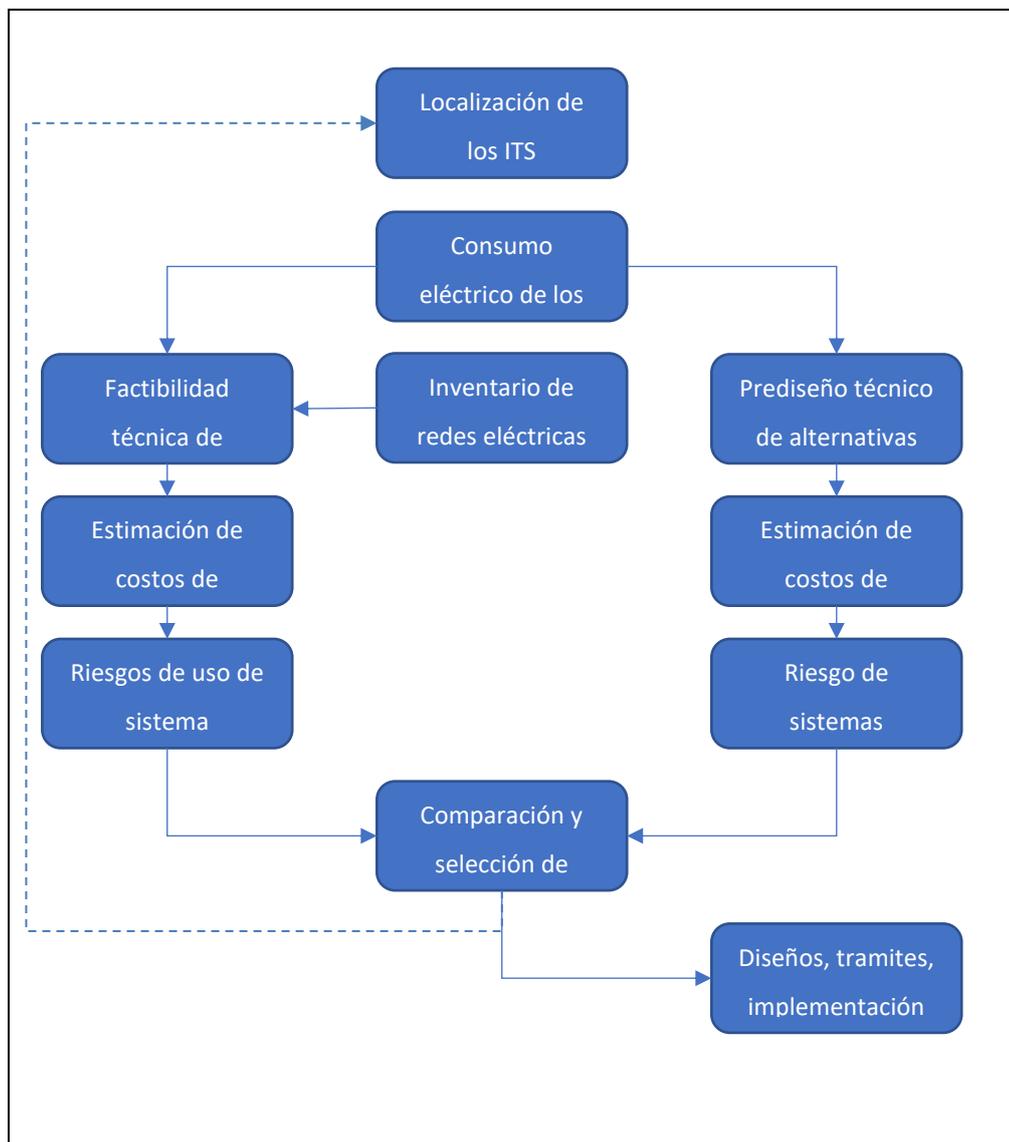
12.05.02 Contenido

El contenido de los estudios de energía eléctrica de ITS en carretera depende si hay o no redes eléctricas interconectadas cercanas.

12.05.02.01 Zonas interconectadas

En el caso de disponibilidad de redes eléctricas interconectadas cercanas los estudios abarcan lo siguiente:

Figura N°12.18 Estudios de energía eléctrica en zonas interconectadas





A. Insumos

Insumos para los estudios son:

- **Localización propuesta de los ITS:** Localización de los diferentes puntos ITS sobre el plano de ubicación.

B. Insumos / cálculos

Insumos / cálculos para los estudios son:

- **Consumo eléctrico de los ITS:** Cantidad y características de consumo de los diferentes ITS por punto.

C. Estudios / cálculos

Factibilidad técnica de interconexión: Prediseño y análisis de factibilidad técnica de la interconexión de los puntos ITS.

- **Estimación de costos de interconexión:** Estimación de CAPEX y OPEX de la solución.
- **Riesgos de uso de sistema interconectado:** Listado y de ser posible de cuantificación económica de los riesgos y sus impactos directos e indirectos (Por ejemplo: penalizaciones).
- **Prediseño técnico de alternativas:** Prediseño a nivel que permita una cuantificación de insumos.
- **Estimación de costos de alternativas:** Estimación de CAPEX y OPEX de la(s) alternativa(s).
- **Riesgo de sistemas alternativos:** Listado y de ser posible de cuantificación económica de los riesgos y sus impactos directos e indirectos (Por ejemplo: penalizaciones).
- **Comparación y selección de solución:** Comparación y selección del tipo de energización para cada punto ITS en carretera.

D. Retroalimentación

En caso de salir soluciones técnicas o financieramente complicadas o no sostenibles, se puede volver al proceso de diseño para el estudio de alternativas de localización de los elementos.

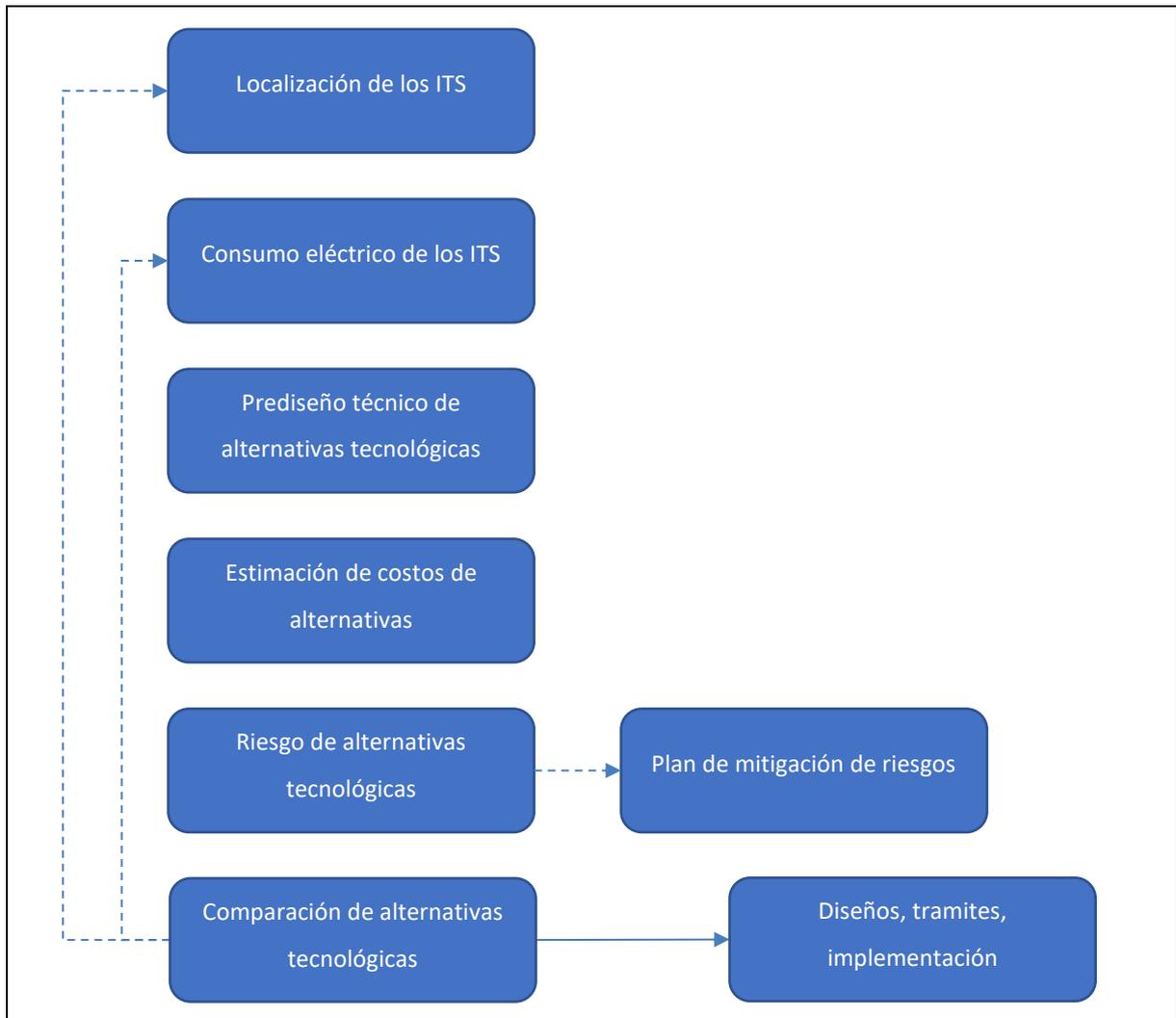


E. Realización

Una vez tomada la decisión se procede a los diseños de detalle, y la implementación de la electrificación de los ITS en carretera.

15.05.02.02 Zonas no interconectadas

En el caso de zonas alejadas de redes interconectadas, la comparación se concentra más en diferentes tecnologías de los sistemas alternativos que en la comparación con las redes interconectadas o la localización detallada de los elementos.

Figura N°12.19 Estudios de energía eléctrica en zonas no interconectadas

A. Insumos

Insumos para los estudios son:

- **Localización propuesta de los ITS:** Localización de los diferentes puntos ITS sobre plano de ubicación.

B. Insumos / cálculos

Insumos para los estudios son:

- **Consumo eléctrico de los ITS:** Cantidad y características de consumo de los diferentes ITS por punto.

C. Estudios / cálculos

Factibilidad técnica de interconexión: Prediseño y análisis de factibilidad técnica de la interconexión de los puntos ITS

- **Prediseño técnico de alternativas tecnológicas:** Prediseño de diferentes tecnologías y gamas de tecnologías a nivel que permita una cuantificación de insumos.
- **Estimación de costos de alternativas tecnológicas:** Estimación de CAPEX y OPEX de la(s) alternativa(s) tecnológicas.
- **Riesgo de sistemas alternativas tecnológicas:** Listado y de ser posible de cuantificación económica de los riesgos y sus impactos directos e indirectos.
- **Plan de mitigación de riesgos:** En el caso de existir riesgos relevantes se desarrollan planes con alarmas y medidas de mitigación.

D. Retroalimentación

En caso de salir soluciones técnicas o financieramente complicadas o no sostenibles, se puede volver al proceso de diseño para el estudio de alternativas de localización de los elementos o tecnologías ITS de diferentes características de consumo.

E. Realización

Una vez tomada la decisión se procede a los diseños de detalle, y la implementación de la electrificación de los ITS en carretera.

12.06 ELEMENTOS CRÍTICOS

Como toda implementación tecnológica, los ITS en carretera tienen elementos críticos que pueden afectar la puesta en servicio y operación.

Los elementos y situaciones críticas, las cuales afrontar, pueden ser: disponibilidad del fluido eléctrico, estabilidad del fluido eléctrico, fabricación e importación de elementos de origen extranjero, caída de las telecomunicaciones, entre otros.

Los elementos críticos y su nivel de criticidad y medidas de mitigación varían entre proyectos. Se requiere el análisis de riesgos como parte de los estudios y diseños y en caso de ser necesarios los planes de mitigación correspondientes. A continuación, unos ejemplos de mitigación.

Tabla 31. Ejemplo de mitigación de problemas eléctricos

NOMBRE	DISPONIBILIDAD DEL FLUIDO ELÉCTRICO
Descripción	Falta de suministro eléctrico en el momento de la puesta en servicio del sistema ITS
Etapas(s)	Implementación

NOMBRE	DISPONIBILIDAD DEL FLUIDO ELÉCTRICO
Nivel	Muy alto
Mitigación	Cooperación temprana entre los procesos de diseño geométrico y civil de la vía con los procesos de diseño de los ITS y suministro eléctrico

Tabla 32. Ejemplo de mitigación de problemas eléctricos

NOMBRE	ESTABILIDAD DEL FLUIDO ELÉCTRICO
Descripción	Variaciones y cortes en el suministro eléctrico
Etapa(s)	Operación
Nivel	Muy alto / Alto (dependiendo de la criticidad de elementos afectados)
Mitigación	Diseños con plan de detraimiento tecnológico controlado

Tabla 33. Ejemplo de mitigación de problemas que afectan el plazo de implementación

NOMBRE	IMPORTACIÓN DE ELEMENTOS DE ORIGEN EXTRANJERO
Descripción	Retraso de la implementación por elementos especiales de fabricación sobre pedido (Ejemplo: paneles de mensajería variable, software, entre otros)
Etapa(s)	Implementación
Nivel	Alto
Mitigación	Inicio a tiempo de los requerimientos y consecuentes procesos de adquisición de elementos

Tabla 34. Ejemplo de mitigación de problemas telecomunicaciones

NOMBRE	CAÍDA DE LAS TELECOMUNICACIONES
Descripción	Falta de conectividad con elementos ITS desplegados
Etapa(s)	Operación
Nivel	Muy alto / Alto (dependiendo de la criticidad de elementos afectados)
Mitigación	Diseño de telecomunicaciones con medidas de contingencia como comunicaciones de respaldo por GSM

CAPÍTULO 13 CENTROS DE CONTROL

13.01 HARDWARE

13.01.01 Telecomunicaciones

Las telecomunicaciones de los centros de control se comunican a través de:

- **Redes internas:** Servidores, estaciones de trabajo, impresoras, sistemas de telefonía IP.
- **Redes externas propias:** Otros centros de control, periféricos ITS, BackOffice.
- **Redes externas no propias:** VPN de respaldo, WWW.

Las telecomunicaciones tienen un rol importante para evitar vulnerabilidades de los ITS, protegiendo las comunicaciones internas mediante uso de Firewall y mecanismos de VPN y encriptación de las comunicaciones.

Figura N°13.1 Ejemplo de telecomunicaciones en un CCO de peajes

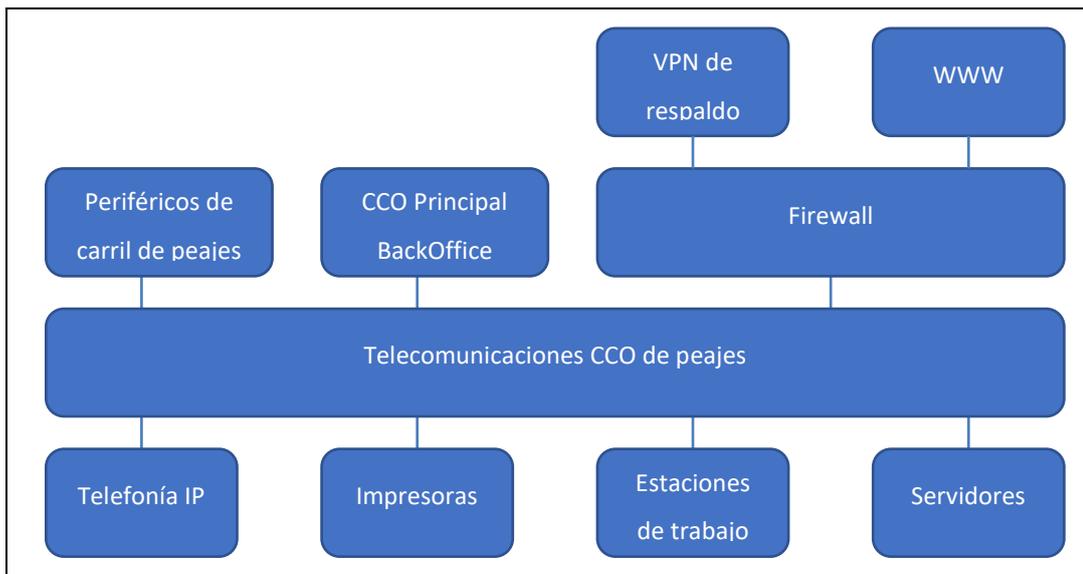


Figura N°13.2 Ejemplo de cableado de redes para rack de servidores

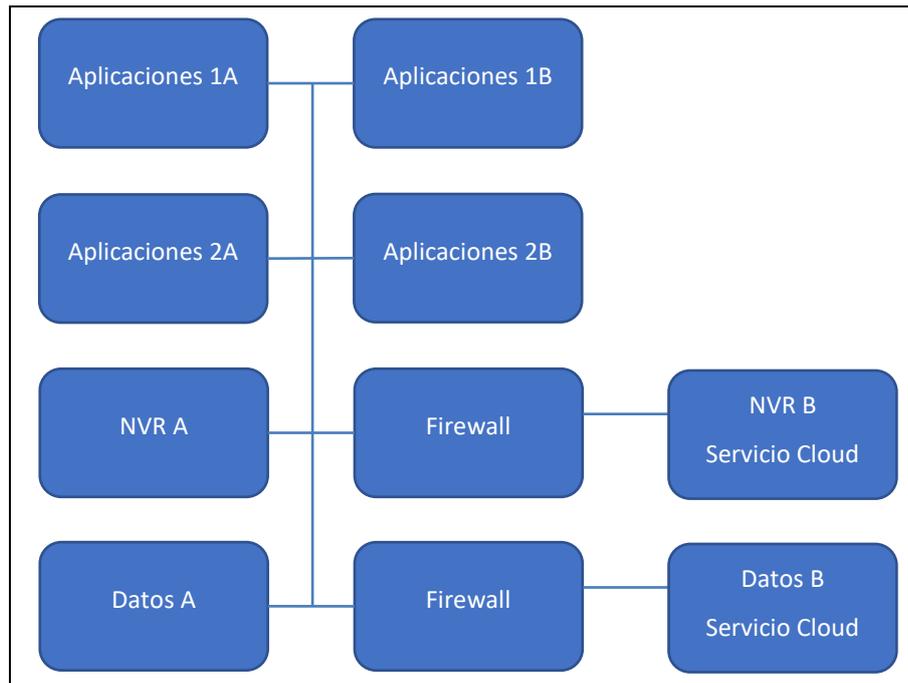


13.01.02 Servidores

Hay servidores con funcionalidades específicas, como:

- Servidores de aplicativos.
- Servidores de datos.
- Servidores multipropósito.
- Servidor de video.
- Servidor de Comunicaciones.

Para sistemas reducidos un par de servidores multipropósito pueden ser la solución adecuada, mientras en sistemas grandes y con un crecimiento proyectado es mejor crear un banco de servidores con diferentes propósitos.

Figura N°13.3 Ejemplo de banco de servidores con servicios en la nube

El respaldo de servidores debe ser diseñado para garantizar una operación totalmente ininterrumpida y respaldada en diferentes condiciones:

- Falla de CPU, disco duro, fuente de alimentación u otro elemento de una unidad.
- Mantenimiento o limpieza de una o más unidades.
- Reemplazo de una o más unidades.
- Copia de respaldo o restauración de una o más unidades.
- Actualización de aplicativos.
- Testeo de nuevos aplicativos y/o configuraciones.

Los servidores se instalan en bastidores especiales, su entorno debe tener un sistema de aire acondicionado de tiro forzoso y el acceso a los servidores se realiza mediante un sistema KVM.

Figura N°13.4 Ejemplo de rack de servidores con KVM



13.01.03 Estaciones de trabajo

Las estaciones de trabajo son los puntos de acceso al sistema durante la operación normal y diaria. Deben ser diseñados de manera ergonómica, contar con una conexión rápida con los servidores y tener especificaciones técnicas que aseguren un trabajo rápido y eficiente.

Figura N°13.5 Ejemplo de estación de trabajo para ITS tipo POD (SunGuide, Miami, FL, EEUU)

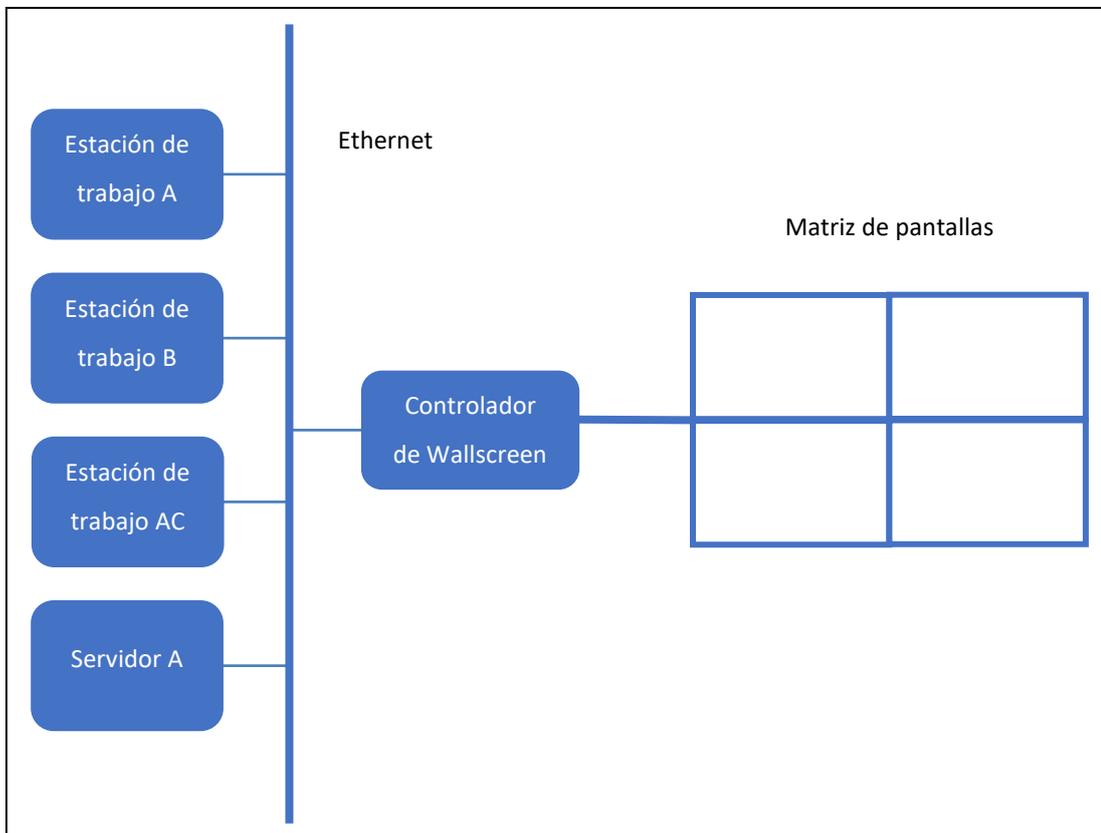


13.01.04 Wallscreen

El Wallscreen, también denominado Video Wall, es un display compartido e instalado en la sala de control que permite a través de una matriz de pantallas generar una sola imagen continua. Las pantallas de la matriz son operadas por un controlador especial.

Antiguamente la conexión entre las estaciones de trabajo o servidores se realizaba mediante conexiones de video análogo, hoy en día sin embargo se utilizan redes locales de alta velocidad.

Figura N°13.6 Ejemplo de una conexión a un Wallscreen de 2 x 2



La distribución del espacio y de las ventanas en la pantalla puede ser libre o acorde a unas configuraciones por defecto o por asignación libre.

Figura N°13.7 Ejemplo por distribución preestablecida

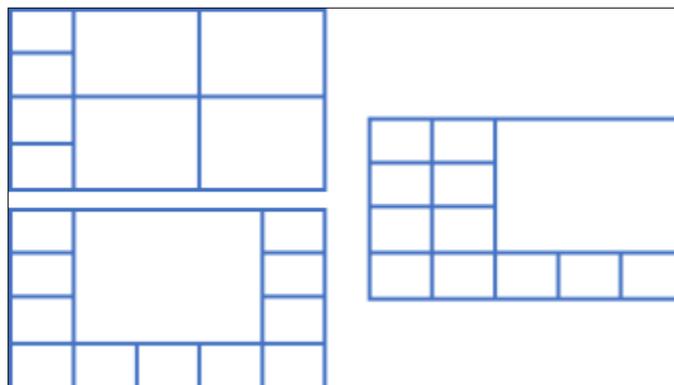
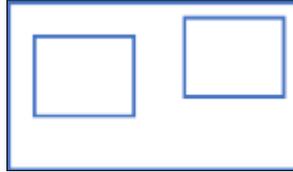


Figura N°13.8 Ejemplo de asignación libre de ventanas



13.02 SOFTWARE

13.02.01 Software para centro de control y operaciones

Es un software que permite la gestión del centro de control y operaciones de los ITS en la infraestructura vial. Desde ese software se supervisan, administran y parametrizan todos los elementos y acciones relevantes para la operación de los ITS.

Hay sistemas como por ejemplo el SCADA desarrollados especialmente para ITS, sin embargo, la tendencia va hacia el uso de plataformas de automatización con una programación específica para la operación ITS en la infraestructura vial y su entorno.

13.02.02 Software de parametrización

Asimismo, continuando con el ejemplo, el sistema SCADA permite la parametrización de los diferentes equipos ITS, siempre existen programaciones de puesta en servicio y mantenimiento que se realizan al más bajo nivel posible, para que se instalen paralelamente al sistema SCADA las aplicaciones de fabricante de las diferentes tecnologías y marcas. Solo esas aplicaciones permiten el acceso a la totalidad de parámetros y opciones de configuraciones y diagnósticos.

13.02.03 Software de planificación

La infraestructura vial requiere software de planificación de tránsito y tráfico para:

- **Modelística:** Para el análisis operativo y verificación del cumplimiento de las proyecciones financieras del proyecto, diseño de planes de manejo de tráfico, planes de manejo de tránsito y planes de manejo de accidentes o incidentes.
- **Planeamiento:** Planificación de tiempo semafóricos (de ser el caso).

Figura N°13.9 Ejemplo de modelística híbrido (meso - micro) dinámica inclusive peajes (Via Interbalnearia, Uruguay)

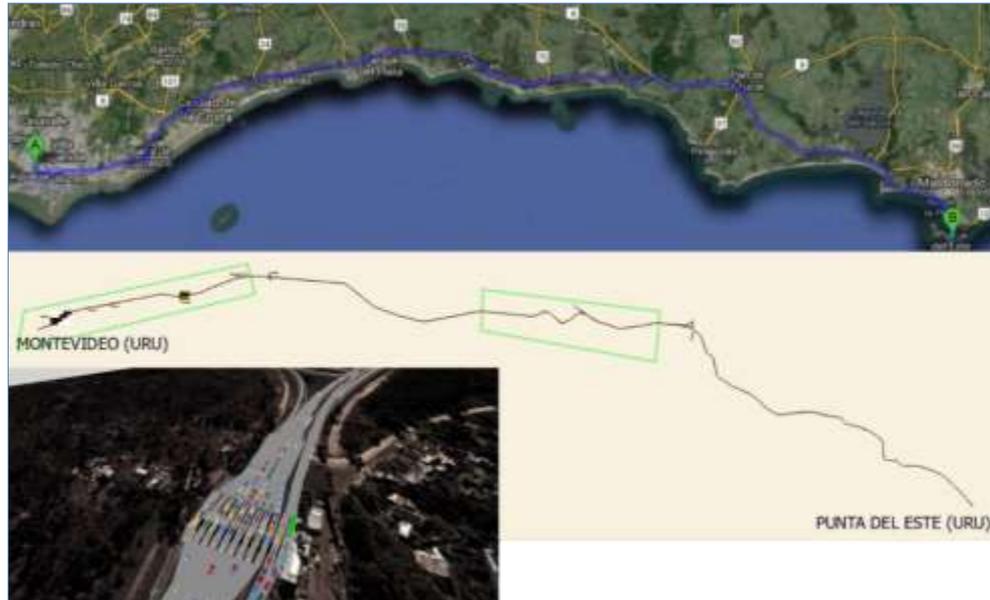
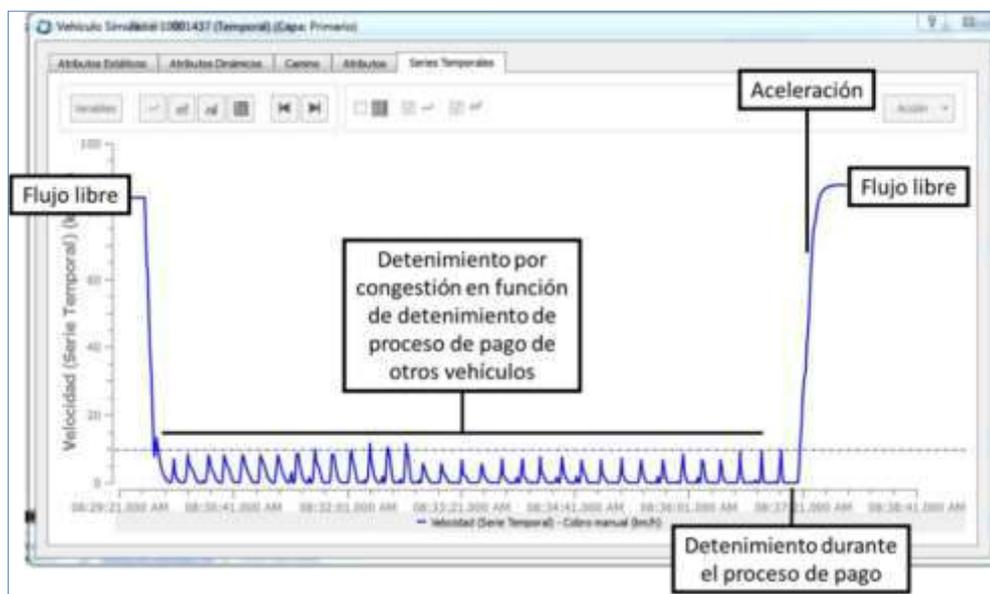


Figura N°13.10 Ejemplo de resultados gráficos de modelística para análisis del impacto de medios de pago en peajes

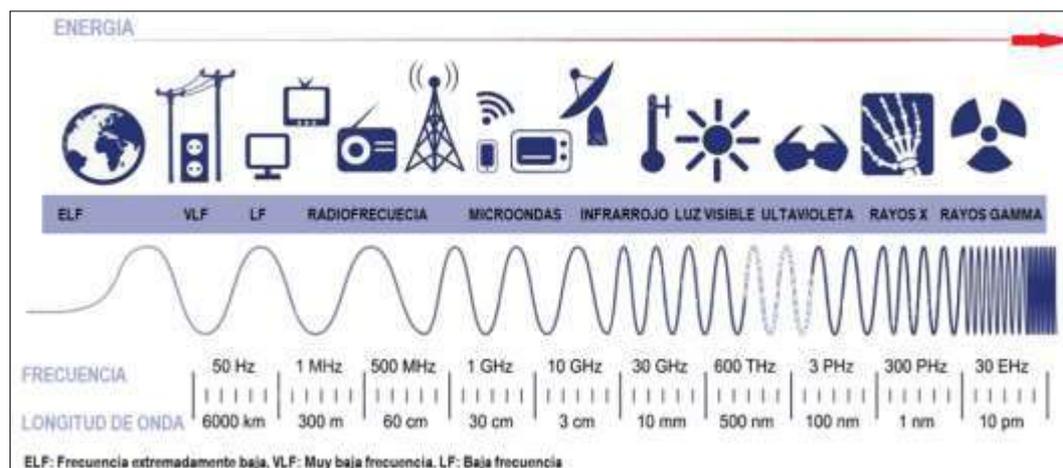


CAPÍTULO 14 TELECOMUNICACIONES

Las telecomunicaciones son un elemento fundamental para los ITS, a través de ellas es posible transmitir y recibir información de señales de cualquier naturaleza, normalmente de características electromagnéticas. Lo anterior es determinante debido a que, para el despliegue de soluciones tecnológicas a lo largo del país, ciudades, regiones, provincias, entre otros, es necesario tener medios y formas de comunicaciones con todos los elementos tecnológicos que se despliegan a lo largo de la infraestructura. Aun así, cuando se despliegan soluciones ITS se requiere que se analice las redes de telecomunicaciones que van a articularse con el proyecto ITS a desplegar puesto que esto permitirá llevar información a los centros de control, que a su vez, se vuelven puntos de tomas de decisiones de gran relevancia en los términos de operación de los ITS.

Cuando se expone el término Telecomunicaciones, la palabra espectro electromagnético entra a ser parte esencial de los proyectos ITS, en especial, porque la información que viaja por los dispositivos de ITS que, básicamente, se transmite en forma de energía electromagnética. El espectro electromagnético (Ver **Figura N°14.1**) es la forma de distribución del conjunto de ondas electromagnéticas.

Figura N°14.1 Resumen del espectro electromagnético



También se resalta como punto muy importante que en el momento de decidir plantear proyectos ITS se requiere realizar un análisis frecuencial de las soluciones a desplegar, es decir, si el proyecto ITS se plantea para una solución de un servicio ITS asociado a peajes electrónicos, es claro que debe analizarse dónde serán desplegados los escenarios frecuenciales tecnológicos para este servicio, es decir, se debe revisar que sea posible desplegar la tecnología electromagnética en esos puntos y que no, a posteriori, se presenten problemas porque en el espectro frecuencial elegido está prohibido transmitir información.

De acuerdo con lo anterior, se precisa resaltar que en los proyectos ITS para alcanzar escenarios de telecomunicaciones se requieren utilizar medios de transmisión ya sean

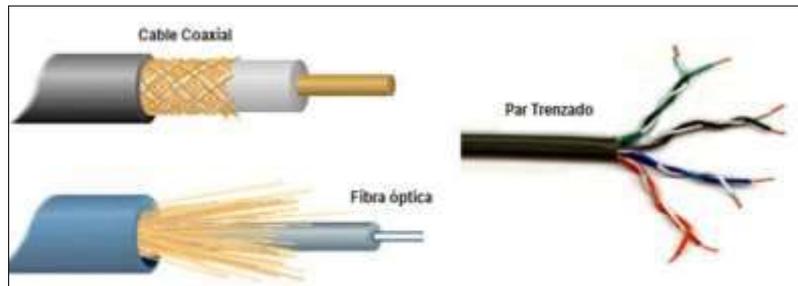
alámbricos (mediante cables físicos) o inalámbricos (sin cables, aquí usando radiofrecuencia o el espectro en general) y a continuación se expone cada uno de ellos.

14.01 MEDIOS DE TELECOMUNICACIONES

14.01.01 Medios alámbricos

Son aquellos que utilizan diferentes tipos de cables para realizar conexiones a las redes de telecomunicaciones. Básicamente, se comparan de acuerdo a características como velocidad de transmisión, tipo de transmisión (análoga, digital), alcance, y frecuencia utilizada, entre otros. En las soluciones ITS pueden encontrarse con regularidad cables de par trenzado, coaxial y de fibra óptica (la forma de cada cable puede ser vista en la **Figura N°14.2**).

Figura N°14.2 Ejemplo de medios de comunicaciones alámbricos



Antes de continuar con los diversos medios alámbricos que hacen parte de los despliegues de Sistemas Inteligentes de Transporte es importante destacar que los medios alámbricos y los inalámbricos siguen diversos estándares internacionales definidos por diferentes organismos de estandarización y entre ellos están:

- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
- Instituto europeo de Telecomunicaciones (ETSI)
- Asociación de la Industria de Telecomunicaciones y la Alianza de Industrias Electrónicas (TIA/EIA)
- Comisión Electrotecnia Internacional (IEC)
- Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU
- Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF) dentro del hace parte las publicaciones denominadas RFC (Request for Comments).
- Asociación de Industrias de Radio y Negocios (ARIB)
- Instituto Nacional de Estándares Americanos (ANSI)



- Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) (Ente Regulador)

Todos estos organismos generan un escenario de convergencia de servicios de telecomunicaciones y con sus estándares, permiten el despliegue de servicios ITS, además, son tenidos en cuenta por el comité técnico de la ISO, TC 204.

14.01.01.01 Cables de par trenzado

Como su nombre lo indica consiste en grupos de hilos de cobre entrelazados en pares en forma helicoidal, como puede ser visto a partir de la anterior ilustración. Los hilos están entrelazados porque se requiere que el campo magnético (este lo produce la corriente que circula por el cable) de un cable se cancele con el otro; es decir, así se reduce la interferencia eléctrica en los pares de hilos que conformen el cable. Como también pudo verse desde la ilustración anterior, los hilos de cobre tienen un aislante (permite mitigar la diafonía, es decir, ruido en el cable) y esto es para mejorar la transmisión que va por cada par de hilo de cobre.

En el caso de las soluciones ITS, los cables de par trenzado más utilizados son los UTP (Unshielded twisted pair) y STP (Shielded twisted pair), ambos, tienen características diferentes, pero sus diferencias son los costos.

Aunado a lo anterior se precisa resaltar que aparte del tipo de cable, sea UTP o STP, existe el estándar de calibre para cableado, llamado AWG (American Wire Gauge), el cual es utilizado para medir el diámetro del cable de cobre o de aluminio, por ejemplo, el cable utilizado en soluciones ITS en cuanto a redes de telecomunicaciones. Es decir, cuando se conecta un computador a la red de internet a través de un cable de este estilo, normalmente en su interior el calibre es de 0.5106 milímetros, esto corresponde a la nomenclatura AWG 24. Por otra parte, resaltar que entre más pequeño sea el número que acompaña la sigla AWG el calibre del cable tiende a aumentar, por ejemplo: AWG 10 tiene un diámetro de 2.588 milímetros; este último, utilizado, por ejemplo, para soluciones en la red eléctrica. Igualmente, se destaca que el cable de tipo AWG 10 apoya el funcionamiento del ITS desde su parte de potencia, este calibre al ser alto significa que resiste un tránsito de corriente importante, cercano a los 30 amperios.

A. Cable de par trenzado no blindado (Unshielded Twisted Pair, UTP)

Estos cables son utilizados en redes de área local (Ver **Figura N°14.3**), entre otros, son de bajo costo y fáciles de utilizar. Cuando se describe que no son blindados es porque los pares no tienen ningún tipo de blindaje por tal razón, los cables UTP tienden a registrar fallas en comparación a otros tipos de cable, su impedancia es de 100 ohmios. Dada su construcción si se busca llevar comunicaciones más allá de 90 metros (máximo 100

metros), requiere aparatos de regeneración de señal (repetidores), por tal motivo, debe evaluarse bien qué tipo de cables son utilizados en los proyectos ITS. No obstante, este tipo de cable es altamente utilizado en las implementaciones de ITS, en especial, por su bajo costo. Su ancho de banda oscila entre 10 MHz y 100 Mhz (100 Mbps).

Figura N°14.3 Ejemplo de cable UTP



B. Cable de par trenzado blindado (Shielded Twisted Pair, STP)

Estos cables son también utilizados en el despliegue de redes de área local (Ver **Figura N°14.4**), los cables de cobre tienen un aislamiento especial dentro de la cubierta protectora de los cables, esto los hace inmunes al ruido, es más costoso que el anterior y su impedancia es de 150 ohmios. Lo anterior disminuye los errores en las transmisiones con este tipo de cables y no se diferencian con el anterior en cuanto a la distancia en la que puede ser utilizada, esta también es de 90 metros (máximo 100 metros) y requieren repetidor para regenerar la señal. Su ancho de banda oscila entre 10 Mhz y 100 Mhz (100 Mbps), también es empleado en proyectos ITS, pero cuando se requiere algo muy crítico de transmitir.

Imagen N°14.4 Ejemplo de cable STP



Este tipo de cable ha tenido diversos desarrollos a lo largo de su consolidación, por tal razón, a continuación, se presenta la siguiente tabla que expone las categorías que tienen este tipo de cables.

Tabla 35. Categorías de cables de par trenzado

TIPO	CARACTERÍSTICA
Categoría 1	Se utiliza para transmitir voz en instalaciones telefónicas. Hasta 10Mbps
Categoría 2	Es el cable UTP más económico que hay para la transmisión de datos en la red. Hasta 4Mbps
Categoría 3	Es usado en antiguas redes Ethernet y Token Ring. Soporta velocidades de hasta 10 Mbps (Megabits por segundo) en redes Ethernet 10 BaseT. Distancia hasta 100m
Categoría 4	Se usa en redes Ethernet y (Token Ring de 16 Mbps). La máxima velocidad de transmisión soportada es de 16 -20 Mbps. Distancia hasta 100m
Categoría 5	Es más moderno y costoso. El 50 % de las redes de área local "LAN" actuales lo utilizan. Soporta arquitecturas Ethernet, Fast Ethernet, Atm, Token Ring. La máxima velocidad de transmisión soportada es de 100 Mbps. Distancia hasta 100m
Categoría 5e	Se utiliza en redes con velocidades hasta de 1 Gbps (Gigabits por segundo). Distancia hasta 100m
Categoría 6	Posee características y especificaciones para diafonía y ruido. Su velocidad de transmisión es de 10Gbps. Distancia hasta 100m, sin embargo, a velocidades de 10Gbps (55m)
Categoría 7	Posee especificaciones aún más estrictas para diafonía y ruido en el sistema que Cat 6. Para lograr esto, se agregó blindaje para pares de cable individuales y para el cable entero 10Gbps (100m)

14.01.01.02 Cable coaxial

Este cable está conformado internamente por un hilo de cobre, posteriormente tiene un núcleo plástico que lo envuelve para protegerlo ante los dobleces, una malla metálica que lo aísla, es decir, esta ofrece un tipo de blindaje y, por último, tiene un recubrimiento sintético que lo protege. Actualmente es bastante utilizado, en especial, por la distancia que puede cubrir, es decir, 500 metros (10Base5 / conocido como RG 58 / ThinKNet) y 100 metros (10Base2 / Conocido como RG 8 /ThinNet), ambos a 50 ohmios. Igualmente, el cable coaxial tipo RG 59 es de los cables más económicos, presenta atenuación alta e interferencia ya que tiene poco blindaje. Este cable tiene gran resistencia a la intemperie y ofrece velocidades de 10 a 100 Mbps y si se utiliza modulación, puede posiblemente a llegar a 1 o 2 Gbps, e internamente tiene un calibre de AWG 20.

Figura N°14.5 Ejemplo de cable coaxial



En el ámbito de ITS este cable es muy utilizado en diversas soluciones, por ejemplo, en las redes de circuitos cerrados de televisión desplegadas a lo largo de los países, en la transmisión de datos de redes que hagan uso de internet (módems) entre otros usos.

14.01.01.03 Cable de fibra óptica

Estos cables están compuestos por dos filamentos de vidrio de alta pureza con algunos aditivos que permiten la flexibilidad. Dado que su medio de transmisión es óptico, es decir, utiliza luz para la transferencia de datos, ofrece gran cantidad de ancho de banda para transmisión, de hecho, aún no se ha detectado este; es decir, no tiene límite en ancho de banda como tal, simplemente se contempla es que es de 500MHz por kilómetro para fibra multimodo (más adelante explicada) y 100GHz para fibra monomodo (más adelante explicada) sobre 1 kilómetro de distancia, pero su elevado costo y el de los dispositivos de conexión, hacen que se utilice solamente en entornos empresariales específicos, que requieren de un enorme ancho de banda.

Figura N°14.6 Ejemplo de cable de fibra óptica multimodo

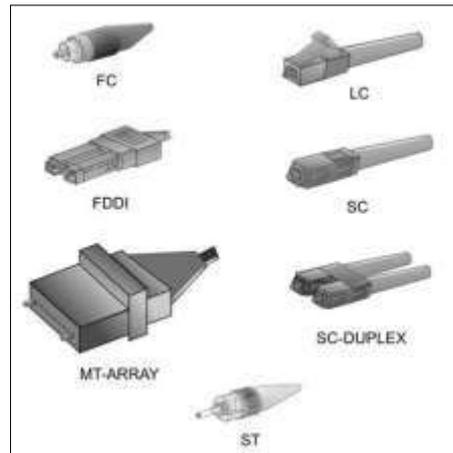


Figura N°14.7 Ejemplo de cable de fibra óptica monomodo

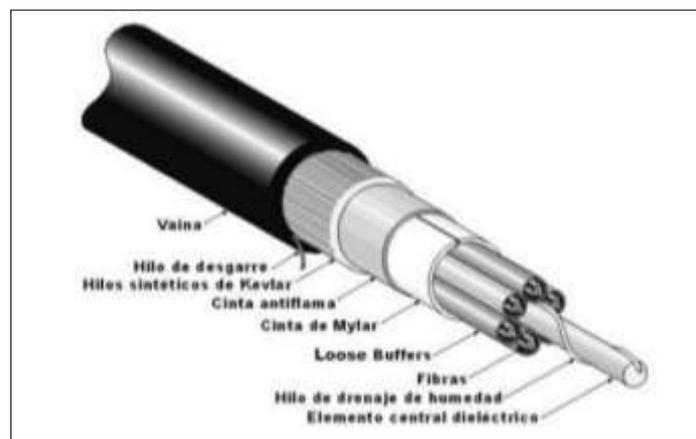


Los cables de fibra óptica requieren diversos conectores (Ver **Figura N°14.8**) para poder integrarlos a los equipos switches que incorporan moduladores y demoduladores de luz para realizar las operaciones de transmisión y recepción de señales. A continuación, se listan estos conectores:

- **FC:** Transmisión de datos y en las telecomunicaciones
- **FDDI:** Redes de fibra óptica
- **LC y MT-Array:** Transmisiones de alta densidad de datos
- **SC y SC-Dúplex:** Transmisión de datos
- **ST o BFOC:** Redes de edificios y en sistemas de seguridad.

Figura N°14.8 Conectores para fibra óptica

A continuación, se presenta una ilustración más detallada de lo que contiene una fibra multimodo.

Figura N°14.9 Ejemplo de construcción de un cable de fibra óptica

Cada elemento de la ilustración anterior es descrito a continuación:

- **Elemento central dieléctrico:** es un filamento que no conduce la electricidad (dieléctrico) y ayuda a la consistencia del cable entre más cosas. Se resalta que el elemento central no está disponible en todos los tipos de fibra óptica.
- **Hilo de drenaje de humedad:** como su nombre lo indica su función es drenar la humedad lo que permite que los filamentos estén protegidos de ésta.
- **Fibras:** como tal es el conductor de la luz, este es el elemento más importante de la fibra óptica. Se resalta que en estos filamentos se producen los fenómenos físicos de reflexión y refracción, entre más puro sea el material de su construcción será mejor la transmisión ya que si posee impurezas la luz se desviara y tal vez, no llegue a su destino.

- **Loose Buffers:** son los pequeños tubos que contienen las fibras, a veces contienen gel que sirve para que los rayos de luz no se dispersen hacia afuera de la fibra.
- **Cinta de Mylar:** básicamente es la capa de poliéster fina cuya función es de aislar la fibra y disminuir el ruido.
- **Cinta antillama:** protege el cable de las posibles incidencias externas que pueden interactuar con la fibra, por ejemplo, el fuego y/o el calor al que se ve expuesto el cable.
- **Hilos sintéticos de Kevlar:** protegen el cable de los ruidos externos.
- **Hilo de desgarre:** ayudan a que el cable sea consistente.
- **Vaina:** es la capa superior del cable su función es aislar y dar consistencia al conjunto de elementos al interior de la fibra.

A. Fibra óptica Multimodo y Monomodo

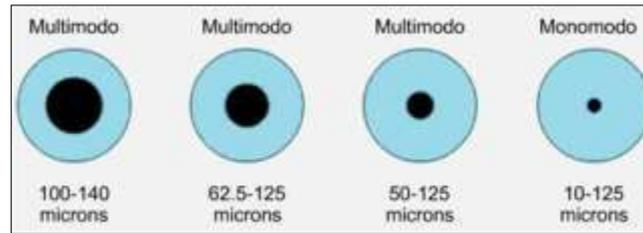
A continuación, se presentan estos dos tipos de fibras (Ver **Figura N°14.10**) las cuales son utilizadas ampliamente en los proyectos ITS dado su ancho de banda, sin embargo, son costosas.

Tabla 36. Características de fibra óptica monomodo

CARACTERÍSTICAS
Utiliza un modo de luz para la propagación a través del núcleo de la fibra óptica. Su núcleo es más pequeño alrededor de las 8 y 10 micras. El núcleo más común es de 9/125 micras Espacio más reducido para los rebotes Laser Infrarrojo muy enfocado a un ángulo 90° Distancias de 3000 metros Láseres y Leds más costosos Se utiliza en la interconectividad de redes WAN
WAN: Wide Área Network – Redes de área amplia

Tabla 37. Características de fibra óptica multimodo

CARACTERÍSTICAS
Núcleo /Revestimiento 62,5 /125 micras Distancias de hasta 2000 metros Aplicaciones LAN Bankbone
Backbone: columna principal de la red

Figura N°14.10 Tipos de formas de fibra óptica en micras

14.02 MEDIOS INALÁMBRICOS

En este apartado se abordan los medios inalámbricos que son usados en los proyectos ITS. Se resalta que estos medios tienen relación directa con lo descrito anteriormente referente al espectro electromagnético; es decir, todos pertenecen a este y se rigen por los mismos organismos de estandarización descritos anteriormente.

Cuando se abordan los medios inalámbricos se utilizan medios no guiados, principalmente, en el aire; es decir, se radia energía electromagnética a través de una antena y posteriormente, se recibe la energía enviada en otra antena. Este tipo de medios tienen muchas ventajas ya que no se requiere como tal desplegar grandes cantidades de cables y a su vez, permiten la movilidad de muchos dispositivos, en especial, los de los usuarios ITS.

Adicionalmente, cuando se realiza un proyecto ITS, por ejemplo, el despliegue de una vía que incluya varios paneles de mensajería variable y estos requieran estar en red; es decir, conectados entre ellos, se requerirán muchos metros de cable. Sin embargo, utilizando los medios inalámbricos es posible comunicarlos de forma más sencilla y no tan costosa (se requiere para todo esto, tener en cuenta las posibles interferencias electromagnéticas que pueden darse en algunos lugares y plantear formas para mitigar los efectos de diversos armónicos –componentes frecuenciales).

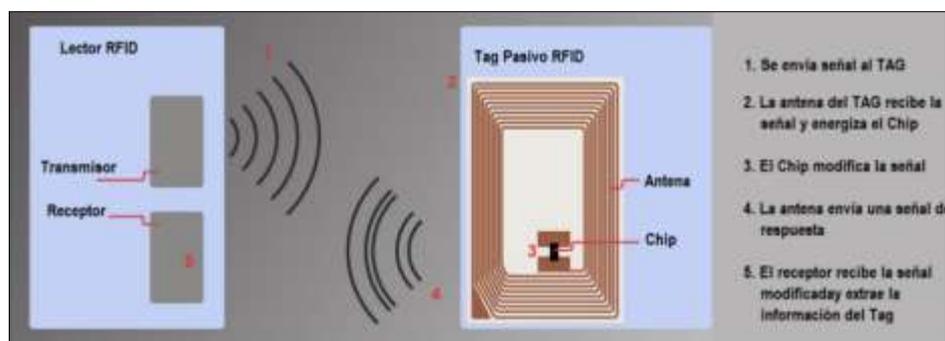
Por ejemplo, las microondas hacen parte del espectro electromagnético y usan la radiofrecuencia para la transmisión y recepción de mensajes. A continuación, se describen las tecnologías inalámbricas (Ver **Figura N°14.11**) que usualmente están presentes en diversas soluciones de ITS.

Figura N°14.11 Tecnologías de telecomunicaciones inalámbricas

Como puede apreciarse desde la ilustración anterior, existe gran diversidad de medios de comunicación inalámbrica (tecnologías) y cada una de ellas se centra en diversos servicios ITS, su diferencia está partir de la distancia cubierta por una tecnología o por otra; es decir, sus rangos de operación en potencia pueden ser muy diferentes de una tecnología a otra.

14.02.01 RFID

Sus siglas significan Identificación por Radio Frecuencia (del inglés Radio Frequency Identification). Esta tecnología es considerada como un sistema de almacenamiento remoto del cual, puede recuperarse la información enviando una señal electromagnética, es decir, al enviar esta señal se energiza algo denominado etiqueta (Ver **Figura N°14.12**) o TAG y este, tiene un chip de memoria que almacena datos.

Figura N°14.12 Ejemplo de aplicación de RFID

Posteriormente el chip responde enviando una señal con la información que tiene almacenada y esta será utilizada para los propósitos de la solución ITS.



Como puede evidenciarse en la ilustración anterior, puede leerse que el TAG se le denomina pasivo porque no requiere alimentación externa, simplemente, con la energía que irradia el transmisor, el TAG se energiza y responde. Por otra parte, también existe TAG activos que si utilizan alimentación para realizar sus funciones.

Esta tecnología es ampliamente utilizada en el ámbito ITS, en especial, en lo que respecta a recaudo electrónico vehicular, es decir, cuando los usuarios utilizan tarjetas para pagar al momento de ingreso en los sistemas de transporte público. Igualmente son utilizadas en los peajes para generar eficiencia al momento del paso del vehículo. Las normas ISO que esto sigue son la ISO 14433A/B (13.56 MHz con velocidades de 106 Kbps), ISO 18000-6C o ISO 18063 (860 -930 MHz con velocidades de 64 Kbps), las variaciones de la norma son la distancia y la frecuencia de operación. Una de las ventajas del uso de este tipo de tecnología es que comparado con el infrarrojo no se requiere visión directa entre el emisor y el receptor. Estas tecnologías también son reconocidas por el TC 204 de la ISO.

17.02.02 Microondas

Ampliamente utilizadas en la transmisión y recepción de información, se ubican de acuerdo al espectro electromagnético entre los 300MHz y los 30GHz, también de acuerdo a los organismos de estandarización se ubican entre 1GHz y 300GHz. Por lo tanto, de acuerdo con lo que se denomina WiFi, Bluetooth, entre otras, usan microondas en la banda de ISM (Industrial, Scientific and Medical) para los propósitos de transmisión y recepción de mensajes. Las velocidades de transmisión de datos dependen de las frecuencias utilizadas. En los proyectos ITS pueden ser utilizadas en el despliegue de varios servicios ITS, sin embargo, es deber del equipo de diseño e implementación revisar la pertinencia o no, del uso de este tipo de tecnología teniendo muy en cuenta que debe revisarse el espacio de espectro que se va a utilizar.

14.02.03 GSM/2G/GPRS/EDGE/HSPA+/LTE/Wimax/5G

Este conjunto de tecnologías hace parte de la telefonía móvil celular desde el ámbito de transmisión de datos, como las redes GSM (Global System for Mobile Communications), UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) o incluso LTE (Long Term Evolution) que tienen a parte de la transmisión de voz, tecnologías que permiten la transmisión de datos y dependiendo de la generación (G) de tecnología móvil que se utilice existe paralelamente la tecnología para transmisión de datos.

Lo anterior es ampliamente utilizado en las soluciones ITS en especial porque muchos de los dispositivos que se despliegan a lo largo de la infraestructura pueden tener cobertura por una o más redes de telecomunicaciones del ámbito de telefonía móvil, en la siguiente

tabla se resumen las bondades de estas tecnologías. Se destaca en cuanto a tecnologías enfocadas en 5G estas continúan en desarrollo y cubrirán velocidades de 20Gbps de bajada y 10Gbps de subida. Todas estas tecnologías son reconocidas por el TC 204 de la ISO.

Tabla 38. Tecnologías móviles y anchos de banda

TECNOLOGÍA	GENERACIÓN	DESCRIPCIÓN	APLICACIONES
CDMA/IS-95	2G	Acceso múltiple por división de código	Voz y datos hasta 14.4 Kbps
GSM	2G	Sistema Global para comunicaciones móviles	Voz y datos hasta 14.4 Kbps
GPRS	2.5G	Servicio General de paquete vía radio	Voz y datos hasta 48 Kbps
EDGE	2.75G	Ambiente de GSM mejorado en dato	Voz y datos hasta 240 Kbps
CDMA2000 1xRTT	2.75G	Primera Fase de CDMA	Voz y datos hasta 2.4 Mbps/164 Kbps (REV 0)
CDMA2000 1xEV-DO	3G	Canal separado para prestación de datos	Voz y datos hasta 384 Kbps – 2Mbps
UMTS(WCDMA)	3G	Servicio de Telecomunicaciones móvil universal	Voz y datos hasta 2Mbps
HSDPA	3.5G	Acceso de paquetes de bajada a alta velocidad	Datos hasta 14.4 Mbps
HSPA/HSUPA	3.75G	Acceso de paquetes de subida a alta velocidad	Datos hasta 5.6Mbps
HSPA+	3.9G	Evolución del HSPA	VozIP y datos entre 42Mbps – 11Mbps
LTE	4G	Long-Term Evolution	VozIP y datos entre 326 Mbps – 86Mbps
Wimax	4G	Red basada en OFDM	VozIP y datos hasta 75Mbps

14.02.04 WiFi (802.11a/b/g/n/ah/p)

Ampliamente utilizada en redes de uso doméstico y en los centros de control de tráfico dadas sus características de gran ancho de banda 10/100 Mbps, se enfoca en la transmisión de grandes volúmenes de datos, tiene un elevado consumo energético. Como puede evidenciarse existen varios tipos de wifi y a continuación se da la característica de cada uno. Estos estándares son reconocidos por el TC 204 de la ISO.

Tabla 39. Tecnologías Wifi ancho de banda y distancias de operación

ESTÁNDAR 802.11	BANDA DE FRECUENCIA	ANCHO DE BANDA	MÁXIMA VELOCIDAD DE DATOS	RANGO
A	5 GHz	22 MHz	54 Mbps	35 m
B	2.4 GHz	21 MHz	11 Mbps	35 m
G	2.4 GHz	23 MHz	54 Mbps	70 m
N	2.4 GHz/5GHz	24 MHz - 40 MHz	600 Mbps	70 m
Ah	900 MHz	1,2,4,6,8, 16 MHz	40Mbps	1Km
p	5.85-5.925 GHz	10 MHz	27 Mbps	móvil

14.02.05 Zigbee/Wirelesshtart

Estándar de comunicación inalámbrica, ampliamente utilizada para la conformación de redes de sensores debido a sus características de bajo consumo energético, escalabilidad, seguridad, gestión de datos. Además, el ámbito principal de Zigbee es la conformación de redes inalámbricas de área personal o WPAN (Wireless Personal Area Networks), capaces de ser desplegadas sobre esquemas orientados a la monitorización y control de variables a nivel industrial o esquemas de sistemas inteligentes de transporte (ITS). Su frecuencia de operación está en la banda ISM a 2.4 GHz con velocidades de transmisión de datos de 250 Kbps, su norma ante IEEE es 802.15.4.

Estas redes como son utilizadas para ser redes de sensores, incorporan a su esquema un enrutador especial, por ejemplo un dispositivo de función completa o FFD que se encarga de la función de enrutamiento entre nodos. En este mismo esquema también se haya el dispositivo de funciones reducidas o RFD (Reduced Funtion Device-RFD), en otros términos, es el dispositivo que normalmente posee la instrumentación necesaria para la medición de variables.

A continuación, se presentan algunas topologías que son usadas en las redes de sensores y que pueden ser utilizadas en el ámbito de los ITS, de hecho, es reconocida por el TC 204 de la ISO y hace parte del enfoque de internet de las cosas (IoT). En cuanto a Wireslesshart solo mencionar que las redes Zigbee utilizan por debajo el protocolo Hart para transmisión de información.

14.02.06 Bluetooth

Se comportan similarmente a la tecnología anterior (Zigbee), opera también en los 2.4GHZ y está enfocado a formar redes de área personal (WPAN). Estos dispositivos se agrupan en 4 clases y esto sucede por los límites de potencia que cada uno puede manejar. La norma internacional que lo acoge es IEEE 802.15.1 y se reconoce en el TC 204 de la ISO.

Tabla 40. Clases de potencia en dispositivos Bluetooth

CLASE	POTENCIA	ALCANCE APROXIMADO
1	100mW	100 m
2	2.5mW	5 – 10 m
3	1mW	1 m
4	0.5mW	0.5 m

La velocidad de transmisión de información de esta tecnología depende de la generación de Bluetooth así:

Tabla 41. Velocidades de transmisión de datos de Bluetooth

VERSIÓN	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE DATOS
1	720 Kbps
1.2	1 Mbps
2 + EDR(Enhanced Data Rate)	3 Mbps
3 + HS (High Speed)	24 Mbps
4	32 Mbps
5	50 Mbps

14.02.07 6LowPan/LoRa

Esta tecnología se basa en el estándar internacional IEEE 802.15.4, sin embargo, la diferencia con el expuesto anteriormente (Zigbee) es que los paquetes que se envían y reciben esta sobre el protocolo de comunicación IPV6, su ancho de banda es del 250 Kbps. El estándar es ideal para desplegar redes de sensores inalámbricos a muy baja potencia lo cual puede ser utilizado en proyectos ITS. Por otra parte, en cuanto a LoRa (Long Range) opera en las frecuencias de 169 MHz, 433MHz, 868 MHz y 915 MHz, esta tecnología opera en bajas potencias y cubre más de 10Km en áreas rurales con mínimos consumos de potencia. Esta Tecnología puede aportar mucho en el enfoque de ITS.

14.02.08 Otras tecnologías

A continuación, se presentan unas tecnologías que utilizan el espectro de FM (88 MHz – 108 MHz) para transmitir información.

14.02.08.01 Tecnologías de radio que apoyan los ITS para la provisión de servicios

Antes de comenzar a analizar tales tecnologías, es importante afirmar que en el contexto ITS, las centrales de información de tráfico utilizan un canal de comunicaciones especializado para los difundir los mensajes de tráfico llamado TMC (Traffic Message Channel- TMC).

A partir de lo anterior, al canal TMC lo apoyan tecnologías como el sistema analógico RDS (Radio Data System), utilizado ampliamente en Europa, el sistema Digital de difusión DAB (Digital Audio Broacasting), actualmente en desarrollo y la tecnología HD-RADIO (HD: Hybrid Digital).

A. Satélite

Es una tecnología que hace uso de satélites en el espacio exterior, orbitando alrededor de la tierra y que lleva la conexión a los lugares más remotos del planeta donde, no hay ni siquiera cobertura de microondas. El costo de esta tecnología es muy alto y depende también del tipo de satélite utilizado, por ejemplo de baja altura (LEO), de mediana altura (MEO), o de órbita geoestacionaria (GEO). Igualmente, y en cuanto a sistemas de posicionamiento Global (GPS) es importante tener en cuenta cuál es la red satelital que se va a utilizar por lo que debe analizarse que los chips utilizados para la recepción de señales soporten los diversos tipos de redes de GPS, es decir, GLONASS, Beidou, Galileo.

14.03 ESTÁNDARES INTERNACIONALES

A continuación, se presenta una tabla general para los esquemas de implementación de soluciones ITS.

Tabla 42. Normas a tener en cuenta en los esquemas de comunicación para el despliegue de soluciones ITS

ORGANISMO	NORMA / RECOMENDACIÓN	CONTENIDO
EIA	RS232C	Comunicación serial a baja distancia 15 m, máximo 30m
EIA/TIA	RS-422	Comunicación serial a 1200 m
EIA	RS485	Comunicación serial a 1200 m
EIA/TIA	568	Cableado estructurado
IEEE	802	Redes de área local
IEEE	802.3	Método de acceso al medio (CSMA/CD)
IEEE	1284	Comunicación paralela
UIT	V.92	Modems
AENOR	UNE-EN 50173	Cableado en sistemas de información
AENOR	UNE-EN 50174	Redes de cableado estructurado
CENELEC	EN 50170	Buses de campo industrial (profibus)
CENELEC	EN 61131-5	Comunicaciones en PLC (Controladores lógicos programables)
CENELEC	EN 61158-2	Vías de datos en los sistemas de control industrial
IEC	IEC 61158	Buses de campo Industriales (Profinet)

17.04 TOPOLOGÍA DE REDES

La topología de red es la disposición de una red de telecomunicaciones, incluyendo sus nodos y líneas de conexión. Se resalta el apartado de topología porque los elementos ITS en campo, deben ser desplegados de alguna forma, y esto, debe permitir la comunicación o consumo de servicios dependiendo de la disposición técnica que se utilice para el

despliegue de equipos ITS. Por tal razón, a continuación, se describen las topologías utilizadas para la definición de redes de telecomunicaciones:

Hay dos formas de definir la geometría de la red:

- **Topología física:** Diseño actual del medio de transmisión de la red.
- **Topología lógica:** Trayectoria lógica que una señal a su paso por los nodos de la red

14.04.01 Topología física

Las topologías físicas más comunes son a) Lineal, b) Bus, c) Radial, d) Jerárquica, e) Anillo, f) Malla, y g) Híbrida.

Cada topología física tiene fortalezas y debilidades que se deben analizar para plantear el desarrollo de las redes de telecomunicaciones de los ITS en carretera.

14.04.01.01 Topología física lineal

La topología física lineal es la más sencilla y posiblemente antigua y se compone de una serie de conexiones punto a punto.

Figura N°14.13 Topología física de red lineal



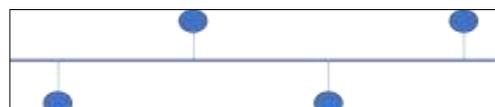
Figura N°14.14 Conexión física punto a punto



14.04.01.02 Topología física en bus

Una topología física en bus está caracterizada por una línea principal con dispositivos de red interconectados a lo largo de esa línea. Las redes en bus son consideradas como topologías físicas pasivas, dado que los periféricos "escuchan" al bus. Cuando éstas están listas para transmitir, se aseguran de que no haya nadie más transmitiendo en el bus, y entonces envían sus paquetes de información. Las redes en bus basadas en contención emplean típicamente una arquitectura Ethernet.

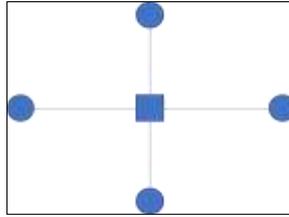
Figura N°14.15 Topología física de red en bus



14.04.01.03 Topología física radial (Topología física en estrella)

Una topología física radial, conecta todos los periféricos a un concentrador o central.

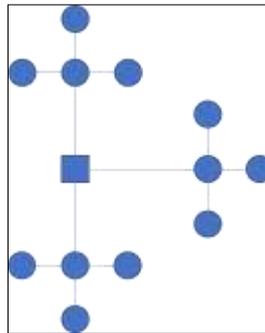
Figura N°14.16 Topología física de red radial



14.04.01.04 Topología física jerárquica

Una topología física jerárquica es una topología física radial extendida en múltiples niveles.

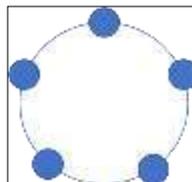
Figura N°14.17 Topología física de red jerárquica



14.04.01.05 Topología física en anillo

Una topología física en anillo conecta los periféricos, nodos y centrales uno tras otro en un anillo cerrado.

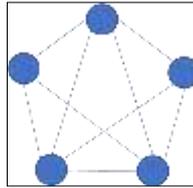
Figura N°14.18 Topología física de red en anillo



14.04.01.06 Topología física en malla

Una topología física en malla, o por su nombre en inglés red *mesh*, conecta los periféricos, nodos y centrales de manera redundante mediante una conexión todos con todos.

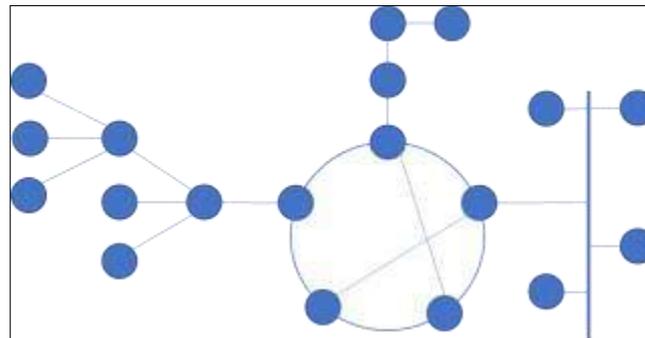
Figura N°14.19 Topología física de red en malla



14.04.01.07 Topología física híbrida

La topología física híbrida o topología mixta se compone de una multitud de diferentes topologías.

Figura N°14.20 Topología de red híbrida



14.04.02 Topología lógica

La topología lógica, que es la forma en que las máquinas se comunican a través del medio físico. Los dos tipos más comunes de topologías lógicas son:

Ethernet: Broadcast:

Token Ring: Transmission de tokens:

14.04.02.01 Topología lógica Ethernet

Es un estándar de redes de área local, LAN (Local Area Network), donde para que exista transmisión adecuada se requiere "Control de acceso al medio con detección de portadora" (CSMA/CD) y con detección de colisiones (CSMA/CD). Su nombre viene del concepto físico de ether. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3, siendo usualmente tomados como sinónimos. Se diferencian en uno de los campos de la trama de datos. Sin embargo, las tramas Ethernet e IEEE 802.3 pueden coexistir en la misma red.



14.04.02.02 Topología lógica Token Ring

Token Ring es una arquitectura de red desarrollada por IBM en los años 1970 con topología lógica en anillo y técnica de acceso de paso de testigo, usando un marco de 3 bytes llamado token que viaja alrededor del anillo. Token Ring se recoge en el estándar IEEE 802.5. En desuso por la popularización de Ethernet; actualmente no es empleada en diseños de redes.

14.05 PROTOCOLOS DE TELECOMUNICACIÓN

Es un conjunto de reglas normalizadas para la representación, señalización, autenticación y detección de errores necesario para enviar información a través de un canal de comunicación. Algunos protocolos de comunicación bastante extendidos en las redes son: FTP, HTTP, IPX/SPX, NFS, POP3, SCP, TCP/IP (IPV4/IPV6), NTCIP (SNMP, SMTP), OCIT, UTMC.

Todos los anteriores protocolos son de gran relevancia, sin embargo, se resalta a continuación el protocolo IP.

14.05.01 Protocolo IP

Está basado en datagramas, no es orientado a conexión, debe ser utilizado con TCP para que exista fiabilidad en la transmisión. En esencia, su principal orientación es la del uso bidireccional de comunicación entre origen y destino, utiliza conmutación de paquetes para la transmisión de información. De acuerdo con el Modelo OSI de redes, este protocolo pertenece la capa 3 (red) y 4 (Transporte).

14.05.02 Protocolos de comunicación en ITS

A continuación, se presentan algunos de los protocolos ITS más importantes utilizados en diversos equipos que se despliegan a lo largo de la infraestructura.

- **NTCIP:** National Transportation Communications for ITS Protocol
- **OCIT:** Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems
- **UMTC:** Urban Traffic Management and Control
- **DATEX II:** Data Exchange

14.05.02.01 NTCIP

Es un grupo de estándares diseñados e implementados para alcanzar la interoperabilidad e intercambiabilidad de información entre computadoras y equipos ITS que son implementados por varios fabricantes, tales equipos pertenecen al campo del control de tráfico (NTCIP, 2018).

NTCIP existe hace bastante tiempo y es utilizado en el despliegue de soluciones ITS. En Servicios ITS, por ejemplo, para geolocalizar los buses de un sistema de transporte público, es posible tener aplicaciones basadas en NTCIP que ayuden a generar información sobre las paradas del bus. Dado el desarrollo de protocolo recoge lo estipulado por los organismos que se listan a continuación:

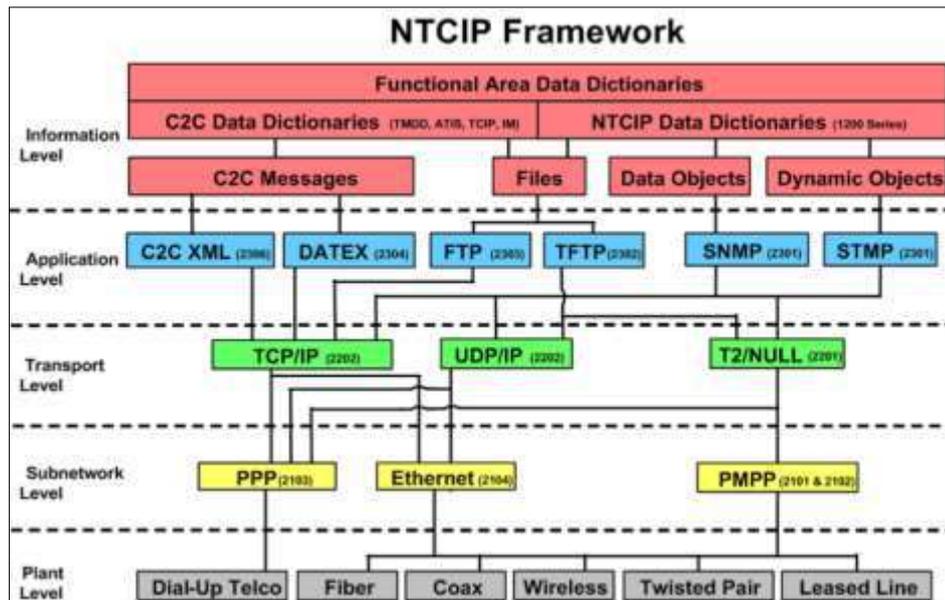
- **NEMA:** National Electrical Manufacturers Association
- **FHWA:** Federal Highway Administration
- **AASHTO:** American Association of State Highway and Transportation Officials
- **ITE:** Institute of Transportation Engineer

NTCIP recoge las siguientes áreas de trabajo:

Tabla 43. Áreas de trabajo del protocolo NTCIP

NTCIP	ÁREA DE TRABAJO
1202	Señales de Tráfico
1203	Paneles de Mensajería Variable
1204	Estaciones ambientales sensorizadas
1205	Circuitos cerrados de TV
1206	Estaciones de Conteo Vehicular
1207	Medidores de Rampas
1208	Suiches de Video
1209	Sistemas de sensores para el transporte
1210	Estaciones maestras de campo para semáforos
1211	Prioridad de tránsito en semáforos
1213	Luz de calle

El marco de referencia del protocolo NTCIP puede abordarse de acuerdo a sus niveles de la siguiente forma (Ver **Figura N°14.21**):

Figura N°14.21 Marco de referencia del protocolo NTCIP

De acuerdo a la imagen anterior, los niveles descritos permiten la definición de diferentes opciones de protocolos de telecomunicaciones dentro de su estructura de cinco (5) niveles así: a) Nivel de Información el cual define los tipos de datos en un lenguaje común; b) el nivel de Aplicación el cual define la gestión de redes; c) el nivel de Transporte el cual define el enrutamiento de las comunicaciones; d) el nivel de subred el cual define la interfaz física con el medio de comunicación; y e) el nivel de planta el cual define el tipo del canal de comunicación.

14.05.02.02 OCIT

Se emplea en sistemas semafóricos y en otros enfoques de ITS, tiene un protocolo propio denominado BTPPL (Basis Transport Paket Protokoll Layer). Posee algunas características de flexibilidad para los sistemas de control semafórico, aunque cuenta con limitaciones en el desarrollo para otros módulos de ITS. En esencia mediante el OCIT OutStations se estandarizan las interfaces entre el centro de control principal y los dispositivos de campo. En cuanto a OCIT C es utilizado en comunicaciones entre componentes centrales y sistemas. Acerca del Perfil OCIT-O el cual define las tecnologías de transmisión; el OCIT LED que se centra en la interfaz eléctrica entre el controlador semafórico y los módulos LED y, por último, el OCIT-O Car que está enfocado en las unidades al lado de la carretera (RSU) (OCIT, 2018).

Se resalta que todos estos protocolos deben analizarse muy bien en aras de que sean abiertos a diferentes fabricantes para alcanzar los factores clave que se han expuesto a lo largo de este Manual.



14.05.02.03 UMTC

Es la principal iniciativa del Reino Unido para el desarrollo abierto de ITS en áreas urbanas. Los sistemas UMTC están diseñados para permitir que las diferentes aplicaciones utilizadas en los sistemas modernos de gestión del tráfico se comuniquen y compartan información entre sí. Lo anterior, permite combinar datos previamente dispares de múltiples fuentes, como cámaras automáticas de reconocimiento de matrículas (ANPR), señales de mensajes variables (VMS), aparcamientos, señales de tráfico, estaciones de monitoreo de la calidad del aire y datos meteorológicos, en una consola central o base de datos. El foco principal del protocolo UMTC es maximizar el potencial de la red de carreteras para crear un sistema más robusto e inteligente que pueda usarse para cumplir con los requisitos de gestión actuales y futuros (UMTC, 2018).

14.05.02.04 DATEX II

Es el resultado de la propuesta del proyecto Easyway. DATEX II permite el intercambio de información entre las centrales de tráfico pertenecientes a los países miembros de la Unión Europea y está basado en tecnologías orientadas a servicios, se consolida con los estándares CEN 16157-X. La creación de este protocolo tiene su base es el estándar de tecnologías basadas en XML que de hecho desde el punto de vista de arquitectura ITS se refleja en estándares tales como ISO 24097, ISO 24531 que emplean servicios web.

CAPÍTULO 15 PERIFÉRICOS

15.01 DETECCIÓN DE VOLÚMENES DE TRÁFICO

15.01.01 Resumen

El conteo de tráfico es contar el número de vehículos que pasan por una vía, diferenciándolos por sentido de circulación, clase de vehículo, y período de tiempo.

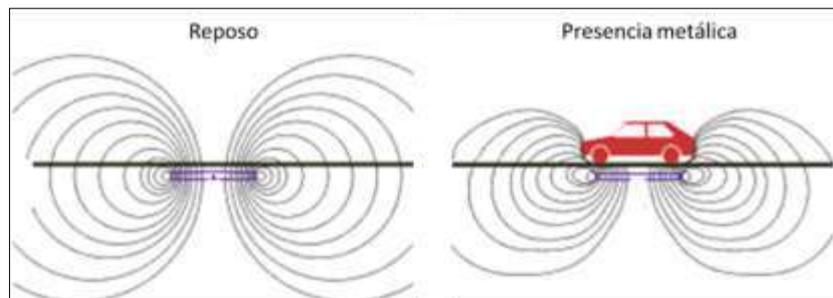
Tradicionalmente los conteos de tráfico se realizaban y se siguen realizando de manera manual, sin embargo, por razones logísticas y de costo los conteos solo son realizados de manera esporádica, no permitiendo una actuación en línea, para la cual se requieren datos de manera permanente e inmediata.

Los ITS surten esa necesidad a través de diferentes tecnologías invasivas y no invasivas.

15.01.02 Espiras electromagnéticas

Las espiras electromagnéticas son una tecnología invasiva para la detección de vehículos, aunque lo que detectan no son vehículos sino la presencia de objetos metálicos que se interpretan como vehículos.

Figura N°15.1 Campo electromagnético en situación de reposo y presencia metálica



La deformación del campo electromagnético que ocurre durante la presencia de objetos metálicos encima de la espira se manifiesta en cambios de intensidad y frecuencia que permiten llegar a conclusiones sobre el tamaño del objeto (vehículo).

Para la detección de diferentes tipos de vehículos se pueden realizar diferentes cortes y cableados:

Figura N°15.2 Corte y cableado de espira vehicular tradicional (Traffic Detector Handbook)

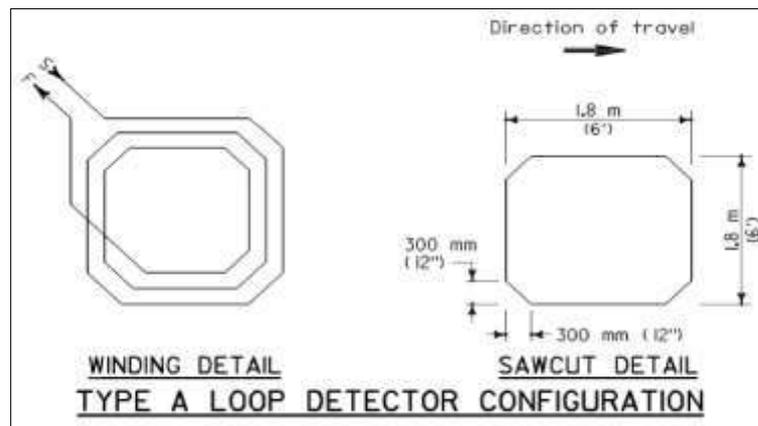


Figura N°15.3 Corte y cableado de espira para bicicletas (Traffic Detector Handbook)

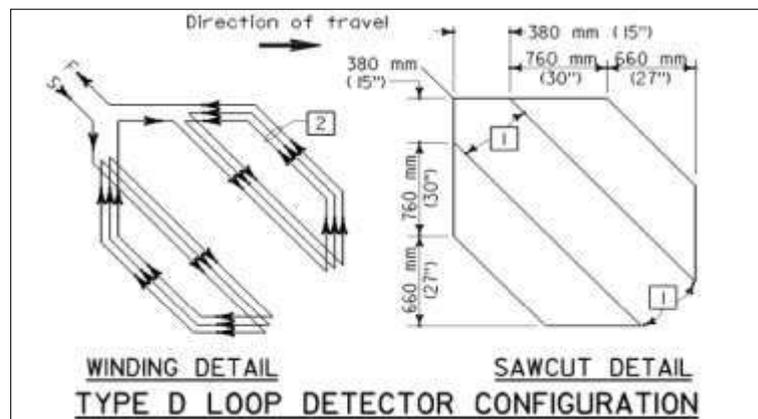
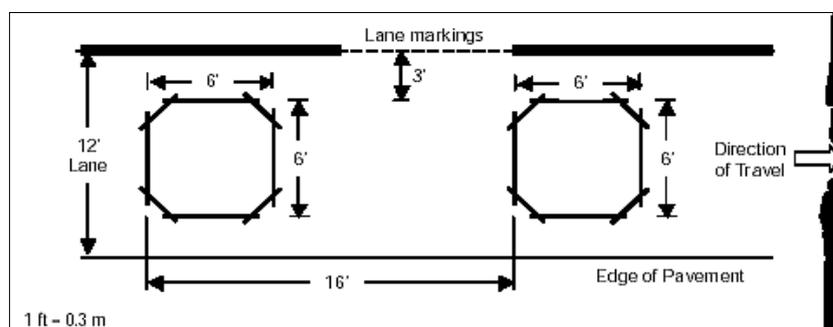


Figura N°15.4 Disposición de espiras para medición de velocidad (Traffic Detector Handbook)



15.01.03 Procesamiento de video

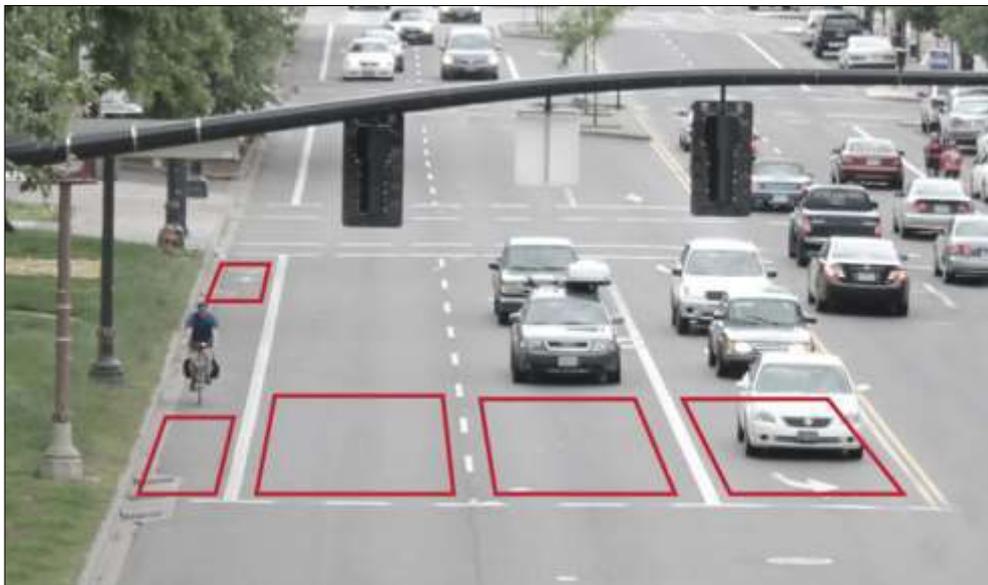
El procesamiento de imágenes de video es una tecnología no invasiva y actualmente la tecnología más popular para la detección de volúmenes de tráfico, dado que permite 1)

mejor clasificación de diferentes vehículos (por longitud) y 2) mayor exactitud en la medición de la velocidad de los vehículos.

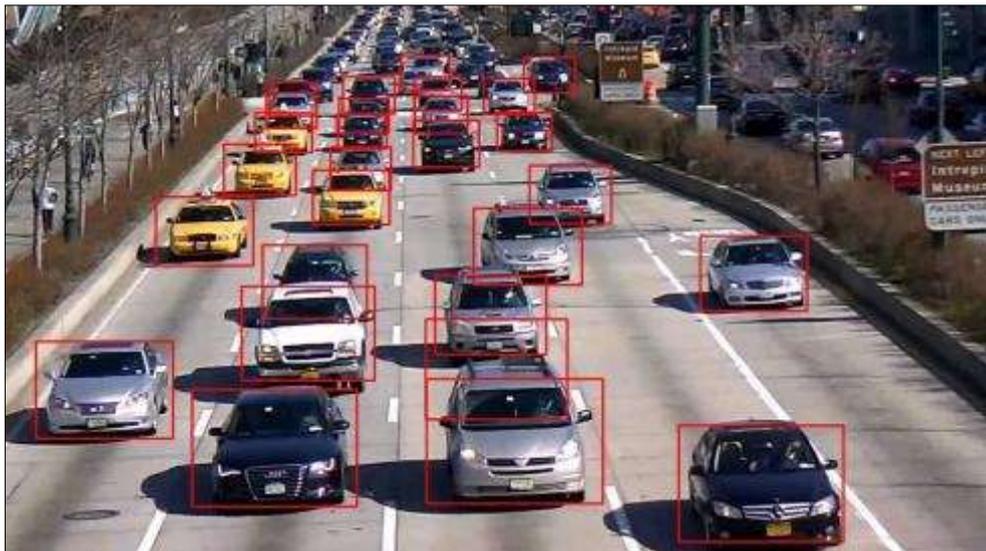
Aparte de eso permite la visualización de las condiciones de tráfico a través de la imagen de video captada, la cual se puede transmitir en vivo hacia el centro de control y operaciones.

El funcionamiento se basa en algoritmos de video analítica capaces de identificar vehículos en imágenes de video vivo bien sea de día como de noche. Las zonas de detección son dibujadas en la imagen de video y reemplazan las espiras electromagnéticas tradicionales.

Figura N°15.5 Ejemplo de espiras virtuales visibles en la imagen de video



Los Sistemas modernos ya no requieren la configuración de zonas de detección. Estos sistemas con alta capacidad de procesamiento y algoritmos inteligentes identifican cada vehículo de manera individual y realizan su seguimiento para la obtención de datos.

Figura N°15.6 Sistema de video detección con algoritmos inteligentes

15.01.04 Radar y microonda

Radar de microondas es una tecnología no invasiva y existen para 1) instalación frontal al tráfico y 2) instalación lateral al flujo de tráfico. El funcionamiento se basa sobre el análisis de las reflexiones de una onda de radar emitida hacia el tráfico e interpretando los resultados como vehículos de diferentes tamaños.

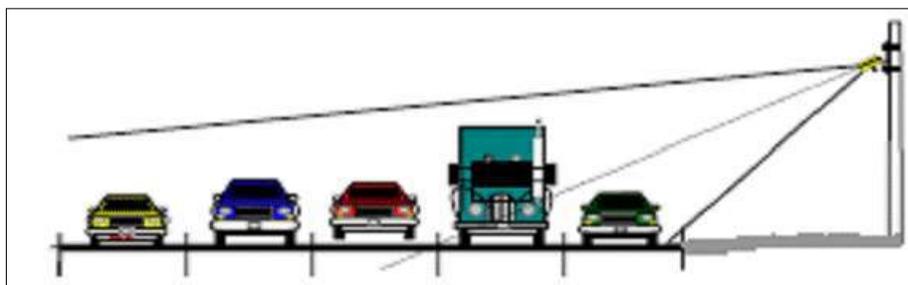
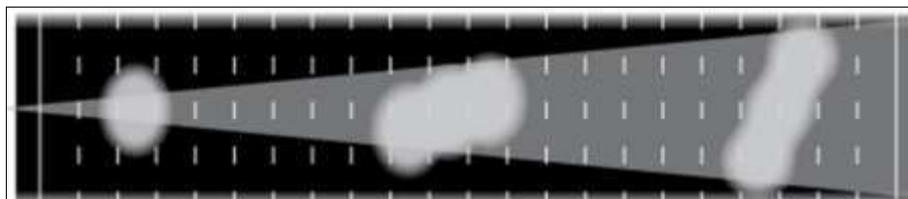
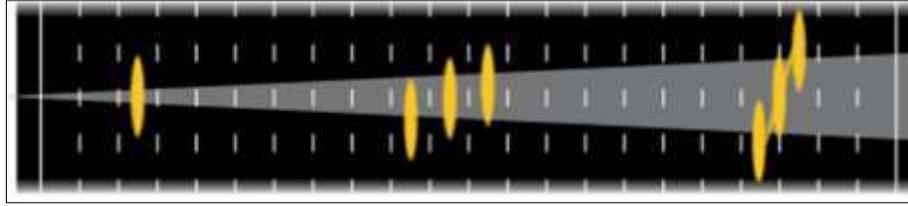
Figura N°15.7 Ejemplo de un radar de microonda de instalación lateral**Figura N°15.8 Ejemplo de reflexiones de radar microonda en baja resolución**

Figura N°15.9 Ejemplo de reflexiones de radar microonda en alta resolución



15.02 DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE PEATONES

La Detección Automática de Peatones (conocido en inglés como **Automated Pedestrian Detection**) surge como la necesidad de mejorar los servicios en los semáforos peatonales con botón de activación (Ver Figura N°18.10); de esta forma los peatones no necesitan presionar el botón de activación puesto que las diferentes tecnologías de detección automática de peatones se encargan de detectar la presencia del peatón, y de esta forma activar automáticamente luz verde para el peatón en el siguiente ciclo semafórico.

Recordemos que estas tecnologías se emplean para evitar dar paso peatonal cíclicamente a pesar de que no exista presencia peatonal, de esta forma al contar con un botón de activación manual o tecnología, los vehículos se detienen únicamente cuando es necesario hacerlo.

Figura N°15.10 Ejemplo de semáforo peatonal con botón de activación



Un detector de microondas genera un haz de energía a una frecuencia particular. La base para la detección es la capacidad del dispositivo para detectar una diferencia en las

frecuencias del haz de salida y el haz que se refleja hacia atrás (el efecto Doppler). El haz debe ser dirigido con precisión, especialmente cuando el tamaño del objeto a detectar (por ejemplo, un peatón) es significativamente menor que el de otros objetos en movimiento (por ejemplo, vehículos que pasan) (FHWA, 2001).

Las tecnologías infrarrojas ya están bien establecidas para la detección de peatones tanto en vehículos como fuera de carretera. Los ejemplos de lugares en los que se usa el infrarrojo para detectar la presencia de peatones incluyen supermercados, tiendas, bancos y entradas a otros edificios públicos. La eficiencia de los métodos de detección infrarroja puede degradarse si el objeto permanece quieto. Los dispositivos infrarrojos no pueden discriminar la dirección del movimiento de los peatones, ni pueden determinar la cantidad de objetos detectados (FHWA, 2001).

Los detectores de microondas e infrarrojos funcionan llamando a la señal de Caminar cuando una persona ingresa a la zona de detección en la acera. El tamaño y la forma de la zona de detección varía según el tipo de detector utilizado y cómo se coloca. Se puede incorporar un retraso para que las personas sean detectadas solo si permanecen dentro de la zona de detección por más de un tiempo mínimo. Tal demora ayudará a prevenir falsas actuaciones resultantes de personas que simplemente pasan por la zona de detección y no tienen la intención de cruzar la calle. Una discusión más detallada de tecnologías de detección alternativas se da en otra parte (Sherborne, 1992).

Figura N°15.11 Ejemplo de un sistema detector de microondas

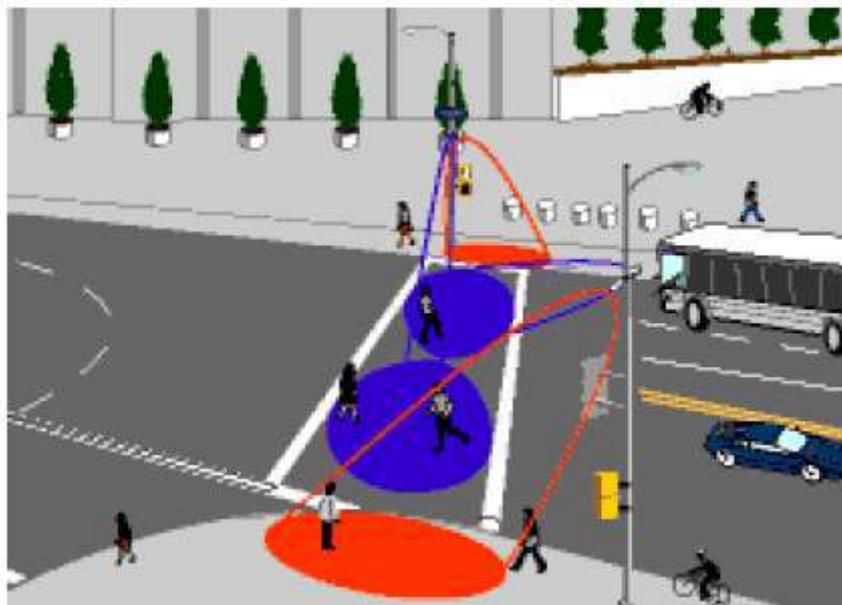


Figura N°15.12 Ejemplo de un sistema detector de infrarrojos.



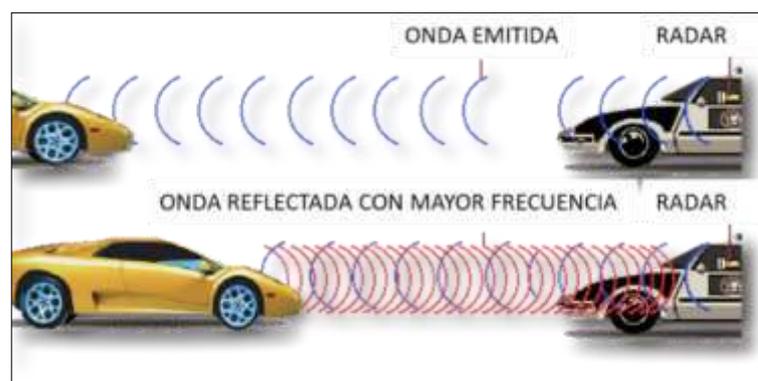
15.02 DETECCIÓN DE VELOCIDAD PUNTUAL

15.02.01 Radar Doppler

La detección puntual de velocidad mediante RADAR tipo DOPPLER se basa en la medición de la frecuencia de una onda reflejada por un vehículo en aproximación.

La diferencia entre la frecuencia de la onda emitida y la onda reflejada permite la determinación exacta de la velocidad del vehículo.

Figura N°15.13 Principio de medición de velocidad con RADAR DOPPLER



Hay sistemas fijos y móviles para la medición de velocidad con RADAR DOPPLER.

Figura N°15.14 Ejemplo de RADAR DOPPLER fijo



Figura N°15.15 Ejemplo de RADAR DOPPLER portátil



15.02.02 LIDAR

La medición de velocidad puntual con tecnología LIDAR permite la determinación de la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado. La distancia al objeto se determina midiendo el tiempo de retraso entre la emisión del pulso y su detección a través de la señal reflejada.

Inicialmente utilizado en la geología sísmica y física, la tecnología LIDAR hoy permite la más exacta medición de velocidad de vehículos.

Existen sistemas fijos y portátiles. Algunos sistemas fijos permiten la medición de vehículos de múltiples carriles en doble sentido.

Figura N°15.16 Ejemplo de LIDAR portátil



Figura N°15.17 Ejemplo de LIDAR fijo y camuflado

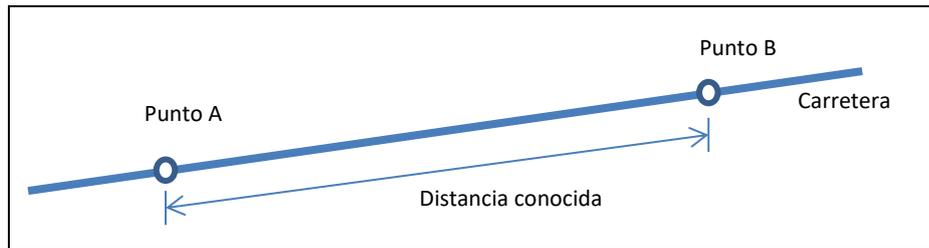


15.03 DETECCIÓN DE VELOCIDAD POR TRAMOS

A diferencia de la medición de velocidad puntual, la medición de velocidad por tramos requiere mínimo dos puntos de operación. Hay sistemas anónimos de muestreo y sistemas que permiten identificar cada vehículo a través de su matrícula.

En ambos casos la distancia entre los puntos de registro es conocida. Al comparar los registros de los puntos se determina la diferencia en tiempo en la cual una muestra fue captada y con ellos se calcula la velocidad.

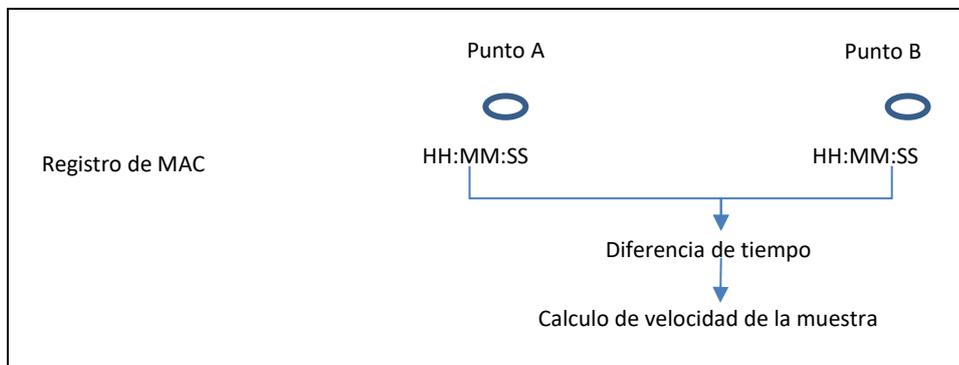
Figura N°15.18 Principio de medición de velocidad por tramo de carretera



15.03.01 Bluetooth

Los sensores Bluetooth realizan un muestreo, detectando e identificando la dirección MAC de los dispositivos Bluetooth que pasan por el área de cubrimiento de sus antenas.

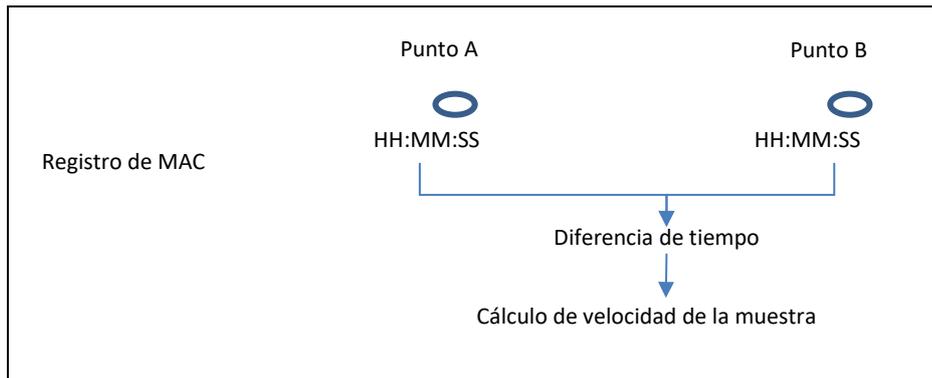
Figura N°15.19 Principio de medición de velocidad promedio con Bluetooth



Como no todos los vehículos tienen un dispositivo Bluetooth activo a bordo, solo se obtiene una muestra sin relación determinada con un vehículo.

15.03.02 WiFi

Los sensores WiFi trabajan por el mismo principio que los sensores Bluetooth y hacen un muestreo, detectando e identificando la dirección MAC de los dispositivos Bluetooth que pasan por el área de cubrimiento de sus antenas.

Figura N°15.20 Principio de medición de velocidad promedia con WiFi

Como no todos los vehículos tienen un dispositivo WiFi activo a bordo, solo se obtiene una muestra sin relación determinada con un vehículo.

15.03.03 LPR

Los sistemas de reconocimiento de matrículas, o LPR, registran todas las matrículas vehiculares que pasan por el área de visión de sus cámaras.

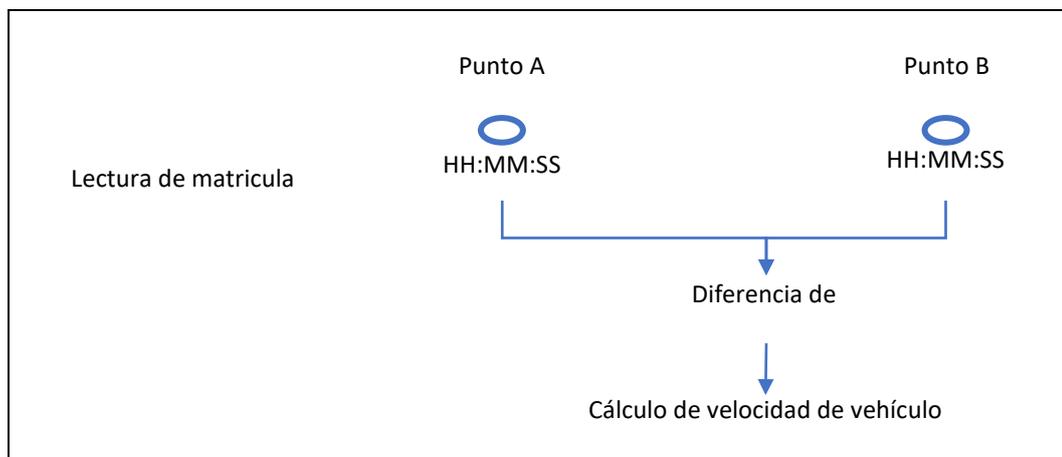
Figura N°15.21 Principio de medición de velocidad promedio con LPR

Figura N°15.22 Ejemplo de reconocimiento de matrículas en carretera



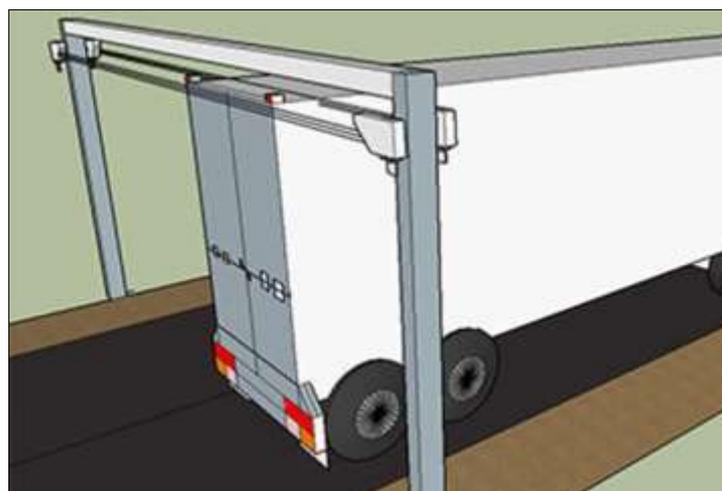
15.04 DETECCIÓN DE ALTURA

La detección de altura de vehículos es importante para la protección de estructuras e infraestructuras con limitaciones de altura. Un sistema de medición de altura se compone de 3 elementos básicos:

- Detección electrónica de sobre altura
- Alarma e información al conductor
- Limitación mecánica de altura

La detección electrónica de sobre altura utiliza un haz de luz laser a la altura máxima permitida.

Figura N°15.23 Detector de galibo electrónico



Para mitigar posibles alarmas falsas, se puede combinar la detección láser con detección de presencia vehicular en el punto de medición.

Al existir una violación de la altura máxima se generan tanto alarmas sonoras y visuales (paneles de mensaje variable) locales como en el centro de control y operaciones.

Figura N°15.24 Detector de galibo mecánico



15.05 SENSORES METEOROLÓGICOS

Las estaciones meteorológicas informan el estado actual climático en la vía. Dado la relación de las condiciones climáticas con las condiciones de la vía y con eso la seguridad operativa del tráfico en la vía, los sensores meteorológicos son claves para la detección temprana de condiciones adversas.

Figura N°15.25 Ejemplo de estación meteorológica



15.06 CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN

15.06.01 Generalidades

15.06.01.01 Descripción

Este sistema permite visualizar directamente el tránsito de la vía, monitoreando su estado en tiempo real, lo cual permite realizar una gestión eficiente del tránsito. A partir del monitoreo es posible minimizar el tiempo de respuesta ante cualquier emergencia o incidente, así como, reducir el posible impacto de dicho incidente sobre el resto de los usuarios de la vía.

15.06.01.02 Aplicación

Su aplicación principal es la del monitoreo y vigilancia del tránsito en tiempo real, en puntos sensibles a lo largo de la vía, para facilitar la toma de decisiones ante cualquier incidente o emergencia y reducir el impacto sobre los usuarios de la vía.

Las imágenes captadas por este sistema pueden ponerse a disposición del público, dependiendo del uso y naturaleza de la información.

Las cámaras de CCTV se instalan en sitios críticos como son las variantes, intersecciones, peajes, entradas y salidas de poblaciones, puntos negros en donde habitualmente ocurren accidentes.

15.06.01.03 Tecnologías

Se definen dos tecnologías dependiendo de los formatos de transmisión del vídeo:

- Cámaras analógicas
- Cámaras digitales / Cámaras IP

15.06.01.04 Actualidad

Hoy en día los sistemas CCTV que se implementan se basan en soluciones IP por los siguientes aspectos:

- **Accesibilidad remota:** facilidad para acceso remoto a las imágenes, permitiendo visualizar el video en vivo o grabado en cualquier momento y desde diferentes localizaciones, desde la red IP, red LAN o a través de Internet.
- **Alta calidad de imagen:** en un sistema IP completo, las imágenes tienden a conservar su calidad, mientras que en un sistema tradicional tienden a degradarse debido al conjunto de conversiones que tienen lugar en la red. Asimismo, es más fácil almacenar y recuperar las imágenes que en el caso de un sistema de video tradicional.
- **Gestión de eventos y vídeo inteligente:** las soluciones IP permiten implementar funcionalidades avanzadas mediante el procesamiento de imagen, como la identificación

de eventos y la grabación automática, gestión de alarmas, integración con eventos de otros sistemas de seguridad, etc.

- **Escalabilidad y flexibilidad:** las soluciones IP pueden crecer de forma sencilla según se requiera, incorporando en mayor medida cámaras IP, productos de vídeo, diferentes configuraciones de grabación y otros elementos sin que esto implique cambios significativos en la infraestructura de red. Así mismo, la distribución de los contenidos hacia diferentes destinos es más sencilla, dinámica y menos costosa.
- **Rentabilidad de la inversión:** un sistema de video IP puede aprovechar una infraestructura de red IP ya existente, e incluso simplificar la alimentación de las cámaras, alimentándolas con tecnología PoE, entre otros.

15.06.02 Cámaras fijas

Son cámaras cuya orientación, la distancia focal, enfoque y con eso área de visualización permanece sin cambio.

Aplicaciones típicas son:

- Lectura de matrículas en vía
- Control de perímetros y puntos de acceso
- Sensores de video detección

Las construcciones típicas son:

- Cámara fija sin carcasa externa
- Cámara fija con carcasa externa tipo de tubo
- Cámara fija tipo domo

Ejemplos:

Figura N°15.26 Camara fija sin carcasa externa



Figura N°15.27 Camara fija con carcasa externa tipo de tubo



Figura N°15.28 Camara fija tipo domo



15.06.03 Cámaras móviles

Son cámaras que permiten movimiento de la cámara en los tres ejes mediante un mecanismo PTZ y variación de la distancia focal y enfoque del lente.

15.06.04 LPR

Cámaras modernas permiten la lectura de matrículas de vehículos a altas velocidades. La particularidad de las cámaras LPR es que no solo hacen la adquisición de imágenes sino también el procesamiento de reconocimiento de matrículas. Para condiciones nocturnas, muchas de las caras LPR cuentan con potentes sistemas iluminación con LED infrarrojos.

Las LPR involucra capturar video o imágenes fotográficas de placas de licencia, mediante el cual son procesados por una serie de algoritmos que pueden proporcionar una conversión alfanumérica de las imágenes de matrículas capturadas en una entrada de texto.

Figura N°15.29 Ejemplo de cámara LPR

15.07 SEÑALES DE MENSAJERÍA VARIABLE

La señalización variable permite:

- **Informar** de condiciones y eventos en la vía de manera oportuna (Paneles de mensajera variable)
- **Manejar** el tráfico en condiciones especiales (Señales de velocidad variable)
- **Educar** a los conductores (Señales de retroalimentación a conductores)
-

15.07.01 Señales fijas

Las señales fijas están instaladas en estructuras laterales o pasacalles en un punto determinado de la carretera y existen en diferentes tamaños (acorde a la velocidad de la vía) y tipos (señales alfanuméricos, matriciales y combinados).

Las señales alfanuméricas solo permiten caracteres y números en áreas predeterminados mientras que las señales matriciales permiten caracteres, números y gráficos, muchas veces de diferentes colores.

Figura N°15.30 Ejemplo de panel de mensajería variable fijo alfanumérico



Figura N°15.31 Ejemplo de panel de mensajería variable fijo alfanumérico con elementos de señalización fija



Figura N°15.32 Ejemplo de panel de mensajería matricial



15.07.02 Señales móviles

A diferencia de las señales fijas, los móviles se pueden cambiar de localización en la vía a través de su montaje en un tráiler.

Figura N°15.33 Ejemplo de panel de mensajera variable móvil



15.07.03 Señales de velocidad variable

Las señales de velocidad variable permiten el despliegue de diferentes velocidades. Hay señales electromecánicas y electrónicas.

Figura N°18.34 Señal de velocidad variable electromecánica



Figura N°15.35 Señal de velocidad variable electrónica con advertencia intermitente

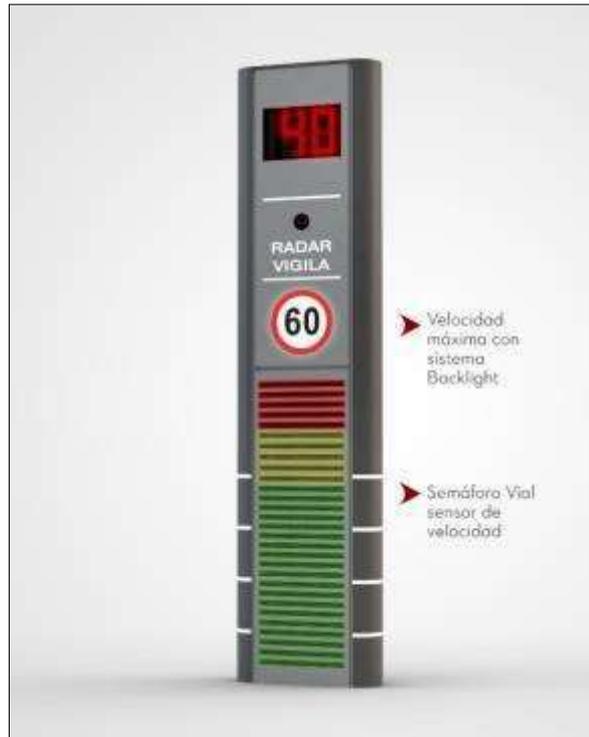


15.07.04 Señales de retroalimentación de conductores

Las señales de retroalimentación de conductores son educativas e informan y comparan la velocidad del vehículo en movimiento con la velocidad reglamentada en un punto crítico de la vía.

Figura N°15.36 Señal de retroalimentación de conductores con alimentación eléctrica solar



Figura N°15.37 Señal de retroalimentación de conductores con indicador grafico

15.08 TELEFONÍA SOS

La telefonía SOS es un sistema gratuito para realizar llamadas de emergencia en vía. Las llamadas permiten un contacto directo con el centro de control y operaciones desde donde se pueden realizar las acciones correspondientes a cada tipo de evento.

Figura N°15.38 Instrucciones de uso de teléfono SOS en dos idiomas

Figura N°15.39 Teléfono SOS en viaducto con alimentación eléctrica solar



15.09 ILUMINACIÓN

La iluminación es clave para la seguridad en carreteras en intercambiadores, puentes, túneles.

Figura N°15.40 Iluminación solar en el puente gran manglar



CAPÍTULO 16 PEAJES

16.01 PAGO MANUAL

El pago tradicional de peajes se realiza de manera manual. Sin embargo, toda la información de recaudo hoy día está siendo transmitido en tiempo real al CCO de peajes.

Figura N°16.1 Estación de peajes con carriles de cobro manual (en efectivo)



16.02 PAGO AUTOMÁTICO

En este apartado se presentan las tecnologías asociadas al servicio ITS relacionado con recaudo electrónico vehicular. En este sentido, uno de los servicios ITS a los que se le presta mayor atención por su importancia es a lo que se denomina peajes electrónicos. Este servicio tiene como fin mejorar la eficiencia en los pasos vehiculares por los emplazamientos de peajes, para ello se equipa uno o varios carriles de los peajes con antenas que sean capaces de energizar etiquetas de RFID dispuestas sobre los vehículos en su interior (los tag son instalados en los parabrisas de los vehículos). Por lo tanto, al enviar una señal desde la antena del peaje hacia el vehículo, el tag en el interior del vehículo se energiza y posteriormente, devuelve la información (placa, tipo de vehículo y el identificador del tag), con ello, en el centro de control se chequea el saldo de la etiqueta y si este está correcto el sistema responde adecuadamente, al hacer esto, la tranquera del peaje es levantada y se permite El Paso del vehículo. Normalmente, El Paso de los vehículos debe realizarse como máximo a 60 Km por hora. Las frecuencias de operación de estas antenas son de 915 MHz.

Figura N°16.2 Estación de peaje con pago automático



16.03 INTEROPERABILIDAD DE PEAJES

De acuerdo con lo descrito con anterioridad, los ITS deben cumplir con los factores clave, uno de ellos es interoperabilidad. En este sentido, el servicio ITS asociado a peajes electrónicos siempre se convierte en uno de los retos más importantes para un país, es decir, que se requiere equipar los vehículos con un único TAG, para que, al momento de pasar por los peajes del país, incluyendo los de las ciudades, sea posible levantar las tranqueras independientemente de la ubicación de los peajes. Lo que suele suceder en los países es que cada concesión crea su propia solución de peajes por lo que los TAG son únicos por concesión y esto hace que los usuarios posean incluso 3 o 4 TAG en el vehículo.

CAPÍTULO 17 PESAJES

Los sistemas de pesaje determinan el peso bruto y peso por eje de los vehículos de carga.

17.01 PESAJE ESTÁTICO

Otro de los servicios ITS de gran relevancia es la determinación del peso vehicular. Para ello, tecnológicamente se han dispuestos de algunos ITS que buscan como fin generar un ambiente de seguridad vial al momento de que un vehículo transite con un pesaje adecuado. Además, porque si no lo hace, el vehículo podrá generar desgastes fuertes en la vía y a su vez, esto deteriorará la infraestructura. Una de las formas de controlar más a fondo esto es cuando el vehículo se posa sobre una máquina de pesaje estático, allí, se obtiene la información del peso del vehículo y se toman acciones dependiendo de las normativas establecidas.

El pesaje estático pesa vehículos en una plataforma o multiplataforma. El vehículo debe estar totalmente detenido para ese tipo de medición.

Figura N°17.1 Ejemplo de pesaje estático



17.02 PESAJE DINÁMICO

Por otra parte, y siguiendo lo descrito anteriormente, existen soluciones ITS que también tienen que ver con el pesaje del vehículo, pero en estas, el vehículo no se detiene, a esto se le llama Weight In Motion (WIM). En estas soluciones son desplegados una serie de sensores en el emplazamiento del esquema de peajes sobre la vía y de acuerdo con otros sistemas que ayudan a controlar la velocidad del vehículo sobre el carril de pesaje es posible pesar el vehículo y así, tener la información para poder generar acciones frente a los resultados obtenidos.

Uno de los servicios que deben tenerse en cuenta ya sea usando básculas estáticas o básculas de peso en movimiento es que la información del peso puede ser enviada al esquema de peajes electrónicos y así, categorizar al vehículo adecuadamente para que pague las tarifas correspondientes. Esto último debe hacerse porque normalmente para

evitar pagar las tarifas adecuadas muchos conductores levantan los ejes de los camiones y con ello, no se tiene la información adecuada en los emplazamientos de peajes.

El pesaje dinámico pesa los vehículos, un eje a la vez mientras están en movimiento.

Figura N°17.2 Ejemplo de pesaje en movimiento

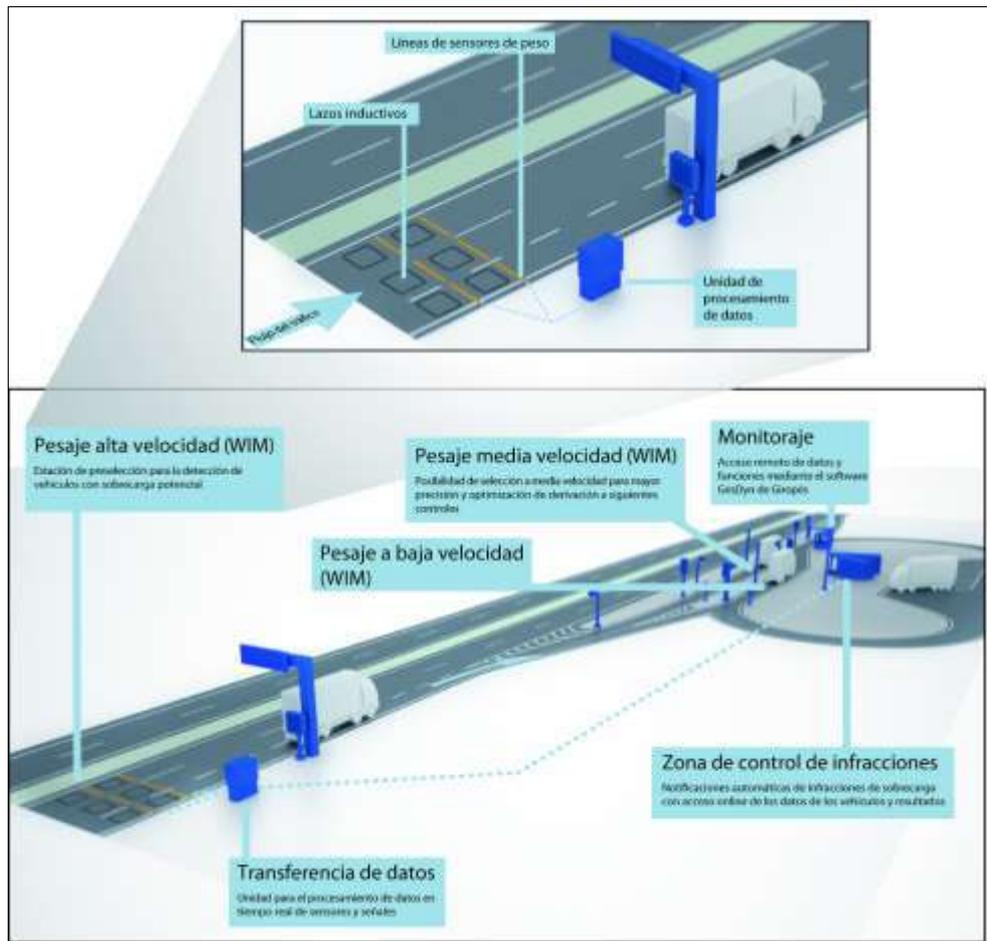


17.03 SISTEMAS CON PRESELECCIÓN

Los sistemas de pesaje de preselección están combinando:

- Pesaje en movimiento de alta velocidad (selección) con pesaje en movimiento de baja velocidad (penalización) o
- Pesaje en movimiento de alta velocidad (selección) con pesaje estática con detención total (penalización).

Figura N°17.3 Sistema de pesaje con preselección



ANEXOS

ANEXO I CASOS DE ESTUDIO

A continuación, se presentan dos casos de éxito de ITS que fueron casos de estudio en diversos países de Latinoamérica donde se evidencian los elementos nucleares de ITS.

1A CASOS DE ÉXITO DE ITS EN EL MUNDO

A continuación, se describen algunos casos de éxito de ITS que tienen afinidad con la prestación de servicios ITS, para ello, se tomó de base la guía de Sistemas Inteligentes de Transporte del Banco Interamericano de Desarrollo. En este sentido, se invita a las autoridades locales a que tengan planteamientos iniciales de acuerdo al estilo de información que aquí se incluye, todo esto, de tal forma que se cuente de forma general, con un resumen del proyecto de ITS a implementar.

País: Jamaica

Ámbito: Programa de Gestión del Tránsito Urbano para el Área Metropolitana de Kingston (AMK) en Jamaica

Antecedentes

Actualmente el AMK cuenta con sistemas de control de tráfico que funcionan de manera aislada, con controles manuales, tiempos fijos y sin sensores para detectar el estado del tráfico. Únicamente algunos dispositivos están conectados a un centro de control.

Retos

La falta de coordinación, comunicación y sincronización de 161 semáforos causa paradas innecesarias. Consecuentemente el flujo vehicular se comporta muy por debajo de la capacidad viaria, ocasionando externalidades negativas como mayor congestión, incrementos en tiempos de viaje, mayores consumos de combustible y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros contaminantes.

Beneficiario: Agencia Nacional de Obras

Descripción del estudio: Programa de Gestión del Tránsito Urbano para el Área Metropolitana de Kingston (AMK) en Jamaica.

Objetivo: Mejorar la eficiencia energética de la movilidad urbana del AMK, por medio de la implementación y operación de ITS de control de flujos de tránsito vehicular en diversos corredores, que permitan: coordinar los semáforos, mejorar la seguridad vial, cambiar el comportamiento de los conductores con información de tráfico en tiempo real y eficiente en la operación y mantenimiento del sistema.

Características: El estudio contempla la aplicación de ITS de semaforización inteligente y de información al usuario sobre el estado de la congestión y de las vías, así como

dispositivos electrónicos para mejorar la seguridad vial. La arquitectura del sistema contempla: (i) sistema integrado de telecomunicaciones basado en fibra óptica; (ii) centro de control del tránsito; (iii) red de sensores de tránsito; (iv) dispositivos de señalización variable; (v) cámaras de circuito cerrado de televisión (CCTV) para el monitoreo del tráfico; (vi) un software especializado de gestión y planeación del tráfico; (vii) paneles informativos; y (viii) fortalecimiento institucional.

Beneficio esperado: Reducción en tiempos de viaje (beneficio social), menor consumo de combustible, disminución en importaciones de energéticos (beneficios económicos), reducciones en las emisiones de GEI y mejoras en la calidad del aire (beneficios medioambientales).

Resultado: El estudio generó el modelo de intervención basado en ITS con las especificaciones técnicas y los análisis costo-beneficio. Por medio de una operación de préstamo aprobada en diciembre de 2016, se espera iniciar en la segunda mitad de 2017, la instalación del equipo tecnológico. **País:** Brasil

Ámbito del Proyecto: Diseño y arquitectura de ITS, Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Fortaleza en Brasil

Antecedentes

El municipio de Fortaleza presenta un alto nivel de penetración de ITS. Cuenta con un extenso sistema de fiscalización electrónica, circuito cerrado de televisión (CCTV) para monitoreo del tráfico, georreferenciación de la flota de transporte público y un Centro de Control Semafórico. Sin embargo, hay subutilización de la tecnología por factores como la carencia de capacidad técnica de los operadores. La ciudad requiere de una estrategia integral de ITS para su óptimo uso.

Beneficiarios: Contexto del estudio, Periodo de ejecución, Descripción del estudio, Secretaría de Conservación y Servicios Públicos, Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza, Autoridad Municipal de Tránsito y Ciudadanía, y Secretaría Municipal de Infraestructuras. El estudio formó parte de la operación del Plan de Movilidad Urbana Sostenible en Fortaleza de Febrero a Mayo de 2015.

Objetivo: Contratar un estudio que defina los requerimientos de los términos de referencia para la elaboración en el Plan Director de ITS (PDITS) del municipio de Fortaleza.

Características:

El estudio consistió de 3 fases:

- Caracterización y diagnóstico, que incluyó la caracterización regional y de tráfico, un mapeo de los diferentes actores involucrados, sus procesos, tecnologías y sistemas existentes, y requerimientos futuros en el corto, mediano y largo plazo;

- Definición de tecnologías, sistemas y arquitecturas de ITS a ser implementadas, que incluyó la definición de las tecnologías y los ITS a considerarse, indicadores de desempeño y requisitos técnicos y financieros para su implementación; y
- Definición de un modelo de gestión y gobernanza, que identificó los requerimientos para la gestión integrada de los sistemas a nivel municipal, estatal y federal, y su operación desde los órganos existentes o la necesidad de crear una nueva entidad operadora.

Resultado: El estudio brindó un entendimiento del contexto de utilización de los ITS en Fortaleza, sus tecnologías y de las entidades involucradas en su gestión y monitoreo. Asimismo, posibilitó la definición de los requisitos mínimos a ser considerados para la contratación del PDITS, como: tipo de tecnología, indicadores de desempeño, programas de inversión y modelo de gestión.

1B EJEMPLOS DE IMPLEMENTACIÓN CON REGISTRO FOTOGRÁFICO

1B.1 Control de dimensiones

Control de dimensiones en un puesto de pesajes de Ruta 1, salida de Montevideo, Uruguay.

Figura N°A01 Ejemplo de implementación control de dimensiones¹



1B.2 Estación de llamada de emergencia – ELE

Estación de llamada de emergencia en Concesión Costera en Unidad Funcional en Puerto Colombia, Colombia.

¹ Klaus Banse, Chía, Colombia

Figura N°A02 Ejemplo de implementación ELE²



1B.3 FITS / Panel de mensajería variable

FITS con panel de mensajería variable, medición de tráfico, CCTV, nodo de telecomunicaciones y respaldo energético en Concesión Costera en Unidad Funcional en Puerto Colombia, Colombia.

² ídem

Figura N°A03 Ejemplo de implementación FITS / Panel de mensajería variable³



1B.4 Iluminación interconectada

Iluminación tele gestionable en Concesión Costera Cartagena – Barranquilla en Puerto Salgar, Colombia.

Figura N°A04 Ejemplo de implementación iluminación interconectada



³ [www.http://server,rack.sg/](http://server,rack.sg/)

1B.5 Iluminación solar (no interconectada)

Iluminación solar tele gestionable en Concesión Costera Cartagena – Barranquilla en el Puento el Manglar en Cartagena, Colombia.

Figura N°A05 Ejemplo de implementación iluminación no interconectada⁴



1B.6 Panel de mensajera variable

Panel de mensajería variable en carretera de Denver, Colorado a Frisco, Colorado en los EE. UU.

Figura N°A06 Ejemplo de implementación panel de mensajería variable⁵



⁴ Esteban Huertas, Bogotá, Colombia

⁵ Klaus Banse, Chía, Colombia

1B.7 Peaje de flujo libre / Free Flow

Peaje de flujo libre en el EastLink de Melbourne, Australia.

Figura N°A07 Ejemplo de implementación peaje de flujo libre⁶



1B.8 Red de fibra óptica

Diseño de red de fibra óptica integrada para aplicaciones urbanas y carreteras de la región metropolitana de Kingston, Jamaica

Figura N°A08 Ejemplo de diseño de redes de fibra óptica



1B.9 Sensor Wi-Fi

Sensor Wi-Fi en carretera de Denver, Colorado a Frisco, Colorado en los EE. UU.

⁶ ídem

Figura N°A09 Ejemplo de implementación sensor WiFi⁷



⁷ ídem

ANEXO II DICCIONARIO ITS

El presente diccionario cubre el vocabulario específico que se encuentra a lo largo de las diferentes etapas de estudios, diseños, documentación y operación de un proyecto ITS en carretera.

2A ESPAÑOL – INGLÉS

	A	
4 etapas	:	4-Step
Accesibilidad	:	Accessibility
Acceso biométrico	:	Biometric access
Aceptación de calidad	:	Quality acceptance
Aceptación de configuración	:	Configuration and acceptance
Aceptación de fabricación	:	Factory acceptance test
Acompañamiento	:	Coaching
Actualización	:	Update
Acuerdo de licencia de usuario final	:	End user license agreement
Acuerdo de nivel de servicio	:	Service level agreement
Acuerdo multi fuente	:	Multi source agreement
Adaptador	:	Adaptor
Adjunto	:	Attachment
Administración del riesgo	:	Risk management
Administrador del riesgo	:	Risk manager
Administración, imprevistos, utilidad	:	Administration, unforeseen, utility
Administrador	:	Administrator
Agente	:	Agent
Alambre	:	Wire
Alámbrica	:	Wired
Alfanumérico	:	Alphanumeric
Algoritmo	:	Algorithm
Almacenamiento conectado a la red	:	Network-attached storage



Almacenamiento de la información:	:	Information storage
Ambiente de producción	:	Production environment
Ancho de banda	:	Bandwidth
Antena	:	Antenna
Aplicación	:	Application
Archivo	:	File
Archivos de control	:	Access file
Área de negocio	:	Business area
Área de servicio	:	Service station
Arquitectura	:	Architecture
Arquitectura abierta	:	Open architecture
Arquitectura de información	:	Information architecture
Arquitectura de negocios	:	Business architecture
Arquitectura de proyecto	:	Project architecture
Arquitectura de red	:	Network architecture
Arquitectura de sistemas	:	Systems architecture
Arquitectura física	:	Physical architecture
Arquitectura ITS	:	ITS Architecture
Arquitectura lógica	:	Logical architecture
Arquitectura nacional	:	National architecture
Arquitectura nacional ITS	:	National ITS architecture
Arquitectura regional	:	Regional architecture
Aseguramiento de calidad	:	Quality assurance
Asociación española de normalización y certificación	:	Spanish association for standardization and certification
Autómata	:	Programmable Logic Control
	B	
Oficina de Respaldo	:	Back office



Barrera	:	Barrier
Base de datos	:	Data base
Base de datos relacional	:	Relational data base
Bastidor	:	Rack
Batería	:	Battery
Batería de litio	:	Lithium battery
Batería de plomo	:	Lead battery
Beneficio	:	Benefit
Brazo de cámara	:	Camera arm
Buscador	:	Search engine
		C
Cable	:	Cable
Cable de fibra óptica	:	Fiber optical cable
Cableado	:	Wiring
Cableado eléctrico	:	Electrical wiring
Cableado estructurado	:	Structured cabling
Cableado óptico	:	Optical wiring
Caja de herramientas	:	Toolbox
Calculo	:	Calculation
Calibración	:	Calibration
Cámara	:	Camera
Cámara de reconocimiento de matricula	:	License plate recognition camera
Cámara domo	:	Dome camera
Cámara fija	:	Fix mount camera
Cámara IP	:	IP Camera
Cámara móvil	:	PTZ camera
Cámara ojo de pescado	:	Fisheye camera
Cámara PTZ	:	PTZ Camera



Capa	:	Layer
Capa de aplicación	:	Application layer
Capa de enlace de datos	:	Data link layer
Capa de presentación	:	Presentation layer
Capa de red	:	Network layer
Capa de sesión	:	Session layer
Capa de transporte	:	Transport layer
Capa física	:	Physical layer
Capa lógica	:	Logical layer
Capa OSI	:	OSI layer
Carro canasta	:	Lift truck
Caseta de peaje	:	Toll booth
Celular	:	Cell phone
Centro de control y operaciones	:	Control and operations center
Ciclo de vida de un sistema	:	Life cycle model
Circuito cerrado de televisión	:	Closed circuit television
Ciudad Inteligente	:	Smart City
Cliente	:	Client
Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información	:	American Standard Code for Information Interchange
Código fuente	:	Source code
Código objeto	:	Object code
Como construido	:	As built
Competencias	:	Competences
Compilador	:	Compiler
Computadora aislada	:	Stand-alone computer
Computadora central	:	Mainframe
Computadora personal	:	Personal computer
Computadora portátil	:	Laptop computer



Comunicaciones nacionales de transporte para el protocolo del sistema de transporte inteligente	:	National transportation communications for intelligent transportation system protocol
Conector	:	Connector
Conector hembra	:	Female connector
Conector macho	:	Male connector
Configuración	:	Setup
Conjunto de medios y formatos	:	Common gateway interface
Conmutador	:	Switch
Conmutador central	:	Core switch
Conmutador ethernet	:	Ethernet switch
Control	:	Control
Control central	:	Central control
Control de acceso	:	Access control
Control de galibo	:	Height control
Control de velocidad	:	Speed control
Control remoto	:	Remote control
Controlador de carga solar	:	Solar charge controller
Convertor análogo digital	:	Analog digital converter
Corrección	:	Correction
Corrección de errores	:	Error correction
Cortafuegos	:	Firewall
Costo	:	Cost
Critico	:	Critical
Cuello de botella	:	Bottleneck
	D	
Débil	:	Weak
Degradación en gracia	:	Graceful degradation



Depurador	:	Debugger
Desempeño	:	Performance
Detección y medición de distancias por radio	:	Radio detection and ranging
Determinación de distancia desde un emisor láser mediante luz pulsada	:	Light detection and ranging
Diccionario de datos	:	Data dictionary
Diodo emisor de luz	:	Light-emitting diode
Diseño	:	Design
Diseño conceptual	:	Conceptual design
Diseño de licitación	:	Bidding design
Diseño tolerante a fallas	:	Fault-tolerant design
Disponibilidad	:	Availability
	E	
Emulador	:	Emulator
Energía solar	:	Solar energy
Enlace	:	Link
Enrutador	:	Router
Ensamblador	:	Assembler
Entre lacado	:	Interlace
Entrenamiento	:	Training
Envejecimiento de datos	:	Data aging
Ergonomía	:	Ergonomics
Error	:	Error
Error de sistema	:	Systems error
Escala	:	Scale
Escaneo progresivo	:	Progressive scan
Estabilización	:	stabilization



Estabilización de sistema	:	Systems Stabilization
Estación de peaje	:	Toll plaza
Estación de pesaje	:	Weighing station
Estación de trabajo	:	Workstation
Estación meteorológica	:	Weather station
Estimativo de ingeniero	:	Engineer estimate
Estudio	:	Study
Estudio de factibilidad	:	Feasibility study
Estudio de prefactibilidad	:	Pre-feasibility study
Etiqueta RFID	:	RFID tag
Evaluación del riesgo	:	Risk assessment
	F	
Falla	:	Failure
Fibra óptica	:	Fiber optics
Fidelidad inalámbrica	:	Wireless fidelity
Fin del tiempo de vida operacional	:	End of operational life
Fiscalización	:	Enforcement
Fiscalización de velocidad	:	Speed enforcement
Flujo de tráfico	:	Traffic flow
Formato de archivo de imagen etiquetado	:	Tagged image file format
Formato de Documento Portable	:	Portable document format
Formato de gráficos intercambiable	:	Graphics interchange format
Formato de intercambio de archivos JPEG	:	JPEG file interchange format
Foro de interfaz de video de red abierta	:	Open network video interface forum
Fotometría	:	Photometry
Frecuencia	:	Frequency
Frecuencia de actualización	:	Refresh rate
Frecuencia de red	:	Network frequency



Fuerte	:	Strong
Función	:	Function
Funcionalidad	:	Functionality
		G
Gastos de capital	:	Capital expenditure
Gastos operativos	:	Operational expenditure
Generador de energía	:	Power generator
Gerente de operaciones	:	Operations manager
Gestion	:	Management
Gestion remota	:	Remote management
Grabadora de video en red	:	Network video recorder
Gráficos de red portátiles	:	Portable network graphics
Grúa	:	Crane
		H
Hardware como servicio	:	Hardware as a service
Herramienta	:	Tool
Hibrido	:	Hybrid
Homogeneidad	:	Homogeneity
Hora	:	Hour
		I
Icono	:	Icon
Identificación por radiofrecuencia	:	Radio frequency identification
Iluminación	:	Public lighting
Impresora	:	Printer
Inalámbrico	:	Wireless
Incidente	:	Incident



Indicador	:	Indicator
Infraestructura informática nacional	:	National information technology infrastructure
Inicio del tiempo de vida operacional	:	Beginning of operational life
Instituto americano de estándares nacionales	:	American national standards institute
Inteligencia artificial	:	Artificial intelligence
Interfaz de usuario	:	User interface
Interfaz grafica de usuarios	:	Graphical user interface
Interfaz	:	Interface
Interfaz de programación de aplicaciones	:	Application programming interface
Internet	:	Internet
Internet de las cosas	:	Internet of things
Interoperación	:	Interoperation
Interoperación de peajes	:	Toll system interoperation
Intranet	:	Intranet
Inversor solar	:	Solar inverter
ITS como servicio	:	ITS as a service
	K	
Kit de desarrollo de software	:	Software development kit
	L	
Licencia	:	License
Licencia de prueba	:	Test license
Licencia temporal	:	Temporary license
Línea de código	:	Code line
Lógica	:	Logic



	M	
Macro datos	:	Big Data
Macroscópico	:	Macroscopic
Manejo de incidente	:	Incident management
Mantenimiento	:	Maintenance
Mantenimiento correctivo	:	Corrective maintenance
Mantenimiento de licencia	:	Software maintenance
Mantenimiento preventivo	:	Preventive maintenance
Mantenimiento programado	:	Standard maintenance
Mantenimiento remoto	:	Remote maintenance
Manual de mantenimiento	:	Maintenance manual
Manual de operación	:	Operations manual
Manual de servicio	:	Service manual
Mapa de bits	:	Bitmap
Marco de referencia	:	Framework
Matriz energética	:	Energy matrix
Mejoramiento	:	Upgrade
Memoria	:	Memory
Memoria de acceso aleatorio	:	Random access memory
Memoria de la computadora	:	Computer memory
Memoria de sólo lectura	:	Read only memory
Memoria flash	:	Flash memory
Mesoscópico	:	Mesosopic
Microonda	:	Microwave
Microscópico	:	Microscopic
Minuto	:	Minute
Modelo	:	Model
Modelo 4 etapas	:	4-step model



Modelo de interconexión de sistemas abierto	:	Open systems interconnection model
Modelo de referencia	:	Reference model
Modelo de simulación	:	Simulation model
Modelo dinámico	:	Dynamic model
Modelo estático	:	Static model
Modelo híbrido	:	Hybrid model
Modelo macroscópico	:	Macroscopic model
Modelo mesoscópico	:	Mesoscopic model
Modelo microscópico	:	Microscopic model
Modelo multinivel	:	Multilevel model
Modelo OSI	:	OSI model
Monitor	:	Display
Monitor táctil	:	Tactile display
Movilidad	:	Mobility
Multinivel	:	Multilevel
	N	
Navegador	:	Browser
Nodo	:	Node
Nodo de borde	:	Edge node
Nodo de comunicaciones	:	Communications node
Norma	:	Standard
Norma ISO	:	ISO standard
	O	
Operación	:	Operation
Operador(a)	:	Operator
Organigrama	:	Organization chart



Organización internacional para la estandarización	:	International organization for standardization
	P	
Panel de mensajería variable	:	Variable Message Sign
Panel solar	:	Solar panel
Pantalla	:	Monitor
Pared de video	:	Video wall
Paridad	:	Parity
Peaje	:	Toll
Peaje electrónico	:	Electronic toll collection
Perpetuidad	:	Perpetuity
Pesa estática	:	Static scale
Pesa punitiva	:	Punitive scale
Pesaje en movimiento	:	Weigh in motion
Peso bruto	:	Gross weight
Peso por eje	:	Axle weight
Plan de contingencia	:	Contingency plan
Plan de manejo de trafico	:	Traffic management plan
Plotter	:	Plotter
Poste	:	Pole
Poste de iluminación	:	Lighting pole
Preselección	:	Preselection
Procedimiento de mantenimiento	:	Maintenance procedure
Procedimiento de operación estándar	:	Standard operation procedure
Procesador	:	Processor
Progresivo	:	Progressive
Protección	:	Protection
Protección contra sobrecarga	:	Surge protection



Protocolo	:	Protocol
Protocolo de comunicaciones	:	Communications protocol
Protocolo de control de transmisión	:	Transmission control protocol
Protocolo de internet	:	Internet protocol
Protocolo de pruebas	:	Test protocol
Protocolo de pruebas y aceptación	:	Test and acceptance protocol
Protocolo de resolución de direcciones	:	Address resolution protocol
Protocolo de transferencia de hipertexto	:	Hypertext transfer protocol
Protocolo Simple de Manejo de Red	:	Simple network management protocol
Proyección	:	Projection
Prueba de aceptación del sitio	:	Site acceptance test
Pruebas	:	Testing
Pruebas de aceptación del usuario	:	User acceptance testing
Pruebas de integración de sistemas	:	Systems integration testing
Punto de equilibrio	:	Breakeven point
	R	
Radar	:	Radar
Radiación solar	:	Solar radiation
RAM de video	:	Video RAM
Ratón	:	Mouse
Rayo laser	:	Laser beam
Recaudo manual de peaje	:	Manual toll collection
Reconocimiento de matricula	:	License plate recognition
Reconocimiento óptico de caracteres	:	Optical character recognition
Red de área amplia	:	Wide area network
Red de área de almacenamiento	:	Storage area network
Red de área local	:	Local area network
Red digital de servicios integrados	:	Integrated Services Data Network



Red mundial de datos	:	World wide web
Redundancia	:	Redundancy
Referencia	:	Reference
Regulación	:	Regulation
Relación	:	Ratio
Relación beneficio costo	:	Benefit cost ratio
Relación costo beneficio	:	Cost benefit ratio
Remoto	:	Remote
Reparación	:	Repair
Resultado	:	Result
		S
Escáner	:	Scanner
Segundo	:	Second
Seguridad informática	:	Information security
Señal de retroalimentación del conductor	:	Driver feedback sign
Señal de Velocidad Variable	:	Variable Speed Sign
Sensor	:	Sensor
Sensor Bluetooth	:	Bluetooth sensor
Sensor de espira	:	Loop detector
Sensor de microonda	:	Microwave sensor
Sensor de tiras	:	Strip sensor
Sensor de video detección	:	Video detector
Sensor infrarrojo	:	Infrared sensor
Sensor WiFi	:	WiFi sensor
Servicio	:	Services
Servicio ITS	:	ITS services
Servicio web	:	Web service
Servidor	:	Server



Simulación	:	Simulation
Sintaxis	:	Syntax
Sistema	:	System
Sistema básico de entrada-salida	:	Basic input output system
sistema computarizado de intercambio de datos entre un grupo de personas	:	Bulletin board system
Sistema de alimentación ininterrumpida	:	Uninterrupted power system
Sistema de expertos	:	Expert systems
Sistema de nombres de dominio	:	Domain name system
Sistema de pesaje	:	Weighing system
Sistema global para comunicaciones móviles	:	Global system for mobile communications
Sistema Inteligente de Transporte	:	Intelligent Transportation System
Sistema operativo	:	Operating system
Sistemas de supervisión adquisición de datos	:	Supervisory control and data acquisition
Sobrecarga eléctrica	:	Electrical overload
Sobredimensión	:	Oversize
Sobrepeso	:	Overweight
Software como servicio	:	Software as a service
Soporte lógico	:	Software
Soporte lógico inalterable	:	Firmware
	T	
Tableta	:	Tablet computer
Tarjeta SD	:	SD card
Teclado	:	Keyboard
Teclado, video & ratón	:	Keyboard, video & mouse
Telecomunicaciones	:	Telecommunications
Televisión de alta definición	:	High definition television



Temporal	:	Temporary
Terminal	:	Terminal
TI como servicio	:	IT as a service
Tiempo	:	Time
Tiempo medio entre fallos	:	Mean time between failure
tiempo promedio para reparar	:	Mean time to repair
Tolerancia	:	Tolerance
Tolerancia a fallas	:	Fault-tolerance
Tolerancia a fallos	:	Fault tolerance
Toma de radio	:	Radio jack
Transceptor conectable de factor de forma pequeño	:	Small form-factor pluggable transceiver
	U	
Unión internacional de telecomunicaciones	:	International telecommunications union
Usuario	:	User
Usuario final	:	End user
	V	
Validación	:	Validation
Valor predeterminado	:	Default
Vehículo a dispositivo	:	Vehicle to device
Vehículo a infraestructura	:	Vehicle to infrastructure
Vehículo a red eléctrica	:	Vehicle to grid
Vehículo a vehículo	:	Vehicle to vehicle
Velocidad	:	Speed
Velocidad de procesador	:	Processor speed
Velocidad de reloj	:	Clock speed



Velocidad media	:	Mean speed
Velocidad puntual	:	Spot speed
Vida operacional	:	Operational life
Vida útil	:	Service life
Voladizo	:	Cantilever

2B INGLÉS – ESPAÑOL

	4	
4-Step	:	4 etapas
4-step model	:	Modelo 4 etapas
	A	
Access control	:	Control de acceso
Access file	:	Archivos de control
Accessibility	:	Accesibilidad
Adaptor	:	Adaptador
Address resolution protocol	:	Protocolo de resolución de direcciones
Administration, unforeseen, utility	:	Administración, imprevistos, utilidad
Administrator	:	Administrador
Agent	:	Agente
Algorithm	:	Algoritmo
Alphanumeric	:	Alfanumérico
American national standards institute	:	Instituto americano de estándares nacionales
American Standard Code for Information Interchange	:	Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información
Analog digital converter	:	Convertor análogo digital
Antenna	:	Antena



Application	:	Aplicación
Application layer	:	Capa de aplicación
Application programming interface	:	Interfaz de programación de aplicaciones
Architecture	:	Arquitectura
Artificial intelligence	:	Inteligencia artificial
As built	:	Como construido
Assembler	:	Ensamblador
Attachment	:	Adjunto
Availability	:	Disponibilidad
Axle weight	:	Peso por eje
		B
Back office	:	Oficina de Respaldo
Bandwidth	:	Ancho de banda
Barrier	:	Barrera
Basic input output system	:	Sistema básico de entrada-salida
Battery	:	Batería
Beginning of operational life	:	Inicio del tiempo de vida operacional
Benefit	:	Beneficio
Benefit cost ratio	:	Relación beneficio costo
Bidding design	:	Diseño de licitación
Big Data	:	Macro datos
Biometric access	:	Acceso biométrico
Bitmap	:	Mapa de bits
Bluetooth sensor	:	Sensor Bluetooth
Bottleneck	:	Cuello de botella
Breakeven point	:	Punto de equilibrio
Browser	:	Navegador



Bulletin board system	:	sistema computarizado de intercambio de datos entre un grupo de personas
Business architecture	:	Arquitectura de negocios
Business area	:	Área de negocio
	C	
Cable	:	Cable
Calculation	:	Calculo
Calibration	:	Calibración
Camera	:	Cámara
Camera arm	:	Brazo de cámara
Cantilever	:	Voladizo
Capital expenditure	:	Gastos de capital
Cell phone	:	Celular
Central control	:	Control central
Client	:	Cliente
Clock speed	:	Velocidad de reloj
Closed circuit television	:	Circuito cerrado de televisión
Coaching	:	Acompañamiento
Code line	:	Línea de código
Common gateway interface	:	Conjunto de medios y formatos
Communications node	:	Nodo de comunicaciones
Communications protocol	:	Protocolo de comunicaciones
Competences	:	Competencias
Compiler	:	Compilador
Computer memory	:	Memoria de la computadora
Conceptual design	:	Diseño conceptual
Configuration and acceptance	:	Aceptación de configuración
Connector	:	Conector



Contingency plan	:	Plan de contingencia
Control	:	Control
Control and operations center	:	Centro de control y operaciones
Core switch	:	Conmutador central
Correction	:	Corrección
Corrective maintenance	:	Mantenimiento correctivo
Cost	:	Costo
Cost benefit ratio	:	Relación costo beneficio
Crane	:	Grúa
Critical	:	Critico
		D
Data aging	:	Envejecimiento de datos
Data base	:	Base de datos
Data dictionary	:	Diccionario de datos
Data link layer	:	Capa de enlace de datos
Debugger	:	Depurador
Default	:	Valor predeterminado
Design	:	Diseño
Display	:	Monitor
Domain name system	:	Sistema de nombres de dominio
Dome camera	:	Cámara domo
Driver feedback sign	:	Señal de retroalimentación del conductor
Dynamic model	:	Modelo dinámico
		E
Edge node	:	Nodo de borde
Electrical overload	:	Sobrecarga eléctrica
Electrical wiring	:	Cableado eléctrico



Electronic toll collection	:	Peaje electrónico
Emulator	:	Emulador
End of operational life	:	Fin del tiempo de vida operacional
End user	:	Usuario final
End user license agreement	:	Acuerdo de licencia de usuario final
Energy matrix	:	Matriz energética
Enforcement	:	Fiscalización
Engineer estimate	:	Estimativo de ingeniero
Ergonomics	:	Ergonomía
Error	:	Error
Error correction	:	Corrección de errores
Ethernet switch	:	Conmutador ethernet
Expert systems	:	Sistema de expertos
		F
Factory acceptance test	:	Aceptación de fabricación
Failure	:	Falla
Fault tolerance	:	Tolerancia a fallos
Fault-tolerance	:	Tolerancia a fallas
Fault-tolerant design	:	Diseño tolerante a fallas
Feasibility study	:	Estudio de factibilidad
Female connector	:	Conector hembra
Fiber optical cable	:	Cable de fibra óptica
Fiber optics	:	Fibra óptica
File	:	Archivo
Firewall	:	Cortafuegos
Firmware	:	Soporte lógico inalterable
Fisheye camera	:	Cámara ojo de pescado
Fix mount camera	:	Cámara fija



Flash memory	:	Memoria flash
Framework	:	Marco de referencia
Frequency	:	Frecuencia
Function	:	Función
Functionality	:	Funcionalidad
		G
Global system for mobile communications	:	Sistema global para comunicaciones móviles
Graceful degradation	:	Degradación en gracia
Graphical user interface	:	Interface grafica de usuarios
Graphics interchange format	:	Formato de gráficos intercambiable
Gross weight	:	Peso bruto
		H
Hardware as a service	:	Hardware como servicio
Height control	:	Control de galibo
High definition television	:	Televisión de alta definición
Homogeneity	:	Homogeneidad
Hour	:	Hora
Hybrid	:	Hibrido
Hybrid model	:	Modelo híbrido
Hypertext transfer protocol	:	Protocolo de transferencia de hipertexto
		I
Icon	:	Icono
Incident	:	Incidente
Incident management	:	Manejo de incidente
Indicator	:	Indicador



Information architecture	:	Arquitectura de información
Information security	:	Seguridad informática
Information storage	:	Almacenamiento de la información:
Infrared sensor	:	Sensor infrarrojo
Integrated Services Data Network	:	Red digital de servicios integrados
Intelligent Transportation System	:	Sistema Inteligente de Transporte
Interface	:	Interfaz
Interlace	:	Entre lacado
International organization for standardization	:	Organización internacional para la estandarización
International telecommunications union	:	Unión internacional de telecomunicaciones
Internet	:	Internet
Internet of things	:	Internet de las cosas
Internet protocol	:	Protocolo de internet
Interoperation	:	Interoperación
Intranet	:	Intranet
IP Camera	:	Cámara IP
ISO standard	:	Norma ISO
IT as a service	:	TI como servicio
ITS Architecture	:	Arquitectura ITS
ITS as a service	:	ITS como servicio
ITS services	:	Servicio ITS
	J	
JPEG file interchange format	:	Formato de intercambio de archivos JPEG
	K	
Keyboard	:	Teclado
Keyboard, video & mouse	:	Teclado, video & ratón



	L	
Laptop computer	:	Computadora portátil
Laser beam	:	Rayo laser
Layer	:	Capa
Lead battery	:	Batería de plomo
License	:	Licencia
License plate recognition	:	Reconocimiento de matricula
License plate recognition camera	:	Cámara de reconocimiento de matricula
Life cycle model	:	Ciclo de vida de un sistema
Lift truck	:	Carro canasta
Light detection and ranging	:	Determinación de distancia desde un emisor láser mediante luz pulsada
Light-emitting diode	:	Diodo emisor de luz
Lighting pole	:	Poste de iluminación
Link	:	Enlace
Lithium battery	:	Batería de litio
Local area network	:	Red de área local
Logic	:	Lógica
Logical architecture	:	Arquitectura lógica
Logical layer	:	Capa lógica
Loop detector	:	Sensor de espira
	M	
Macroscopic	:	Macroscópico
Macroscopic model	:	Modelo macroscópico
Mainframe	:	Computadora central
Maintenance	:	Mantenimiento
Maintenance manual	:	Manual de mantenimiento



Maintenance procedure	:	Procedimiento de mantenimiento
Male connector	:	Conector macho
Management	:	Gestion
Manual toll collection	:	Recaudo manual de peaje
Mean speed	:	Velocidad media
Mean time between failure	:	Tiempo medio entre fallos
Mean time to repair	:	tiempo promedio para reparar
Memory	:	Memoria
Mesoscopic	:	Mesoscópico
Mesoscopic model	:	Modelo mesoscópico
Microscopic	:	Microscópico
Microscopic model	:	Modelo microscópico
Microwave	:	Microonda
Microwave sensor	:	Sensor de microonda
Minute	:	Minuto
Mobility	:	Movilidad
Model	:	Modelo
Monitor	:	Pantalla
Mouse	:	Ratón
Multi source agreement	:	Acuerdo multi fuente
Multilevel	:	Multinivel
Multilevel model	:	Modelo multinivel
	N	
National architecture	:	Arquitectura nacional
National information technology infrastructure	:	Infraestructura informática nacional
National ITS architecture	:	Arquitectura nacional ITS



National transportation communications for Intelligent transportation system protocol	:	Comunicaciones nacionales de transporte para el protocolo del sistema de transporte inteligente
Network architecture	:	Arquitectura de red
Network frequency	:	Frecuencia de red
Network layer	:	Capa de red
Network video recorder	:	Grabadora de video en red
Network-attached storage	:	Almacenamiento conectado a la red
Node	:	Nodo
		○
Object code	:	Código objeto
Open architecture	:	Arquitectura abierta
Open network video interface forum	:	Foro de interfaz de video de red abierta
Open systems interconnection model	:	Modelo de interconexión de sistemas abierto
Operating system	:	Sistema operativo
Operation	:	Operación
Operational expenditure	:	Gastos operativos
Operational life	:	Vida operacional
Operations manager	:	Gerente de operaciones
Operations manual	:	Manual de operación
Operator	:	Operador(a)
Optical character recognition	:	Reconocimiento óptico de caracteres
Optical wiring	:	Cableado óptico
Organization chart	:	Organigrama
OSI layer	:	Capa OSI
OSI model	:	Modelo OSI
Oversize	:	Sobredimensión
Overweight	:	Sobrepeso



	P	
Parity	:	Paridad
Performance	:	Desempeño
Perpetuity	:	Perpetuidad
Personal computer	:	Computadora personal
Photometry	:	Fotometría
Physical architecture	:	Arquitectura física
Physical layer	:	Capa física
Plotter	:	Plotter
Pole	:	Poste
Portable document format	:	Formato de Documento Portable
Portable network graphics	:	Gráficos de red portátiles
Power generator	:	Generador de energía
Pre-feasibility study	:	Estudio de prefactibilidad
Preselection	:	Preselección
Presentation layer	:	Capa de presentación
Preventive maintenance	:	Mantenimiento preventivo
Printer	:	Impresora
Processor	:	Procesador
Processor speed	:	Velocidad de procesador
Production environment	:	Ambiente de producción
Programmable Logic Control	:	Autómata
Progressive	:	Progresivo
Progressive scan	:	Escaneo progresivo
Project architecture	:	Arquitectura de proyecto
Projection	:	Proyección
Protection	:	Protección
Protocol	:	Protocolo



PTZ Camera	:	Cámara PTZ
PTZ camera	:	Cámara móvil
Public lighting	:	Iluminación
Punitive scale	:	Pesa punitiva
		Q
Quality acceptance	:	Aceptación de calidad
Quality assurance	:	Aseguramiento de calidad
		R
Rack	:	Bastidor
Radar	:	Radar
Radio detection and ranging	:	Detección y medición de distancias por radio
Radio frequency identification	:	Identificación por radiofrecuencia
Radio jack	:	Toma de radio
Random access memory	:	Memoria de acceso aleatorio
Ratio	:	Relación
Read only memory	:	Memoria de sólo lectura
Redundancy	:	Redundancia
Reference	:	Referencia
Reference model	:	Modelo de referencia
Refresh rate	:	Frecuencia de actualización
Regional architecture	:	Arquitectura regional
Regulation	:	Regulación
Relational data base	:	Base de datos relacional
Remote	:	Remoto
Remote control	:	Control remoto
Remote maintenance	:	Mantenimiento remoto



Remote management	:	Gestión remota
Repair	:	Reparación
Result	:	Resultado
RFID tag	:	Etiqueta RFID
Risk assessment	:	Evaluación del riesgo
Risk management	:	Administración del riesgo
Risk manager	:	Administrador del riesgo
Router	:	Enrutador
	S	
Scale	:	Escala
Scanner	:	Escáner
SD card	:	Tarjeta SD
Search engine	:	Buscador
Second	:	Segundo
Sensor	:	Sensor
Server	:	Servidor
Service level agreement	:	Acuerdo de nivel de servicio
Service life	:	Vida útil
Service manual	:	Manual de servicio
Service station	:	Área de servicio
Services	:	Servicio
Session layer	:	Capa de sesión
Setup	:	Configuración
Simple network management protocol	:	Protocolo Simple de Manejo de Red
Simulation	:	Simulación
Simulation model	:	Modelo de simulación
Site acceptance test	:	Prueba de aceptación del sitio



Small form-factor pluggable transceiver	:	Transceptor conectable de factor de forma pequeño
Smart City	:	Ciudad Inteligente
Software	:	Soporte lógico
Software as a service	:	Software como servicio
Software development kit	:	Kit de desarrollo de software
Software maintenance	:	Mantenimiento de licencia
Solar charge controller	:	Controlador de carga solar
Solar energy	:	Energía solar
Solar inverter	:	Inversor solar
Solar panel	:	Panel solar
Solar radiation	:	Radiación solar
Source code	:	Código fuente
Spanish association for standardization and certification	:	Asociación española de normalización y certificación
Speed	:	Velocidad
Speed control	:	Control de velocidad
Speed enforcement	:	Fiscalización de velocidad
Spot speed	:	Velocidad puntual
stabilization	:	Estabilización
Stand-alone computer	:	Computadora aislada
Standard	:	Norma
Standard maintenance	:	Mantenimiento programado
Standard operation procedure	:	Procedimiento de operación estándar
Static model	:	Modelo estático
Static scale	:	Pesa estática
Storage area network	:	Red de área de almacenamiento
Strip sensor	:	Sensor de tiras
Strong	:	Fuerte



Structured cabling	:	Cableado estructurado
Study	:	Estudio
Supervisory control and data acquisition	:	Sistemas de supervisión adquisición de datos
Surge protection	:	Protección contra sobrecarga
Switch	:	Conmutador
Syntax	:	Sintaxis
System	:	Sistema
Systems architecture	:	Arquitectura de sistemas
Systems error	:	Error de sistema
Systems integration testing	:	Pruebas de integración de sistemas
Systems stabilization	:	Estabilización de sistema
	T	
Tablet computer	:	Tableta
Tactile display	:	Monitor táctil
Tagged image file format	:	Formato de archivo de imagen etiquetado
Telecommunications	:	Telecomunicaciones
Temporary	:	Temporal
Temporary license	:	Licencia temporal
Terminal	:	Terminal
Test and acceptance protocol	:	Protocolo de pruebas y aceptación
Test license	:	Licencia de prueba
Test protocol	:	Protocolo de pruebas
Testing	:	Pruebas
Time	:	Tiempo
Tolerance	:	Tolerancia
Toll	:	Peaje
Toll booth	:	Caseta de peaje



Toll plaza	:	Estación de peaje
Toll system interoperation	:	Interoperación de peajes
Tool	:	Herramienta
Toolbox	:	Caja de herramientas
Traffic flow	:	Flujo de tráfico
Traffic management plan	:	Plan de manejo de tráfico
Training	:	Entrenamiento
Transmission control protocol	:	Protocolo de control de transmisión
Transport layer	:	Capa de transporte
		U
Uninterrupted power system	:	Sistema de alimentación ininterrumpida
Update	:	Actualización
Upgrade	:	Mejoramiento
User	:	Usuario
User acceptance testing	:	Pruebas de aceptación del usuario
User interface	:	Interfaz de usuario
		V
Validation	:	Validación
Variable Message Sign	:	Panel de mensajería variable
Variable Speed Sign	:	Señal de Velocidad Variable
Vehicle to device	:	Vehículo a dispositivo
Vehicle to grid	:	Vehículo a red eléctrica
Vehicle to infrastructure	:	Vehículo a infraestructura
Vehicle to vehicle	:	Vehículo a vehículo
Video detector	:	Sensor de video detección
Video RAM	:	RAM de video
Video wall	:	Pared de video



	W	
Weak	:	Débil
Weather station	:	Estación meteorológica
Web service	:	Servicio web
Weigh in motion	:	Pesaje en movimiento
Weighing station	:	Estación de pesaje
Weighing system	:	Sistema de pesaje
Wide area network	:	Red de área amplia
WiFi sensor	:	Sensor WiFi
Wire	:	Alambre
Wired	:	Alámbrica
Wireless	:	Inalámbrico
Wireless fidelity	:	Fidelidad inalámbrica
Wiring	:	Cableado
Workstation	:	Estación de trabajo
World wide web	:	Red mundial de datos

ANEXO III GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Adaptador: son tarjetas de circuitos impresos que se incorporan a la unidad central de procesamiento para controlar un determinado dispositivo, como puede ser una pantalla o una impresora.

ADC: es un convertidor analógico digital. Las unidades centrales de procesamiento procesan generalmente la información en forma digital. Para que puedan tratar informaciones analógicas tienen que convertirlas a la forma digital con la ayuda de un ADC.

Adjunto: se llama así a un archivo de datos que se envía junto con un mensaje de correo electrónico. Para que el documento pueda viajar, debe ser codificado de alguna manera, ya que el e-mail sólo puede transportar códigos ASCII.

Administración del riesgo: forma de abordar un problema desde un punto de vista gerencial para disminuir los riesgos inherentes a todo desarrollo de sistemas.

Administrador: servidor público que tiene como obligación el regir, racionar y distribuir el uso y manejo de los bienes informáticos de la Unidad a la que pertenece, en coordinación con el titular de la misma.

Agente: es un proceso en segundo plano que realiza una acción cuando ocurre un evento. En el ámbito de las redes, un agente es parte de un sistema de gestión de red que reside en las estaciones de trabajo u otros dispositivos de la red (llamados elementos gestores) y que recopila datos para informar sobre el estado de esos dispositivos al sistema de gestión.

Alfanumérico: es el campo de datos o conjunto de caracteres que incluye letras, números y otros caracteres especiales como símbolos de puntuación, espacios, símbolos matemáticos. Información que integra datos alfabéticos y numéricos.

Algoritmo: es el conjunto de instrucciones que configuran el procedimiento paso a paso para resolver un determinado problema en una cantidad finita de tiempo. A partir de los algoritmos se forman los programas.

Almacenamiento de la información: es la memoria de la máquina en donde se guardan los datos y se puede tener acceso a ésta para modificar, incrementar o eliminar la información. Existen dos formas de almacenar información, una dentro de la máquina en el disco duro y otra fuera de la unidad central de procesamiento, mediante disquetes o CD's.

Ambiente de producción: es el ambiente de sistemas en los que el área de la organización, responsable de los sistemas de información lleva a cabo sus actividades.



Analógico: valor o magnitud física cuyas variaciones, cuando las hay, se efectúan de forma continua. Es opuesto a digital.

Ancho de banda: es la cantidad de información que puede fluir en la unidad de tiempo por una línea. Término técnico que determina el volumen de información que puede circular por un medio físico de comunicación de datos, es decir, la capacidad de una conexión. A mayor ancho de banda, mejor velocidad de acceso; más personas pueden utilizar el mismo medio simultáneamente.

Aplicación: es el programa de cómputo diseñado para apoyar al personal de una organización a realizar cierto tipo de trabajo. Dependiendo del tipo de trabajo para la cual fue diseñada, la aplicación puede servir para el procesamiento de textos, números, gráficos o la combinación de estos elementos.

Archivo: es el conjunto de datos interrelacionados con un nombre con el cual se identifica del medio de almacenamiento. Unidad de información almacenada en el disco con un nombre específico. Puede contener datos en código máquina, necesarios para la ejecución de un programa, o información común y corriente procesada por el usuario. Tienen una extensión consistente en tres caracteres que lo identifican en su tipo o lo relaciona con un programa determinado (File).

Archivos de control: son los procesos usados para la asignación de espacio en la memoria auxiliar, control de acceso, grabación de copias de seguridad, mantenimiento de directorios y gestión de archivos.

Área de negocio: es un grupo de funciones de negocios y procesos enfocados a la obtención de objetivos específicos.

ARP: es un protocolo de resolución de direcciones electrónicas en números IP que corre en redes locales. Parte del conjunto de protocolos TCP/IP.

Arquitectura de información: es la descripción de una empresa en términos de su actividad e información de negocio y la interrelación entre ambas.

Arquitectura de negocios: es una descripción de los sistemas, bases de datos y la interacción entre éstos que se requieren para llevar a cabo un objetivo de negocio.

Arquitectura de sistemas: es la descripción de actividades funcionales que se requieren llevar a cabo para alcanzar un objetivo, los elementos del sistema que necesitan participar en las funciones y la relación de los niveles de operación de cada uno de los elementos del sistema. La arquitectura de sistemas también incluye información de la tecnología, las interfaces, la ubicación de las funciones y un plan de cómo han de evolucionar éstas y las plataformas tecnológicas de una organización.

Arquitectura de red: conjunto de reglas que gobiernan la interconexión y la interacción de los componentes de una red, incluye los formatos para los datos, los protocolos, las estructuras lógicas, etc.



Atributo: es cada una de las características que definen un elemento. Es el término utilizado en las bases de datos relacionales para referirse a los campos de un registro de un archivo. Cada atributo está asociado a un dominio del cual toma sus posibles valores.

Aseguramiento de calidad: son todas las medidas planeadas y diseñadas que deben llevarse a cabo para que los productos o servicios satisfagan un nivel definido de calidad.

ASCII: conjunto de caracteres, letras y símbolos utilizados en todos los sistemas de computadoras de cualquier país e idioma. Permite una base común de comunicación. Incluye las letras normales del alfabeto, pero excluye la ñ y toda letra acentuada. Cada símbolo posee un número asignado que es común en todos los países. Los números van de 0 a 127. Del 128 al 255 cada idioma puede agregar otros símbolos necesarios para su propio lenguaje.

Asíncrona: es la comunicación en la que emisor y receptor no se hallan sincronizados al principio de la transmisión de información. Los datos pueden llegarle al receptor en cualquier momento.

Auditext: servicio de funcionalidad similar al videotext, pero en el que la terminal utilizada es el teléfono. Permite la consulta interactiva de servicios de información. El usuario navega por el servicio eligiendo entre menús sucesivos, utilizando las teclas de su teléfono y una voz sintetizada le proporciona la información deseada.

Auditoria de sistemas de información: es la revisión que, empleando una aproximación basada en la descomposición jerárquica de funciones, evalúa las operaciones de los sistemas de información automatizados de una organización. Dicha evaluación determina si esos sistemas producen información cualitativamente caracterizada por su fiabilidad, precisión y disponibilidad y si la forma en la que esta información es producida atiende a los principios de economía, eficacia y eficiencia.

Autenticación: es el proceso mediante el cual se comprueba la identidad de un usuario en la red. Las contraseñas y las tarjetas inteligentes son los sistemas de autenticación más usuales.

Autopistas de la información: son el conjunto de redes de servidores a escala mundial por las que circulan datos.

B

Backbone: espina dorsal o columna vertebral de una red de comunicaciones. Interconecta redes y normalmente dispone de un gran ancho de banda. Conexión de alta velocidad que une computadoras encargadas de hacer circular grandes volúmenes de información. Los backbones conectan ciudades o países y constituyen la estructura fundamental de las redes de comunicación.

Balanceado de cargas: es la distribución de procesos y actividades de comunicación, incluso a lo largo de una red de servidores, de modo que ningún dispositivo quede



colapsado. Es especialmente importante en redes en las que es difícil prever el número de peticiones que se enviarán a un servidor. Los sitios web con mucho tráfico normalmente emplean un esquema de dos o más servidores web con balanceado de cargas. Si un servidor empieza a estar colapsado, las peticiones son enviadas a otro con mayor capacidad disponible. El balanceado de carga puede referirse también a los canales de comunicación en sí mismos.

Banda base: es el medio de transmisión a través del cual se envían señales digitales sin complicados desplazamientos en frecuencia.

Banda de frecuencia: porción del espectro radioeléctrico que contiene un conjunto de frecuencias determinadas.

Banner: es una ventana de publicidad, de forma rectangular que se inserta en una página Web. El tamaño más usado es 468 x 60 pixels.

Bases de datos: es un acervo de datos en medios electrónicos a los cuales se puede tener un fácil acceso o se pueden utilizar para procesarse en otros programas. Es una colección de datos interrelacionados entre sí y almacenados sin redundancias, consiguiendo una independencia de los procesos que los usan.

Baudio: es la unidad de velocidad que indica el número de bits transmitidos por segundo a través de un puerto de comunicaciones. Un carácter por segundo equivale, aproximadamente, a 10 baudios.

BBS: es un sistema computarizado de intercambio de datos entre un grupo de personas que comparten una misma zona geográfica, donde archivos, mensajes y otra información útil pueden ser intercambiados entre los usuarios. Normalmente se trata de sistemas amateur; son los antecesores aislados de Internet.

Beat: nueva medida de tiempo que resulta de dividir el día solar en mil. Pretende ser un sistema de referencia universal en Internet.

Betacam: formato de vídeo utilizado en la mayoría de los estudios profesionales de vídeo y televisión. Ofrece grabaciones separadas de señal y alta densidad de grabación, con mayor calidad que el vídeo doméstico para grabación y edición.

Bienes informáticos: son las computadoras personales, terminales, servidores, impresoras, concentradores, programas de computación, sistemas de información, paquetes y en general cualquier bien de procesamiento electrónico de datos.

BIOS: es un programa grabado en la memoria ROM por el proveedor. Este sistema administra las entradas y salidas de la computadora, y reconoce las características del equipo periférico. Es un programa que coordina las actividades de los distintos componentes de una unidad de procesamiento y comprueba su estado.



Bit de datos: indican el número de bits que se utilizarán para definir un carácter en la transmisión de datos en serie, normalmente 7 u 8. Cuando se conectan dos unidades de procesamiento por medio de puertos de comunicación es importante establecer el mismo número en cada uno.

Bit de parada: término utilizado en la transferencia de datos en serie para distinguir dónde empieza un carácter y dónde termina otro. En comunicaciones asíncronas se denomina bit de parada al tiempo mínimo que debe transcurrir entre un dato y el siguiente. En algunos casos no es necesario que exista tal bit, el emisor deja de enviar datos durante el espacio de un lapsus equivalente a transmitir uno o más bits de parada, para dar tiempo al receptor a interpretar lo que acaba de recibir.

Bombas lógicas: son virus que actúan después de un cierto tiempo, lo que hace que sea imposible determinar quién es el autor del virus, pues puede pasar por miles de servidores antes de actuar.

Bookmark: es la sección de menú de un navegador donde se pueden almacenar los sitios preferidos, para luego volver a ellos simplemente eligiéndolos con un simple click desde un menú.

Bottleneck: es el embotellamiento de paquetes de datos (información) que circulan por una conexión; causa demoras en la comunicación.

Bots: son programas muy particulares, inteligentes y autónomos que navegan por el ciberespacio esquivando maniobras para detenerlos. Los bots son sumamente ingeniosos y capaces de reaccionar según la situación. No necesariamente son benignos: sólo obedecen las órdenes de sus creadores.

Browser: es el programa que permite leer documentos en Buffer (memoria intermedia). Es la zona de la memoria que almacena temporalmente datos durante la transferencia de la información, se usa normalmente para equilibrar las diferentes velocidades operativas de los componentes de la unidad central de procesamiento.

Bus: canal a través del cual las señales pasan de unas partes de un circuito a otras. Se caracteriza principalmente por presentar tres estados, alto, bajo y de alta impedancia. Son los dispositivos de conexión de las diferentes partes de una unidad central de procesamiento.

Buscador: es la herramienta que permite ubicar contenidos en la Red, buscando en forma booleana a través de palabras clave. Se organizan en buscadores por palabra o índices y buscadores temáticos o directorios. Dentro de estas dos categorías básicas existen cientos de buscadores diferentes, cada uno con distintas habilidades o entornos de búsqueda.

Byte: es la unidad de información en memoria o almacenada en disco, que se utiliza normalmente para representar un carácter.



C

Cabeza: es la parte de un dispositivo de almacenamiento encargada de leer, grabar o borrar partículas polarizadas de un medio electromagnético, es decir, de un disquete, cinta, cartucho, etc.

Cabecera: porción frontal de un paquete que contiene información de protocolo, como direcciones, para dirigir el paquete a través de la red.

Cable: es el medio de transmisión de alambre o fibra óptica recubierto de una capa protectora.

Cable coaxial: cable consistente en un conductor cilíndrico externo hueco que cubre a un alambre conductor único.

Cablemódem: es el dispositivo que permite conectar una computadora a Internet a través de la conexión de coaxial de la televisión por cable. No es realmente un módem ya que no debe modular/demodular porque el sistema es puramente digital. Se perfila como una de las posibilidades de conexión que resolverían la problemática del limitado ancho de banda que se puede obtener a través de una conexión telefónica.

Cable telefónico: es el cable formado principalmente por dos alambres de cobre que se encuentran aislados por una cubierta plástica y retorcidos uno contra el otro, por lo que también se les llama de par torcido.

Caché: buffer de alta velocidad que agiliza el intercambio de información entre un dispositivo y el procesador. Es el almacenamiento intermedio o temporal de información. Por ejemplo, un navegador posee un caché donde almacena las últimas páginas visitadas por el usuario y, si alguna se solicita nuevamente, el navegador mostrará la que tiene acumulada en lugar de volver a buscarla en Internet. El término se utiliza para denominar todo depósito intermedio de datos solicitados con mayor frecuencia.

Caché de disco: porción de memoria RAM reservada para almacenar temporalmente los datos a los que se accede más frecuentemente en un disco, acelerando su proceso de lectura y escritura. Siempre en la lectura o escritura de los datos desde un disco, se efectúa una verificación para comprobar si existe una copia en la caché. Si existe la copia, se usa la misma. Los discos cachés aumentan el rendimiento de las aplicaciones que tienen que acceder a una gran cantidad de datos en un disco, como, por ejemplo, bases de datos y hojas de cálculo.

Canal: es el dispositivo de comunicación que permite la transmisión de datos entre una unidad central de procesamiento y sus periféricos.

Caudal: es la cantidad de ocupación en un ancho de banda. Cantidad de información que circula en la unidad de tiempo.



Ciberespacio: nombre que se da al lugar virtual formado por el conjunto de las redes electrónicas de comunicación. Es el universo virtual de información al que se accede a través de las autopistas de la información.

Cibernética: ciencia de la comunicación y control de la información tanto en seres humanos como en máquinas.

CD-ROM: es un dispositivo de almacenamiento que sólo permite la lectura de los datos que contiene.

CGI: es el conjunto de medios y formatos para permitir y unificar la comunicación entre la Web y otros sistemas externos, como las bases de datos.

Ciclo de vida de un sistema: es el primer modelo que se usó para representar el proceso de desarrollo de un sistema, siguiendo lineamientos de ingeniería. Comprende en general el análisis de requerimientos, diseño, construcción o programación e implantación. El análisis de requerimientos implica la definición de las especificaciones del funcionamiento que se espera tener del sistema; el diseño y construcción son las fases técnicas de la definición de la estructura del sistema y la escritura de código; y la implantación implica poner a funcionar el sistema en el contexto que va a operar.

Chat: son los programas que permiten la conversación por escrito en tiempo real. Conversación a través de un buzón. Sistema de conversación en línea que permite que varias personas de todo el mundo conversen en tiempo real a través de sus teclados.

Ciberdinero: son las formas de pago virtuales alternativas que se están desarrollando en Internet. En este momento, la falta de mecanismos de pago que garanticen el intercambio de dinero es la principal barrera para el desarrollo del comercio electrónico.

Cilindro: son el conjunto de pistas de un disco que están situadas en una misma posición, pero en diferentes superficies, de tal forma que para acceder a diferentes pistas del mismo cilindro no se precisa tiempo de búsqueda.

Circuito integrado: circuito electrónico microscópico desarrollado en 1965, que dio paso a la tercera generación de unidades centrales de procesamiento. Agrupa varios millones de transistores y se fabrica con unas costosísimas técnicas. Debido a su fragilidad y pequeño tamaño, se encapsula en un bloque de plástico del que salen una serie de patillas (pins), que permiten que el mínimo espacio interior que contiene la electrónica se comunique con el exterior y pueda ser insertado en una placa. Es un circuito Electrónico cuyos componentes activos y pasivos que lo forman, así como sus interconexiones se han colocado o producido sobre un sustrato de material en base a procesos tecnológicos físicos o químicos.

Cliente: es el software que trabaja en una unidad central de procesamiento local para poder hacer uso de algún servicio de una unidad remota. El software de la unidad remota que permite ese uso recibe el nombre de servidor. Computadora o programa que se



conecta a servidores para obtener información. Un cliente sólo obtiene datos, no puede ofrecerlos a otros clientes sin depositarlos en un servidor. La mayoría de las computadoras que las personas utilizan para conectarse y navegar por Internet son clientes.

Cliente/servidor: Sistema de organización de interconexión de computadoras según el cual funciona Internet, así como otros tantos sistemas de redes. Se basa en la separación de las computadoras miembros en dos categorías: las que actúan como servidores (oferentes de información) y otras que actúan como clientes (receptores de información).

Código fuente: es la forma en la que el programa de computación es escrito por el programador. El código fuente está escrito en lenguaje de programación, el cual es compilado en código objeto, en código máquina o ejecutable por un programa interpretador.

Código objeto: es el código de cómputo generado por un procesador de lenguaje de código fuente como un ensamblador o un compilador. El archivo del código objeto puede ser ejecutable o puede requerir vínculos con otros archivos de código objeto para poder completar un programa ejecutable.

Cohesión: es la característica que presenta un módulo perteneciente a una aplicación al ejecutar una tarea única y bien definida, encadenada a otras en una secuencia concreta para constituir un procedimiento dentro de un logical o software.

Com: son abreviaturas de comunicaciones; son los nombres de los puertos serie.

Comando: es la instrucción del sistema, concebida para una tarea específica. En un entorno gráfico usualmente se encuentra en un menú y al seleccionarse lleva a cabo una determinada acción.

Comando Externo: son los comandos utilizados con menos frecuencia que otros, por lo que no se cargan automáticamente en memoria, ahorrando espacio y almacenándose en el disco. Tienen una extensión .com o .exe. Cuando se introduce un comando externo, el DOS recupera el "archivo de comandos" del disco y lo ejecuta. La memoria utilizada por el comando se libera una vez que se ha terminado su ejecución.

Compatible: se dice de dos o más máquinas que trabajan según un mismo código interno. Referido a un soporte de información que indica que puede ser utilizado por diversos tipos de equipos.

Compilador: herramienta software que transforma un programa fuente en código objeto, es decir, en un conjunto de instrucciones con sus datos en formato reconocible por la unidad central de procesamiento, aunque incompleto.

Computadora: dispositivo electrónico programable que es capaz de recibir datos, en un formato especificado, someterlos a un proceso y emitir, una información o señales de control, como resultado de ese proceso.



Computadora aislada: es una computadora que no está conectada a una red, que funciona en forma independiente a cualquier otra computadora y que puede tener conectado equipo periférico.

Comunicación en serie: es la transmisión de datos entre dispositivos a través de una sola línea y mediante bits enviados de uno en uno.

Conexiones: es la transferencia de información vía electrónica entre los sistemas de dos o más organizaciones.

Contraseña: serie de caracteres necesarios para acceder a una unidad central, archivo o directorio.

Controlador: también llamado driver, es el programa que controla la forma en que se comunica la computadora con un determinado dispositivo hardware, como puede ser una impresora o un ratón; traduciendo la información procedente del procesador, de forma que pueda entenderla el periférico. Utilizan normalmente la extensión .sys.

Copiar: transferir información de uno a otro lugar, conservando una copia de la original en su lugar de origen.

Coprocesador: es un chip con capacidad de cálculo que se utiliza como complemento de la unidad central de proceso. En algunos procesadores ya está incorporado.

Correo electrónico (e-mail): es el sistema de transmisión de información a través de algún canal de comunicaciones. El usuario utiliza su programa de correo electrónico (existen para todo tipo de plataformas y sistemas operativos) para escribir su mensaje, introduciendo la dirección electrónica del receptor, un título general, el contenido y opcionalmente a quién enviar copias. Posteriormente, éste se transmite pasando por distintos nodos de Internet hasta llegar a su destino, donde se almacena en el mailbox o buzón del destinatario hasta que éste entre en su cuenta y el sistema le avise de la llegada del nuevo mensaje, utilizando entonces su programa de correo electrónico para leerlo. Las ventajas del correo electrónico frente al ordinario son innumerables: es más rápido al escribir, enviar y recibir, mucho más barato y cómodo, la información puede duplicarse o modificarse rápidamente por cualquier método electrónico, y permite también la inclusión de gráficos o sonidos.

Costo beneficio: es la técnica que se utiliza con el objeto de evaluar la viabilidad de un proyecto y que permite valorar los costos estimados en el desarrollo (inversión, recursos humanos, etc.) y contrastar dichos costos con los beneficios (mejora de la productividad, etc.).

Cracker: es la persona que se especializa en violar medidas de seguridad de una computadora o red de computadoras, venciendo claves de acceso y defensas para obtener información que cree valiosa. El cracker es considerado un personaje ruin y sin honor, a diferencia del hacker.



Cursor: es la señal luminosa en forma de línea o bloque parpadeante que aparece en la pantalla indicando el lugar en el que va a aparecer el próximo carácter enviado. El cursor es un medio para que el usuario sepa en qué lugar va a aparecer aquello que teclea. Hoy en día el uso de la palabra cursor se ha generalizado y se nombra con ella a muchos periféricos que permiten al usuario marcar datos de una forma visual. Así, también el ratón muestra su propio cursor en la pantalla, normalmente en forma de flecha, aunque se puede variar.

D

Datagrama: usualmente se refiere a la estructura interna de un paquete de datos. El término también puede referirse a un paquete autónomo de datos que contiene información suficiente para su orientación.

Default: es la opción que un programa asume si no se especifica lo contrario. También llamado "valores predeterminados".

Defragmentar: Proceso por el cual los datos que componen los archivos son reordenados dentro de su unidad de almacenamiento, particularmente en discos duros, de tal forma que pasen a ocupar posiciones contiguas en el disco, eliminando en consecuencia la fragmentación de los datos. La defragmentación permite un acceso más rápido a los datos que redundan en un mejor rendimiento de la unidad central de procesamiento, ya que con el continuo borrado y regrabado de datos, los «huecos» que quedan provocan que los datos de los nuevos archivos deban repartirse en distintas zonas (fragmentos) del disco.

Decodificador: cualquier dispositivo de hardware o programa de software que convierte una señal codificada a su forma original.

Demodular: es la reconversión de una señal modulada a su forma original, extrayendo los datos de la frecuencia portadora.

Densidad: es el concepto que representa la capacidad de almacenamiento de un disquete, de acuerdo a la técnica empleada en su lectura o escritura de datos, para unas mismas características físicas. Mientras que en los discos con tecnología de simple densidad (MF) los impulsos de referencia, utilizados para localizar los bits mediante el electromagnetismo de los cabezales, se emplean para separar todos los bits, en los discos de doble densidad (MFM) se intenta prescindir de dichos impulsos todo lo posible, no siendo empleados para registrar bits a 0 o a 1 aislados. Las más recientes tecnologías de alta y extra alta densidad se basan en una mayor depuración de la electrónica de control, que permite reducir los tiempos de los diversos intervalos.

Depurar errores de programación: es la corrección de los errores que pueda contener el código de un programa de cómputo y que estén afectando el funcionamiento de éste.



Diagrama de estructura de cuadros: diagrama que representa la arquitectura del sistema que se está desarrollando y que se caracteriza por dividir dicho sistema en diferentes partes o módulos que se comunican entre sí mediante datos o mediante control.

Dial-in: conexión a Internet que se establece a través de un módem y una línea telefónica. A cada usuario se le asigna un número IP dinámico, es decir, un número otorgado sólo durante la comunicación.

Diccionario de datos: es el acervo de información sobre un grupo de datos en los que se especifica su significado, relación con otros datos, origen, uso y formato. El diccionario se desarrolla para apoyar en la administración de las organizaciones, es responsable de las bases de datos; los analistas de sistemas y programadores de aplicaciones; de la planeación, control y evaluación efectiva de la captura, almacenamiento y uso de los datos; debe contener referencias a los sinónimos, procesos funciones, dinámicas, tamaño, frecuencia, consumo del recurso y otros atributos que los usuarios definan.

Digital: es algo representable en binario; por ejemplo, el sonido digital de un disco compacto está formado por multitud de bits que correctamente interpretados producen sonido. Lo mismo se puede decir de la televisión digital, en la que las señales recibidas por la antena se convierten en cadenas de bits que pueden, de este modo, tratarse por un microcomputador para obtener una gran variedad de efectos. Las ventajas de lo digital sobre lo analógico son muchas; pero la principal es quizá la inmunidad que tienen las señales digitales a las interferencias y al ruido en general. Es por esto que tanto el sonido como la imagen digital cuentan con una calidad muy superior a la de los dispositivos analógicos convencionales. Como se puede ver "digital" viene de dígito, es decir algo que se puede expresar mediante magnitudes numéricas.

Digitalización: es la conversión de señales analógicas en información digital, legible por la unidad central de procesamiento.

Dirección electrónica: es la serie de caracteres que identifican unívocamente un servidor, una persona o un recurso en Internet. Se componen de varias partes de longitud variable. Las direcciones son convertidas por los DNS en los números IP correspondientes para que puedan viajar por la Red.

Direcciones E/S: son las posiciones dentro del espacio de direcciones de entrada y/o salida de la computadora que son utilizadas para la comunicación entre el software y un dispositivo.

Dirección IP: es la identificación numérica de un nodo o servidor en Internet. Consta de cuatro números del 0 al 255 separado por puntos.

DirectPC: nueva forma de conexión a Internet, basada en el uso de una antena satelital conectada a la computadora durante las 24 horas. Se perfila como una de las posibilidades



de comunicación que resolverían la problemática del limitado ancho de banda que se puede obtener en una conexión.

Directorio: es el lugar del disco donde se almacenan los archivos de forma tal que el sistema operativo pueda encontrarlos cuando sea necesario. Un disco puede contener muchos directorios.

Disco: es el medio magnético utilizado para el almacenamiento de información, de forma que ésta se conserva incluso después de apagar la computadora, a diferencia de lo que sucede cuando se almacena en memoria RAM. Los disquetes pueden insertarse y extraerse de la unidad de disco de la computadora, mientras que los discos duros están instalados de forma permanente en el interior de su carcasa.

Diseño: es el proceso de definición de la arquitectura software: componentes, módulos, interfaces, procedimientos de prueba y datos de un sistema, que se crean para satisfacer unos requisitos especificados.

Dispositivo: es el elemento de hardware conectado a la placa madre de la unidad central de procesamiento, como puede ser un módem, una impresora, ratón o unidad de disco.

Dominio: es la identificación alfanumérica de un nodo o servidor en Internet. Es el último término de una dirección Internet.

Domótica: este término hace referencia a los desarrollos tecnológicos enfocados al diseño de soluciones a aplicar en los llamados "edificios inteligentes".

DNS, (servidor de nombres de dominios): sistema de computadoras que se encarga de convertir (resolver) las direcciones electrónicas de Internet en la dirección IP correspondiente y viceversa. Componen la base del funcionamiento de las direcciones electrónicas en Internet y están organizados jerárquicamente. (Domain Name System/Server)

Driver: es el software adicional necesario para controlar la comunicación entre el sistema y un cierto dispositivo físico, tal como un monitor o una impresora.

DV: nuevo estándar de vídeo digital, con mejor calidad que el betacam. La digitalización tiene lugar directamente dentro de la cámara e incluso la copia de varias generaciones no muestra pérdida de calidad.

DVD: es un disco compacto de gran capacidad, más moderno que el CD-ROM y que tiene una capacidad de hasta 19,7 Mb.

E

Educación a distancia: es un tipo de enseñanza donde los estudiantes trabajan desde su casa o desde la oficina, comunicándose con los profesores u otros estudiantes vía e-mail, foros electrónicos, videoconferencia y otras formas de comunicación basada en unidades centrales de procesamiento.



Ejecutable: es el programa que la unidad central de procesamiento puede ejecutar. El código ejecutable es una serie de instrucciones que pueden realizarse con esta unidad. Los programas ejecutables normalmente tienen una extensión o atributo específico de acuerdo al sistema operativo.

E-mail: servicio de correo electrónico en Internet, en donde cada usuario tiene una dirección asignada.

Emulador: es el sistema diseñado o programado para funcionar imitando el comportamiento de otro, en todas o alguna de sus características.

Encriptación: tratamiento de la información mediante la aplicación de una clave, de tal forma que, si se desconoce el código, no se puede acceder a los datos transmitidos.

Enlaces: son las conexiones que posee un documento de la Web. Un enlace puede apuntar a referencias en el mismo documento, en otro documento en el mismo sitio; también a otro sitio, a un gráfico, video o sonido.

Enrutador: sistema de transferencia de información entre dos redes que utilizan el mismo protocolo.

Entorno: es la fuente de información usada por todas las aplicaciones, conocida también como entorno general, donde están almacenadas las rutas y la definición de variables de usuario.

Entorno gráfico: es el sistema operativo en el que la información que aparece en pantalla aparece representada en forma gráfica.

Envejecimiento de datos: es la proyección de las bases de datos a una fecha seleccionada para probar el sistema o su aplicación con objeto de realizar la prueba correspondiente.

Equipo de cómputo: son los dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos que se emplean para procesar datos. (Hardware)

Equipo periférico: es el equipo físico conectado al gabinete de la computadora y que permiten la entrada o salida de información de la misma.

Error de un programa: es el problema que se presenta en el funcionamiento de un programa de código, debido a un error en el propio código. Al usar un programa el error consiste en un funcionamiento o comportamiento del sistema no esperado y sobre el cual no se tiene control. Para corregirlo es necesario revisar y modificar el código.

Escáner: dispositivo periférico que copia información impresa mediante un sistema óptico de lectura. Permite convertir imágenes en imágenes tratables y almacenables por la computadora.

Espaciamiento: es el método de distribución de los sectores de un disco a lo largo de las pistas adyacentes del mismo para compensar la lentitud de transferencia de datos al



procesador central, definido como el número de giros que tendrá que dar el disco para leer un sector, o para posicionarse sobre el siguiente.

Espectro radioeléctrico: es el espacio que permite la propagación sin guía artificial de ondas electromagnéticas cuyas bandas de frecuencias se fijan convencionalmente por debajo de los 3,000 gigahertz.

Estación de trabajo: es el nodo de una red de unidades centrales de procesamiento que tiene capacidad de proceso propia. Workstation.

Estación terrena: la antena y el equipo asociado a ésta que se utiliza para transmitir o recibir señales de comunicación vía satélite

Estándar: son una serie de lineamientos técnicos detallados, destinados a establecer uniformidad en el desarrollo de programas (software) y compra de equipos (hardware).

Ethernet: estándar de configuración de redes locales a través de un cable coaxial que permite la conexión de las unidades centrales a una velocidad de transmisión de 10 mps.

Evaluación del riesgo: es el proceso continuo que se lleva a cabo durante todas las fases de un desarrollo de sistemas para estimar el daño, pérdidas o perjuicio que puede traer como resultado la imposibilidad de lograr desarrollar con éxito las partes de un sistema o de todo éste en su conjunto.

Evento: cualquier suceso que activa un proceso en un sistema automatizado.

Expandir: en entornos con administrador de archivos, consiste en mostrar niveles más profundos del árbol de directorios. Es posible expandir un solo nivel del directorio, una sola rama del árbol o todas las ramas al mismo tiempo.

Explotación: es la acción de ejecutar los programas desarrollados y distribuir los resultados.

Extranet: es la conexión de dos o más intranets que hace posible que las organizaciones interconectadas compartan recursos. Utilización de la tecnología de Internet para conectar la red local (LAN) de una organización con otras redes.

E-zine: revista electrónica, en general amateur, sobre cualquier tema. Han proliferado debido a que Internet es posiblemente el medio más económico que permite acceder a la mayor cantidad de lectores disponible en la actualidad.

F

Farming: servidor externo que se alquila para alojar información y ponerla a disposición de los navegantes de la Red.

Fibra óptica: es el medio de transmisión de información, que propició una fuente de luz mono frecuencia y de gran coherencia, el láser; precisamente para conducirla. Utilizando dicha luz y los medios conductores apropiados es posible sacar partido del gran ancho de



banda de transmisión disponible. Está compuesta por un material conductor de señales ópticas central, el cual se encuentra recubierto por otro material cuya cara interna refleja la luz hacia el interior de la fibra. El conductor central se denomina núcleo y el que lo cubre, revestimiento, el conjunto se encuentra recubierto por una cubierta protectora. Tres son los tipos principales de fibra óptica usados en comunicaciones de datos, cada una de ellas con anchos de banda distintos que las hacen ideales para diversos usos: éstas son las fibras multimodo de índice escalonado, las fibras multimodo de índice gradual y las fibras monomodo de índice escalonado.

Firewall: son los programas que protegen a una red de otras. Conjunto de programas de protección y dispositivos especiales que ponen barreras al acceso exterior a una determinada red privada. Es utilizado para proteger los recursos de una organización de consultas externas no autorizadas.

Firma digital: mecanismo que permite autenticar el origen de un mensaje, así como controlar su no alteración durante la transmisión.

Formato: es el proceso por el cual el sistema prepara un disco para su utilización, escribiendo marcas electrónicas en su superficie de tal forma que posteriormente pueda almacenar y recuperar archivos. Cuando se formatea un disco, excepto en circunstancias especiales, se borra toda la información contenida en él, por lo que estos comandos deben utilizarse cuidadosamente.

Formateo: proceso por el que se adapta la superficie magnética de un disco para aceptar la información bajo un sistema operativo determinado. En el proceso de formateado se colocan las marcas lógicas que permitirán localizar la información en el disco y las marcas de sincronismo además de comprobar la superficie del disco.

Frame: instrucciones en el lenguaje HTML (utilizado para diseñar las páginas Web); una forma de dividir la pantalla del navegante en varias zonas, cada una con autonomía de movimiento.

Frame relay: tecnología de transporte de datos por paquetes muy utilizada en las conexiones por líneas dedicadas.

Frecuencia: número de ciclos que por segundo efectúa una onda del espectro radioeléctrico.

Freeware: política de distribución gratuita de programas. Utilizada para gran parte del software de Internet. En general, estos programas son creados por un estudiante o alguna organización con el único objetivo de que mucha gente en el mundo pueda disfrutarlos. No son necesariamente sencillos: muchos de ellos son complejos y han llevado cientos de horas de desarrollo.

FTP: es el protocolo para la transferencia de archivos. Norma específica que regula el intercambio de archivos entre diferentes máquinas y sistemas. (File transfer protocol)



Fuente de alimentación: es el aparato que convierte la energía eléctrica alterna a continua, a la vez que reduce su voltaje. Suele colocarse a la entrada de un circuito o máquina

Función de negocio: son el grupo de tareas relacionadas en forma lógica que se llevan a cabo de manera conjunta para alcanzar objetivos específicos.

G

Gateway: es el dispositivo de comunicación entre dos o más redes locales (LANs) y remotas, usualmente capaz de convertir distintos protocolos, actuando de traductor para permitir la comunicación. Como término genérico, es utilizado para denominar a todo instrumento capaz de convertir o transformar datos que circulan entre dos medios o tecnologías

Gestión de red: es el conjunto de procedimientos, facilidades y utilidades que permiten la coordinación, supervisión, mantenimiento y control de los recursos distribuidos en una red.

Grupos de debate: son mecanismos de debate grupales entre personas de todo el mundo interesadas en un determinado tema. Permiten crear mensajes públicos, que los usuarios pueden crear, leer y contestar. Son distribuidos diariamente por toda Internet. También es el área en la que se agrupan los mensajes públicos según su temática.

H

Hacker: experto técnico en algún tema relacionado con comunicaciones o seguridad; de alguna manera, es también un gurú. Los hackers suelen dedicarse a violar claves de acceso por pura diversión, o para demostrar falencias en los sistemas de protección de una red de computadoras, casi como un deporte

Half-Duplex: característica de un medio de comunicación por la cual no se pueden enviar y recibir datos simultáneamente. Se debe esperar que una parte termine de transmitir para poder enviar información por el mismo medio. En cierta forma, hablar por teléfono es un proceso de comunicación halfduplex, donde por momentos se habla y por momentos se escucha, pero donde se hace difícil establecer una comunicación si los dos participantes hablan a la vez.

Hardware: es el conjunto de dispositivos físicos de los que se compone una unidad central de procesamiento. Comprende componentes tales como la placa madre, el teclado, el ratón, las unidades de disco o el monitor. El hardware por sí mismo no hace que una máquina funcione, es necesario, además, instalar un Software.

Header: es la primera parte de un paquete de datos que contiene información sobre las características de éste.



Hertzio: es la medida de frecuencia que indica cuántas veces por segundo ocurre un determinado acontecimiento. Así, la velocidad en hertzios de una unidad central de procesamiento nos dice el número de pulsos de reloj por segundo.

Hiperdocumentos: es el documento que tiene estructura de hipertexto, pero que contiene además referencias a objetos multimediales (como sonidos, imágenes, videos).

Hiperenlace: es el fragmento de texto que pulsando en él nos lleva a otra parte de un documento.

Hipermedia: es la combinación de hipertexto y multimedia.

Hipertexto: es el documento corriente de una unidad central de procesamiento que puede ser almacenado, leído y editado, pero con conexiones a otros documentos mediante palabras destacadas que dirigen automáticamente al usuario de una a otra base de datos donde haya información del tema que busca.

Hit: unidad de medición de accesos a determinado recurso. Forma de registrar cada pedido de información que un usuario efectúa a un servidor. Por ejemplo, en el caso de un sitio Web, la solicitud de cada imagen, página y frame genera un hit.

Host: es la unidad central que permite a uno o más usuarios conectarse con ella a través de algún tipo de canal de comunicaciones, ofreciendo algún servicio. El canal puede ser un cable, un módem, o una red. En este último caso se ha generalizado emplear host como sinónimo de nodo o punto, puesto que normalmente todos los puntos de una red permiten la conexión y ofrecen uno u otro tipo de servicio, tanto al usuario local como al remoto. Se emplea particularmente este término por parte del software de comunicaciones. Es la unidad central de procesamiento que sirve información a otras unidades centrales de una red. También recibe el nombre de anfitrión.

Hostname: denominación otorgada por el administrador a una computadora. El hostname es parte de la dirección electrónica de esa computadora, y debe ser único para cada máquina conectada a Internet.

HTML: es el lenguaje que define textos, destinado a simplificar la escritura de documentos estándar. Es la base estructural en la que están diseñadas las páginas de la World Wide Web.

HTTP: es el protocolo que sirve de base para el intercambio de información en el sistema WWW.

Hub: es el dispositivo que concentra los cables de una red local.

I

Icompt: es el índice de velocidad que se aplica a los diferentes procesadores de Intel, para que los usuarios puedan comparar mejor la diferencia de potencia entre dos máquinas.



Icono: es la representación gráfica de un objeto. Representación gráfica de los diversos programas y comandos dentro de un entorno gráfico.

Impedancia: resistencia variable dependiendo de la frecuencia en la transmisión de una señal por un cable.

Implantación: implica el traslado de las aplicaciones desarrolladas o corregidas al ambiente de trabajo real de las organizaciones.

Importar: es la operación consistente en recuperar un documento con una aplicación distinta a la que le dio origen, realizando una conversión de su formato.

Informática: es la actividad relacionada con el uso de computadoras. Este término viene del francés y su equivalente en lengua inglesa es tecnología de la información que es la conjunción de computadoras, Telecomunicaciones y microprocesadores. También, se concibe como la conjunción de técnicas de manejo de la información, computación, microelectrónica, Telecomunicaciones y aspectos de administración. Esta concepción permite considerar, desde una perspectiva global, los retos y oportunidades derivados de la convergencia tecnológica que se ha producido en las últimas décadas entre las áreas mencionadas, y que da lugar las denominadas tecnologías de la información. Herramienta de apoyo para lograr múltiples fines.

Infovía: es el servicio de conexión a servidores de información conectados a Internet o a la red IP de telefonía.

Infraestructura informática nacional: es el acervo de equipos de cómputo, telecomunicaciones y programas con que cuenta un país.

Innovaciones tecnológicas: son los últimos desarrollos en materia de tecnología.

Instrucción: es la orden de un programa que le indica a la unidad central de procesamiento la operación a realizar y los datos para llevarla a cabo, expresada en algún lenguaje de programación que posteriormente pueda ser comprendido por el procesador.

Inteligencia artificial: es la rama de la informática que analiza la computadora y sus posibilidades de poseer inteligencia. La inteligencia artificial estudia las habilidades inteligentes de razonamiento, capacidad de extracción de conclusiones y reacciones ante nuevas situaciones de las computadoras y sus programas. El razonamiento es parecido al del cerebro humano (no es lineal, se aprende de cada situación). Existen dos ramas: la fuerte (strong) que sostiene que llegará el día en que puedan construirse programas que sean realmente inteligentes y computadoras pensantes; y la débil (weak) que considera que las computadoras sólo pueden ser diseñadas para convertirse en importantes herramientas para modelar y simular el pensamiento humano.

Interactivo: son aquellos programas que tienen una buena capacidad de diálogo en tiempo real con el usuario.



Interfaz: es el dispositivo hardware o protocolo de programación encargado de realizar la adaptación que haga posible la conexión entre dos sistemas o elementos de la unidad central de procesamiento, entre unidades o con el usuario.

Interfaz con el usuario: es el medio a través del cual se comunican los seres humanos con las computadoras.

Interfaz de programación de aplicaciones: es un método que permite a una aplicación interactuar directamente con funciones de un sistema operativo o con otra aplicación o servicio en general.

Internet: es la red mundial formada por la conexión de redes locales, regionales y nacionales que se han ido enlazando sin una instancia reguladora y que ha tenido un crecimiento explosivo en los últimos años. En esta red se intercambian datos y se distribuyen tareas de procesamiento; y también se ha convertido en un medio para comprar y vender bienes y servicios.

Internets: Es la red de computadoras más extendida del planeta, que conecta y comunica a más de 50 millones de personas. Nació a fines de los años sesenta como ARPANet y se convirtió en un revolucionario medio de comunicación. Su estructura técnica se basa en millones de computadoras que ofrecen todo tipo de información. Estas computadoras, encendidas las 24 horas, se llaman servidores y están interconectadas entre sí en todo el mundo a través de diferentes mecanismos de líneas dedicadas. Sin importar qué tipo de computadoras son, para intercomunicarse utilizan el protocolo TCP/IP. Las computadoras que utilizan las personas para conectarse y consultar los datos de los servidores se llaman clientes, y acceden en general a través en un tipo de conexión llamado dial-in, utilizando un módem y una línea telefónica.

Intranet: es la utilización de la tecnología de Internet dentro de la red local (LAN) y/o red de área amplia (WAN) de una organización. Permite crear un sitio público donde se centraliza el acceso a la información de la compañía. Bien utilizada, una intranet permite optimizar el acceso a los recursos de una organización, organizar los datos existentes en las PCs de cada individuo y extender la tarea colaborativa entre los miembros de equipos de trabajo. Cuando una intranet extiende sus fronteras más allá de los límites de la organización, para permitir la intercomunicación con los sistemas de otras compañías, se la llama Extranet.

Inventario: es el proceso de identificar y registrar toda la plataforma tecnológica de una organización, incluyendo los dispositivos inmersos. El inventario debe contemplar todas las aplicaciones, bases de datos, archivos y componentes del sistema.

IP: protocolo de Internet definido en el RFC 791. Confirma la base del estándar de comunicaciones de Internet. El IP provee un método para fragmentar (deshacer en pequeños paquetes) y rutear (llevar desde el origen al destino) la información. Es inseguro,



ya que no verifica que todos los fragmentos del mensaje lleguen a su destino sin perderse en el camino. Por eso, se complementa con el TCP.

ISA: es la arquitectura adoptada en las PC compatibles y que define cómo deben ser las tarjetas que pueden conectarse a ellas.

ISDN: tecnología rápida de conexión para líneas dedicadas y transmisión de datos. Se utiliza para tener acceso a Internet o a una videoconferencia.

Item: grupo de caracteres tratados como una unidad.

Iteración: en los lenguajes de programación, es la estructura organizativa que representa la repetición de las instrucciones del programa de forma autónoma por contraposición a la recursividad, que supone la dependencia de unos determinados módulos respecto de sí mismos para poderse ejecutar, o a la simple estructura secuencial, que supone la ejecución de las instrucciones de principio a fin del código.

L

Láser: amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación. Es un dispositivo que produce una única longitud de onda coherente; se emplea como fuente de luz en los sistemas de fibra óptica.

Lenguajes de programación: es la notación para la descripción precisa de algoritmos o programas informáticos. Son el conjunto de instrucciones que permiten al programador pensar claramente sobre la complejidad del problema a resolver, de manera que pueda ordenarlas convenientemente para la creación de un programa ejecutable por la computadora. Se dividen en lenguajes de alto y bajo nivel según se acerquen más o menos a las formas de comunicación humana, respectivamente.

Lenguaje máquina: lenguaje usado directamente por la computadora y compuesto de instrucciones codificadas en binario.

Línea de código: es el comando, declaración o instrucción en lenguaje de computación. El tamaño de los programas en general se mide por el número de líneas de código.

Línea conmutada: es una conexión entre dos computadoras, lograda a través de líneas telefónicas comunes y un módem.

Listas de control de accesos: son las que proporcionan a los usuarios una vez autenticados en el sistema, acceso a los directorios, archivos, objetos y/o recursos de la red sobre los que tienen derechos.

Listas de interés: es el modo de distribución de e-mail grupal. Mecanismos de debate grupales entre distintas personas interesadas en un determinado tema. Similares en concepto a los newsgroups, pero no es necesario utilizar un servidor especial ya que los mensajes son recibidos por el usuario como correo electrónico.



Log: archivo que registra movimientos y actividades de un determinado programa (log file). Utilizado como mecanismo de control y estadística. Por ejemplo, el log de un Web servidor permite conocer el perfil de los visitantes a un sitio Web.

Login: proceso de seguridad que exige que un usuario se identifique con un nombre (user-ID) y una clave, para poder acceder a una computadora o a un recurso.

M

Macro: es la abreviatura de macroinstrucción, grupo de instrucciones al que se le da un nombre. Cuando se quieren utilizar, no hace falta que las tecleemos una tras otra, basta con indicar el nombre que se le ha dado a todo el conjunto, o bien pulsar una combinación de teclas para repetir la secuencia de comandos deseada.

Mail Robot: programa que responde e-mail en forma automática, enviando al instante información. Simplifica la tarea de administrar un correo. Los programas utilizados para administrar mailing lists son un tipo de mail robots.

MAN: es la red que resulta de varias redes locales (LANs) interconectadas por un enlace de mayor velocidad o backbone en varias zonas. Es el tipo de estructura de red que se utiliza, por ejemplo, en un campus Universitario, donde se conectan los diversos edificios, casas de estudiantes, bibliotecas y centros de investigación. Una MAN ocupa un área geográfica más extensa que una LAN, pero más limitada que una WAN.

Memoria de las computadoras: es el término que se emplea para denotar las partes de la computadora donde se almacenan datos. Existen dos tipos de memoria, la ROM que sólo es de lectura y que es el conjunto de chips que contienen instrucciones para que la computadora se prepare para los trabajos de procesamiento, y en donde la computadora puede dar acceso a los datos escritos en esta memoria, pero no los puede modificar; y la RAM que es la memoria de acceso aleatorio donde cualquier aplicación o proceso se puede leer o modificar.

Metodologías: son los lineamientos que sirven de guía para llevar a cabo una función específica.

Métrica de programas: son los medios que emplean los ingenieros de sistemas para medir y predecir ciertos aspectos de los procesos, el uso de recursos y los productos finales del desarrollo de sistemas.

Microcomputadora: es el tipo de máquina más común, se suele encontrar en todo tipo de organización.

Microondas: son las ondas electromagnéticas de frecuencia elevada utilizadas en teleproceso.

Microprocesador: es un circuito electrónico hecho de silicón u otro material semiconductor. Circuito integrado que contiene los circuitos necesarios para que una



unidad central de procesamiento de pequeño tamaño lleve a cabo sus cálculos y comunicaciones con los otros componentes del sistema. (Chip)

Migración: es el traslado de bases de datos de un sistema antiguo a uno corregido.

Minería de datos: es el conjunto de técnicas que permiten sacar el máximo provecho del almacenamiento de los datos, y que mediante una serie de herramientas permite automatizar el proceso de extracción de información y significado, a partir de los datos que éste contiene.

Minicomputadora: es una computadora algo más grande que una microcomputadora; casi siempre se utiliza en empresas e industrias para tareas específicas.

Módem: es el dispositivo que convierte la señal digital de una unidad central de procesamiento en una señal analógica, de forma que pueda transmitirse por la línea telefónica y ser decodificada por otro módem situado en el extremo receptor. Dispositivo que se utiliza para transferir datos entre computadoras a través de una línea telefónica. Unifica la información para que pueda ser transmitida entre dos medios distintos como un teléfono y una computadora. La velocidad del módem se mide en una unidad llamada baudios (bits por segundo).

Monitor: dispositivo hardware que convierte en señal visible la información suministrada por la computadora, a través de una pantalla.

Monitoreo: es el seguimiento preciso a todas las fases del programa y a los aspectos críticos.

Multiacceso: es la forma de funcionamiento de una unidad central de procesamiento en el que un conjunto de usuarios puede interactuar, mediante terminales, con los programas que se estén ejecutando.

Multiplataforma: es el programa o dispositivo que puede utilizarse sin inconvenientes en distintas plataformas de hardware y sistemas operativos. Un programa en lenguaje Java posee esta característica.

Multicast: son una serie de técnicas, orientadas a obtener un ahorro en la capacidad de envío simultáneo a través de la red, y a permitir la distribución de la información de un único servidor a más de un cliente.

Multimedia: es la combinación de diferentes medios de comunicación, tales como sonido, gráficos, animación y vídeo, utilizados por un procesador en su relación con las personas. Combinación de varias tecnologías de presentación de información (imágenes, sonido, animación, video, texto) con la intención de captar tantos sentidos humanos como sea posible. Previamente a la existencia de la multimedia, el intercambio de información con las computadoras estaba limitado al texto. Luego, con el nacimiento de las interfaces de usuario gráficas y los desarrollos en video y sonido, la multimedia permitió convertir el



modo de comunicación entre personas y dispositivos aumentando la variedad de información disponible.

Multiproceso: sistema que no divide las tareas concurrentes por programas como lo hace la multitarea, sino que permite que un programa pueda tener varias partes que se ejecuten simultáneamente. Forma de funcionamiento de una unidad central en el que varios procesadores de igual potencia se reparten el trabajo.

Multiprogramación: es el modo de operación de una unidad central de procesamiento en el que en un momento dado se pueden estar ejecutando varios programas, cada uno en una etapa diferente de su funcionamiento normal. Los recursos de la máquina se van asignando a los diferentes programas de acuerdo con sus requerimientos, de tal forma que se optimice el aprovechamiento de los mismos.

Multitarea: es la capacidad de algunas computadoras y sistemas operativos para ejecutar varias aplicaciones al mismo tiempo, dividiendo las operaciones del procesador en tareas concurrentes.

Multiusuario: unidad central de procesamiento utilizable por varias personas que pueden estar usándola al mismo tiempo. Se suele considerar que un sistema es multiusuario si dispone de diversas pantallas y teclados con los que varios usuarios pueden realizar operaciones distintas al mismo tiempo.

N

Nodo: es el punto de una red, en general. Se aplica a toda unidad central de procesamiento conectado a una red, tanto en Internet como en cualquier red local o conectada por módem. Conexión o punto de conmutación en una red.

Norma: conjunto de reglas sobre algún producto o servicio que garantiza uniformidad en todo el mundo en cualquier sistema en el que se implemente. Existen dos tipos de normas: la estándar (o normada), generada por comités especiales, y la de facto (o impuesta), que se acepta cuando un producto, debido a su uso, se convierte en universal.

NT: sistema operativo de 32 bits desarrollado por Microsoft y apoyado para convertirse en el sistema operativo del futuro. Soporta multitarea real, puede correr tanto sobre procesadores RISC como CISC, y es capaz de ejecutar tanto programa DOS como Windows, POSIX y OS/2, todo ello en multitarea. Incluye seguridad de datos y un conjunto de caracteres de 16 bits, que le permite mostrar caracteres no románicos.

O

Órbita satelital: trayectoria que recorre un satélite al girar alrededor de la tierra.

Overhead: es el desperdicio de ancho de banda, causado por la información adicional (de control, secuencia, etc.) que debe viajar además de los datos en los paquetes de un medio de comunicación.

**P**

Página web: es la unidad que muestra información en la Web. Una página puede tener cualquier longitud, si bien equivale por lo general a la cantidad de texto que ocupan dos pantallas y media. Las páginas se diseñan en un lenguaje llamado HTML, y contienen enlaces a otros documentos. Un conjunto de páginas relacionadas compone un sitio.

Paquete: en comunicaciones es un bloque de datos que se envía por una red y que transmite las identificaciones de las estaciones emisora y receptora, información de control de errores y un mensaje.

Paralelismo: es la capacidad que permite a varios programas ejecutarse a la vez sobre una misma máquina o, en el otro extremo que un mismo programa se ejecute de forma distribuida y simultáneamente en varios procesadores.

Parámetro: información añadida a la instrucción que inicia una determinada aplicación. Puede consistir en un nombre de archivo o cualquier tipo de información que se requiera para definir inicialmente el comportamiento del programa ejecutado.

Parámetros de comunicaciones: son las especificaciones que indican el modo en que se transfiere la información desde la computadora a un determinado dispositivo.

Paridad: es la técnica de detección de errores mediante la cual se comprueba si se han realizado correctamente las comunicaciones de datos, transmitidos de manera binaria entre unidades centrales de procesamiento por medio de un enlace de comunicación; o dentro de los componentes de una misma unidad, tales como disco y memoria.

Periférico: es el dispositivo externo conectado a la unidad central de procesamiento, y utilizado generalmente para la entrada y salida de datos.

Pin: es la patilla de un circuito integrado, que lo conecta a la placa de circuito impreso donde funcionará, bien por soldadura, o mediante un zócalo desmontable.

Ping: es la herramienta que permite averiguar si existe un camino (comunicación) de TCP/IP entre dos computadoras de cualquier parte de Internet.

Placa base o madre: es el circuito impreso donde van conectados todos los componentes de la unidad central de procesamiento y las tarjetas controladoras de los periféricos, cuya misión es servir de soporte para los componentes e interconectar todos los dispositivos.

Plan estratégico: es un plan de alto nivel y de largo plazo que define los objetivos de la organización y establece una ruta para alcanzarlos.

Plan estratégico de administración de recursos informáticos: es un plan de alto nivel y de largo plazo que define, de una manera sistemática, la forma en la que el área informática usará la tecnología de la información para alcanzar los objetivos, misión y metas de la organización.



Planes de contingencia: son los planes que definen las formas de llevar a cabo las funciones críticas de una organización y que se pondrían en marcha ante la eventual falla de sus sistemas y equipos.

Plataforma: es el fundamento tecnológico de un sistema de cómputo; en general, es una combinación específica de equipo de cómputo (hardware) y sistema operativo.

Plataforma tecnológica: es el acervo de tecnología de la información con que cuenta una organización; comprende todo el equipo de cómputo (hardware), programas (software), bases de datos, personal y políticas que sustentan las acciones en materia de administración de sistemas de información.

Portafolio: es un inventario de la estructura de los sistemas de información de la organización y sus componentes agrupados por áreas de negocios.

Posiciones orbitales geoestacionarias: ubicaciones en una órbita circular sobre el Ecuador que permiten que un satélite gire a la misma velocidad de rotación de la Tierra, permitiendo que el satélite mantenga en forma permanente la misma latitud y longitud.

Procedimientos manuales: son los métodos alternativos, basados en el uso intensivo de la mano de obra, que permiten continuar el funcionamiento de la empresa sin sistemas informáticos en el corto plazo.

Procedimientos operativos: son las guías específicas para los usuarios sobre el uso de un sistema o parte del mismo.

Procesamiento de datos: es la función que ofrece la tecnología de la información para almacenar, modificar, realizar cálculos, ordenar, transmitir, y presentar información con medios electrónicos.

Proceso paralelo: es el uso simultáneo de dos o más computadoras para solucionar un problema.

Programa de computación: es el conjunto de instrucciones codificadas que ordenan a la computadora llevar a cabo determinada tarea; son instrucciones y datos escritos en un lenguaje de programación y almacenados en formato electrónico, que ordenan a la computadora la ejecución de cierta tarea.

Protección contra escritura: es el atributo o característica que permite leer, pero no modificar o borrar un archivo, directorio, o disco con él activado. Los discos se protegen contra escritura física, normalmente por la ausencia o presencia de una muesca en la funda del disquete, mientras que los archivos y directorios se protegen por medio de un comando que activa el atributo de sólo lectura.

Protocolo: es el conjunto de reglas y convenios que posibilitan la transmisión de información a través de una red de telecomunicaciones.



Protocolo de diagrama de datos de usuario: es un protocolo abierto en el que el usuario (programador) define su propio tipo de paquete. Este protocolo está normalmente empaquetado con el nivel de software IP. No está orientado a conexiones y no reconoce la recepción de datos. Dado que no establece ni elimina conexiones ni controla el flujo de datos, su funcionamiento es más rápido que TCP.

Protocolo de resolución de direcciones: protocolo dentro de TCP/IP que realiza la correspondencia entre las direcciones IP y las direcciones Ethernet.

Prueba de unidad: son las pruebas que se llevan a cabo para validar que cada uno de los componentes de un sistema funciona de una manera adecuada.

Pruebas de desempeño: son las pruebas que se concentran en la forma en que los sistemas realizan los cálculos (velocidad, exactitud, alcance, etc.). Estas pruebas involucran una o más de las siguientes: pruebas de esfuerzo y sincronización, en donde se pone a prueba al máximo el sistema; pruebas de configuración, compatibilidad y recuperación, cuando se combina el sistema con otro de capacidad, memoria y velocidad menor; y pruebas de regresión.

Pruebas de integración: son las pruebas para determinar que todos los componentes relacionados de un sistema de información se desempeñan de acuerdo a lo definido en las especificaciones.

Pruebas de regresión: son las pruebas reiterativas y aleatorias que se realizan para detectar fallas debido a las modificaciones en los sistemas.

Pruebas del sistema: son las pruebas que se llevan a cabo para validar que los resultados de un proyecto de desarrollo de sistemas cumplen de manera adecuada con las especificaciones establecidas; comprenden tanto el equipo (hardware), como los programas (software), y su funcionamiento conjunto en condiciones reales de operación.

Puerto: es la conexión lógica y/o física de una computadora, que permite comunicarse con otros dispositivos externos o con otras computadoras. Los servicios de Internet (como el e-mail o la Web) utilizan puertos lógicos para establecer comunicaciones entre una computadora cliente y un servidor.

R

Realidad virtual: es un sistema de simulación que envuelve al usuario, y que constituye momentáneamente su único universo. Lo simulado puede ser algo físico o mundos abstractos.

Red de área local: es la red de computadoras interconectadas, distribuida en la superficie de una sola oficina o edificio. También llamadas redes privadas de datos. Su principal característica es la velocidad de conexión.



Red de computadoras: son los medios de telecomunicaciones que conectan a un grupo de computadoras y/u otros aparatos, como impresoras o aparatos de registros. La conexión puede ser por medio de cables o sistemas inalámbricos, como los sistemas de microondas. La red puede abarcar zonas amplias o restringidas.

Red de telecomunicaciones: sistema integrado por medios de transmisión, tales como canales o circuitos que utilicen bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, enlaces satelitales, cableados, redes de transmisión eléctrica o cualquier otro medio de transmisión, así como, en su caso, centrales, dispositivos de conmutación o cualquier equipo necesario.

Red mundial: es un servicio de Internet que ofrece la información de esta red mundial mejor organizada y más accesible.

Red privada de telecomunicaciones: es la red de telecomunicaciones destinada a satisfacer necesidades específicas de servicios de telecomunicaciones de determinadas personas que no impliquen explotación comercial de servicios o de capacidad de dicha red.

Red pública de telecomunicaciones: la red de telecomunicaciones a través de la cual se explotan comercialmente servicios de telecomunicaciones. La red no comprende los equipos terminales de telecomunicaciones de los usuarios ni las redes de telecomunicaciones que se encuentren más allá del punto de conexión terminal.

Reingeniería: es un proceso que se empezó a utilizar a partir de la difusión masiva del empleo de las tecnologías de la información en todo tipo de organizaciones, por medio del cual se analizan los procesos de las empresas o instituciones para redefinirlos y/o mejorarlos, utilizando el potencial que ofrecen estas tecnologías en nuevas formas de operar.

Renovación: es la corrección de sistemas y aplicaciones mediante la reparación, reemplazo o retiro.

Respaldo: es la segunda copia de un archivo que se está usando, y que sirve de resguardo por si se daña la versión original y que a partir de la copia se recuperará la información perdida.

Retiro: es cuando se desecha un sistema y se emplean otros medios manuales o electrónicos para realizar la función del sistema que se quita de funcionamiento.

Router: es un dispositivo de interconexión similar a un puente, pero que da servicio a paquetes o tramas que contienen determinados protocolos. Es el conjunto de unidades centrales de procesamiento y software que se encarga de la distribución de los mensajes entre distintas redes. Los routers actuales manejan varias pilas de protocolos de forma simultánea y llevan paquetes o tramas a los enlaces adecuados para que lleguen a su destino.



Ruta de acceso: es la especificación de la posición de un archivo dentro del árbol de directorios, que indica el camino para llegar hasta él desde el directorio raíz.

Rutina: en ocasiones se utiliza como sinónimo de programa de cómputo, pero en general refiere a una parte del programa. El término se usa para denotar un proceso de cómputo que tiene asociado una función específica y bien definida como parte de la operación total de un programa.

S

SAI: equipo de protección que suministra corriente en caso de fallo en la red eléctrica externa. Los hay de dos tipos, OFF LINE y ON LINE, dependiendo de si se conectan en serie o en paralelo con la red eléctrica.

Sector: las pistas de un disco se subdividen en sectores que constituyen la unidad mínima de información que se transfiere en un acceso.

Sectores estratégicos: son las ramas de la actividad económica que tienen un alto impacto en la economía nacional, en los servicios básicos, o en la salud.

Señal de congestión: es la señal generada por una tarjeta de comunicaciones para asegurarse de que las otras tarjetas se enteren de que se ha producido una colisión entre paquetes.

Señalización: es el diálogo que se produce entre los elementos de la red para determinar el inicio y fin de la comunicación, así como las características de la misma.

Separación de frecuencias: es el tipo de sistema de cable de banda ancha en el que las frecuencias disponibles se separan en dos grupos, uno para la transmisión y otro para la recepción, esto requiere de un convertidor de frecuencias.

Serie: protocolo de comunicaciones entre dispositivos y unidades centrales de procesamiento que utiliza sólo dos hilos de interconexión, por lo que transmite los bits de manera secuencial o en serie, uno detrás de otro.

Servicios de valor agregado: son los que emplean una red pública de telecomunicaciones y que tienen efecto en el formato, contenido, código, protocolo, almacenaje o aspectos similares de la información transmitida por algún usuario y que comercializan a los usuarios información adicional, diferente o reestructurada, o que implican interacción del usuario con información almacenada.

Servidor: computadora que suministra espacio de disco, impresoras u otros servicios a otras unidades centrales de procesamiento conectados a ella a través de una red. Cualquier unidad de una red que proporciona servicios de archivos, impresión o comunicaciones a otras estaciones de la red.

Sesión: es el tiempo comprendido entre la conexión y desconexión de la alimentación, o entre la apertura y cierre de una cuenta si se trata de una máquina multiusuario.



Shareware: política de distribución de programas donde se tiene derecho a probar un software por un determinado período antes de decidir comprarlo. El importe a abonar por el programa es en general bajo, prácticamente nominal.

Simplex: tipo de circuito de comunicaciones en el que los datos se transmiten en una sola dirección.

Simulación: imitación del comportamiento de un sistema o de un objeto, o de alguno de los aspectos de ese comportamiento determinado.

Síncrona: es la comunicación en la que emisor y receptor se hallan sincronizados tanto al principio como durante la transmisión de la información. Se refiere a un sistema de transmisión en el que los caracteres se sincronizan mediante la transmisión de los caracteres iniciales de sincronización y una señal de reloj común.

Sistema de computación: es una computadora con hardware, periféricos y software.

Sistema experto: es un tipo especial de sistema informático que se caracteriza por contener el conocimiento de una persona experta en cierto tipo de problemas.

Sistemas abiertos: son aquellos que utilizan normas para permitir el funcionamiento de componentes adquiridos por separado de diferentes fuentes o suministradores en todas las actividades de tratamiento de la información. Conjunto de computadoras de distintas marcas interconectadas, que utilizan el mismo protocolo normado de comunicación.

Sistema de nombre de dominio: es el método que convierte las direcciones Internet en direcciones IP.

Sistema de comunicación vía satélite: el que permite el envío de señales de microondas a través de una estación transmisora a un satélite que las recibe, amplifica y envía de regreso a la Tierra para ser captadas por estación receptora.

Sistema operativo: es el programa que controla la forma en que la computadora utiliza sus recursos, entre ellos la memoria, el espacio de almacenamiento en disco, la interfaz con los equipos periféricos y la interfaz con el usuario. Está constituido por programas (software) que llevan a cabo las tareas básicas para el funcionamiento de las computadoras.

Sistemas críticos: son los sistemas que apoyan las actividades de las funciones o procesos básicos de una organización. Si estos sistemas fallan, una empresa no puede servir a sus clientes y una institución a sus usuarios.

Sistemas de información: son los flujos de información de una organización con medios electrónicos. Pueden ser aplicaciones de todo tipo de proceso de datos, automatización de oficinas y sistemas expertos.

Sistema de gestión de bases de datos: es un conjunto coordinado de programas, procedimientos, lenguajes, etcétera, que suministra tanto a los usuarios no informáticos,



como a los analistas programadores, o al administrador, los medios necesarios para describir y manipular los datos integrados en la base, manteniendo su integridad, confidencialidad y seguridad.

Sistema de Seguimiento de Transacciones: es el sistema que protege las aplicaciones de base de datos para impedir su corrupción, mediante la restitución de las transacciones incompletas que tienen lugar ante un fallo de un componente de la red.

Sistemas desarrollados internamente: es la programación realizada por un experto para cubrir las necesidades específicas de una empresa.

Sitio: en general, se utiliza para definir un conjunto coherente y unificado de páginas y objetos intercomunicados, almacenados en un servidor. Formalmente es un servicio ofrecido por un servidor en un determinado puerto.

Sitios: son los "pueblos" de la supercarretera de la información. Son computadoras de todas clases: micros, minis, principales o centrales que tienen una interfaz que permite ser consultada por otra computadora externa.

Sniffer: literalmente "husmeador". Pequeño programa que busca una cadena numérica o de caracteres en los paquetes que atraviesan un nodo con objeto de conseguir alguna información. Normalmente su uso es ilegal.

Software: es el conjunto de instrucciones mediante las cuales una computadora puede realizar las tareas ordenadas por el usuario. Está integrado por los programas, sistemas operativos y utilidades.

Sockets: es el elemento básico para la construcción de una comunicación en redes (TCP/IP). Se puede describir como un punto terminal de una conexión al que se puede asociar un nombre.

SQL: lenguaje de consulta estructurado, es el lenguaje estándar para almacenar y manipular datos en bases de datos relacionales.

Supercomputadora: es el tipo más grande, rápido y caro de computadora.

Supresor de eco: es el dispositivo utilizado para eliminar el efecto del eco en los circuitos de transmisión de voz a larga distancia.

Sustitución: es el reemplazo de un sistema o aplicación por una nueva versión.

T

Tarjeta de circuito impreso: es la placa, normalmente fabricada con fibra de vidrio o de resina epoxi y recubierta de cobre, sobre la que se graban los circuitos y se sueldan dispositivos electrónicos; por ejemplo, los circuitos integrados.

TCP: protocolo de control de transmisión; norma orientada a conexión, que en general se parece al protocolo de transporte del modelo OSI, pero es completamente diferente a éste



en cuanto a sus formatos y detalles. Conjunto de protocolos de comunicación que se encargan de la seguridad y la integridad de los paquetes de datos que viajan por Internet. Complemento del IP en el TCP/IP.

TCP/IP: Conjunto de casi 100 programas de comunicación de datos usados para organizar computadoras en redes. Norma de comunicación en Internet, compuesta por dos partes: el TCP/IP. El IP desarma los envíos en paquetes y los rutea, mientras que el TCP se encarga de la seguridad de la conexión, comprueba que los datos lleguen todos, completos, y que compongan finalmente el envío original.

Tecnología inmersa: es el microprocesador que se encuentra dentro de otro aparato para controlar y dirigir sus funciones mediante un programa codificado, en general regula la hora calendario.

Telecomunicaciones: toda emisión, transmisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de hilos, radioelectricidad, medios ópticos, físicos, u otros sistemas electromagnéticos.

Teleconferencia: es el sistema que permite conversar con una o varias personas simultáneamente, viendo su imagen en movimiento (video) además de la voz.

Telemática o teleinformática: es el resultado de la unión producida entre las técnicas informáticas y las telecomunicaciones. Fusión de las telecomunicaciones e informática, trata del uso de las telecomunicaciones para enriquecer las posibilidades de la informática, es decir, del uso de medios de comunicación a distancia para conexiones informáticas.

Teleproceso: son las operaciones que se realizan de forma remota desde terminales conectadas a la unidad central de procesamiento.

Telnet: programa que permite el acceso remoto a un host. Utilizado para conectarse y controlar computadoras ubicadas en cualquier parte del planeta.

Thread: mensajes de correo electrónico, (de un newsgroup o una lista de interés), relacionados al mismo tema, o que son respuestas a un mismo asunto.

Throughput: Rendimiento final de una conexión. Volumen de datos que una conexión brinda como resultante de la suma de su capacidad y la resta de los overheads que reducen su rendimiento.

Tiempo compartido: técnica de proceso que consiste en la utilización de un mismo equipo por varios usuarios a la vez.

Tiempo de vida: es un contador interno que incorporan los paquetes multicast y que determinan su propagación. En general es un campo de la cabecera de los datagramas IP que especifica el tiempo de vida.

Tiempo real: funcionamiento de un sistema en el cual la recepción de información puede exigir la devolución del resultado de un tratamiento efectuado con tal información, antes



de proseguir el trabajo realizado por el sistema. El trabajo en tiempo real permite evitar los retrasos que se producen entre la recopilación de la información y su tratamiento. En esta modalidad de trabajo el tratamiento de la información se caracteriza por la elaboración inmediata de los datos.

Topología: es el mapa o idea de la red. La topología física describe el trazado de los hilos y los cables y la topología lógica o eléctrica describe el flujo de los mensajes.

Trama: es una secuencia de bits delimitada por un indicador de apertura y otro de cierre que se envían en serie a través de un canal de comunicaciones.

Trunking: es un servicio de radiocomunicaciones móviles terrestres en grupos cerrados de usuarios, es considerado un servicio de valor agregado. En estos sistemas los móviles no están asignados a una única frecuencia, sino que pueden usar cualquiera de las frecuencias o canales disponibles. Cuando el móvil quiere establecer una comunicación, el sistema central lo detecta, busca automáticamente un canal libre y se lo asigna al móvil para la comunicación, todo ello en tan solo unos pocos segundos y de forma totalmente automatizada.

Túnel IP: es el método mediante el que dos o más redes IPX o Appletalk intercambian paquetes a través de una red IP. Este concepto se puede generalizar para la interconexión de más tipos de redes a través de TCP/IP. Para enviar el paquete IP o Apple talk a través de la interred IP, el túnel lo encapsula en un datagrama del protocolo de datagramas de usuario.

Tupla: equivale a un registro cuando en lugar de un archivo, se trata de una tabla de una base de datos.

U

UMTS: sistema universal de telecomunicaciones móviles.

Unicast: se refiere a protocolos o dispositivos que transmiten los paquetes de datos de una dirección IP a otra dirección IP.

Unidad central de procesamiento: es el procesador de una computadora que lleva a cabo las operaciones aritméticas y lógicas, y ejecutan las instrucciones programadas. En general con este término también se incluyen unidades de almacenamiento.

Unidad de control: componente de la unidad central de procesamiento que gobierna el resto de las unidades. Dirige todas las actividades del procesador, generando señales de control para el resto de las unidades según el código de operación de la instrucción que en ese momento esté ejecutando. La ejecución de la instrucción supone realizar una serie de operaciones elementales a través de la activación de una serie de señales de control.



Unidad de red: es la unidad de disco que está a disposición de varios usuarios y computadoras conectadas a través de una red. Suelen utilizarse para almacenar archivos de datos comunes a muchos usuarios, que constituyen un grupo de trabajo.

Unix: es una familia de sistemas operativos tanto para computadoras personales como para mainframes. Soporta un gran número de usuarios y posibilita la ejecución de varias tareas simultáneamente (es multiusuario y multitarea). Sistema operativo multitarea capaz de administrar varios puestos de trabajo desde un servidor central, capaz de aprovechar al máximo la capacidad de la unidad central

URL: localizador uniforme de recursos, dirección electrónica. Puntero dentro de páginas HTML que especifican el protocolo de transmisión y la dirección de un recurso para poder acceder a él en un servidor de Web remoto.

User ID: Identificación de usuario en una computadora. Relacionado con una clave de acceso o password.

Usenet: Sistema mundial de grupos de discusión con comentarios que pasan entre cientos de miles de ordenadores. No todos los ordenadores Usenet están en Internet, ya que Usenet está completamente descentralizada, con más de 10.000 áreas de discusión, llamadas newsgroups.

Usuario: es todo aquel empleado que por las funciones que desempeña, usa o tiene acceso a bienes informáticos.

Utilerías: son los programas dentro de un sistema de cómputo que tienen como objetivo ofrecer un mayor número de funciones básicas de las que contiene el sistema operativo.

V

Validación: es el proceso para evaluar un sistema o alguno de sus componentes durante o, una vez concluido el desarrollo de un sistema, para determinar si satisface las especificaciones definidas en el análisis de requerimientos.

VBNS (Internet 2): nueva alternativa para las comunicaciones exclusivamente científicas. La máxima velocidad en esta nueva red de super procesadores será 21.000 veces superior a la capacidad de un módem convencional, basada en sofisticadas líneas de fibra óptica.

Vector: en software de gráficos, serie de parámetros que indican la distancia de un punto a otro.

Vector distancia: es el algoritmo que distribuye información de orientación a los Routers de la red. Un router que utiliza el algoritmo de vector distancia sólo mantiene suficiente información para conocer la forma de alcanzar el próximo destino de router en la red y envían esta información unos a otros de forma periódica, incluso si ésta no ha sufrido



modificaciones desde la última actualización, lo que crea tráfico innecesario en la red y se pierde tiempo de router.

Vectorización: Es el proceso de transformación de imágenes de mapa bits a imágenes vectoriales.

Videoconferencia: es un tipo de transmisión en la cual las personas se ven unas a otras comunicándose e interactuando al mismo tiempo mediante cámaras y monitores de videos ubicados en las instalaciones del cliente o en un centro de videoconferencias público. Para esto se requiere una red de comunicaciones propia, que emplea cable coaxial, fibras ópticas, transmisiones por microondas o satélites.

Videotext: es un servicio interactivo que, mediante el adecuado acceso por procedimientos normalizados, facilita a los usuarios de terminales videotext la comunicación a través de redes de telecomunicaciones con bases de datos y aplicaciones remotas.

Vincular: acción de crear una referencia dentro de un documento de destino hacia un objeto almacenado en un documento de origen, de forma que es posible editar el objeto vinculado directamente dentro del documento de destino, y cuando se modifica el objeto en el documento de origen, los cambios introducidos en el mismo se reflejan en el documento de destino.

Virus: Pequeños programas de computadora que tienen la capacidad de auto duplicarse y parasitar en otros programas. Una vez que se difunden, los virus se activan bajo determinadas circunstancias y, en general, provocan algún daño o molestia.

Vista: Es el modo en que el proceso se relaciona con una base de datos, de modo que sólo ve los datos que son necesarios y en la forma adecuada.

VRML: de Modelado de la Realidad Virtual. Se trata de un lenguaje para la construcción de mundos virtuales en la red. Aunque todavía está en desarrollo, puede que, en un futuro no muy lejano, todas las páginas Web se vean en tres dimensiones, con enlaces a nuevos mundos.

W

Wais: Servidores de Información de Área Extendida. Paquete de software comercial que permite indicar grandes cantidades de información y hacer que esos índices puedan buscarse a través de Internet. Una característica primordial de WAIS es que los resultados de búsqueda están medidos de acuerdo a lo relevantes que son, y otras búsquedas subsiguientes.

WAN: red de área amplia; es la resultante de la interconexión de varias redes locales localizadas en diferentes sitios (distintas ciudades o países), comunicadas a través de conexiones públicas (líneas dedicadas). La conexión puede ser física directa (un cable) o a través de un satélite, por ejemplo. La conexión es más lenta que una LAN.



WebTV: Dispositivo que cruza entre una PC simple y un televisor. Tiene como objetivo abaratar los costos de acceso a la red y simplificar su uso.

Whiteboard: es un programa especial para trabajo en grupo que permite que varias personas trabajen a la vez en un proyecto. Aunque las personas no estén físicamente en un mismo lugar, pueden trabajar a la vez desde cualquier punto del planeta a través de Internet.

Wide área: es la red que conecta equipos de cómputo ubicados en una zona geográfica muy amplia, por ejemplo, un país o varios países.

Webcam: es una cámara que emite en tiempo real imágenes a través del web. Es una cámara conectada a una página web mediante la cual los visitantes pueden ver imágenes normalmente en directo.

Windows: es el nombre del software creado por Microsoft, que se caracteriza por el uso de diferentes pantallas (ventanas) que se superponen para mostrar distintos tipos de información. Numerosos programas pueden gestionarse a través de este entorno que, además, incorpora sus propias aplicaciones básicas y permite el intercambio de datos entre programas ejecutados en este entorno y la operación simultánea de varias aplicaciones.

Worm: Programa que se envía a través de una red y se infiltra en los controladores de dispositivos, y se reduplica hasta que llena el controlador, usa toda la memoria y acaba con el ordenador, pudiendo acabar con toda una red.

WWW: es un sistema global de información que se basa en el hipertexto, a través de un lenguaje llamado HTML, con el que se comunican los procesadores, al que se traduce la información de una base de datos conectada y en el que se entiende la unidad central que la recibe. Es una manera de acceder a Internet y una forma de presentar la información con un interfaz gráfico que facilita la búsqueda de documentos. Permite ir de una página web a otra, ya que estas están interconectadas entre sí.

Z

Zippear: (Término popular). Dícese de la acción ejecutada por el programa Winzip y que consiste en comprimir 1 o varios archivos y dejarlo en su tamaño mínimo sin perder su información. Un ejemplo claro son la mayoría de los archivos que se encuentran en la red, tiene este formato.

Zócalo: en hardware es una interfaz con un procesador central donde se pueden conectar diversas tarjetas de circuito impreso, con el fin de ampliar las funciones o capacidades de una unidad central de procesamiento. En comunicaciones es la parte de una dirección de Interred IPX o IP dentro de un nodo de la red que representa el destino de un paquete IPX o IP.



Zmodem: Protocolo de transferencia de archivos desarrollado a mediados de la década de los 80. Fue diseñado para rectificar algunos fallos y limitaciones asociadas con YModem, y para proporcionar soporte para entornos de comunicación de red de velocidades altas.

Zoom Digital: Término muy aplicado al mundo de la fotografía, vídeo e informática, que se refiere a un aumento de la imagen realizado a partir de la adición pixels extras, usando complejos cálculos matemáticos. Debido a este hecho, los zooms digitales suelen dar menor calidad que los zooms ópticos, aunque pueden llegar a aumentos muy grandes.

Zoom Óptico: Término muy aplicado al mundo de la fotografía, vídeo e informática, que se refiere a un aumento de la imagen realizado mediante el uso de lentes físicas. Usando este método es más costoso llegar a ampliaciones muy grandes (ver zoom digital), sin embargo, podemos seguir disfrutando de imágenes extremadamente claras.

ANEXO IV TÉRMINOS GENERALES PARA PROYECTOS⁸

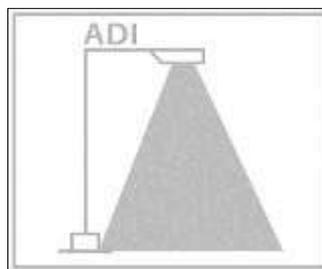
Las terminologías generales unifican y facilitan el entendimiento durante todos los procesos y documentaciones de estudios, diseños, implementación y operación de los ITS en carretera.

- **ADI:** Área de Iluminación
- **CCO:** Centro de Control y Operaciones
- **DEA:** Detector de Exceso de Altura
- **ELE:** Estación de Llamada de Emergencia
- **FITS:** Full ITS
- **PEAJE:** Estación de peaje
- **PESAJE:** Estación de pesaje
- **PIV:** Punto de Información de Velocidad

4A Área de Iluminación – ADI

El área de Iluminación corresponde a una zona que cuenta con iluminación, tales como intersecciones a nivel y a desnivel, paraderos, puentes peatonales y otros.

Figura N°A10 Símbolo ADI⁹

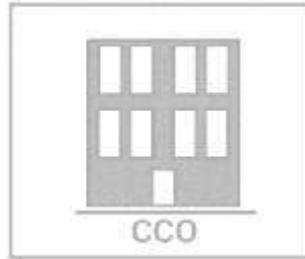


4B Centro de Control y Operación – CCO

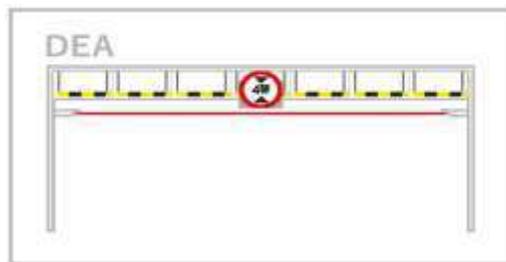
El centro de control corresponde a la instalación o las instalaciones desde donde se tiene mando centralizado del sistema IST de la carreta.

⁸ Manual de estudios ITS para proyectos 4G; SIT Ltda., Colombia, 2016

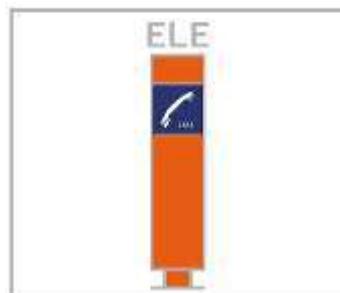
⁹ ídem

Figura N°A11 Símbolo CCO¹⁰**4C Detector de exceso de altura – DEA**

El detector de exceso de altura corresponde al grupo de dispositivos que detectan e informan el exceso de altura de vehículos.

Figura N°A12 Símbolo DEA¹¹**4D Estación de llamada de Emergencia – ELE**

El elemento de llamada de emergencia corresponde a un equipo de comunicación ubicado al costado de la vía, para facilitar la comunicación con el CCO en caso de que el usuario de la vía necesite asistencia.

Figura N°A13 Símbolo ELE¹²

El Full ITS corresponde a un pórtico o semi-pórtico ubicado en la vía, el cual concentra una serie de elementos de comunicaciones, detección y señalización para la medición, monitoreo, información, comunicación con el CCO, gestión, etc.

¹⁰ ídem

¹¹ ídem

¹² ídem

Los posibles elementos que contiene un FITS dependiendo de la necesidad son:

- Estación de video detección
- Estación magnetométrico
- Estación inalámbrica WiFi & Bluetooth
- Cámara CCTV fija
- Cámara CCTV móvil
- Panel de mensajería variable fijo
- Estación de registro de condiciones climáticas
- Otros

Figura N°A14 Símbolo FITS¹³



4E Estación de peaje – PEAJE

La estación de peaje corresponde a una plaza donde se realiza el cobro de la tasa de uso de la carretera.

Figura N°A15 Símbolo PEAJE¹⁴



¹³ ídem

¹⁴ ídem

4F Estación de pesaje – PESAJE

La estación de pesaje corresponde a una plaza de control y fiscalización de peso.

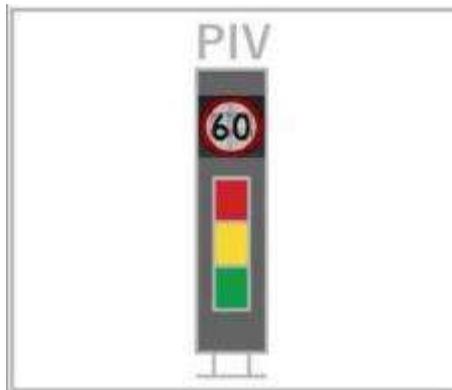
Figura N°A16 Símbolo PESAJE¹⁵



4G Punto de Información de velocidad – PIV

El punto de Información de velocidad corresponde a un elemento de medición e información (retroalimentación del conductor) de la velocidad de los vehículos ubicado al costado de la vía.

Figura N°A17 Símbolo PIV¹⁶



¹⁵ ídem

¹⁶ ídem

ANEXO V TÉRMINOS EN TELECOMUNICACIONES¹⁷

5A Big Data

Big Data, macro datos (datos masivos), inteligencia de datos o datos a gran escala es un concepto que hace referencia a un conjunto de datos tan grandes que aplicaciones informáticas tradicionales de procesamiento de datos no son suficientes para tratar con ellos y los procedimientos usados para encontrar patrones repetitivos dentro de esos datos. Los textos científicos en español con frecuencia usan directamente el término en inglés Big Data, tal como aparece en el ensayo de Viktor Schönberger: La revolución de los datos masivos.

5B Bluetooth

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) creado por Bluetooth Special Interest Group, Inc. que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles.
- Eliminar los cables y conectores entre estos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

Figura N°A18 Logotipo Bluetooth



5C Conmutador

Conmutador (switch) es el dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más host de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red y eliminando la conexión una vez finalizada ésta.

Los conmutadores se utilizan cuando se desea conectar múltiples tramos de una red, fusionándolos en una sola red. Al igual que los puentes, dado que funcionan como un filtro

¹⁷ <http://images-na.ssl-images-amazon.com/>

en la red y solo retransmiten la información hacia los tramos en los que hay el destinatario de la trama de red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las redes de área local (LAN).

Figura N°A19 Conmutador Ethernet¹⁸



5D Ethernet

Ethernet es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones (CSMA/CD). Su nombre viene del concepto físico de ether. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3, siendo usualmente tomados como sinónimos. Se diferencian en uno de los campos de la trama de datos. Sin embargo, las tramas Ethernet e IEEE 802.3 pueden coexistir en la misma red.

5E Firewall

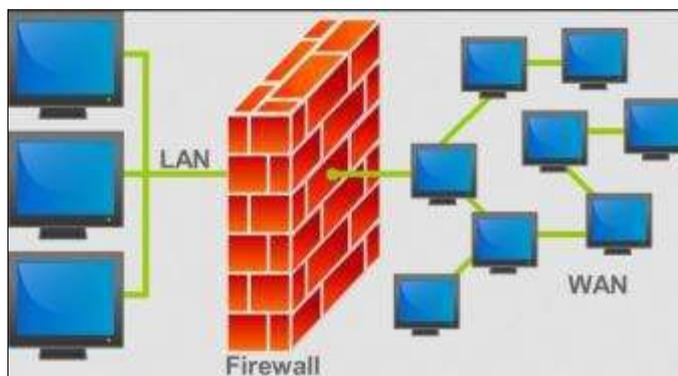
Un cortafuegos (firewall) es una parte de un sistema o una red que está diseñada para bloquear el acceso no autorizado, permitiendo al mismo tiempo comunicaciones autorizadas. Se trata de un dispositivo o conjunto de dispositivos configurados para permitir, limitar, cifrar o descifrar el tráfico entre los diferentes ámbitos sobre la base de un conjunto de normas y otros criterios.

Los cortafuegos pueden ser implementados en hardware o software, o en una combinación de ambos. Los cortafuegos se utilizan con frecuencia para evitar que los usuarios de Internet no autorizados tengan acceso a redes privadas conectadas a Internet, especialmente intranets. Todos los mensajes que entren o salgan de la intranet pasan a través del cortafuegos, que examina cada mensaje y bloquea aquellos que no cumplen los criterios de seguridad especificados. También es frecuente conectar el cortafuegos a una tercera red, llamada zona desmilitarizada o DMZ, en la que se ubican los servidores de la organización que deben permanecer accesibles desde la red exterior.

¹⁸ www.wikipedia.org/

Un cortafuegos correctamente configurado añade una protección necesaria a la red, pero que en ningún caso debe considerarse suficiente. La seguridad informática abarca más ámbitos y más niveles de trabajo y protección.

Figura N°A20 Firewall



5F Internet

Internet (el internet o, también, la internet) es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, lo cual garantiza que las redes físicas heterogéneas que la componen, formen una red lógica única de alcance mundial. Sus orígenes se remontan a 1969, cuando se estableció la primera conexión de computadoras, conocida como ARPANET, entre tres universidades en California (Estados Unidos).

Uno de los servicios que más éxito ha tenido en internet ha sido la World Wide Web (WWW o la Web), hasta tal punto que es habitual la confusión entre ambos términos. La WWW es un conjunto de protocolos que permite, de forma sencilla, la consulta remota de archivos de hipertexto. Esta fue un desarrollo posterior (1990) y utiliza internet como medio de transmisión.

5G Intranet

Una intranet es una red informática que utiliza la tecnología del protocolo de Internet para compartir información, sistemas operativos o servicios de computación dentro de una organización. Suele ser interna, en vez de pública como internet, por lo que solo los miembros de esa organización tienen acceso a ella.

5H IoT

Internet de las cosas (en inglés, Internet of Things, abreviado IoT; IdC, por sus siglas en español) es un concepto que se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con Internet. Alternativamente, Internet de las cosas es la conexión de Internet con más cosas u objetos que con personas. También, se suele conocer como Internet de todas las cosas o Internet en las cosas. Si los objetos de la vida cotidiana tuvieran incorporadas etiquetas

de radio, podrían ser identificados y gestionados por otros equipos, de la misma manera que si lo fuesen por seres humanos.

5I KVM

Un conmutador o switch KVM (KVM es la abreviatura para "teclado, vídeo y ratón" en inglés [Keyboard, Video & Mouse]) es un dispositivo de hardware que permite al usuario controlar múltiples ordenadores desde uno o más conjuntos de teclados, monitores de vídeo, y ratones. Aunque varios equipos están conectados al KVM, usualmente un número pequeño de los ordenadores pueden ser controlados en cualquier momento dado. Los dispositivos KVM más modernos también han añadido la posibilidad de compartir otros periféricos como dispositivos USB y de audio.

Figura N°A21 Unidad KVM¹⁹

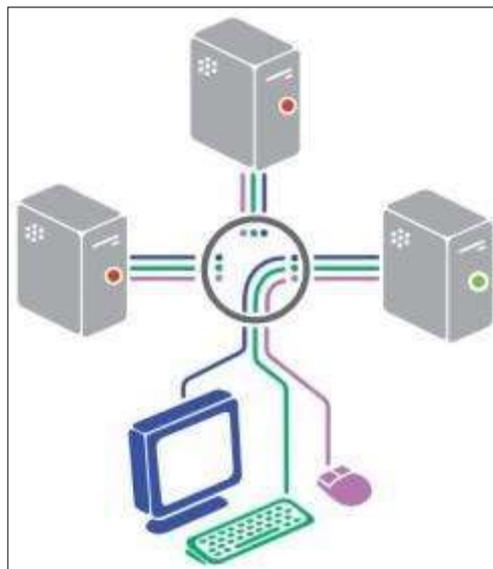


Figura N°A22 Switch KVM²⁰



¹⁹ [www.http://server-rack.sg/](http://server-rack.sg/)

²⁰ www.wikipedia.org/

Figura N°A23 Sistema KVM

5J Modbus

Modbus es un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo (RTU) o cliente/servidor (TCP/IP), diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs). Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria, es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales.

Las principales razones por las cuales el uso de Modbus en el entorno industrial se ha impuesto a otros protocolos de comunicaciones son:

- Se diseñó teniendo en cuenta su uso para aplicaciones industriales
- Es público y gratuito
- Es fácil de implementar y requiere poco desarrollo
- Maneja bloques de datos sin suponer restricciones

5K TCP/IP

La familia de protocolos de internet es un conjunto de protocolos de red en los que se basa internet y que permiten la transmisión de datos entre computadoras.

En ocasiones se le denomina conjunto de protocolos TCP/IP, en referencia a los dos protocolos más importantes que la componen, que fueron de los primeros en definirse, y que son los dos más utilizados de la familia:

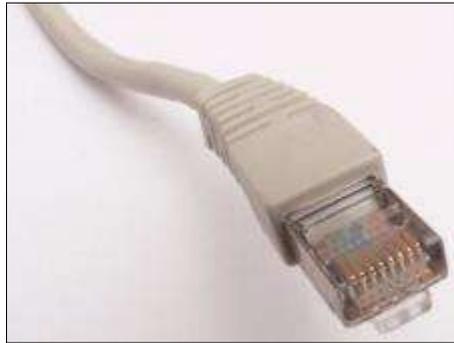
- **TCP:** protocolo de control de transmisión
- **IP:** protocolo de internet

5L RJ-45

RJ45 es una interfaz física comúnmente utilizada para conectar redes de computadoras con cableado estructurado (categorías 4, 5, 5e, 6 y 6a). Posee ocho pines o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado (UTP).

Es parte del Código Federal de Regulaciones de Estados Unidos.

Figura N°A24 Conector RJ-45²¹



5M SFP

Un transceptor SFP, del inglés small form-factor pluggable transceptor (en español transceptor de factor de forma pequeño conectable) o, también en inglés, SFP transceptor y de forma abreviada conocido como SFP, es un transceptor compacto y conectable en caliente utilizado para las aplicaciones de comunicaciones de datos y telecomunicaciones. Están diseñados para soportar Sonet, canal de Fibra, Gigabit Ethernet y otros estándares de comunicaciones.

Es un formato popular de la industria, desarrollado conjuntamente con el apoyo de muchos proveedores de componentes de red.

²¹ ídem

Figura N°A25 Conector SFP²²

5N SD – Secure Digital

Secure Digital (SD) es un dispositivo en formato de tarjeta de memoria para dispositivos portátiles, por ejemplo: cámaras digitales (fotográficas o videograbadoras), teléfonos móviles, computadoras portátiles y videoconsolas (de sobremesa y portátiles), tabletas y entre muchos otros. Inicialmente compitió y coexistió con otros formatos, y actualmente es uno de los formatos más comunes y utilizados en dispositivos portátiles y en computadoras y reproductores de música portátiles o domésticos, destacando principalmente por la velocidad a diferencia de sus predecesores.

El estándar SD fue desarrollado por SanDisk, Panasonic y Toshiba, e introducido en 1999 como una mejora evolutiva de las tarjetas MMC. El estándar es mantenido por la Asociación de Tarjetas SD en la que participan varios fabricantes y fue implementado en más de 400 marcas de productos, cubriendo docenas de categorías y en más de 8000 modelos.

El formato SD incluye cuatro versiones de tarjetas, disponibles en tres tamaños. Las cuatro familias son:

- “Standard Capacity” (SDSC), la original, «capacidad estándar»
- “High Capacity” (SDHC), «alta capacidad»
- “Extended Capacity” (SDXC), «capacidad extendida»
- “Input/Output” (SDIO), «entrada/salida»

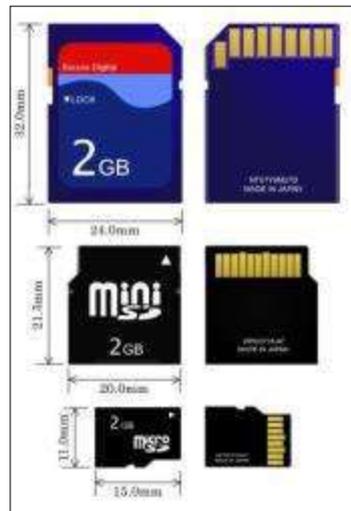
Los tres tamaños son:

- SD estándar original

²² ídem

- miniSD
- microSD

Figura N°A26 Diferentes formatos de medios SD



50 Wi-Fi

El wifi (sustantivo común en español, incluido en el Diccionario de la ASALE) es una tecnología que permite la interconexión inalámbrica de dispositivos electrónicos. Los dispositivos habilitados con wifi (tales como computadoras personales, teléfonos, televisores, videoconsolas, reproductores de música...) pueden conectarse entre sí o a internet a través de un punto de acceso de red inalámbrica.

Wi-Fi es una marca de la Alianza Wi-Fi, la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen con los estándares 802.11 relacionados con redes inalámbricas de área local. Su primera denominación fue "Wireless Ethernet Compatibility Alliance"

Figura N°A27 Logotipo WiFi



5P Zigbee

Zigbee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (wireless

personal area network, WPAN). Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

En principio, el ámbito donde se prevé que esta tecnología cobre más fuerza es en domótica, como puede verse en los documentos de la Zigbee Alliance, en las referencias bibliográficas que se dan más abajo en el documento «Zigbee y Domótica». La razón de ello son diversas características que lo diferencian de otras tecnologías:

- Su bajo consumo.
- Su topología de red en malla.
- Su fácil integración (se pueden fabricar nodos con muy poca electrónica)

Figura N°A28 Modulo zigbee

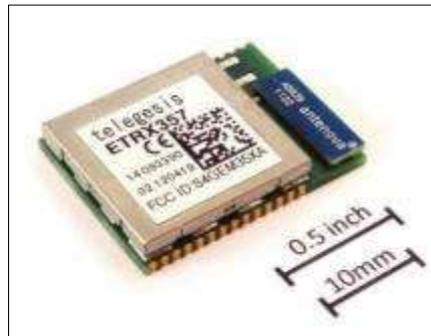


Figura N°A29 Logotipo zigbee



ANEXO VI PROYECTOS ITS

6A ESTUDIO DE DISEÑO PARA PROYECTO ITS

Los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) se integran en los proyectos de infraestructura vial. Es así como a continuación, se describen algunos apartados que presentan elementos determinantes a tener en cuenta para la implementación de proyectos de ITS y que van en línea con la metodología en V presentada en el capítulo 7 del presente manual.

El ciclo y modalidad de inversión de los proyectos ITS debe estar acorde a lo estipulado en la normativa nacional vigente.

6.1 DISEÑOS INTEGRALES

Cuando se habla de diseño del ITS se requiere tener en cuenta los parámetros más relevantes de la necesidad a satisfacer y para ello se deben analizar las expectativas de las soluciones que se desee satisfacer, así como la pertenencia de la solución a una de las esferas definidas por la Arquitectura ITS. Al mismo tiempo, cuando se habla de etapas de Diseño Integral para el ITS se requiere abordar diversos aspectos que deben contemplarse para llevar a cabo el despliegue del servicio ITS. Por tal motivo, a continuación, se expone que la filosofía aplicada a los diseños ITS es integral y pluridisciplinaria o multidisciplinaria, y debe abordar las siguientes fases:

- Fase de Planeamiento
- Fase de Preinversión²³
- Fase de Inversión²⁴
- Fase de Post Inversión²⁵

6A.2. ETAPAS O FASES PARA PROYECTOS ITS

Las etapas o fases para proyectos ITS se enmarcan en:

- Fase de Planeamiento
- Fase de Preinversión²⁶
 - Estudio de predimensionamiento.
 - Estudio de diseño y evaluación.

²³ Equivalente a Fase de Formulación y Evaluación en el SNPMGI

²⁴ Equivalente a Fase de Ejecución en el SNPMGI

²⁵ Equivalente a Fase de Funcionamiento en el SNPMGI

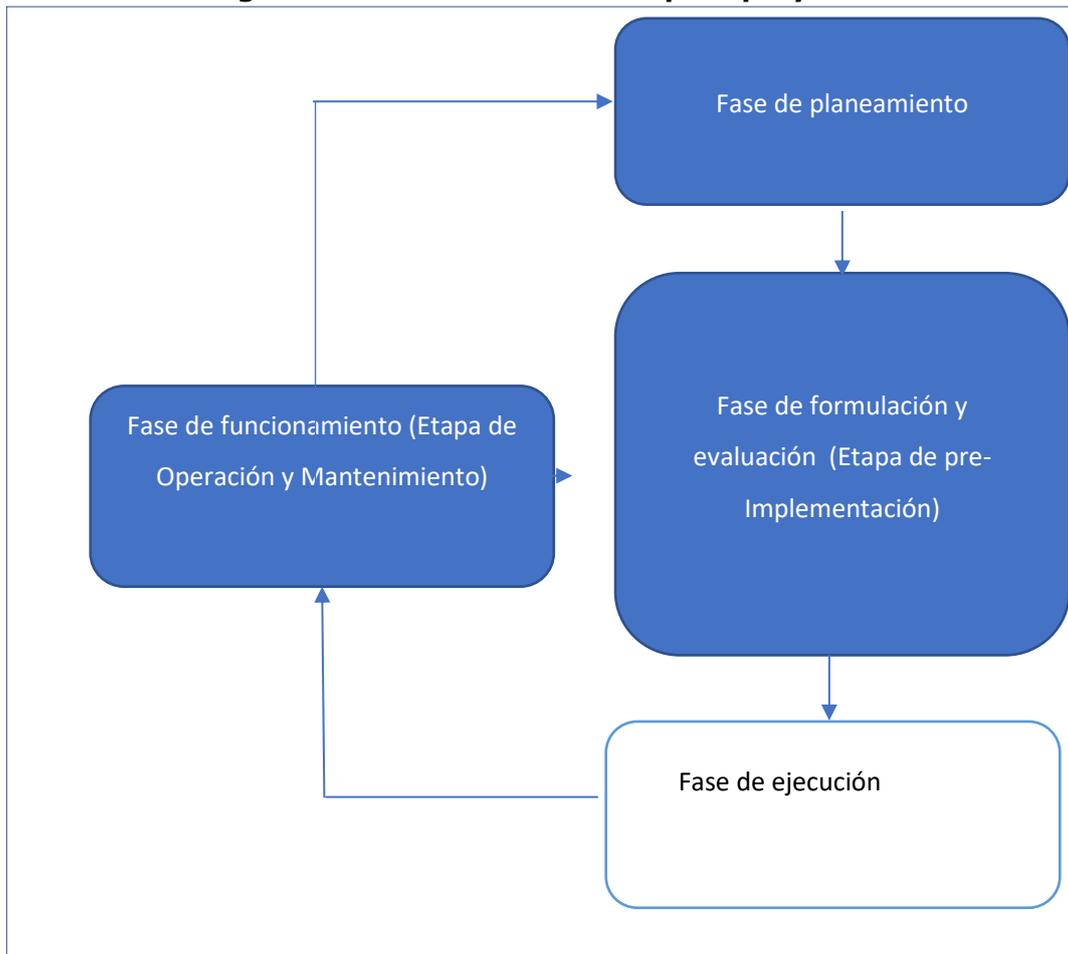
²⁶ Equivalente a Fase de Formulación y Evaluación en el SNPMGI



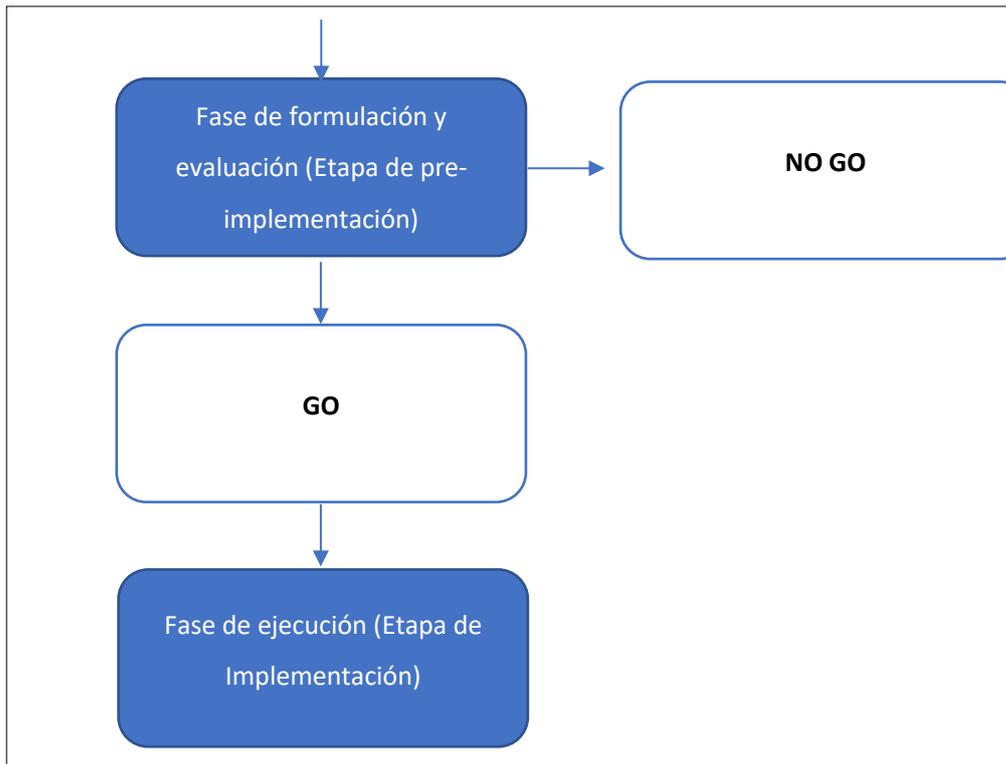
- Localización de elementos ITS
- Análisis costo - beneficio
- Fase de Inversión²⁷
 - Elaboración del estudio definitivo. (diseño conceptual/ diseño de detalle /implementación / capacitaciones/ protocolos de prueba / descripción de desempeño / funcionalidades / beneficios / resultados esperados/ procedimientos de operación / Documentación "As Built / otros documentos).
 - Proyecto piloto
 - Ejecución física - Construcción. (Estudio definitivo / expediente técnico / Documentación "As Built"/ otros documentos)
- Fase de Post Inversión²⁸
 - Operación y conservación o mantenimiento en fase de funcionamiento
 - Estudio de vida útil
 - Estudio de renovación y/o ampliación.

²⁷ Equivalente a Fase de Ejecución en el SNPMGI

²⁸ Equivalente a Fase de Funcionamiento en el SNPMGI

Figura N° A30 Marco de fases para proyectos ITS

La fase de formulación y evaluación o etapa de pre-implementación termina con la decisión sobre el "hacer" o "no hacer" de los ITS, o comúnmente llamado "GO" y "NO GO". Un proyecto tipo "NO GO" puede haber sido estudiado y mejorado, ya que las permanentes actualizaciones tecnológicas y el acceso a tecnologías juegan un rol importante en las decisiones de factibilidad.

Figura N° A31 Proyecto Tipo GO o NO GO

En la fase de ejecución o etapa de implementación, los estudios se vuelven diseños y documentación. Iniciando con el diseño conceptual el cual se localizan y cuantifican los elementos y presupuestos acorde a las condiciones actuales, además de considerar actualizaciones reglamentarias, legales, normativas y tecnológicas que se han presentado desde la terminación de los estudios de la fase de formulación y evaluación o etapa de pre-implementación.

Figura N° A32 Procesos entre pre-implementación e implementación

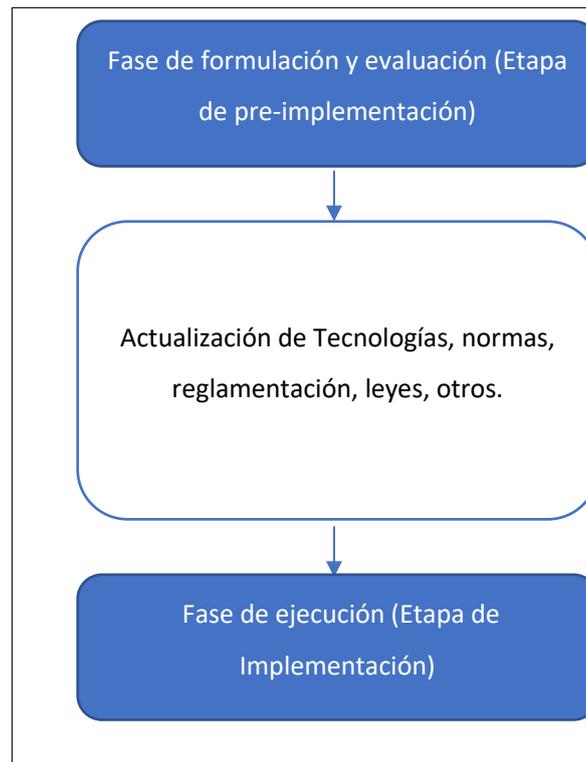
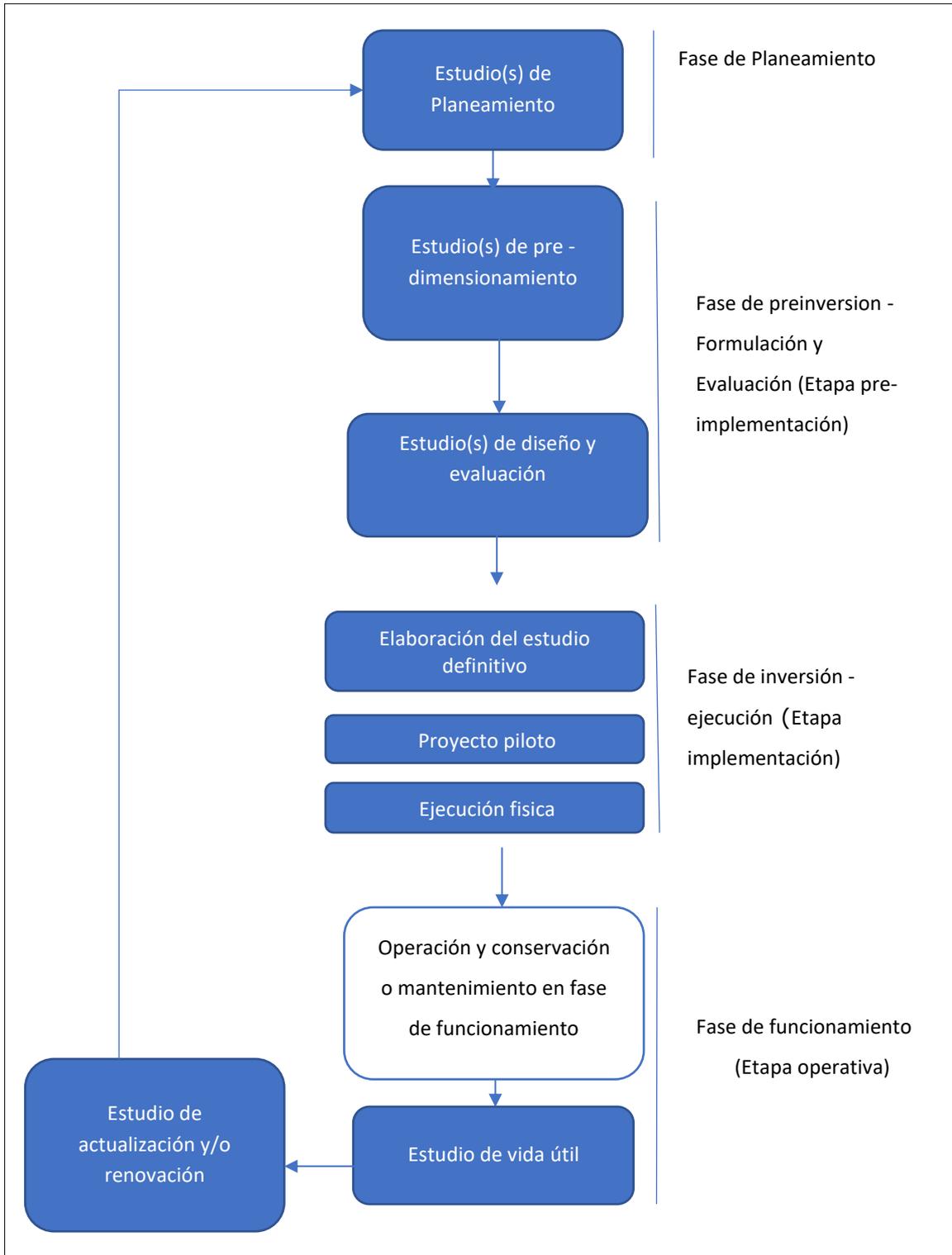


Figura N° A33 Relación de etapas o fases para proyectos ITS



6A.3 FASE DE PLANEAMIENTO

Es la planificación de las líneas de trabajo que se desarrollen a nivel general con relación a los proyectos ITS, encomendando la ejecución de los proyectos que se identifiquen según el alcance del mismo. El desarrollo de esta planificación incluye la búsqueda de financiación necesaria, así como la colaboración con los organismos competentes en el ámbito de desarrollo de proyectos ITS.

6A.4 FASE DE PREINVERSION - FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN

Estudios de predimensionamiento

A. Generalidades

El estudio de predimensionamiento ITS ayuda a tener de manera rápida y económica una orientación sobre si la implementación de los ITS del proyecto vial puede o no ser beneficiosa o ventajosa para la operación que incluye la seguridad vial de la infraestructura vial. Por lo que, es recomendable iniciar un proyecto ITS con un estudio de predimensionamiento.

Además, 1) permiten evaluar de manera rápida y económica diferentes alternativas tecnológicas y escenarios de implementación, operación y conservación o mantenimiento y 2) son un punto decisivo para definir si un proyecto "va" o "no va" realizado ("GO", "NO GO")

Dependiendo del proyecto pueden existir estudio y análisis de varias alternativas tecnológicas o escenarios de realización o implementación del proyecto y de sus ITS.

B. Consideraciones técnicas

El estudio atiende de manera no limitativa los siguientes temas:

- Resumen ejecutivo
- Introducción y marco del proyecto
- Descripción de la situación actual
- Descripción de la solución
- Descripción de beneficios esperados
- Alternativa (s) (las cuales deben de incorporar la interoperabilidad del ITS en forma integral)
- Actores y roles (involucrados)



- Costos de implementación y operación
- Comparación de alternativas (s)
- Requerimientos de otros estudios
- Disposiciones y reciclaje de elementos después de su servicio
- Plan y programas de capacitación en la operación y la conservación o mantenimiento
- Recomendaciones
- Entre otros

Estudio(s) de diseño y evaluación

A. Generalidades

El estudio de diseño y evaluación, se inicia con la elaboración de la ficha técnica del estudio de preinversión respectivo, la cual es una versión más detallada y exacta del estudio de predimensionamiento que permite alcanzar los objetivos y metas establecidos. Para su elaboración se toman datos actuales en campo, análisis de mercado y en muchos casos se aplica la modelística de tráfico dinámica para sustentar los beneficios a esperar.

Además, es una herramienta para la toma de decisiones para el proceso de contratación e implementación.

Dependiendo del proyecto pueden existir estudio y análisis de varias alternativas tecnológicas o escenarios de realización o implementación del proyecto y de sus ITS.

B. Consideraciones técnicas

El estudio atiende de manera no limitativa los siguientes temas:

- Resumen ejecutivo
- Introducción y marco del proyecto
- Descripción de la situación actual
- Descripción de la solución
- Descripción de beneficios esperados
- Actores y roles
- Modelística y simulación (si existe)



- Alternativa(s) (las cuales deben de incorporar la interoperabilidad del ITS en forma integral)
- Comparación de alternativa(s)
- CAPEX, OPEX-R y OPEX-M
- Tabla de localización de elementos ITS
- Descripción de los ITS
- Características técnicas de los ITS
- Cronograma de implementación
- Costos de implementación y operación
- Requerimientos de otros estudios
- Disposición y reciclaje de elementos después de su servicio
- Plan y programas de capacitación en la operación y la conservación o mantenimiento
- Recomendaciones
- Entre otros

Aclarando algunos términos descritos en este apartado es de gran relevancia describir los siguientes términos:

CAPEX y OPEX:

- El CAPEX, del inglés CAPital EXpenditures, es un costo de desarrollo o el suministro de componentes no consumibles para un proyecto, producto o sistema.
- El OPEX, del inglés "OPERational EXpenditure", es un costo permanente para el funcionamiento de un proyecto, negocio o sistema. Puede traducirse como gasto de funcionamiento, gastos operativos, o gastos operacionales.

En los ITS se hace además una distinción de OPEX-R y OPEX-M:

- La letra R del OPEX-R (también R-OPEX) se refiere a un CAPEX acumulable para el reemplazo de equipos que cumplen su vida útil.



- La letra M del OPEX-M (también M-OPEX) se refiere a la porción del OPEX destinada al mantenimiento.

Asimismo, para el adecuado desarrollo del estudio de diseño y evaluación es preciso tomar especial consideración en el desarrollo de:

Localización de Elementos ITS

A. Generalidades

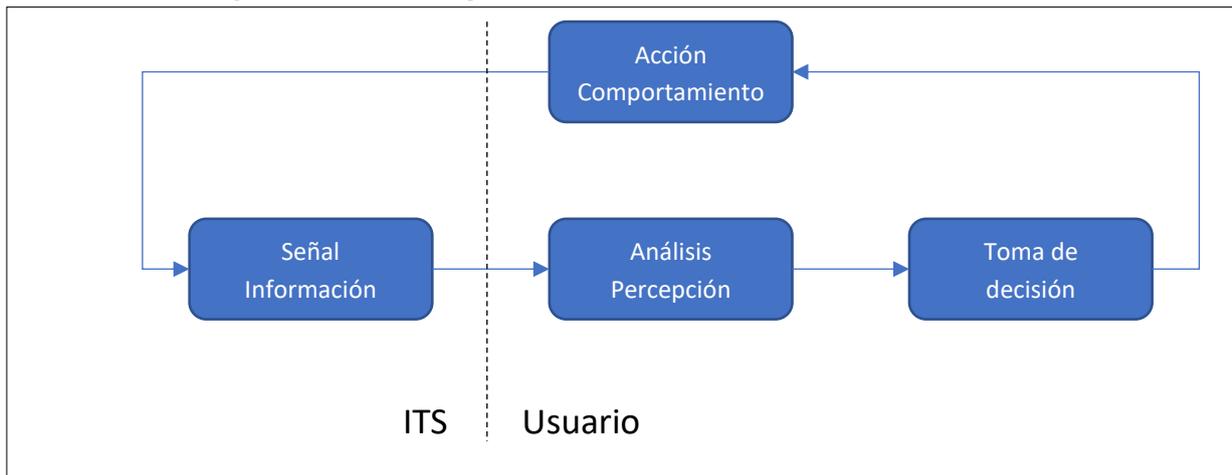
Para asegurar una correcta localización donde los ITS generan los beneficios esperados, hay que tener en cuenta el efecto que tienen los ITS sobre las decisiones y correspondientes acciones y cambios de comportamiento del usuario, siendo algunos ejemplos:

- Antes del viaje: Selección de ruta o camino hacia el destino, Selección de día y hora para el viaje Programación de una pausa o descanso, ...
- Durante el viaje: Disminución de velocidad, Selección de ruta o camino hacia el destino, Programación de una pausa o descanso, Aumento de la atención a las condiciones de tráfico y el entorno.

El proceso resultante tiene todas las características de un proceso de regulación, lo que significa que la localización de los ITS debe asegurar que el tiempo sea suficiente para análisis y percepción y la toma de decisión para la implementación de las acciones o comportamiento, sin generar peligros para la seguridad vial

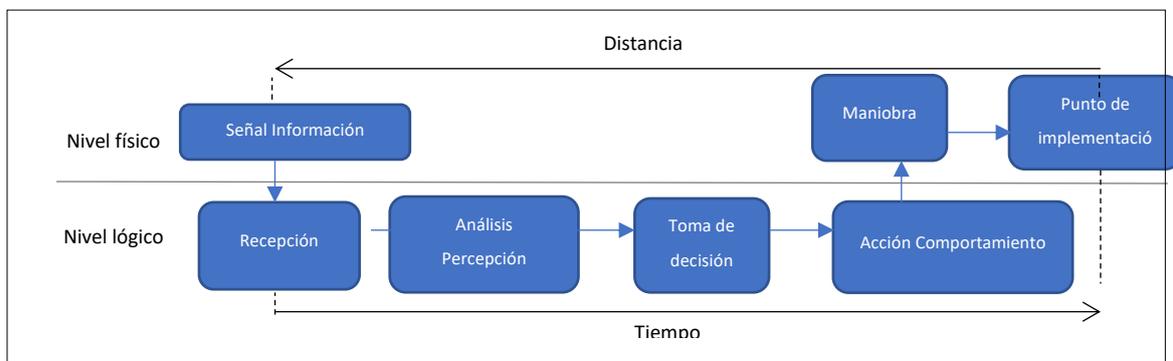
Es que significa que el tiempo de proceso y con eso la distancia entre elementos ITS y los puntos de implementación de decisiones (rutas) varían en función de:

- Condiciones de terreno
- Geometría de la vía
- Hora del día y condiciones climáticas
- Época de la semana
- Velocidad actual y propósito del viaje
- Otros

Figura N° A34 Impacto de los ITS sobre decisiones del usuario

Por otro lado, hay que tener en cuenta:

- Que los puntos de implementación de decisiones como desvíos a rutas alternativas, zonas de descanso o áreas de servicio son limitados y claramente identificados y
- Que las condiciones de las alternativas deben permitir el cumplimiento de esas decisiones.

Figura N° A35 Relacion de tiempo y distancia entre los ITS y los puntos de implementación de acción

Análisis Costo – Beneficio

A. Beneficios y beneficiados

La implementación de los ITS en carretera tiene muchos posibles beneficios. Hay que mirar y cuantificar esos beneficios para cada proyecto. Esos beneficios pueden ser directos o indirectos y los beneficiados se pueden generalmente agrupar en:

- Estado y sociedad
- Operador de la carretera
- Usuario de la carretera



Los beneficios varían entre los proyectos y deben ser analizados de manera individual.

B. Estado y sociedad

Algunos beneficios típicos para el estado y sociedad identificados son:

- **Transparencia:** La transparencia en la operación y manejo de recursos
- **Información de movilidad:** La adquisición de información fiable para facilitar y hasta cierto punto automatizar las tareas fiscalización, planificación estratégica y la determinación de políticas sectoriales
- **Seguridad vial:** Mejora y mantención de altos estándares en la seguridad vial evitando en un máximo accidentes graves o con fatalidades
- **Tarifas justas:** Tarifas de peajes que no dificultan el desarrollo económico de la región y del país
- **Medio ambiente:** Monitoreo y aseguramiento de altos estándares de calidad de aire.

Algunos beneficios típicos para el operador de la carretera identificados son:

- **Rentabilidad y sostenibilidad:** La operación eficiente del sistema de movilidad sin desperdicios de recursos ni redundancia de labores promoviendo una operación rentable y sostenible
- **Gestión de mantenimiento:** El manejo eficiente de la infraestructura asegurando su mantención en un estado óptimos
- **Tarifa justa:** Tarifas que permiten recuperar las inversiones pero que aseguren un alto tránsito en la vía
- **Seguridad vial:** Mejora y mantención de altos estándares en la seguridad vial evitando en un máximo accidentes graves o con fatalidades
- **Manejo de incidentes:** Máximo aprovechamiento de la infraestructura vial y recuperación rápida en caso de incidentes
- **Planificación:** Posibilidad de despliegue rápido de acciones de mitigación en caso de contingencias, Recuperación rápida de la operatividad en caso de incidentes
- **Información de movilidad:** Información fiable y actualizada sobre el estado de la movilidad



C. Usuario de la carretera

Algunos beneficios típicos para el usuario de la carretera identificados son:

- **Seguridad vial:** Mejora y mantención de altos estándares en la seguridad vial evitando en un máximo accidentes graves o con fatalidades
- **Información al usuario:** Disponibilidad de información válida y relevante sobre las condiciones de movilidad
- **Tarifas justas:** Pago de tarifas justas que reflejan los beneficios del usuario en lo que son tiempo de viaje, uso de combustible y comodidad
- **Experiencia de movilidad:** Fluidez de viaje sin congestión y con una velocidad buena y segura

D. Costos

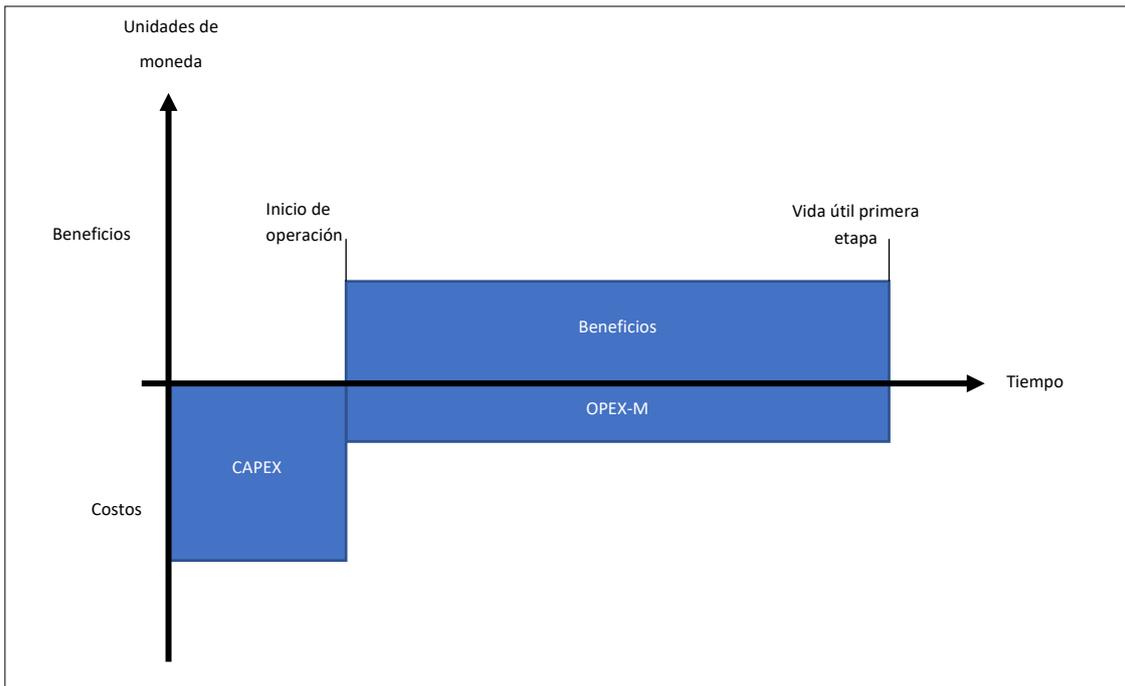
Los costos de los ITS son directamente relacionados con inversión, operación y mantenimiento, cubren tanto costo de materiales, insumos, tributos, recursos humanos, servicios y demás y se reflejan en los cálculos de:

- CAPEX
- OPEX-M
- OPEX-R

E. Balance

El balance se realiza tomando en cuenta los costos y beneficios en las diferentes etapas operativas del proyecto, marcando el inicio de operación y la vida útil de la primera etapa de implementación.

Figura N° A36 Resumen de costos y beneficios de los ITS sin OPEX-R ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.



El OPEX-R puede representarse en el momento (Ejemplo 1) o como un costo financiero de proyecto de OPEX-r que ocurre de manera paralela al OPEX-M (Ejemplo 2).

Figura N° A37 Resumen de costos y beneficios de los ITS con de OPEX-R (Ejemplo 1) ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

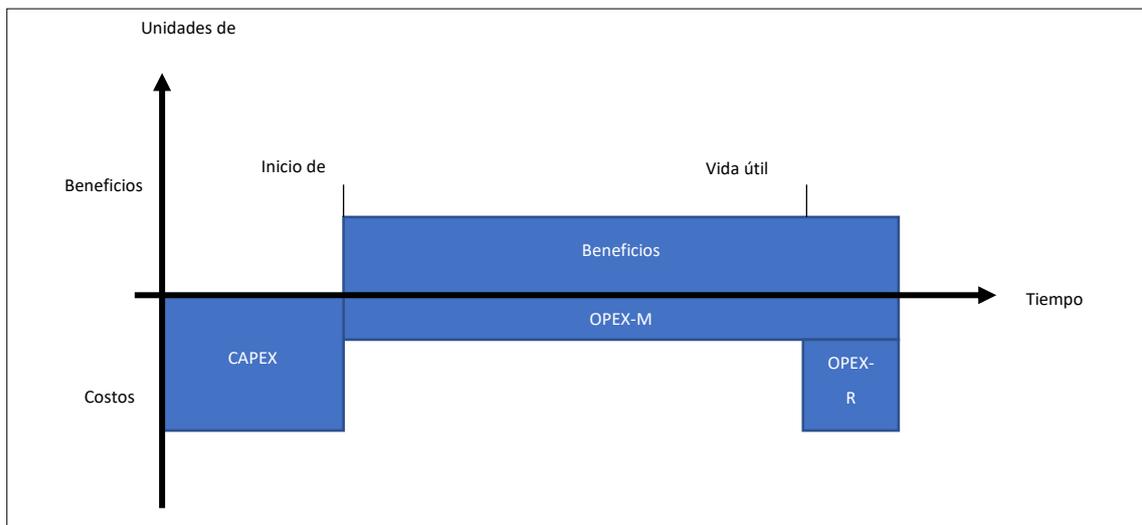
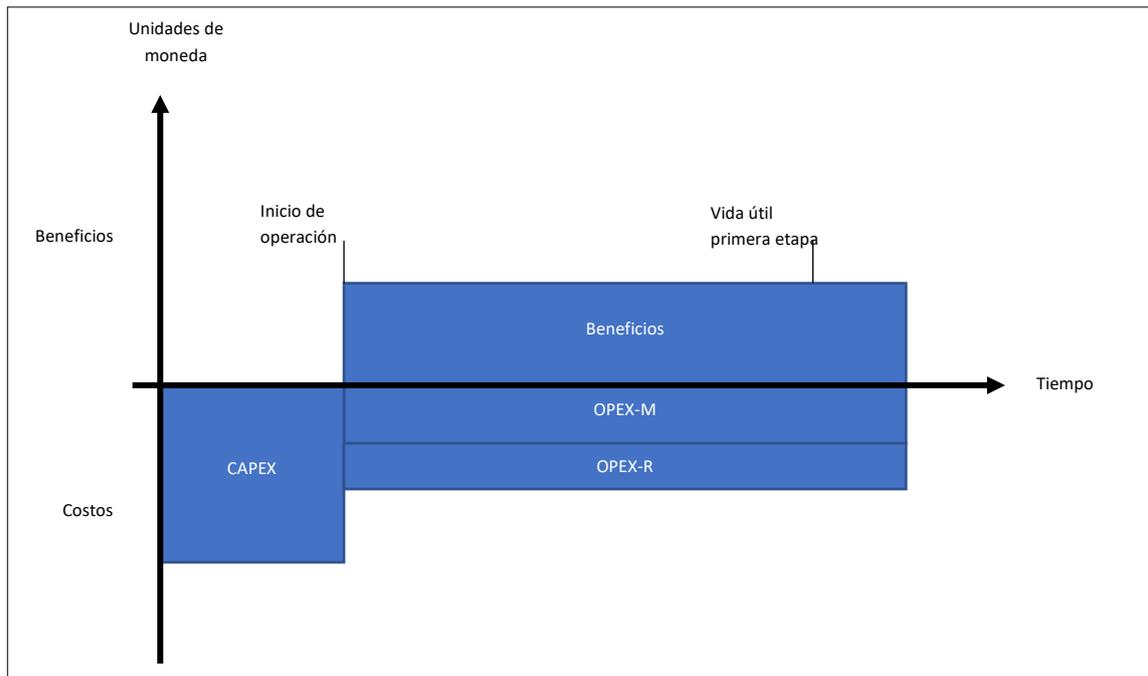
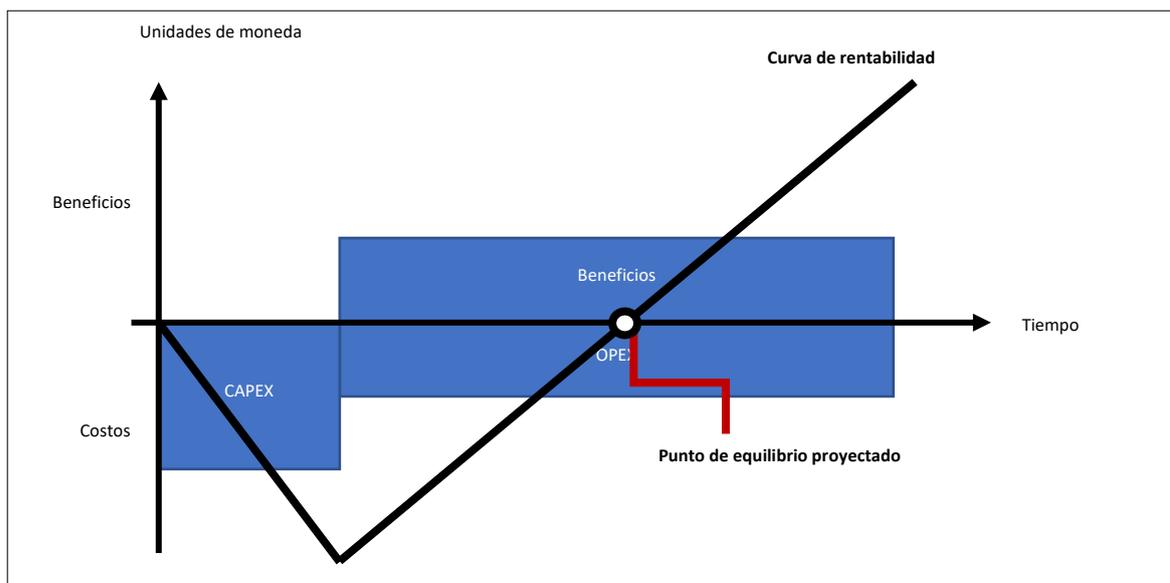


Figura N° A38 Resumen de costos y beneficios de los ITS con de OPEX-R (Ejemplo 2) ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.



Luego con el detalle de los reales costos y beneficios se puede hacer proyección y posterior seguimiento de los IST en función de su curva de rentabilidad y el punto de equilibrio de beneficios y costos del proyecto.

Figura N° A39 Rentabilidad de los ITS en el tiempo ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.





6A.5. FASE DE INVERSIÓN - EJECUCIÓN

Estudio definitivo o expediente técnico detallado (Diseño en fase de ejecución)

A. Generalidades

Los diseños en fase de ejecución, son diseños de detalle y de implementación que se realizan conociendo los dispositivos a ser adquiridos, instalados e integrados a la solución ITS y su detalle es máximo, los cuales deben de incorporar la interoperabilidad del ITS en forma integral.

Para facilitar la conservación o el mantenimiento, modificación y futuras ampliaciones, todos los planos del diseño de detalle y demás documentos deben ser entregados tanto en físico como en forma digital. El operador debe disponer de todas las licencias de software y de personal debidamente calificado, para mantener esos documentos digitales actualizados.

B. Consideraciones técnicas

Los diseños de detalle deben contener toda la planimetría y documentación necesaria para la aprobación de la implementación, como:

- Resumen ejecutivo
- Memoria descriptiva
- Metrados
- Análisis de precios unitarios
- Presupuestos
- Formulas polinómicas
- Cronogramas
- Especificaciones técnicas
- Estudios de ingeniería básica
- Diseños
- Planos
 - Planos localización de elementos ITS
 - Planos civiles detallados
 - Planos metalmecánicos detallados
 - Planos eléctricos unifilares detallados
 - Planos de telecomunicación detallados
 - Entre otros planos
- Documentos descriptivos de instalación de todos los elementos del sistema
- Documentos descriptivos de operación y de mantenimiento de todos los elementos del sistema



- Protocolos y procesos de pruebas de los elementos y del sistema.
- Plan de disposición y reciclaje de elementos después de su servicio
- Programas de capacitación en la operación y la conservación o mantenimiento
- Entre otros

Asimismo, como parte de la fase de ejecución se debe contar con la documentación "As Built", la cual es la versión actualizada de la planimetría y documentación de los diseños de detalle e implementación.

Proyectos piloto ITS

Dada la complejidad de realizar política pública nacional de ITS, es imprescindible generar elementos que ayuden a determinar el resultado de despliegue de servicios ITS. En este sentido, se pueden generar escenarios de prueba o proyectos piloto de ITS que permitirán obtener resultados a priori y conocer el comportamiento de estos. Igualmente, con este tipo de escenarios se puede calcular los costos de operación y se puede extrapolar algunos aprendizajes que ayuden a determinar escenarios técnicos y financieros que permitan rentabilizar las inversiones del estado. En este sentido, se resalta que los proyectos piloto ITS son muy importantes y tienen un propósito muy claro y es la generación de experiencia cuantificable en lo técnico, económico, social, ambiental y demás impactos, necesaria como insumo para la posterior determinación de políticas y programas sectoriales en el área de los ITS.

Los proyectos piloto ITS pueden ser liderados por diversos grupos involucrados, dichos escenarios permiten estudiar y entender los costos (CAPEX, OPERX) e impactos de los ITS en un ambiente reducido y controlado.

Ejecución Física (Construcción)

Se trata de la materialización de las condiciones técnicas definidas en los estudios definitivos u otros.

8A.6 FASE DE POSTINVERSION - FUNCIONAMIENTO

Operación y Conservación o Mantenimiento en fase de funcionamiento

En la fase de Funcionamiento, la operación y la conservación o el mantenimiento de los activos generados con la ejecución de las inversiones así como la provisión de los servicios implementados con dichas inversiones, se encuentra a cargo de la entidad titular de los activos o responsable de la provisión de los servicios.

Estudio de vida útil

El estudio de vida útil supervisa los diferentes componentes del sistema ITS para monitorear el estado de elementos 1) frente a compromisos como garantías de fábrica y/o

contrato y 2) para determinar si su vida útil corresponde a la prometida y por lo tanto a lo proyectado en los planes de mantenimiento y los modelos financieros.

Su elaboración y actualización permanente se basa en varios conceptos y herramientas tecnológicas importantes, siendo los más importantes:

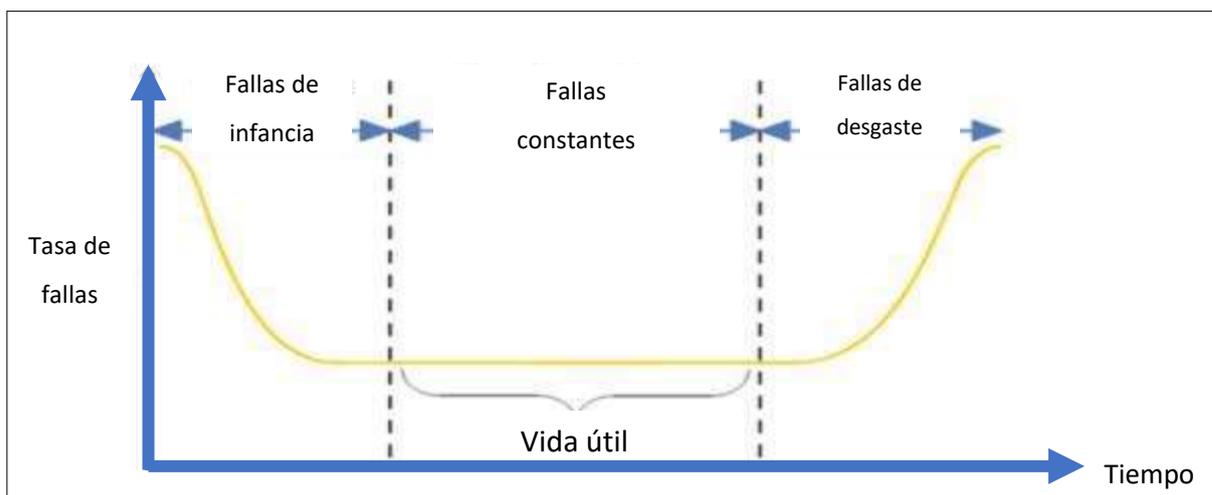
- Conceptos: Tiempo medio entre fallas y vida útil MTPF
- Herramientas: Monitor SNMP

A. Tiempo Medio entre Fallas (Mean Time Between Failure – MTBF)

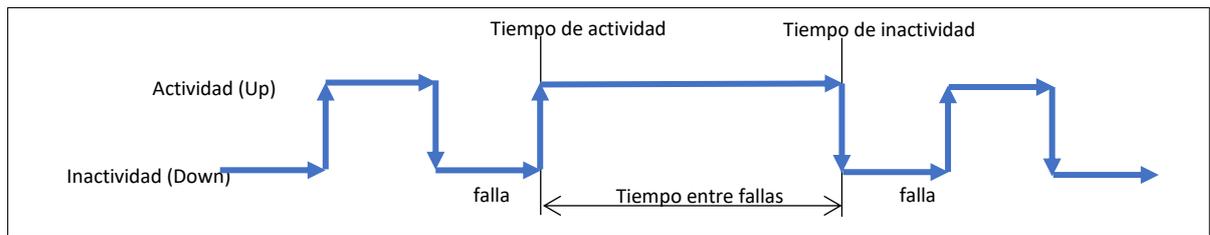
El Tiempo Medio Entre Fallas permite determinar la fiabilidad de un componente o aparato. Las fallas se categorizan en:

- **Fallas de infancia:** Fallas que se presentan idealmente durante las pruebas en fábrica y antes de ser despachados o instalados.
- **Fallas constantes:** Fallas que se presentan durante la vida útil de los componentes, idealmente la tasa de esas fallas es baja, cerca de cero
- **Fallas de desgaste:** Fallas que se presentan a la final de la vida útil de un componente, idealmente el componente es reemplazado antes de que esa categoría de fallas se presenta.

Figura N° A40 Tasa de Fallas sobre el tiempo del MTBF



La información sobre el MTBF es entregada como parte de las hojas de datos de muchos de los componentes del sistema ITS. El monitoreo en el proyecto se hace a través de cálculos, basados en los análisis estadísticos de fallas para comparar el MTBF proyecto (de fábrica) versus el MTBF medido (en el proyecto).

Figura N° A41 Calculo de MTBF**Figura N° A42 Calculo del tiempo entre fallas**

$$\text{Tiempo entre fallas} = \text{Tiempo de inactividad} - \text{Tiempo en actividad}$$

Figura N° A43 Calculo del MTBF

$$MTBF = \frac{\sum \text{Tiempo de inactividad} - \text{Tiempo de actividad}}{\text{Cantidad de fallas}}$$

Analizando las estadísticas de fallas se puede establecer la fiabilidad actual de los diferentes componentes del sistema ITS, proyectar la vida útil a esperar, minimizando así la posibilidad que entren en falla de manera inesperada.

B. Protocolo Simple de Manejo de Red (Simple Network Management Protocol – SNMP)

Un monitor SNMP es un software que recibe y analiza toda la información de los servicios SNMP, emitida por los diferentes componentes centrales y periféricos del sistema ITS quienes tienen ese servicio habilitado.

Un monitor SNMP permite entre otros:

- Visualizar el estado actual del sistema y sus componentes.
- Crear advertencias y alarmas en caso de presentarse condiciones críticas.
- Administrar y distribuir por servicios informáticos de mensajería las advertencias y alarmas.
- Calcular el nivel de vulnerabilidad del sistema y de sus componentes.

Con esas y más funcionalidades apoya y facilita la proyección de los mantenimientos e intercambios de componentes del sistema ITS.

Figura N° A44 Ejemplo de nivel de vulnerabilidad de sistema ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.



Figura N° A45 Ejemplo del estatus de auditoria del sistema ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

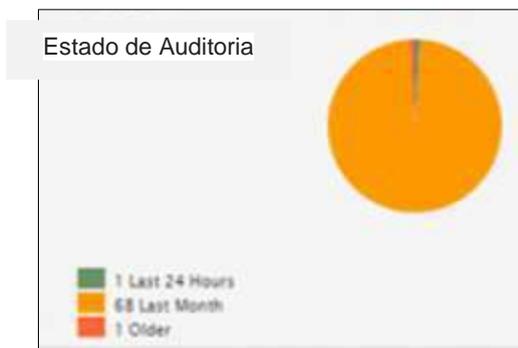


Figura N° A46 Ejemplo de tendencia de vulnerabilidad del sistema ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

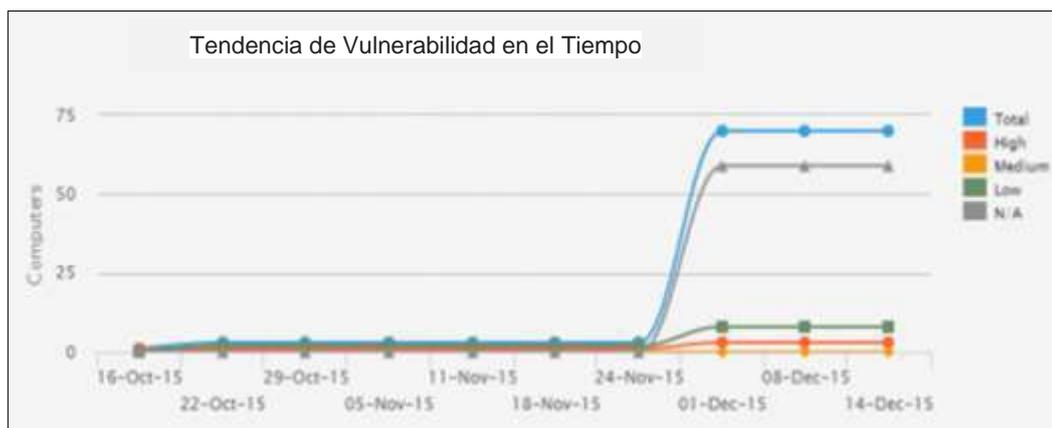


Figura N° A47 Ejemplo de administración de advertencias y alarmas 5 [12

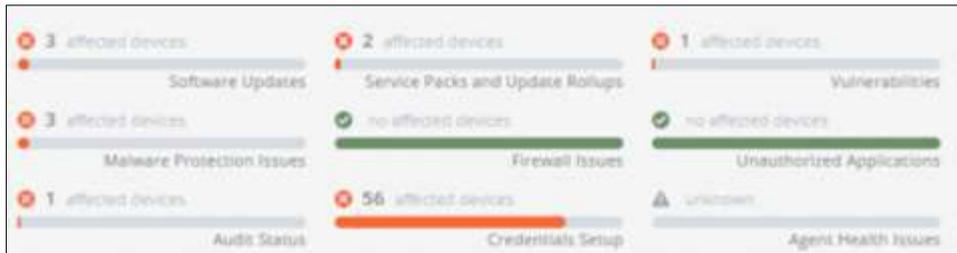


Figura N° A48 Ejemplo de resumen de estado de telecomunicaciones ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

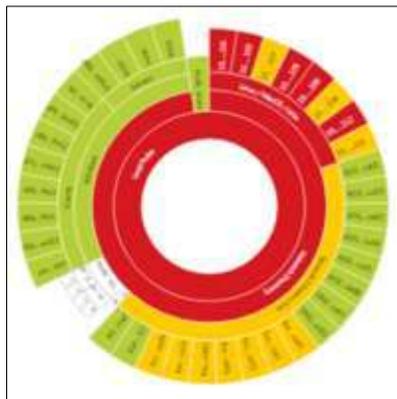
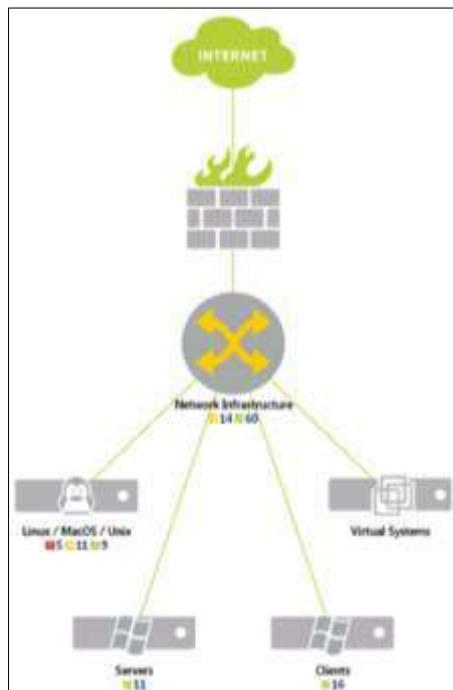


Figura N° A49 Ejemplo del estado de firewall de un sistema ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.





Estudio de actualización y/o renovación

El estudio de actualización y/o renovación está relacionado con el estudio de vida útil de los diferentes componentes del sistema ITS y el estudio de predimensionamiento.



ANEXO VII ANÁLISIS DE RIESGOS PARA LOS PROYECTOS DE ITS

7A ESTUDIO DE DISEÑO PARA PROYECTO ITS

De acuerdo con la literatura asociada el análisis de riesgos, un riesgo es “un evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos del proyecto de ITS.” (Project Management Institute (PMI), 2013).

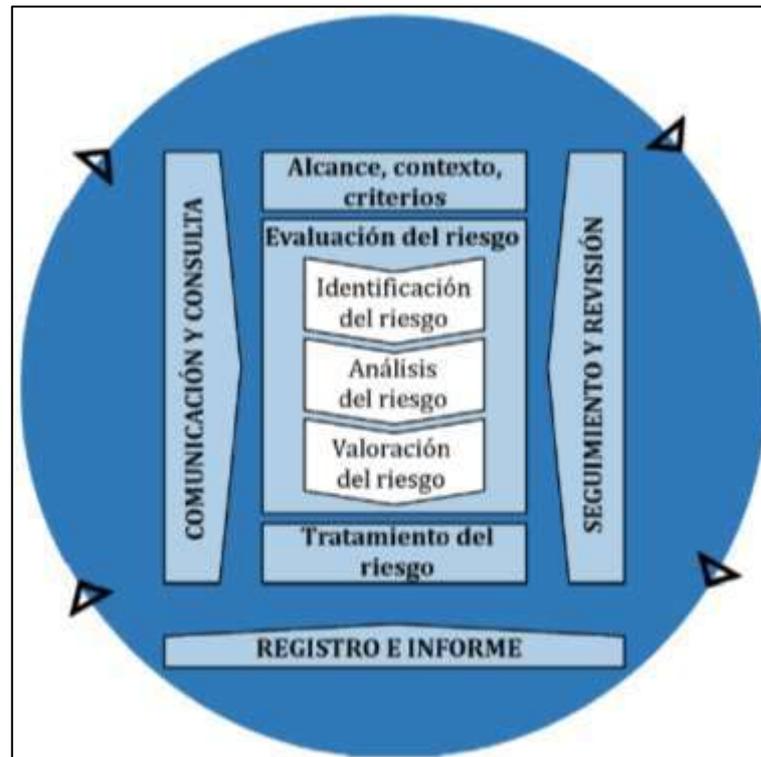
Es imprescindible que en los proyectos asociados a ITS como a proyectos que se articulen a ITS que ya están operando (es decir, ITS heredados), se realice la identificación, análisis, evaluación y propuesta de acciones de mitigación y control, que permitan disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el despliegue de servicios ITS en aras de poder analizar la viabilidad de la implementación del ITS.

En la gestión de riesgos, se considera como un proceso que se realiza permanentemente a lo largo de la ejecución del proyecto de ITS y sabiendo que en algunos puntos pueden existir procesos cambiantes que deriven a realizar actividades que no estaban planeadas en la etapa inicial del proyecto. Por ello, es preciso contar con el personal técnico adecuado que permita afrontar dichos imprevistos, para que sea viable orientar los nuevos objetivos o decisiones acerca del despliegue de servicios ITS.

En este sentido el desarrollo de este capítulo se alinea a la Norma ISO 31000:2018 que aborda un proceso de gestión del riesgo que comprende seis componentes:

1. Alcance, contexto, criterios
2. Evaluación del riesgo
 - Identificación del riesgo
 - Análisis del riesgo
 - Valoración del riesgo
3. Tratamiento del riesgo
4. Comunicación y consulta
5. Seguimiento y revisión
6. Registro e informe

El proceso de la gestión del riesgo se desarrolla a continuación:

Figura N°A50 Proceso de la gestión del riesgo (UNE-ISO 31000, 2018)

7A.1 CONSULTA Y COMUNICACIÓN

En los proyectos ITS, y de acuerdo al equipo que se encarga del proyecto, es imprescindible estar comunicando y consultando periódicamente a los miembros del equipo del proyecto los resultados en aras de mantener alineado el equipo y los logros durante el ciclo de vida del proyecto.

Además, es preciso señalar que la comunicación y consulta con las partes interesadas se deberá realizar en todas y cada una de las etapas de la gestión del riesgo.

7A.2 ALCANCE, CONTEXTO, CRITERIOS

El propósito del establecimiento del alcance, contexto y criterios es adaptar el proceso de la gestión del riesgo, para permitir una evaluación del riesgo eficaz y un tratamiento del riesgo. El alcance, el contexto y los criterios implican definir del proceso, y comprender los contextos externo e interno.

7A.3 EVALUACIÓN DEL RIESGO

Es el proceso global de identificación del riesgo, análisis del riesgo y valoración del riesgo.

La evaluación del riesgo se debe llevar a cabo de manera sistemática, iterativa y colaborativa, basándose en el conocimiento y los puntos de vista de las partes interesadas.

Identificación del riesgo

Consiste en determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características, evidenciando los riesgos existentes y el conocimiento y la capacidad del equipo de trabajo para anticiparse a los eventos que podrían llegar a afectar el proyecto.

Análisis del riesgo

El propósito del análisis del riesgo es comprender la naturaleza del riesgo y sus características incluyendo, cuando sea apropiado, el nivel del riesgo. El análisis del riesgo implica una consideración detallada de incertidumbres, fuentes de riesgo, consecuencias, probabilidades, eventos, escenarios, controles y su eficiencia. Un evento puede tener múltiples causas y consecuencias y puede afectar a múltiples objetivos.

Valoración del riesgo

El propósito de la valoración del riesgo es apoyar a la toma de decisiones. La valoración del riesgo implica comparar los resultados del análisis con los criterios del riesgo establecidos para determinar cuándo se requiere una acción adicional.

7A.4 TRATAMIENTO DEL RIESGO

En este apartado dado que los proyectos ITS son complejos y más cuando se exponen a política pública nacional, se requiere validar las estrategias pertinentes para gestionar los riesgos identificados y valorados. Al hacerlo, se requiere tener medidas de gestión del riesgo para saber cómo será el tratamiento y así, mitigar el riesgo para que no afecte negativamente en lo posible la ejecución del proyecto.

El tratamiento del riesgo implica un proceso iterativo de:

- Formular y seleccionar el tratamiento del riesgo;
- Planificar e implementar el tratamiento del riesgo;
- Evaluar la eficiencia de ese tratamiento;
- Decidir si el riesgo residual es aceptable;
- Si no es aceptable, efectuar tratamiento adicional.

7A.5 SEGUIMIENTO Y REVISIÓN

El propósito del seguimiento y la revisión es asegurar y mejorar la calidad y la eficiencia del diseño, la implementación y los resultados del proceso. El seguimiento continuo y la revisión del proceso de la gestión del riesgo y sus resultados debería ser una parte planificada del proceso de la gestión del riesgo, con responsabilidades claramente definidas.



En los aspectos del desarrollo de proyectos ITS es imprescindible estar en constante vigilancia del proyecto para disminuir los riesgos en función a posibles incidentes que se puedan presentar y con ello, presentar en la menor brevedad planes de acción que aporte a la solución de problemas.

7A.6 REGISTRO E INFORME

El proceso de la gestión del riesgo y sus resultados se deberían documentar e informar a través de los mecanismos apropiados. El registro e informe pretenden:

- Comunicar las actividades de la gestión del riesgo y sus resultados a lo largo de la organización;
- Proporcionar información para la toma de decisiones;
- Mejorar las actividades de la gestión del riesgo;
- Asistir la interacción con las partes interesadas, incluyendo a las personas que tienen la responsabilidad y la obligación de rendir cuentas de las actividades de la gestión del riesgo.



ANEXO VIII SIGLAS Y ABREVIATURAS

A

ADI: Área de Iluminación

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line

AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación

AI: Artificial Intelligence

AIU: Administración, Imprevistos, Utilidad

ANSI: American National Standards Institute

API: Application Programming Interface

ARP: Address Resolution Protocol

ARPANet: Advanced Research Projects Agency Network

ASCII: American Standard Code for Information Interchange

B

BBS: Bulletin Board System

BIOS: Basic Input Output System

BMP: Bitmap

BOL: Beginning of Operational Life

C

CAD: Computer Aided Design

CAPEX: Capital expenditure

CAT: Configuration and Acceptance

CISC: Complex Instruction Set Computer

CCO: Centro de Control y Operaciones

CCTV: Closed Circuit Television

CGI: Common Gateway Interface

CLI: Command Line Interface

CPU: Central Processing Unit

D

DB: Data Base

DEA: Detector de Exceso de Altura

DNS: Domain Name System

DSL: Digital Subscriber Line

E

ELE: Estación de Llamada de Emergencia

EOL: End of Operational Life

ETC: Electronic Toll Collection

EULA: End User License Agreement

F

FAT: Factory Acceptance Test



FIB: Forwarding Information Base

FITS: Full ITS

FO: Fiber Optics

FTB: File transfer protocol

FTTH: Fiber To The Home

G

GIF: Graphics Interchange Format

GSM: Global System for Mobile communications

GUI: Graphical User Interface

ISA: Industry Standard Architecture

H

HaaS: Hardware as a Service

HDTV: High Definition Television

HTML: Hypertext Markup Language

HTTP: Hypertext Transfer Protocol

HW: Hardware

EE: Engineer Estimate

I

I2: Internet 2

IDE: Integrated Development Environment

ITaaS: IT as a Service

ITSaaS: ITS as a Service

ICO: Icon

IoT: Internet of Things

IP: Internet Protocol

IRQ: Interrupt Request

ISDN: Integrated Services Data Network

ISO: International Organization for Standardization

ISP: Internet Service Provider

ITS: Intelligent Transportation Systems

J

JFIF: JPEG File Interchange Format

JPG: Joint Photographic Experts Group

K

K: Kelvin

KVM: Keyboard, Video & Mouse

L

LAN: Local Area Network

LCD: Liquid Cristal Display

LED: Light-emitting diode



LIDAR: Light Detection and Ranging / Laser Imaging Detection and Ranging

LM: Lumen

LPR: License Plate Recognition

M

MAN: Metropolitan Area Network

MSA: Multi Source Agreement

MODBUS: Modicon Bus

MODEM: Modulator Demodulator

NAS: Network-attached storage

MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

MTBF: Mean Time Between Failures

MTTR: Mean Time To Repair

N

NTCIP: National Transportation Communications for Intelligent Transportation System Protocol

NVR: Network Video Recorder

O

OA: Open architecture

OCR: Optical Character Recognition

ONVIF: Open Network Video Interface Forum

OSI: Open Systems Interconnection model

OPEX: Operational expenditure

P

PDF: Portable Document Format

PIV: Punto de Información de Velocidad

PLC: Programmable Logic Control

PMT: Plan de Manejo de Trafico

PNG: Portable Network Graphics

PTZ: Pan Tilt Zoom

Q

QA: Quality Acceptance

R

RADAR: Radio Detection And Ranging

RAM: Random Access Memory

RDSI: Red Digital de Servicios Integrados

RFID: Radio Frequency Identification

RISC: Reduced Instruction Set Computer

RJ: Radio Jack

ROM: Read Only Memory

RTC: Real Time Clock

**S****SaaS:** Software as a Service**SAN:** Storage area network**SAT:** Site Acceptance Test**SD:** Secure Digital**SDK:** Software Development Kit**SFP:** Small Form-factor Pluggable**SIT:** Systems Integration Testing**SLA:** Service Level agreement**SMTP:** Simple Mail Transfer Protocol**SNMP:** Simple Network Management Protocol**SCADA:** Supervisory Control and Data Acquisition**SOP:** Standard Operation Procedure**SQL:** Structured Query Language**SW:** Software**T****TCP:** Transmission Control Protocol**TCP/IP:** Transmission Control Protocol / Internet Protocol**TIFF:** Tagged Image File Format**U****UAT:** User Acceptance Testing**UART:** Universal Asynchronous Receiver and Transmitter**UCAID:** University Corporation for Advanced Internet Development**UI:** User Interface**UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones**UMTS:** Universal Mobile Telecommunications System**UPS:** Uninterrupted Power System**URL:** Uniform Resource Locator**V****V2V:** Vehicle to Vehicle**V2I:** Vehicle to Infrastructure**V2D:** Vehicle to Device**V2G:** Vehicle to Grid**VRAM:** Video RAM**VRML:** Virtual Reality Modeling Language**VPN:** Virtual Private Network**W****Wais:** Wide Area Information Servers**WAN:** Wide Area Network**Wi-Fi:** Wireless Fidelity



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General de
Políticas y Regulación en
Transporte Multimodal

WIM: Weigh in Motion

WWW: World Wide Web

**ANEXO IX INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA****9A ARQUITECTURAS****9A.1 Servicios ITS de la arquitectura ITS de los Estados Unidos**

Área	Nombre
Operación de vehículos comerciales	Operaciones de transportador y gestión de flota
	Administración de Mercancías
	Altura electrónica
	Procesos de administración de Vehículos Comerciales
	Altura electrónica internacional fronteriza
	Prioridad de señal de transporte de mercancías
	Seguridad en Unidades de Carretera para las operaciones de vehículos comerciales
	Unidades de Carretera y Peso en movimiento virtual
	Planificación de viajes dinámicos específicos de la carga
	Información meteorológica del camino para los transportadores de mercancías
	Optimización de transporte de mercancías y cortas distancias
	Gestión de mercancías peligrosas
	Detección de Seguridad en Unidad de carretera para gestión de mercancías peligrosas HAZMAT
	Autenticación de seguridad para el conductor del de vehículo comercial
	Seguridad en gestión de flotas y transporte de mercancías
	Diarios de trabajo electrónico
Programa de acceso inteligente	
Programa de acceso inteligente - Control de peso	
Cumplimiento de velocidad inteligente	
Gestión de datos	Bodega de datos de ITS



Área	Nombre
	Supervisión del rendimiento
Mantenimiento y Construcción	Vehículo de mantenimiento y construcción y seguimiento de equipos
	Mantenimiento y mantenimiento de vehículos de construcción
	Tratamiento automatizado de carretera
	Mantenimiento de invierno
	Mantenimiento y construcción de carreteras
	Gestión de la zona de trabajo
	Supervisión de seguridad de la zona de trabajo
	Coordinación de actividades de mantenimiento y construcción
	Monitoreo de infraestructura
Gestión de parqueaderos	Gestión del espacio de estacionamiento
	Estacionamiento inteligente y sistema disuasorios
	Pago electrónico de estacionamiento
	Gestión regional de estacionamiento
	Gestión de zona de carga
Seguridad Pública	Toma de llamadas de emergencia y despacho
	Soporte de enrutamiento para el equipo de emergencia en el centro de control
	Preferencia de vehículos de emergencia
	Notificación de señal de auxilio
	Respuesta del vehículo de emergencia
	Orientación al punto de llegada del incidente para equipo de emergencia en el centro de control
	Monitoreo de seguridad de la escena del incidente
	Patrullas de servicio de caminos
	Protección de infraestructura de transporte



Área	Nombre
	Alerta en área amplia
	Sistema de alerta temprana
	Respuesta y recuperación de desastres
	Gestión de evacuación y reingreso
	Información de desastres al viajero
Transporte Público	Seguimiento de vehículos de tránsito
	Operaciones de tránsito de ruta fija
	Operaciones de tránsito dinámico
	Gestión de cobro de tarifas de tránsito
	Seguridad de tránsito
	Gestión de flotas de tránsito
	Conteo de pasajeros de tránsito
	Información de tránsito de viajeros
	Prioridad de señal de tránsito
	Carriles de buses intermitentes
	Indicación peatonal de tránsito
	Vehículo de tránsito en la estación / Advertencias de detención
	Vehículo girando a la derecha en frente de un vehículo de tránsito
	Coordinación Multimodal
	Solicitud de detención de tránsito
	ID de ruta para personas con discapacidad visual
	Protección de conexión de tránsito
	Pago electrónico integrado multimodal
	Apoyo
Autorización principal	
Distribución de datos	



Área	Nombre
	Gestión de mapas
	Ubicación y tiempo
	Registro y descubrimiento de objetos
	Protección de privacidad
	Gestión de seguridad y credenciales
	Mantenimiento del centro
	Mantenimiento de equipos de campo
	Mantenimiento de vehículos
	Mantenimiento del dispositivo viajero
Viaje Sostenible	Monitoreo de emisiones
	Tiempo de señal de tráfico ecológico
	Medidor de tráfico ecológico
	Unidad de carretera para iluminación
	Gestión de estaciones de carga eléctrica
	Gestión de carriles para vehículos de alta ocupación
	Gestión de eco-carriles
	Enfoque ecológico y de salida en intersecciones señalizadas
	Modo de conducción ecológico conectado
Gestión de zonas de bajas emisiones	
Gestión de Tráfico	Vigilancia de tráfico basadas en infraestructura
	Vigilancia de tráfico basada en vehículos
	Control de señales de tráfico
	Sistema de señales de tráfico para vehículos conectados
	Monitorización del tráfico
	Difusión de información de tráfico
	Gestión regional del tráfico
	Sistema de gestión de incidentes de tráfico



Área	Nombre
	Soporte integrado de decisiones y gestión de la demanda
	Cobro electrónico de peajes
	Cobro de uso de la carretera
	Advertencia dinámica en la vía
	Clasificación estándar de cruce ferroviario
	Clasificación avanzada de cruce ferroviario
	Coordinación de operaciones ferroviarias
	Gestión de carril reversibles
	Advertencia de velocidad y foto detección (según la ley)
	Gestión de puente elevadizo
	Gestión del cierre de carreteras
	Límites de velocidad variable
	Armonización de velocidad
	Gestión dinámica del carril y uso de la acera
	Sistemas de gestión de fronteras
Información al viajero	Difusión de la información del viajero
	Información personalizada del viajero
	Orientación de ruta dinámica
	Planificación de viaje basada en infraestructura y orientación de ruta
	Información y reserva de servicios de viaje
	Transporte compartido dinámico y uso compartido de transporte
	Señalización en el vehículo
Seguridad en Vehículos	Sistemas de seguridad para vehículos autónomos
	Seguridad básica V2V
	Conciencia situacional
	Alerta de vehículo especial (V2V)



Área	Nombre
	Advertencia de velocidad en la curva
	Asistente de parada en intersecciones no señalizadas
	Alerta y advertencia del clima en carretera al conductor
	Advertencia en cola
	Advertencia de zona de velocidad reducida / cierre de carril
	Advertencias de carril restringido
	Advertencias sobre vehículos de extra dimensionados
	Seguridad para peatones y ciclistas
	Advertencia de seguridad de intersección y prevención de colisión
	Control de cruceo adaptativo cooperativo
	Control de cruceo adaptativo cooperativo mejorado en infraestructura
	Operaciones automatizadas de vehículos
	Diseminación del código de tráfico
Clima	Colección de datos meteorológicos
	Procesamiento y distribución de información meteorológica
	Advertencia de impacto climático en sitio

9A.2 Servicios ITS de la norma ISO 14813-1 del año 2015

Dominio del servicio	Grupo del servicio	Servicio	Ver cláusula
Transporte de Mercancías	Autorización previa de vehículos comerciales	Peso en movimiento	D.2.2.1
		Autorización sin detenerse	D.2.2.2
		Monitoreo de registros de seguridad del vehículo	D.2.2.3



Dominio del servicio	Grupo del servicio	Servicio	Ver cláusula
	Procesos administrativos de vehículos comerciales	Intercambio de información en movimiento de mercancías	D.3.2.1
		Identificación automática, intercambio de información de respuesta de emergencia por mercancías peligrosas	D.3.2.2
		Presentación automatizada de credenciales	D.3.2.3
		Administración automatizada de vehículos comerciales	D.3.2.4
		Cruce automatizado de fronteras	D.3.2.5
	Inspección de seguridad automatizada en la carretera	Acceso remoto a datos de seguridad de vehículos comerciales	D.4.2.1
		Acceso remoto a datos de seguridad del conductor de vehículos comerciales	D.4.2.2
	Monitorización de seguridad a bordo en vehículos comerciales	Monitorización de sistemas internos de vehículos comerciales	D.5.2.1
		Monitoreo de alerta de conductor de vehículos comerciales	D.5.2.2
		Control de estado de mercancías de vehículos comerciales	D.5.2.3
	Gestión de flotas de transporte interurbano de mercancías	Seguimiento de flota de vehículos comerciales interurbanos	D.6.2.1
		Despacho de vehículos comerciales interurbanos	D.6.2.2
	Gestión de información intermodal	Intercambio de información de llegada de vehículos y contenedores.	D.7.2.1
		Acceso a la información de carga del cliente	D.7.2.2



Dominio del servicio	Grupo del servicio	Servicio	Ver cláusula
		Seguimiento de contenedores de carga	D.7.2.3
	Gestión y control de centros intermodales	Gestión de instalaciones del centro intermodal	D.8.2.1
		Control intermodal de vehículos y contenedores	D.8.2.2
	Gestión de mercancías peligrosas	Movimiento de mercancías peligrosas, recopilación e intercambio de datos	D.9.2.1
		Registro de datos de movimiento de mercancías peligrosas	D.9.2.2
		Coordinación de flota de mercancías en movimiento	D.9.2.3
		Coordinación de seguridad/policía de movimiento de mercancías peligrosas	D.9.2.4
		Control de ubicación de movimiento de mercancías peligrosas	D.9.2.5
	Gestión de vehículos pesados	Recopilación e intercambio de datos de vehículos pesados	D.10.2.1
		Procesamiento de registro de vehículos pesados	D.10.2.2
		Monitoreo y ubicación de vehículos pesados	D.10.2.3
	Gestión de vehículos de reparto local	Seguimiento de flota de vehículos de reparto	D.11.2.1
		Despacho de flota de vehículos de reparto	D.11.2.2
		Servicios de información de zona de entrega y estacionamiento	D.11.2.3



Dominio del servicio	Grupo del servicio	Servicio	Ver cláusula
	Aplicaciones telemáticas para vehículos regulados	Procedimientos y disposiciones de cumplimiento para los proveedores de servicios regulados	D.12.2.1
		Provisión del sistema de seguridad	D.12.2.2
		Provisión de información del vehículo	D.12.2.3
		Provisión de gestión de acceso de vehículos	D.12.2.4
		Provisión de control remoto de tacógrafo	D.12.2.5
		Provisión del sistema de mensajería de emergencia / eCall	D.12.2.6
		Provisión de registros de trabajo del conductor	D.12.2.7
		Provisión de monitorización masiva de vehículos	D.12.2.8
		Suministro de datos de localización, velocidad y consignación del vehículo.	D.12.2.9
		Provisión de instalaciones de estacionamiento de vehículos.	D.12.2.10
	Identificación y comunicación del contenido de transporte de mercancías	Recogida de datos de identificación del transporte de mercancías	D.13.2.1
		Comunicación de datos de información del transporte de mercancías	D.13.2.2
Transporte público	Gestión del transporte público	Gestión operativa del transporte público	E.2.2.1
		Gestión de flota de transporte público	E.2.2.2
		Monitoreo de equipos de vehículos de transporte público	E.2.2.3



Dominio del servicio	Grupo del servicio	Servicio	Ver cláusula
		Servicio de transporte público de vigilancia y programación	E.2.2.4
		Estrategias operativas de transporte público	E.2.2.5
		Visualización del estado del borde del camino para el transporte público	E.2.2.6
	Demanda de transporte receptivo y compartido	Gestión de flota de transporte público bajo demanda	E3.2.1
		Gestión de los viajes compartidos por demanda	E.3.2.2
		Transporte de mercancías bajo demanda	E.3.2.3
Servicio de emergencia	Notificación de emergencia relacionada con el transporte y seguridad personal	Llamada de ayuda iniciada por el usuario	E.2.2.1
		Llamada de emergencia automatizada y despacho de emergencia.	E.2.2.2
		Alarma automatizada de intrusión y robo de vehículos.	E.2.2.3
	Recuperación del vehículo después del robo	Inmovilización remota del vehículo	E.3.2.1
		Seguimiento de vehículos rogados	E.3.2.2
	Gestión de vehículos de emergencia	Gestión de flota de vehículos de emergencia	E.4.2.1
		Gestión y coordinación del cargo para vehículos de emergencia	E.4.2.2
		Coordinación de la gestión de tráfico de vehículos de emergencia	E.4.2.3
	Materiales peligrosos y	Monitoreo y seguimientos a vehículos de transporte de materiales peligrosos.	E..5.2.1

Dominio del servicio	Grupo del servicio	Servicio	Ver cláusula		
	notificaciones incidentes	Manejo de rutas vehiculares de materiales peligrosos.	E.5.2.2		
		Llamada de emergencia para vehículos de transporte de materiales peligrosos	E.5.2.3		
		Servicios de despacho de vehículos con transporte de carga	E.5.2.4		
Pago relacionado con el transporte	Transacciones electrónicas financieras para uso vial	Cobro electrónico interoperable	G.2.2.1		
		Cobro electrónico	G.2.2.2		
		precios de los usuarios de la carretera según la distancia	G.2.2.3		
		Gestión de la demanda basada en la tasación del usuario vial.	G.2.2.4		
		Criterio del vehículo basado en el usuario de la carretera	G.2.2.5		
		Sistemas de pago de aparcamiento	G.2.2.6		
	Servicios de gestión electrónica de tarifas	Recogida electrónica de tarifas	G.3.2.1		
		sistemas de gestión de tarifas interoperables	G.3.2.2		
	Transacciones electrónicas relacionadas con el transporte.	Otros mecanismos de cobro por uso vial	Servicios de transporte electrónico de pago	G.4.2.1	
			Servicios de transporte multimodal relacionados con sistemas de pago electrónico.	G.4.2.2	
		Seguridad personal relacionada	Seguridad en los viajes públicos	Alarma silenciosa	H.2.2.1
				Llamada de emergencia, alerta de mayday para el transporte público	H.2.2.2



Dominio del servicio	Grupo del servicio	Servicio	Ver cláusula
con el transporte de carretera		Detección de intrusión	H.2.2.3
		Vigilancia del transporte público	H.2.2.4
	Mejora de la seguridad para usuarios vulnerables.	No hay vigilancia de vehículos motorizados y peatones.	H.3.2.1
		Sistemas de monitorización de vehículos especializados.	H.3.2.2
	Mejoras de seguridad para usuarios discapacitados.	Monitoreo de intersecciones de medios de transporte especializados.	H.4.2.1
		Advertencias al conductor para medios de transporte especializados.	H.4.2.2
	Disposiciones de seguridad para peatones que utilizan funciones inteligentes y enlaces.	Señal de advertencia de avance.	H.5.2.1
		advertencia de avance del vehículo que se aproxima para el cruce no señalizado	H.5.2.2
		En señalización de vehículos y sistemas de alerta.	H.5.2.3
	Monitorización de condiciones ambientales y climáticas	Monitorización del clima	Monitoreo de la información del clima en carretera
Predicción del clima en carretera			I.2.2.2
Monitorización de condiciones ambientales		Nivel de agua/predicción y monitorización de la marea	I.3.3.1
		Monitorización de sismos	I.3.2.2
		Monitorización de la polución	I.3.2.3
		Monitorización de deslizamientos de tierra y caída de rocas	I.3.2.4
Coordinación y gestión de la respuesta ante desastres	Gestión de los datos de un desastre	Recolección de información de emergencias y desastres	J.2.2.1
		Intercambio de datos de emergencia y desastre	J.2.2.2



Dominio del servicio	Grupo del servicio	Servicio	Ver cláusula
	Gestión de la respuesta de un desastre	Plan de respuesta a desastres para la red de transporte.	J.3.2.1
		Implementación de respuesta a desastres	J.3.2.2
	Coordinación con agencia de emergencias	Coordinación de respuesta a Desastres	J.4.2.1
Seguridad Nacional	Monitorización y control de vehículos sospechosos	Monitorización de vehículos por mercancías peligrosas y presencia de explosivos	K.2.2.1
		Identificación de vehículos sospechosos	K.2.2.2
		Deshabilitación de vehículos sospechosos	K.2.2.3
		Gestión de tráfico para vehículos sospechosos	K.2.2.4
		Notificaciones de emergencia para agencias claves o por vehículos sospechosos	K.2.2.5
	Monitorización de gasoductos (materiales peligrosos)	Monitorización de gasoductos (materiales peligrosos)	K.3.2.1
		Implementación de estrategias de mitigación	K.3.2.2
		Notificación de emergencias para agencias prioritarias	K.3.2.3
	Registro de datos	Registro de conceptos de datos ITS para el reúso e interoperabilidad	L.2.2.1
		Registro de subrutinas de ITS para el reúso e interoperabilidad	L.2.2.2
Gestión de datos de ITS	Diccionario de datos	Registro de definiciones de términos utilizados en ITS	L.3.2.1



Dominio del servicio	Grupo del servicio	Servicio	Ver cláusula
	Almacenamiento de Datos	Almacenamiento de datos (para el dominio de información al viajero)	M.2.2.1
		Bodegas de datos (para el dominio de información al viajero)	M.2.2.2
		Monitorización de misiones	M.2.2.3
Gestión del rendimiento	Simulación	Simulación de rendimiento de sistemas (en línea)	M.3.2.1
		Simulación de rendimiento de sistemas (fuera de línea)	M.3.2.2

9B TABLAS DE TELECOMUNICACIONES

9B.1 Cable de cobre

Velocidad y distancia de cables de par trenzado

Tabla 44. Velocidad y distancia cables de diferentes categorías de cable trenzado de cobre

UTP CATEGORY	DATA RATE	MAX. LENGTH	CABLE TYPE	APPLICATION
CAT 1	Up to 1Mbps	-	Twisted Pair	Old Telephone Cable
CAT 2	Up to 4Mbps	-	Twisted Pair	Token Ring Networks
CAT 3	Up to 10Mbps	100m	Twisted Pair	Token Rink & 10BASE-T Ethernet
CAT 4	Up to 16Mbps	100m	Twisted Pair	Token Ring Networks
CAT 5	Up to 100Mbps	100m	Twisted Pair	GigabitEthernet, FastEthernet, Token Ring
CAT 5e	Up to 1Gbps	100m	Twisted Pair	GigabitEthernet, FastEthernet, Gigabit Ethernet
CAT 6	Up to 10Gbps	100m	Twisted Pair	GigabitEthernet, 10G Ethernet (55 meters)
CAT 6a1	Up to 10Gbps	100m	Twisted Pair	GigabitEthernet, 10G Ethernet (55 meters)
CAT 7	Up to 10Gbps	100m	Twisted Pair	GigabitEthernet, 10G Ethernet (100 meters)

9B.2 Cables ópticos

Cables ópticos tipo FTTH

Figura N°A30 Cable óptico tipo FTTH



Cable óptico para interiores

Figura N°A31 Cables ópticos para interiores



Cable óptico para exteriores

Figura N°A32 Cables ópticos para exteriores



Cables ópticos para conexiones (Patchcord)

Figura N°A33 Cables ópticos tipo patchcord





BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- [1] Manual de estudios ITS para proyectos 4G; SIT Ltda, Colombia, 2016
- [2] Guía de introducción a los ITS para carretera; IDB, Bolivia, 2018

BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO, ITE, & NEMA. (2015). Application Profile for XML in ITS Center to Center Communications (AP-C2CXML). National Transportation Communications for ITS Protocol., Retrieved August 10, 2018, from <https://www.nema.org/Technical/Pages/NTCIP.aspx>
- CNC_Peru. (2015). Línea Estratégica: Infraestructura Logística y de Transporte. Consejo Nacional de Competitividad de Perú. Obtenido de https://www.cnc.gob.pe/images/cnc/LAvance_14_18/L_ILT/PR1/18.02.15_Infraestructura.pdf
- European_Comission. (2018). KEYSTONE ARCHITECTURE REQUIRED FOR EUROPEAN NETWORKS. Ministry of Transport and Water Management, The Hague. Obtenido de https://www.cordis.europa.eu/project/rcn/45570_en.html
- European_Union. (2014). User Needs for ITS architecture. Viena, Austria. Obtenido de <http://frame-online.eu/wp-content/uploads/2014/10/FRAE-User-Needs-Structure.pdf>
- FHWA. (2010). Systems Engineering Guidebook for Intelligent Transportation. Systems Engineering Guidebook for Intelligent Transportation, California. Obtenido de <https://www.fhwa.dot.gov/cadiv/segb/files/segbversion3.pdf>
- H. Aki, A. M. (2015). A Survey and Analyses on Private Vehicle Use for the Development of V2G/V2H Management. IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC) (págs. pp. 1-5.). Montreal: IEEE. doi: doi: 10.1109/VPPC.2015.7352884
- Hasegawa, T. (2016). Intelligent Transport Systems. International Association of Traffic and Safety Sciences, Japan, Saitama. Obtenido de http://www.iatss.or.jp/common/pdf/en/publication/commemorative-publication/iatss40_theory_05.pdf
- ISO_15288. (2015). Systems and software engineering -- System life cycle processes. ISO. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/63711.html>
- ISO_29148. (2018). Systems and software engineering -- Life cycle processes -- Requirements engineering. ISO. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/45171.html>
- ISO_TC_204. (2018). ITS Standars. ISO. Obtenido de <https://www.iso.org/committee/54706.html>
- Jesty, P. (2018). European ITS Architecture. European Union, Viena, Austria. Obtenido de <http://frame-online.eu/>
- L. F. Herrera-Quintero, J. C.-A. (2018). Smart ITS Sensor for the Transportation Planning Based on IoT Approaches Using Serverless and Microservices Architecture. IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, Vol. 10, no. 2, pp. 17-27, Summer 2018. doi: doi: 10.1109/MITS.2018.2806620
- MLIT. (2018). ITS Architecture for Japan. Ministry of Land Infrastructure, land, Transport and Tourism. Obtenido de <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/topindex/SystemArchitecture.pdf>
- AASHTO, ITE, & NEMA. (2015). National Transportation Communication for ITS protocol NTCIP 9001 (pp. 127). Washington: AASHTO, ITE, NEMA.



- Alkan, R. M., Karaman, H., & Āžahin, M. (2005). GPS, GALILEO and GLONASS satellite navigation systems & GPS modernization. Paper presented at the RAST 2005 - Proceedings of 2nd International Conference on Recent Advances in Space Technologies.
- Baronti, P., Pillai, P., Chook, V. W. C., Chessa, S., Gotta, A., & Hu, Y. F. (2007). Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards. *Computer Communications*, 30(7), 1655-1695.
- Bures, P. (2009). The architecture of traffic and travel information system based on protocol TPEG. Paper presented at the Proceedings of the 2009 Euro American Conference on Telematics and Information Systems: New Opportunities to Increase Digital Citizenship, EATIS '09.
- Catling, I. (1988). The DRIVE programme in the European Community. Paper presented at the Driver Information, IEE Colloquium on, London, UK.
- CENELEC. (1998). Specification of the radio data system (RDS) for VHF/FM sound broadcasting in the frequency range from 87,5 to 108,0 MHz. In E. C. f. E. Standardization (Ed.).
- Chowdhury, M. A., & Sadek, A. (2003). *Fundamentals of Intelligent Transportation Systems Planning*. Boston London: Artech House.
- EasyWay. (2014). EasyWay - Project Overview. Retrieved August 10, 2018, from <https://www.its-platform.eu/highlights/easyway-programme-2007-2020-and-its-projects>
- EasyWay. (2018). ES5 Datex II. Retrieved August 10, 2018, from <https://www.datex2.eu/>
- FCC. (2002). Digital Audio Broadcasting Systems And Their Impact on the Terrestrial Radio Broadcast Service. Retrieved August 10, 2018, from http://fjallfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-02-286A1.pdf.
- Herrera-Quintero, L., Macia-Pérez, F., V., G.-I., & Marcos-Jorquera, D. (2010, 25-29 October). Roadside Unit as a Service Based on a Model for the IT Integration into the ITS. Paper presented at the 17th ITS World Congress, Busan Korean. Retrieved August 10, 2018 from <https://trid.trb.org/view/1112974>
- ISO_24097. (2009). Intelligent transport systems -- Using web services (machine-machine delivery) for ITS service delivery -- Part 1: Realization of interoperable web services.
- ISO_24530. (2006). Traffic and Travel Information (TTI) -- TTI via Transport Protocol Experts Group (TPEG) Extensible Markup Language (XML) -- Part 2: tpeg-locML, ISO_TC_204. ISO_24530.
- ISO_24531. (2007). Intelligent transport systems -- System architecture, taxonomy and terminology -- Using XML in ITS standards, data registries and data dictionaries, ISO_TC_204. ISO_24531.
- Kaplan, E. D., & Hegarty, C. (2006). *Understanding GPS Principles and Applications* (Artech House, INC ed.): Boston: Artech House, c2006.
- TISA. (2018). Traveller Information Services Association. Retrieved 10 July, 2018, from <http://tisa.org/>
- TMC_FORUM. (2018). Traffic Message Channel TMC Forum, Retrieved August 10, 2018, from <http://tisa.org/>
- Togashi, H., & Yamada, S. (2009). Extensibility of vehicle-to-roadside system to vehicle-to-pedestrian system using RFIDs. Paper presented at the 2009 IEEE International Conference on Virtual Environments, Human-Computer Interfaces, and Measurements Systems, VECIMS 2009 – Proceedings.