



Superservicios
Superintendencia de Servicios
Públicos Domiciliarios

SERVICIOS DE CONSULTORÍA CON EL FIN DE DISEÑAR UN ESQUEMA DE VIGILANCIA DIFERENCIAL PARA LOS PRESTADORES DE ZONAS NO INTERCONECTADAS DENTRO DEL PROYECTO DE INVERSIÓN “INNOVACIÓN EN EL MONITOREO DE LOS PRESTADORES DE LOS SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS COMBUSTIBLE”

ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN COLOMBIA PARA VIGILANCIA Y MONITOREO EN ZNI

DOCUMENTO No. AN-C-1136-02

USAENE

Bogotá D.C. 18 de diciembre de 2018

TABLA DE CONTENIDO

Glosario	6
1. Introducción	9
2. Tecnologías de vigilancia disponibles en Colombia.....	10
2.1 Medidores de energía	10
2.2 Dispositivos programables.....	14
2.3 Telecomunicaciones	15
3. Análisis de Cobertura de Telecomunicaciones.....	30
3.1 Conectividad Planteada para ZNI	30
4. Priorización de alternativas	73
5. Conclusiones	75
Bibliografía.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Tipos de puntos de medición	10
Tabla 2-2: Índices de clase para equipos de medida	11
Tabla 2-3: Error porcentual de medidores de energía activa	12
Tabla 2-4: Error porcentual de transformadores de corriente	12
Tabla 2-5: Características de los medidores de energía	13
Tabla 2-6: características de la red	19
Tabla 2-7: Comparación sistemas GEO y N GEO	24
Tabla 2-8. CAPEX VSAT Banda Ku	29
Tabla 3-1. Tecnología para localidades pertenecientes al Municipio de Leticia	36
Tabla 3-2. Tecnología para localidades pertenecientes al Municipio de Puerto Nariño.	37
Tabla 3-3. Otras Localidades del Departamento de Amazonas.	37
Tabla 3-4. Tecnologías de Conectividad a Localidades pertenecientes al municipio de Murindó en Antioquia.	39
Tabla 3-5. Tecnologías de Conectividad a Localidades pertenecientes a municipios de Urrao y Vigía del Fuerte en Antioquia.	40
Tabla 3-6. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Bajo Baudó Chocó	42
Tabla 3-7. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Bajo Baudó Chocó	43
Tabla 3-8. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Alto Baudó Chocó	44
Tabla 3-9. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Alto Baudó Chocó.	45
Tabla 3-10. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de El Charco Nariño.	47
Tabla 3-11. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de El Charco Nariño.	48
Tabla 3-12. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Olaya Herrera Nariño.	49
Tabla 3-13 Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Olaya Herrera Nariño.	50
Tabla 3-14 Tecnologías de Conectividad a Localidades de Timbiquí del Cauca.	53
Tabla 3-15. Tecnologías de Conectividad a Localidades de Guapi del Cauca.	54
Tabla 3-16 Tecnologías de Conectividad a Localidades de López de Micay del Cauca.	55
Tabla 3-17 Tecnologías de Conectividad a Localidades de Valle del Cauca.	57
Tabla 3-18. Tecnologías de Conectividad a Localidades de Valle del Cauca.	58
Tabla 3-19. Tecnologías de Conectividad a Localidades de Caquetá.	61

Tabla 3-20 Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Inírida en Guainía.....	64
Tabla 3-21. Tecnologías de Conectividad a Localidades de otros Municipios en Guainía.....	65
Tabla 3-22. Tecnologías de Conectividad a Localidades de Municipios en Vaupés....	67
Tabla 3-23. Distribución de Tecnologías para localidades del Putumayo y Vichada. ..	70
Tabla 3-24. Distribución de Tecnologías para localidades de los Departamentos de Casanare, Guaviare y Meta.	71
Tabla 3-25. Cuadro Resumen de Tecnologías para implementar en Localidades según Departamento (localidades sin Telemetría).....	72
Tabla 3-26. Localidades con cobertura Móvil y Red de Fibra óptica Nacional.....	72
Tabla 4-1. Lista priorizada de Tecnologías de Conectividad para ZNI en Colombia....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2-1: Evolución de tecnologías 3GPP	17
Fig. 2-2: Distribución aproximada de Tecnologías móviles en las ZNI	17
Fig. 2-3: Arquitectura LoRa	20
Fig. 2-4: Arquitectura ZigBee	21
Fig. 2-5: Configuración del Frame de datos IEEE 802.15.4	22
Fig. 2-6: Canalización de sistemas ZigBee Bandas 915 MHz y 2,4 GHz.....	23
Fig. 2-7: Disponibilidad de Capacidad Satelital según su banda y comportamiento	27
Fig. 2-8: Tendencia de costos de tecnologías.....	28
Fig. 3-1: Cobertura de telemetría CNM del IPSE	30
Fig. 3-2: Relación cobertura móvil respecto localidades ZNI.....	31
Fig. 3-3: Ejemplo localidad ZNI dentro de rango de cobertura de un operador móvil ..	32
Fig. 3-4: Distribución preliminar de tecnologías de conectividad	33
Fig. 3-5: topología de red a través de conectividad móvil.....	33
Fig. 3-6: Ejemplo de instalación de Nodo de Comunicaciones para algunas localidades ZNI.....	34
Fig. 3-7: Distribución Tecnologías Localidades en Amazonas	35
Fig. 3-8: Distribución Sitios Amazonas.....	36
Fig. 3-9: Distribución de Tecnologías en el Departamento del Chocó	41
Fig. 3-10: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento del Chocó	41
Fig. 3-11: Distribución de Tecnologías en el Departamento de Nariño.....	45
Fig. 3-12: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento de Nariño.....	46
Fig. 3-13: Distribución de Tecnologías en el Departamento de Cauca.....	51
Fig. 3-14: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento de Cauca.....	51
Fig. 3-15: Distribución de Tecnologías en el Departamento de Valle del Cauca.....	56
Fig. 3-16: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento de Valle del Cauca.....	56
Fig. 3-17: Distribución de Tecnologías en el Departamento de Caquetá.....	59
Fig. 3-18: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento de Caquetá.....	59
Fig. 3-19: Distribución de Tecnologías en el Departamento de Guainía.....	62
Fig. 3-20: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento de Guainía.....	62
Fig. 3-21: Distribución de Tecnologías en el Departamento de Vaupés.....	66
Fig. 3-22: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento de Vaupés.....	66
Fig. 3-23: Distribución de Localidades en Departamentos Faltantes.....	68
Fig. 3-24: Distribución de Tecnologías en Departamentos faltantes.....	68
Fig. 3-25: Distribución de Tecnologías en localidades Departamentos Faltantes.....	69

Glosario

AES:	AES (acrónimo de Advanced Encryption Standard) es un algoritmo de cifrado simétrico. El algoritmo fue desarrollado por dos criptógrafos belgas Joan Daemen y Vincent Rijmen. AES fue diseñado para ser eficiente tanto en hardware como en software, y admite una longitud de bloque de 128 bits y una longitud de clave de 128, 192 y 256 bits.
AMI:	Por sus siglas en inglés, “Advanced Metering Information”, representa al grupo de sistemas con capacidad de medir, registrar, recolectar y transferir remotamente, la información asociada al consumo, la demanda, los parámetros eléctricos y la forma de uso de la energía eléctrica, para su posterior presentación, análisis, gestión y toma de decisiones. Un sistema AMI en general se compone de tres componentes principales: medidores inteligentes, redes de comunicaciones y el sistema de gestión de datos de medición.
AppSKey:	La clave de sesión de la aplicación (AppSKey) se utiliza para el cifrado y descifrado de la carga útil. La carga útil está totalmente encriptada entre el Nodo y el componente del Controlador / Servidor de aplicaciones de la Red IoT (que podrá ejecutar en su propio servidor). Esto significa que nadie, excepto usted, puede leer el contenido de los mensajes que envía o recibe.
Banda L:	Corresponde al rango de frecuencias que se encuentran entre 1 GHz – 2 GHz. Por ejemplo los sistemas GPS utilizan frecuencias que se encuentran en este rango.
CAPEX:	Inversiones de capital. Del inglés “Capital Expenditures” o inversiones de capital que una empresa realiza en bienes de equipos y redes, las cuales generan beneficios para la organización, ya sea por medio de la compra de nuevos activos fijos o por medio de un incremento en el valor de los activos fijos ya existentes.
C/N:	Carrier to Noise –por sus siglas en inglés-. Relación entre portadora y ruido en el ancho de banda total considerado.
CRC:	Comisión de Regulación de Comunicaciones - Colombia.
CREG:	Comisión de Regulación de Energía y Gas
DANE:	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
dBW:	Unidad de Medida para Potencia en dB referida a 1 Vatio.
DCU:	Por sus siglas en inglés (Data Concentration Unit), que en forma común se conoce también como Gateway.
DNP:	Departamento Nacional de Planeación.
EDGE:	Enhanced Data for GSM Evolution. Es la evolución de GPRS para transmitir datos a mayor velocidad.
FDD	Separación Duplex por División de Frecuencias. Esto quiere decir que se utiliza un canal de frecuencia de Transmisión y otro diferente de Recepción.

GPRS:	Por sus siglas en inglés "General Packet Radio Service". Esta tecnología también se conoce como 2.5G ya que se encuentra entre 2G (GSM) y 3G (UMTS). Utiliza de 1 a 8 canales de radio con ancho de banda hasta de 200 kHz.
HSDPA:	Por sus siglas en inglés hace referencia a protocolos de alta velocidad para descarga en redes móviles (High Speed Downlink Protocol Access). También conocido como tecnología 3.5 G.
IMT	Por sus siglas en inglés (Sistema Internacional de Telecomunicaciones móviles). Especificaciones internacionales para sistemas móviles generados por la organización internacional de telecomunicaciones ITU. Específicamente IMT-2000.
ISM:	Por sus siglas en inglés "Industrial, Scientific and Medical" que son frecuencias de uso libre para aplicaciones Industriales, científicas y para Medicina. http://www.itu.int/net/ITU-R/terrestrial/faq/index.html#g013 .
ISO:	Por sus siglas en inglés hace referencia a la Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization, ISO).
IoT:	Por sus siglas en inglés (Internet of The Things), hace referencia a Internet de las cosas, que busca que los dispositivos físicos puedan ser interconectados entre sí y hacia las redes de Internet, para que puedan ser controlados o monitoreados desde cualquier parte del mundo.
LNB:	Por sus siglas en inglés, Low Noise Block. Además de efectuar la función de un amplificador de bajo ruido, efectúa la función de Down Converter convirtiendo la señal de alta frecuencia recibida por la antena satelital al rango de frecuencias entre 950 – 2150 MHz.
LoRa:	Es una tecnología inalámbrica similar a las redes WiFi, Bluetooth, LTE, SigFox o Zigbee, que utiliza un tipo de modulación en radiofrecuencia y opera en las frecuencias de 868 MHz en Europa, 915 MHz en América, y 433 MHz en Asia.
LTE:	Por sus siglas en inglés "Long Term Evolution", que hace referencia comercialmente a redes 4G LTE, que permiten más altas velocidades de acceso inalámbrico.
MINTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – Colombia.
MQTT:	Por sus siglas en inglés (Message Queuing Telemetry Transport) es un protocolo de conectividad máquina a máquina (M2M) / "Internet of Things". Fue diseñado como un transporte de mensajería de publicación / suscripción extremadamente ligero.
NwkSKey:	La clave de sesión de red (NwkSKey) se utiliza para la interacción entre el nodo y el servidor de red. Esta clave se usa para verificar la validez de los mensajes (control MIC). En el backend de la Red IoT. Esta validación también se usa para asignar una dirección de dispositivo no única (DevAddr) a un DevEUI y AppEUI únicos.
OPEX:	Abreviación del idioma inglés por el término Operational Expenditures o los costos y gastos recurrentes necesarios para la operación de los servicios y productos que presta una compañía.

OSI:	Por sus siglas en inglés hace referencia al modelo de comunicaciones para interconexión de sistemas abiertos (Open Systems Interconnection).
PIRE:	Potencia Isotrópica Radiada Efectiva o Potencia equivalente referida a una Antena Isotrópica.
PLC:	Por sus siglas en inglés “Power Line Carrier”, que consiste en transmisión de datos de telemetría a través de líneas eléctricas.
PRSTM:	Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones Móviles.
SSPD:	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
SUI:	Sistema Único de Información de servicios públicos domiciliarios
TIC:	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
UMTS	Por sus siglas en inglés también conocido como “Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)”. Corresponde también a las tecnologías de tercera generación de redes móviles 3G.
WACC:	Costo de capital. Por sus siglas en inglés – “Weighted Average Cost of Capital” o “Costo ponderado promedio de capital”. Financieramente hablando, el WACC le reconoce al inversionista la rentabilidad que él / ella requiere por su participación en el proceso productivo.
Wi-SUN	Protocolo que utiliza el mismo estándar IEEE 802.15.4 que ZigBee y Thread para su fundación, con una red de área doméstica (HAN) y un protocolo de red de área de campo (FAN) más reciente. Con el enfoque en desarrollo en implementaciones de servicios públicos, parece que ZigBee se está moviendo para competir contra el protocolo Wi-SUN, que ya es popular entre los servicios públicos y es utilizado por gente como Silver Spring Networks. (SUN: IEEE 802.15.4g).
ZDO:	Los objetos de dispositivo ZigBee (ZDO) representan la base de funcionalidad que proporciona una interfaz entre los objetos de la aplicación, el perfil del dispositivo y el APS (soporte de aplicación).
ZIGBEE:	Es un protocolo de acceso desarrollado por la IEEE que corresponde al estándar IEEE 802.15.4 para permitir conectividad entre sensores en forma inalámbrica. Permite la utilización de frecuencias de uso libre en bandas como 2,4 GHz y 868/915 MHz (La Banda 900 MHz es la que aplica a Colombia, ya que 868 MHz aplica a países Europeos

1. Introducción

Actualmente el monitoreo y seguimiento a la prestación al servicio de energía eléctrica en las zonas no interconectadas de Colombia se realiza en cerca de un 95% de las localidades mediante llamadas telefónicas a personas denominadas vigías de la energía por el Centro Nacional de Monitoreo, una entidad adscrita al IPSE. Estas personas hacen parte de la comunidad a la cual se le presta el servicio de energía y la información entregada corresponde a si se prestó o no el servicio de energía en la zona.

La metodología de vigilancia por Call Center se utiliza para la obtención de información en más de 1.700 localidades y ha demostrado ser muy imprecisa a la hora de verificar la entrega de energía eléctrica a la comunidad, lo cual es un inconveniente para los organismos de vigilancia como la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) encargada por la Ley 142 de 1994 a la prestación del servicio de energía en ZNI. La SSPD es la responsable de entregar el reporte para la entrega de subsidios a las empresas prestadoras de servicio, las cuales al estar ubicadas en zonas aisladas tienen muy poco control en su operación.

De allí parte esta iniciativa, para el monitoreo y vigilancia a los generadores de las localidades tipo 3 y 4, es decir aquellas que cuentan hasta con 150 usuarios, correspondientes a cerca del 95% de todas las localidades de las ZNI.

En el documento anterior se presentó el estado del arte de las tecnologías de vigilancia en tres países de África, tres países latinoamericanos, Estados Unidos, Corea del Sur, Suecia e India para conocer sus experiencias en la implementación en sistemas de vigilancia tanto a usuarios como a prestadores de servicio de energía. En él, se encontró el desarrollo de micro redes con sistemas de comunicación PLC (en Corea e India), y el uso de tecnologías Zigbee (en Estados Unidos) para comunicación inalámbrica entre localidades cercanas. También se encontró que existe un uso extendido de tecnologías de comunicación GSM/GPRS (en África) en sistemas de medición de energía, que puede servir de ejemplo para Colombia.

Ahora bien, el objetivo de este informe es determinar las tecnologías que son técnicamente viables para su implementación en el contexto colombiano. Para el análisis se dividieron las ZNI por regiones, de modo que se cubrieran las más de 1600 localidades identificadas en el SUI, que corresponden a localidades tipo 3 y 4.

La primera parte de este informe muestra el panorama general de los equipos de medición de energía que se encuentran actualmente en el mercado para verificar su compatibilidad con los sistemas de comunicación aplicables en Colombia, conjuntamente se describen dispositivos programables, los cuales serán necesarios para la generación del reporte por parte del medidor y el envío de información procesada a través del canal de comunicación. En el capítulo 3 describe la cobertura de las tecnologías de telecomunicaciones en el territorio colombiano con el ánimo de identificar las soluciones que más se ajustan a las condiciones de las ZNI en el país. Finalmente, en el capítulo 4 se hace una priorización de las alternativas disponibles para determinar la mejor opción en cada una de las regiones.

2. Tecnologías de vigilancia disponibles en Colombia

2.1 Medidores de energía

De acuerdo con las disposiciones de la resolución CREG 091 de 2007 que reglamenta el servicio de energía eléctrica en las ZNI, los prestadores con potencia instalada igual o superior a 100 kW deben tener equipos de medición en las centrales que permitan realizar las siguientes funciones:

- Registrar la producción horaria de energía con acumuladores mensuales
- Registrar niveles de voltaje
- Enviar la información generada

Adicional a estas, el artículo 5 del decreto 40072 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía, propone que los equipos de medición inteligente tengan las siguientes funciones:

- Permitir el almacenamiento de datos
- Brindar soporte de comunicaciones de datos seguras
- Permitir la sincronización automática y remota de registros de tiempo
- Posibilitar la actualización y configuración local y remota
- Proporcionar información al usuario (en este caso al operador)
- Permitir la lectura local y remota de variables
- Soportar la medición horaria
- Permitir de forma remota y local la conexión y desconexión
- Facilitar la prevención y detección de fraudes
- Proporcionar medidas sobre la duración de indisponibilidades en el servicio

Los equipos de medición actuales permiten recoger y procesar en sitio más variables que las antes presentadas. Sin embargo, dadas las limitaciones que puedan existir en los canales de transmisión de datos lo ideal será transmitir sólo las variables necesarias para vigilar la operación correcta de los equipos de generación.

En Colombia actualmente no están reglamentadas las características que deben cumplir los medidores de energía en las ZNI. Por tal motivo, es pertinente analizar los requisitos estipulados en el código de medida (Res. CREG 038 de 2014) para que, una vez determinadas las funciones del medidor, se puedan establecer los parámetros de cumplimiento.

En el código de medida los puntos de medición están clasificados de la siguiente forma:

Tabla 2-1: Tipos de puntos de medición
Fuente: Código de medida CREG 038 de 2014

Tipo de punto de medición	Transferencia [MWh-mes]	Capacidad instalada [MVA]
1	≥15.000	≥30
2	≥500	≥1
3	≥50	≥0,1
4	≥5	≥0,01
5	<5	<0,01

Entre menor sea el tipo, mayor es la exigencia en la precisión de la medición. Por lo tanto, la determinación del tipo de punto de medida depende de cuál de los límites se sobrepase primero, si el de potencia o el de energía.

En el código de medida también se establece que todos los sistemas de medida deben cumplir con las siguientes condiciones:

1. Deben ser diseñados teniendo en cuenta características técnicas y ambientales de la frontera comercial
2. El tipo de conexión debe ser acorde con el nivel de tensión y corriente que se va a medir
3. Los elementos deben contar con certificado de conformidad de producto
4. Los medidores deben cumplir con índices de clase dependiendo del tipo de punto de medición
5. Deben contar con mecanismos de seguridad física e informática
6. Los sistemas de medición deben registrar y permitir la lectura y transmisión de información
7. El valor registrado debe estar expresado en kilovatios - hora y/o kilo voltamperio reactivo – hora
8. El error porcentual por la caída de tensión en cables y demás accesorios (a un factor de potencia de 0,9) no debe ser mayor de 0,1% ni en módulo ni en fase, y este valor debe estar debidamente documentado

Los requisitos de exactitud corresponden a los siguientes índices de clase de la norma colombiana NTC

Tabla 2-2: Índices de clase para equipos de medida
Fuente: código de medida CREG 038 de 2014

Tipo de punto de medición	Medidor de energía activa	Medidor de energía reactiva	Transformador de corriente	Transformador de tensión
1	0,2S	2	0,2S	0,2
2	0,5S	2	0,5S	0,5
3	0,5S	2	0,5S	0,5
4	1	2	0,5	0,5
5	1 o 2	2 o 3		

Para los puntos de medición tipo 5 no se consideran necesarios transformadores de corriente o de tensión. Sin embargo, en el caso de las ZNI es posible que existan puntos de medición tipo 5 en los cuales sea necesario medir en los bornes de transformación y no de generación, con el ánimo de conocer la energía neta entregada a la red descontando pérdidas de transformación. En estos casos el transformador de tensión se considera debe ser también clase 0,5.

El error porcentual de los medidores de energía activa, según las normas NTC 2147 (IEC 62053-22) y NTC 4052 (IEC 62053-21), se muestra en la siguiente tabla

Tabla 2-3: Error porcentual de medidores de energía activa
Fuente: NTC 2147 y NTC 4052

Carga	Rango de corriente		Factor de potencia	Máximo error porcentual por clase			
	Mínimo	Máximo		0,2S	0,5S	1	2
Balanceada	0,01 I_n	0,05 I_n	1	$\pm 0,4$	± 1	-	-
	0,05 I_n	I_{max}	1	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	± 1	± 2
	0,02 I_n	0,01 I_n	-0,5	$\pm 0,5$	± 1	-	-
	0,02 I_n	0,01 I_n	+0,8	$\pm 0,5$	± 1	-	-
	0,01 I_n	I_{max}	-0,5	$\pm 0,3$	$\pm 0,6$	-	-
	0,01 I_n	I_{max}	+0,8	$\pm 0,3$	$\pm 0,6$	-	-
Monofásica	0,05 I_n	I_{max}	1	$\pm 0,3$	$\pm 0,6$	-	-
	0,1 I_n	I_{max}	-0,5	$\pm 0,4$	± 1	-	-

Para los transformadores de corriente, según la norma NTC 2205 el máximo error porcentual es el siguiente:

Tabla 2-4: Error porcentual de transformadores de corriente
Fuente: NTC 2205

Clase	Máximo error porcentual					Desplazamiento de fase [\pm minutos]				
	Corriente en PU					Corriente en PU				
	0,01	0,05	0,2	1	1,2	0,1	0,05	0,2	1	1,2
0,1	-	0,4	0,2	0,1	0,1	-	15	8	5	5
0,2	-	0,75	0,35	0,2	0,2	-	30	15	10	10
0,5	-	0,15	0,75	0,5	0,5	-	90	45	30	30
1	-	3	1,5	1	1	-	180	60	60	60
0,2S	0,75	0,35	0,2	0,2	0,2	30	15	10	10	10
0,5S	1,5	0,75	0,5	0,5	0,5	90	45	30	30	30

Estos valores de referencia son importantes para poder comparar porque la mayoría de los fabricantes en sus catálogos no clasifican sus equipos de acuerdo con las normas NTC sino con equivalentes ANSI o IEC.

Entre los medidores encontrados que cumplen con las características exigidas por el código de medida y que pueden ser aplicables para la ZNI, se destacan los siguientes:

Tabla 2-5: Características de los medidores de energía

Marca	Modelo	Tensión max de operación	Alimentación independiente	Comunicaciones
SMA	Emeter - 2.0	400 V	no	Ethernet
Victron energy	ET340	-	no	RS485, zigbee adaptable
Schneider	ION8650	480 V	Si	-
Schneider	PM8000	600 V	si	RE485, Ethernet
Best Energy	Eniscope 8	600 V	si	Ethernet, USB
Circutor	Cirwatt D	400 V	no	RS232, RS485, Ethernet
Circutor	Cirwatt B	400 V	no	RS232, RS485, Ethernet, PLC, GSM/GPRS adaptable
Discar	Mr Dims	-	no	PLC, WiFi, GPRS
Circutor	B410	400 V	no	PLC
SMC energy	MS-320	253 V	no	LoRa, RS232, TTL
ABB	A-44	500 V	no	RS485
Spark meter	SM200E	-	-	-
Siemens	SICAM P850	690 V	si	Ethernet
Start Instruments	STZ351	-	-	Serial COM, RF, GPRS/3G/4G, PLC
Heyuan Intelligence	DZS300	265 V	si	RS485, LoRa adaptable
Suntront	RS485	220 V	no	RS485
Iskra	WM3x6	400 V	no	RS485
Jabil	Smart-meter	-	no	RF, WiFi, Zigbee
Accuenergy	EV300	400 V	No	RS485

Eastron	Smart X96	480 V	si	RS485, Ethernet
Honeywell	Class 2000	600 V	no	Ethernet
Eltek AS	Smartpack 2	420 V	no	CAN, Ethernet, RS232, RS485, USB
Itron	ACE3000	400 V	no	-
Landis Gyr	E570	-	si	PLC, GPRS, 4G
Sensus	Stratus	240 V	no	ZigBee

2.2 Dispositivos programables

Analizando los equipos de medición disponibles en el mercado y las necesidades de vigilancia de la ZNI para los niveles 3 y 4 que hacen parte de este estudio, es probable, que se requiera añadir un dispositivo programable a la solución para permitir tomar las lecturas del medidor y procesarlas en sitio para transmitir únicamente los datos necesarios.

De tal manera que, facilite tareas como la generación de reporte diario con la información de la fecha y hora de encendido y apagado de los grupos electrógenos, y la energía generada en cada hora de ese intervalo de tiempo que estuvieron entregando energía los generadores. El dispositivo programable se comunicaría con el medidor y realizaría un procesamiento in situ de la información a fin de entregar la información puntual que requiera de un uso de datos mínimo.

Cabe destacar que estos dispositivos cuentan con interfaces de telecomunicaciones más diversas por lo que también facilitarían la transmisión de datos. Entre los dispositivos programables que se pueden encontrar en el mercado sobresalen los siguientes:

Arduino:

Las tarjetas de desarrollo Arduino son herramientas de prototipado de fácil manejo, útiles para aplicaciones sencillas y de bajo costo. La principal ventaja de Arduino frente a otros microcontroladores es la facilidad en hardware, ya que las tarjetas electrónicas están prediseñadas para permitir la conexión de múltiples señales de entrada y salida.

Dadas las facilidades de programación que tienen las tarjetas Arduino, actualmente existe una gran comunidad a nivel mundial de desarrollo, y es posible encontrar aplicaciones en telecomunicaciones que resultarían muy útiles para lo que se está buscando en la vigilancia de ZNI.

Como se mencionó anteriormente, el bajo costo de las tarjetas Arduino es uno de los aspectos más atractivos para su uso. En Colombia es posible encontrar el módulo más básico de Arduino desde \$25.900 COP cuando se compran al detal.

Raspberry Pi:

Las tarjetas de desarrollo Raspberry Pi 3 son consideradas unidades de computación completas, dado que tienen capacidad de procesamiento limitada pero cuentan con todos los dispositivos de un computador normal. Es decir, tienen facilidades para conectar teclados, mouse, pantallas y soportan sistemas operativos basados en Linux.

En cuanto a la conexión con medidores de energía, se podría hacer mediante interfaz Ethernet con la que cuentan la mayoría de equipos y programar la transmisión de datos para que se haga una vez al día a través del mismo canal alámbrico o de un módulo de comunicaciones inalámbricas.

El precio del modelo Raspberry Pi 3 B+ en el mercado colombiano oscila los \$140.000 COP cuando se compran al detal.

Microcontroladores (μ C):

Los microcontroladores son circuitos integrados capaces de ejecutar funciones básicas y que dan la libertad de adaptar el hardware para suplir las necesidades del diseño. Estos circuitos son usados ampliamente en automatización y telecomunicaciones gracias a su flexibilidad y su bajo costo.

El uso de microcontroladores implica un esfuerzo mayor dado que se requiere elaborar tanto el software como el hardware.

Algunos de los fabricantes más reconocidos de microcontroladores son: ALTAIR, ATMEL, INTEL, SIEMENS, FREESCALE y MICROCHIP. De este último se pueden encontrar dispositivos desde \$7.200 COP

FPGA:

FPGA es el acrónimo de matriz de compuertas programables (Field Programmable Gate Array), son circuitos integrados programables adaptados en un hardware que brinda múltiples opciones de desarrollo para diseñadores de equipos electrónicos.

Sus principales ventajas son la flexibilidad que brindan para hacer diseños porque al elegir un modelo de FPGA sólo se queda fija la capacidad de procesamiento. En otras palabras, la memoria y los dispositivos adicionales de telecomunicaciones pueden ser tantos como se desee.

Las marcas que más reconocidas de FPGA son: INTEL, XILINX, ATMEL, ACHRONIX, MICROSEMI y AVNET

Programmable Logic Controller (PLC):

Los PLC son equipos bastante robustos que se usan en la automatización industrial, cuentan con interfaces de entrada y salida de señales análogas y digitales por lo que en algunos casos podrían servir incluso como medidores de las señales de corriente y voltaje.

Estos equipos tienen interfaces de telecomunicaciones bastante avanzadas y protocolos de propios de transmisión de datos.

Fabricantes de medidores como Siemens, Schneider, ABB, etc. también cuentan son fabricantes de PLC por lo que da una ventaja a estos dispositivos en la conexión e inter-operatividad. Sin embargo, el alto precio de estos dispositivos hace que no se piense en ellos como primera opción para la vigilancia de las ZNI.

2.3 Telecomunicaciones

Al analizar las experiencias de otros países en temas de telecomunicaciones para establecer la conectividad entre los medidores AMI y los Centros de Gestión o Monitoreo de los operadores de energía, se encontró que destacan las siguientes tecnologías:

- Redes móviles GSM/GPRS.
- Redes de Radiofrecuencia, principalmente tecnología ZigBee.
- Redes Satelitales (como es el caso de la India) GEO y N GEO.

Para proporcionar la conectividad a cualquier tipo de servicio y localidad, no hay a nivel mundial ninguna restricción para la tecnología a utilizar. De modo que, la selección dependerá fundamentalmente de aspectos geográficos, de ancho de banda requerida y de costos.

Las tres tecnologías planteadas como factibles para las ZNI de Colombia tales como radio frecuencia de nodo a nodo, red móvil o satelital, obedecen a que normalmente el ancho de banda requerido para la transmisión de datos de telemetría es bajo e intermitente ya que se transmite información cuando ocurre un evento o cuando se solicita un valor desde el Centro de Gestión de Monitoreo.

El consultor considera que teniendo en cuenta las características geográficas y de ubicación de las localidades de ZNI se podrían minimizar los costos de conectividad al utilizar tecnologías adicionales a la satelital GEO.

Al analizar gran cantidad de sitios de ZNI respecto a los mapas de cobertura de algunos operadores móviles se prevé que aproximadamente un 22% de localidades¹ podrían utilizar conectividad GSM/GPRS.

Adicionalmente, se realizaron análisis de línea de vista entre los sitios de ZNI² de tal forma que se podrían interconectar entre sí localidades no interconectadas con RF y concentrarse los datos de telemetría en un sitio que tenga cobertura móvil. En el numeral de **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se revisarán en detalles todos los aspectos de la red entre localidades no interconectadas y matriz de conectividad. A continuación se presentarán los aspectos técnicos más importantes respecto a las redes de conectividad planteadas.

2.3.1 Tecnologías de Redes Móviles

Teniendo en cuenta los sistemas de telemetría requieren velocidades de transmisión bajas e intermitentes las redes móviles pueden ser muy adecuadas para ese fin. No se requiere tener una canal de comunicación continuamente en uso sino que solamente en el momento que se requiera transmitir la información necesaria sobre el evento ocurrido desde la localidad de ZNI hacia el Centro Nacional de Monitoreo o que esta transmitida en el momento que el CNM la requiera.

Según la tecnología de red móvil (GSM, 3G, 4GLTE) y a la distancia en que se encuentre la radio base se podrán alcanzar diferentes velocidades pico de acceso.

GSM³ es una tecnología celular digital abierta que se utiliza para transmitir servicios móviles de voz y datos y es la tecnología de telefonía celular más utilizada en el mundo.

De GSM se partió hacia las tecnologías de cuarta generación (4G) como son: (LTE) y LTE-Advanced. El siguiente diagrama representa la evolución de lo que se conoce como la familia de tecnologías 3GPP desde GSM (también conocida como segunda generación 2G). GPRS (General Packet Radio System), que fue la forma inicial de transmitir datos desde redes 2G que posteriormente evolucionó hacia EDGE permitiendo mayores velocidades. Las redes 3G (UMTS/WCDMA, HSPA y HSPA+) tuvieron su desarrollo aproximadamente entre 2000 a 2010. Desde poco antes del 2010 hasta la actualidad han tenido desarrollo las redes 4G (LTE y LTE Advanced).

¹ Esto claro está queda sujeto a la precisión de coordenadas geográficas que le han sido proporcionadas al Consultor. Lo normal como se hace en todo proyecto de transmisión es que se vaya a cada sitio con potencial de conectividad móvil se verifiquen coordenadas y en la medida de lo posible se verifiquen niveles de recepción móvil.

² Aprovechando bases de terreno de la NASA SRTM las cuales tienen 30 metros de resolución.

³ <http://www.5gamerica.org/en/resources/technology-education/gsm/>

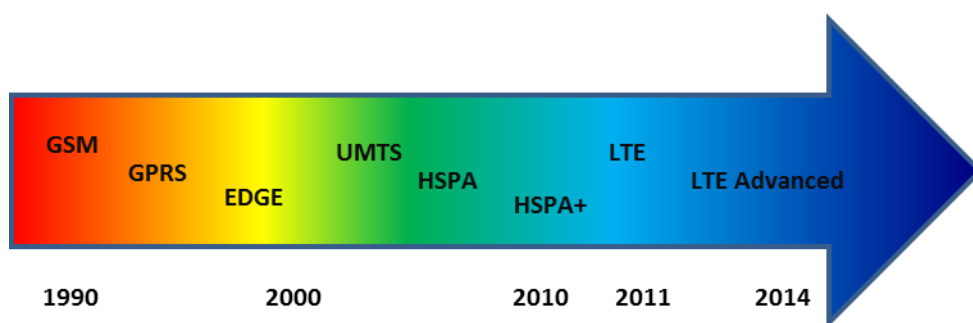


Fig. 2-1: Evolución de tecnologías 3GPP
Fuente: 5GAméricas

La primera red GSM se lanzó en 1991 en Europa, por iniciativa de un grupo de especialistas europeos⁴, que se había creado con anterioridad para desarrollar las tecnologías móviles. A medida que a nivel mundial se empezó a adoptar esta tecnología quedó claro que GSM sería global, de tal forma que el acrónimo de GSM sirvió para representar, el Sistema Global para Comunicaciones Móviles.

En el contexto Colombiano, las tecnologías móviles aplicadas a las ZNI se concentran en GSM y UMTS, las cuales abarcan cerca del 96% de la cobertura de red móvil en las ZNI Analizadas. En la siguiente figura se presenta la distribución aproximada de tecnologías que podrían proporcionar cobertura a aproximadamente el 22 % de localidades de ZNI. Esta distribución ha sido obtenida con base en la información Geo-referenciada de las localidades no interconectadas del centro nacional de monitoreo, comparado con niveles de recepción según los mapas de cobertura de algunos operadores en la WEB.

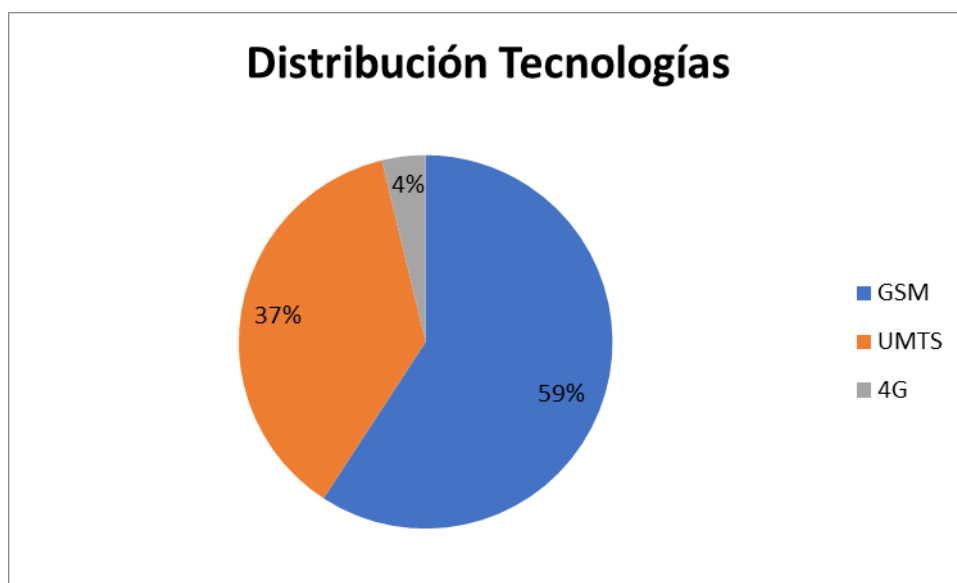


Fig. 2-2: Distribución aproximada de Tecnologías móviles en las ZNI
Fuente: Consultor con base información ZNI.

Redes GSM/GPRS:

⁴ GSM inicialmente significaba Grupo de especialistas Móviles.

Se tiene que aproximadamente un 59 % de ZNI (251 localidades) que tienen cobertura móvil, podrían utilizar exclusivamente tecnología GSM/GPRS.

Generalmente los módulos celulares GSM/GPRS son de bajo costo y pueden proporcionar velocidades de datos hasta de 200 Kbps⁵. Sin embargo se requiere tener cuidado al utilizar esta tecnología y tener contacto con los operadores móviles o el MinTic, con el fin de conocer cuáles son los planes de migración de estas redes o hasta que año planean mantener las redes 2G operando en Colombia.

En los EE. UU., AT&T ya ha reasignado su ancho de banda. T-Mobile, el único otro proveedor de GSM en los EE. UU. indicó que solo hasta 2020 mantendrá operativo la red GSM. Pero, por otro lado hay que tener en cuenta que aún hay millones de dispositivos GSM operando, y en consecuencia el plazo límite de mantener estas redes aún en Estados Unidos podría ser mayor.

Un aspecto positivo que ayudaría bastante al uso (al menos inicialmente) de esta tecnología, se debe al hecho que hacer la migración hacia otra tecnología móvil como 4G sería relativamente sencillo⁶.

Redes 3G:

De las 424 localidades de ZNI que se prevén con cobertura móvil, se tiene que aproximadamente un 37 %, podrían utilizar tecnología 3G.

También hay muchos módulos celulares 3G disponibles ahora, estos tienden a ser más grandes, más caros y con mayor potencia, pero en todo caso a un precio muy razonable. 3G puede proporcionar unos pocos Mbps de velocidad. A nivel mundial las principales compañías de tele comunicaciones no han anunciado ningún plan para terminar con el servicio en estas tecnologías, por lo que se podría esperar al menos 5-10 años más de operación. En todo caso se debe tener la precaución de adquirir los módulos que se adecuen a los planes de frecuencias utilizados en Colombia y revisar conjuntamente con el operador los planes de migración de red.

De igual forma como para el caso de 2G, hacer la migración hacia tecnología 4G LTE sería relativamente sencillo.

Redes 4G LTE:

Se tiene que aproximadamente un 4 % de ZNI (16 localidades) que tienen cobertura móvil, que podrían utilizar tecnología 4G LTE.

Lo bueno de tecnología LTE es que es la tendencia mundial de redes móviles y en consecuencia realizar una implementación IoT, o de telemetría, la continuidad tecnológica se podría garantizar por muchos años más.

De igual forma la gran mayoría de Gateways (aunque más costosos) para redes móviles son multi-banda y permiten el uso de 2G/3G o 4GLTE según la cobertura de la red móvil, de igual manera como lo hacen los dispositivos móviles.

Para el caso de LTE existen diferentes "categorías". Las categorías varían básicamente desde 0 y a medida que esta sube se tienen mayores velocidades, por ejemplo por el orden de hasta 150 Mbps Para aplicaciones IoT se tiene comercialmente equipos en Categoría 1 que permiten velocidades 5.76 Mbps up y 21

⁵ <https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/allthethiot-transports.pdf?timestamp=1536205813>

⁶ <https://www.digi.com/products/xbee-rf-solutions/gateways/connectportx4#specifications>

Mbps downlink⁷. Se tiene entonces que para aplicaciones M2M, se utilizan categorías bajas 0 o 1, que en ocasiones se conoce como categoría M.

LTE-M8 es el término industrial simplificado para el estándar de tecnología de área amplia de baja potencia (LPWA) LTE-MTC publicado por 3GPP en la especificación de la versión 13. Se refiere específicamente a LTE CatM1, adecuado para el IoT. LTE-M es una tecnología de gran cobertura de baja potencia que admite IoT a través de una menor complejidad del dispositivo, mientras permite la reutilización de las radio bases instaladas de LTE. La idea es proporcionar larga vida a la batería de los sensores que en teoría llegarían hasta 10 años o más para una amplia gama de casos de uso, con los costos de los módem reducidos al 20-25% respecto de los módems GPRS actuales.

Con el respaldo de los principales fabricantes de equipos móviles, chipset y módulos, LTE-M las redes coexistirán con las redes móviles 2G, 3G y 4G y se beneficiarán de todas las características de seguridad y privacidad de las redes móviles, como la compatibilidad con la confidencialidad de la identidad del usuario, la autenticación de la entidad, la confidencialidad, la integridad de los datos y la identificación del equipo móvil. Los lanzamientos comerciales de redes LTE-M se realizarán a nivel mundial en 2017/18

Tabla 2-6: características de la red

FORM FACTOR	Digi XBee 20-pin through-hole
ANTENNA OPTIONS	1 U.FL
DIMENSIONS	24.38 mm x 32.94 mm
OPERATING TEMPERATURE	-40° C to +85° C (-30 to +70C if 2G fallback is enabled)
SIM CARD	4FF (Nano size)
RF CHARACTERISTICS	
TRANSMIT POWER	Up to 24 dBm (Power Class 3)
RECEIVE SENSITIVITY	-111 dBm
NETWORKING AND CARRIER	
CARRIER AND TECHNOLOGY	3G HSPA/GSM with 2G fall-back (see User Guide for more details on this feature)
SUPPORTED BANDS	Band 19 (800 MHz), Band 5 (850 Mhz), Band 8 (900 MHz), Band 2 (1900 MHz), Band 1 (2100 MHz)
SECURITY	Digi Trustfence™ security with Secure Boot, Encrypted Storage, Protected JTAG, SSL/TLS 1.2

2.3.2 Tecnologías Actuales de RF

El término RF tiene un significado muy amplio, ya que aunque podría referirse a cualquier tipo de señal de Radio Frecuencia, en este estudio se referirá a las frecuencias de uso libre⁹, que en la actualidad están teniendo gran despliegue para

⁷ <https://www.digi.com/products/xbee-rf-solutions/gateways/connectportx4#specifications>. La velocidad real obtenida dependerá del operador y la ubicación del dispositivo.

⁸ Long Term Evolution for Machines: LTE-M. <https://www.gsma.com/iot/long-term-evolution-machine-type-communication-lte-mtc-cat-m1/>

⁹ Espectro radio eléctrico que no requiere obtener permiso de la institución reguladora dependiendo de la región a la que pertenezca el país. No es necesario pagar ninguna contraprestación por su uso, pero en caso que se detecte interferencia el usuario no tiene ningún derecho de exigir la eliminación de la fuente interferente.

establecer comunicaciones entre dispositivos o comunicaciones M2M (Machine To Machine) o uso en Internet de las Cosas (IoT).

A pesar de la preocupación normal que pueda existir por el hecho de utilizar frecuencias de uso libre, las cuales podrían experimentar interferencias, su utilización sigue creciendo en IoT, tanto en aplicaciones para el hogar (Domótica) como para uso industrial.

En la actualidad entre otras se tienen las siguientes tecnologías para conectividad M2M, funcionando con frecuencias no-licenciadas:

- LoRa
- ZigBee
- Otras

LoRa:

LoRaWAN¹⁰, basado en RF inalámbrico LoRa de Semtech IC, es el protocolo abierto de capa MAC definido y estandarizado por la LoRa Alliance. Opera en espectro sin licencia (902 MHz – 928 MHz para el caso de la Región a la que pertenece Colombia que es la misma de Estados Unidos y Canadá), permite largo alcance dependiendo de las condiciones de línea de vista y potencia, la comunicación bidireccional y la arquitectura de red es en estrella. Cada Gateway puede soportar independientemente decenas de miles de nodos sensores. Como en la mayoría de sistemas IoT se busca que los diseños de los módulos de RF manejen óptimamente el consumo de energía y de esta forma y extender la vida útil de la batería de los sensores conectados.

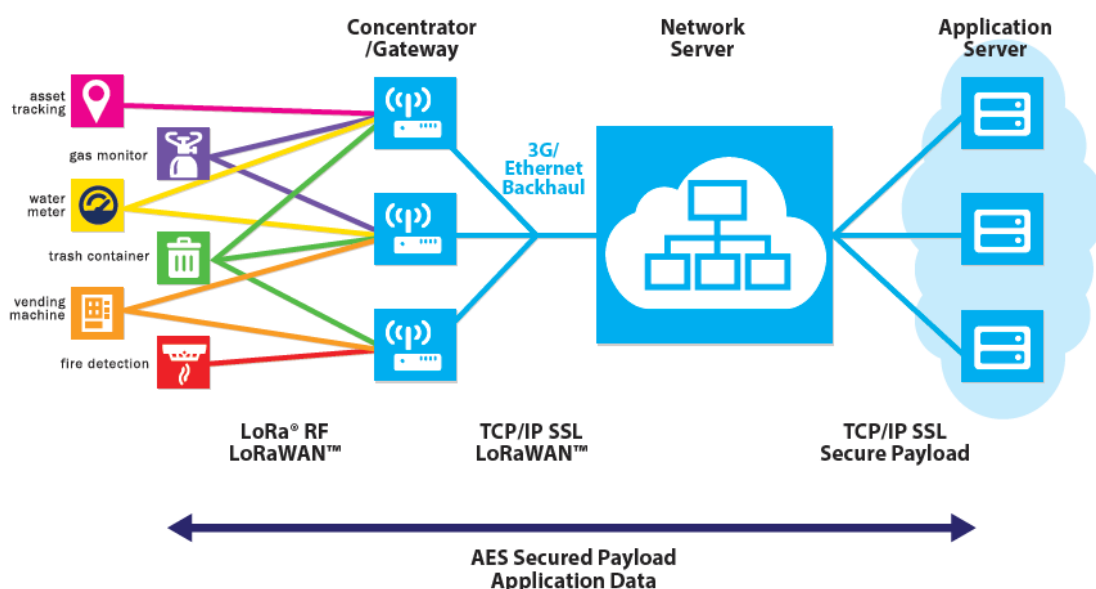


Fig. 2-3: Arquitectura LoRa

Fuente: LoRa Technology: Ecosystem, Applications and Benefits. Published by Mobile World Live. 2017.

LoRa ya cuenta con más de 500 miembros y han estado operativos desde fines de marzo de 2015. Entre los miembros se incluyen líderes en tecnología como IBM,

¹⁰LoRa Technology: Ecosystem, Applications and Benefits. Published by Mobile World Live. 2017.

Cisco, HPconn, Foxconn, Semtech y Sagemcom, así como las principales empresas de productos como Schneider, Bosch, Diehl, y Mueller.

Es necesario tener cuidado con los planes de frecuencias que maneja esta tecnología ya que según el país así pertenezca a una misma región se presentan diferencias. En el caso de Colombia que pertenece a la misma región 2 de Estados Unidos y Canadá, son diferentes los planes de frecuencia dentro la misma Banda de 900 MHz

Con base en la actual resolución 711 del 2,016 de la ANE que permite el uso de frecuencias libres entre 915 – 928 MHz, haría que el plan de frecuencias más adecuado para Colombia sería (el mismo pero de Australia): Uplink con el rango de frecuencias entre 915.2 MHz hasta 927.8 MHz y para el DownLink utiliza 8 canales en el rango entre 923.3 MHz hasta 927.5 MHz¹¹.

El Protocolo de Seguridad de Red es basado en el estándar IEEE 802.15.4 con AES-128. Con mejoras al utilizar Clave de Sesión de Red (NwkSKey) y encriptación de contenido con Clave de Sesión de aplicativo (AppSKey).

ZigBee:

ZigBee es un estándar de comunicaciones inalámbricas de bajo costo, muy bajo consumo de energía, bidireccional. El estándar ZigBee se puede aplicar en electrónica de consumo, automatización de edificios y casas (Domótica), controles industriales, periféricos de PC, aplicaciones médicas, y juegos.

ZigBee es basado en el estándar IEEE 802.15.4 para la capa física (PHY) y la subcapa de control de acceso (MAC) del medio.

La Alianza ZigBee define las capas superiores como son: la capa de red (NWK) y el marco de referencia a la capa de aplicación. La capa de aplicación consta de la subcapa de soporte (APS) y los objetos de dispositivo ZigBee (ZDO). Los objetos de aplicación definidos por el fabricante utilizan el marco de referencia y comparten APS y servicios de seguridad con el ZDO.

La capa de red ZigBee (NWK) es compatible con topologías de estrella, árbol y malla (que es una ventaja respecto a LoRa). En una topología en estrella, la red está controlada por un solo dispositivo llamado coordinador ZigBee. El coordinador de ZigBee es responsable de iniciar y mantener los dispositivos en la red. Todos los demás dispositivos, conocidos como dispositivos finales, se comunican directamente con el coordinador de ZigBee.

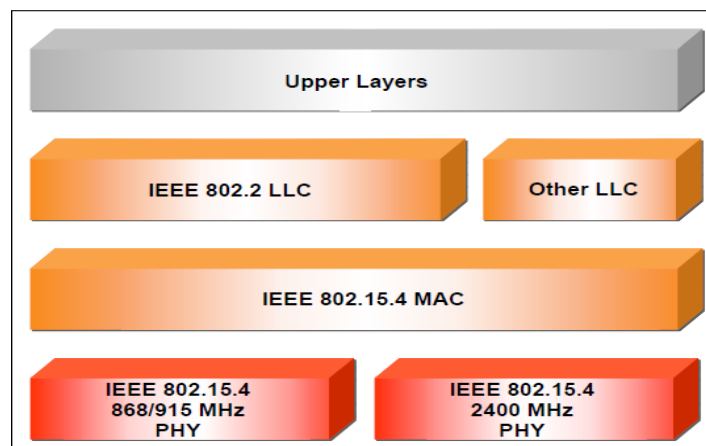


Fig. 2-4: Arquitectura ZigBee

¹¹ <https://lora-alliance.org/>. Los anchos de Banda pueden ser de 125 kHz o 500 kHz para el upstream. Y 500 kHz para el Downstream.

Fuente: IEEE Std. 802.15.4 Enabling Pervasive Wireless Sensor Networks. Dr. José a. Gutierrez. Technology Manager. Embedded System and Communications Group. Innovation Center. 2005.

En las topologías de malla y de árbol, el coordinador de ZigBee es responsable de iniciar la red y de elegir ciertos parámetros clave de la red, pero la red puede ser tendida mediante el uso de enrutadores ZigBee (cada nodo se puede comportar como un enrutador). En las redes de árbol, los enrutadores transfieren datos y controlan mensajes a través de la red utilizando una estrategia de enrutamiento jerárquico.

Las redes de malla permiten una comunicación completa de igual a igual. IEEE 802.15.4 describe solo las comunicaciones que comienzan y terminan dentro de la misma red.

La capa PHY opera en dos rangos de frecuencia separados: 868/915 MHz y 2.4 GHz. La capa PHY de frecuencias más bajas abarca tanto la banda europea de 868 MHz como la banda de 915 MHz, utilizada en países como Estados Unidos y Australia. La capa PHY de mayor frecuencia se utiliza prácticamente en todo el mundo.

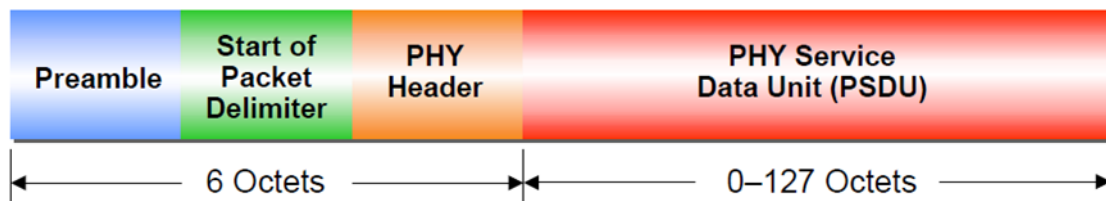


Fig. 2-5: Configuración del Frame de datos IEEE 802.15.4

Fuente: IEEE Std. 802.15.4 Enabling Pervasive Wireless Sensor Networks. Dr. José a. Gutierrez. Technology Manager. Embedded System and Communications Group. Innovation Center. 2005.

Los sistemas ZigBee operando en las bandas de 915 MHz y 2400 MHz, como muestra la siguiente figura cumplen con lo establecido del ancho de banda y operan con los límites de potencia establecidos en la resolución 711 del 2,016 de la ANE

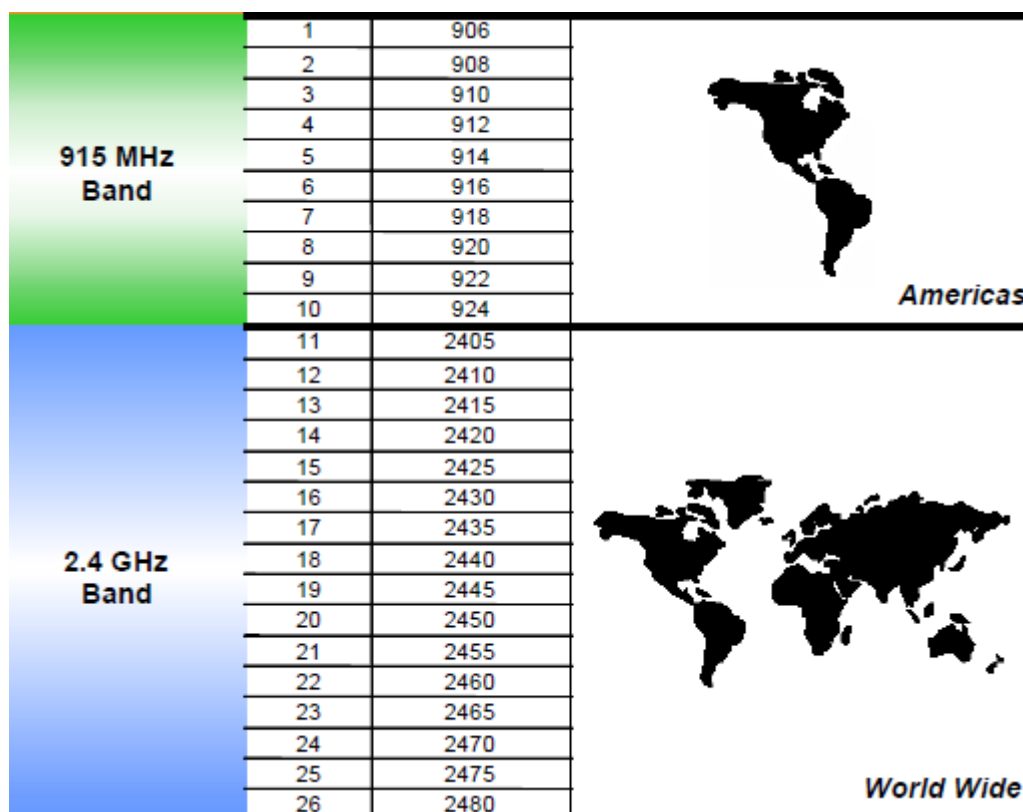


Fig. 2-6: Canalización de sistemas ZigBee Bandas 915 MHz y 2,4 GHz
Fuente: IEEE std. 802.14

En cuanto al rango de frecuencias libres en la banda de 900 MHz se podría sugerir a la ANE y al MinTic para ampliar la Atribución hasta que quedará igual a Estados Unidos o Canadá desde 902 MHz a 928 MHz, es decir se adicionarían al menos 13 MHz respecto a lo que se tiene actualmente según resolución 711 del 2016 de la ANE.

En cuanto la Modulación utilizada y rangos de distancia posible el consultor basado en información técnica de fabricante de tecnología ZigBee y estándar IEEE.802.15.4, se describen a continuación los principales aspectos:

- Modulación: Gaussian Frequency Shift Keying (GFSK), con tecnología Spread spectrum (FHSS).
- Seguridad: Con encriptación AES-128 y opcionalmente AES- 256.
- Velocidad de Datos: Hasta 250 Kbps
- Potencia de Transmisión: Hasta 30 dBm. Según fabricante normalmente se pueden configurar por software.
- Sensitividad Receptor: De -103 dBm para 250 Kbps
- Alcance en Distancia: Dependiendo de la Banda y potencia. Con línea de vista típico se podrían tener alcances de 14.5 Km¹² en banda de 915 MHz, aunque según potencia y antena utilizada se podrían obtener alcances considerablemente mayores.

Un cálculo efectuado por el consultor indica que para distancias de 30 km y utilizando los valores de límites de potencia según resolución 711¹³ de la ANE se obtendrían niveles de recepción de aproximadamente -90 dBm. Este cálculo se basa en la herramienta profesional pathloss que considera pérdidas adicionales de difracción de aproximadamente 10 dB.

¹² <https://www.digi.com/resources/documentation/digidocs/pdfs/90001477.pdf>

¹³ Se podría utilizar un PIRE máximo de 36 dBm.

Elevation (m)	90.65	107.00
Latitude	03 46 18.91 S	03 48 24.80 S
Longitude	070 37 36.83 W	070 53 41.00 W
True azimuth (°)	262.59	82.60
Vertical angle (°)	-0.05	-0.15
Antenna height (m)	10.00	20.00
Antenna gain (dBi)	6.00	6.00
TX loss (dB)	0.00	0.00
RX loss (dB)	0.00	0.00
Frequency (MHz)	915.00	
Polarization	Vertical	
Path length (km)	30.00	
Free space loss (dB)	121.24	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.15	
Diffraction loss (dB)	10.49	
Net path loss (dB)	119.87	119.87
TX power (watts)	1.00	1.00
TX power (dBm)	30.00	30.00
EIRP (dBm)	36.00	36.00
RX threshold level (dBm)	-103.00	-103.00
RX signal (dBm)	-89.87	-89.87
Thermal fade margin (dB)	13.13	13.13
Geoclimatic factor	3.50E-04	
Path inclination (mr)	0.88	
Average annual temperature (°C)	10.00	
Worst month - multipath (%)	99.56707	99.56707
(sec)	11377.45	11377.45
Annual - multipath (%)	99.89177	99.89177
(sec)	34132.34	34132.34

2.3.3 Tecnologías de Redes Satelitales

A continuación se va a revisar en forma rápida todo lo correspondiente a las tecnologías de comunicaciones por satélites que incluye no solamente lo correspondiente a orbitas geoestacionarias GEO, sino también lo correspondiente a satélites de orbitas No Geoestacionarias N GEO que aplican también para soluciones de tipo IoT.

Satélites con cobertura en Colombia

Con relación a la oferta para servicios de comunicaciones a través de satélites como ya se indicó, esta es principalmente con satélites GEO. Sin embargo, los servicios a través de órbitas LEO van a desarrollarse, aunque según los análisis de la industria, estos son considerados más como complemento que competencia¹⁴. Con el fin de aclarar las diferencias entre los satélites GEO y LEO, a continuación se incluye un resumen de lo más destacado:

Tabla 2-7: Comparación sistemas GEO y N GEO

Fuente: <http://www.intelsat.com/news/blog/leo-constellations-what-you-need-to-know/>

Parámetro	Satélites en Órbita LEO	Satélites en órbita GEO
-----------	-------------------------	-------------------------

¹⁴ <http://www.intelsat.com/news/blog/leo-constellations-what-you-need-to-know/>

Latencia	Ciertamente es menor el retardo con satélites en orbitas bajas debido a que están más cerca de la superficie terrestre. Esto puede ser ventajoso para algunas aplicaciones altamente interactivas como juegos y algunos sistemas de comercio electrónico de valores.	A pesar del retardo de propagación (aprox. 400 ms), no se convierte en una mayor preocupación aún para servicios de transporte para redes 4G/5G.
Cobertura	Debido a la proximidad de la tierra cada satélite de la constelación requiere menor potencia respecto a los satélites de órbita GEO. La cobertura por cada satélite es menor, pero el efecto combinado de la constelación de satélites la convierte en Cobertura Global . Los sistemas de satélites que operan en Banda L los hace muy adecuados para aplicaciones IoT y/o Telemetría.	Debido a la distancia requieren más potencia. Un solo satélite proporciona una gran cobertura. Aunque su costo individual es bastante mayor respecto a un solo satélite de órbita baja. No hay cobertura para casquetes polares.

En cuanto a empresas involucradas para satélites de órbita baja se tienen¹⁵:

- SpaceX (Starlink).
- LeoSat
- OneWeb.
- Iridium.

SpaceX proyecta¹⁶ un sistema denominado Starlink que consistirá en 12,000 satélites de baja orbita para proporcionar servicios de banda ancha. Con base en documentos entregados por esta empresa a la FCC, el plan consiste en colocar unos 4,425 satélites a aproximadamente 700 millas de altura y otros 7,518 a 340 kilómetros (VLEO orbita) de altura. Estos satélites operarán en 83 planos orbitales para proporcionar servicio a toda la tierra. Starlink estima que para el 2025 se tendrán más de 40 millones de subscriptores con ingresos de US \$ 30 billones.

Sin embargo, otras empresas como OneWeb han expresado su preocupación¹⁷ por el proyecto de SpaceX debido a la gran cantidad de satélites que podrían ocasionar colisiones entre satélites.

¹⁵ <http://blog.bliley.com/5-faq-answers-new-space-leo-satellite-constellations>.

¹⁶ <https://www.express.co.uk/news/science/919947/space-launch-starlink-satellites-internet-network-elon-musk>

¹⁷ <https://www.cnet.com/news/how-spacex-brings-starlink-broadband-satellite-internet-to-low-earth-orbit/>

Por otra parte, la FCC le aprobó a OneWeb en Junio del 2017¹⁸ la solicitud de desplegar una red global de 720 satélites de órbita baja utilizando las bandas de frecuencia Ka (20/30 GHz) y Ku (11/14 GHz) "para proporcionar Internet de conectividad global". La FCC ha hecho caer en cuenta que Reino Unido dará aprobación para la utilización del sistema de OneWeb.

Según el propietario mayoritario de OneWeb, SoftBank, la compañía proporcionaría Internet de bajo costo para mil millones de suscriptores en todo el mundo proporcionando velocidades de descarga de hasta 200 Mbps, velocidades de uplink de hasta 50 Mbps y garantizaría menor latencia que los servicios existentes. Sin embargo, el proyecto ha tenido que enfrentar algunos tropiezos como un acuerdo fallido con Intelsat y está esperando alianzas con otras compañías satelitales como Inmarsat.

Para orbitas GEO algunas de las principales empresas son:

- Intelsat
- SES
- SatMEX.
- Eutelsat
- Telesat.
- Inmarsat.
- Viasat
- HughesNet
- StarOne

Estos proveedores de capacidad satelital son a su vez utilizados por los proveedores de servicios de comunicaciones satelitales presentes en Colombia, tal y como se indica a continuación.

Como se mencionó en el comparativo de principales características entre satélites GEO y LEO, los GEO llevan muchos años proporcionando servicios de conectividad a alta velocidad, teniendo como únicas desventajas respecto a los LEO lo correspondiente a la latencia y requerimientos de mayor potencia.

Las empresas proveedoras de servicios a través de satélites GEO tienen como objetivo proporcionar grandes capacidades de transmisión con base en tecnologías HTS, principalmente en Bandas Ku y Ka, con posibilidad de utilización Banda Q/V. Esto permitirá¹⁹ pasar de capacidades actuales de entre 1 – 10 Gbps a entre 5 – 300 Gbps.

Entre los GEO, se destaca el satélite Intelsat 31 (DLA 2) 95°W, que entró en operación en el 2016 con capacidad de 72 transponders en Banda Ku con cobertura en Colombia y otros países de Sur América.

Adicionalmente, se tiene la ampliación de la flota Hispasat con cubrimiento para Colombia y la región con los satélites:

¹⁸ <https://www.fiercewireless.com/tech/oneweb-gets-fcc-approval-for-720-low-earth-orbit-satellites-to-offer-global-internet-services>

¹⁹ EUROCONSULT FOR INMARSAT CAPITAL MARKETS DAY 2016. Prepared by PacomeRevillonCEO.

- Star One D1 en posición 84° W, con 28 transponder en Banda C y 24 en Banda Ku que entró en operación en diciembre de 2016.
- Star One C4 (Hispasat 70W-1, H70W-1), con 48 Ku-band transponders.
- Amazonas 3 (AMZ3) en posición 61° con 33 Ku-band and 19 C-band cubriendo Brazil, Latin America y United States con 9 Ka-band sobre Latin America.

El 30 de marzo del 2017 Eurostar-3000 colocó en operación SES 10 (Simón Bolívar 2) con 55 transponders en Banda Ku.

Igualmente, Eutelsat 115 West B, en operación desde el 2015 está en operación con posibilidad de prestar servicios a Colombia con 18 transpondedores a 15 años²⁰.

En la siguiente figura se presenta el comportamiento de disponibilidad de ancho de banda en MHz a nivel global de satélites en órbita GEO, según la banda de frecuencias, así como el comportamiento de cada banda con la lluvia. Este comportamiento de lluvia se hace de forma ilustrativa para reflejar que tanto tiempo podría un servicio estar fuera de servicio según la banda utilizada.

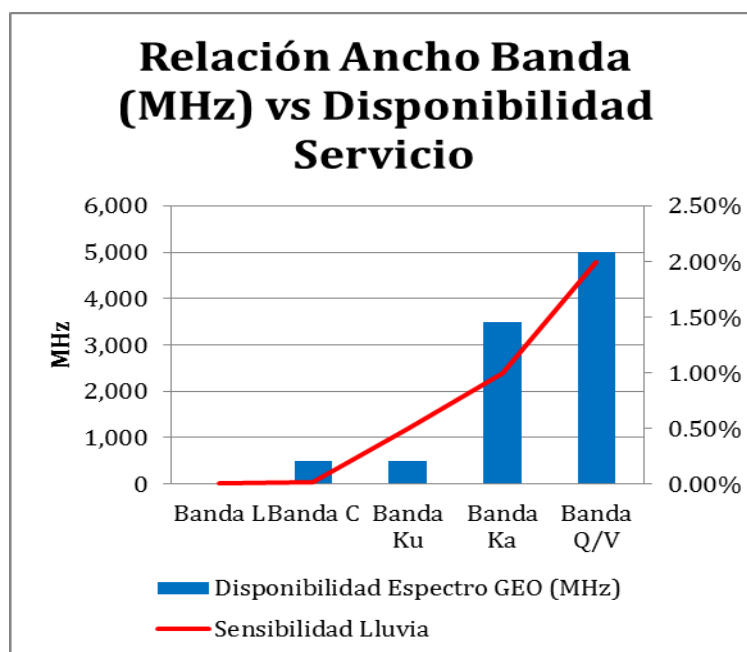


Fig. 2-7: Disponibilidad de Capacidad Satelital según su banda y comportamiento
Fuente: Elaboración Consultor con base en <http://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2016/10/EC-Inmarsat-Capital-Markets-Day-2016.pdf>

Como se indica en la siguiente tabla²¹, existe gran disponibilidad de bandas de frecuencias de satélites de órbita GEO con cobertura para Colombia, distribuidos principalmente en Banda C, X, Ku y Ka para servicios de conectividad Fija y Banda L con el sistema de satélites NGE0 Iridium para servicios móviles.

²⁰ <http://www.dinero.com/edicion-impresia/negocios/articulo/colombia-podria-tener-su-propio-satelite-en-el-espacio/218330>

²¹ Información de cobertura de satélites obtenidas en <https://www.satbeams.com/footprints>.

Seguramente si se buscara proporcionar servicios de ancha Banda en zonas apartadas de Colombia utilizando tecnología satelital y teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto por la experiencia que se tienen con satélites de orbitas GEO, este tipo de satélites serían los más adecuados²². Pero como el objeto de este estudio es analizar tecnologías para proporcionar conectividad a sistemas que requieren muy poco ancho de banda (mensajes por el orden de 20 KB que se podrían enviar cada 15 minutos) los satélites de órbita baja LEO operando en Banda L serían una gran alternativa, ya que los costos y facilidades de implementación son más benéficos, como veremos más adelante, si se compara con las soluciones VSAT con satélites GEO (que serían más adecuadas para servicios de Banda Ancha).

También es cierto con base en el análisis de Inmarsat que las nuevas tecnologías de alta capacidad para comunicaciones ocasionarán una tendencia a bajar el costo por MHz, lo que permitiría que para conectividad de las ZNI se busquen alternativas de satélites tipo HTS, que permitirían costos mensuales/MHz más favorables (siguiente figura).

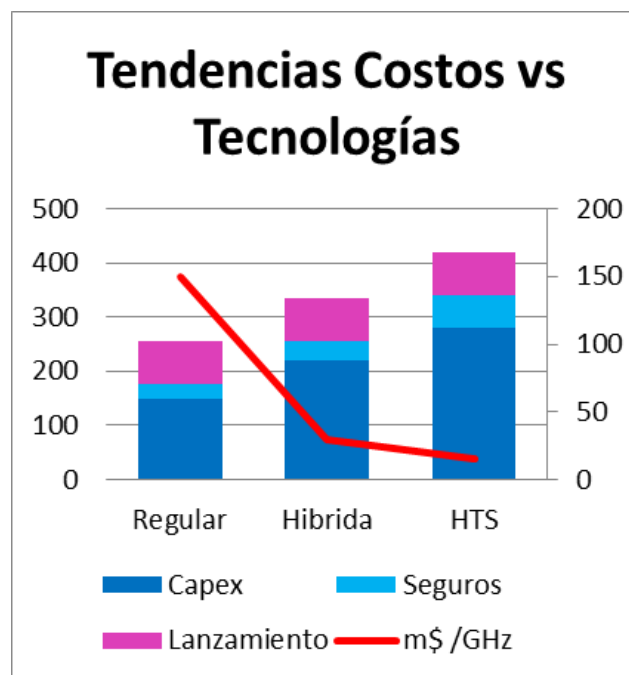


Fig. 2-8: Tendencia de costos de tecnologías

Fuente: <http://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2016/10/EC-Inmarsat-Capital-Markets-Day-2016.pdf>

En cuanto a los precios de los servicios a nivel de ancho de banda en MHz, los precios en promedio se encuentran alrededor de los US 2.500 MHz/mes, pero con las nuevas tecnologías estos podrían llegar al 50% de lo actual en pocos años.

²² Eso sí cada vez sería necesario acudir a bandas más altas que Ku como lo son Banda Ka y Q/V por la disponibilidad de anchos de banda.

La gran diferencia entre una implementación para servicios de telemetría, utilizando satélites de órbita GEO respecto a N GEO en Banda L, estaría en lo correspondiente al CAPEX.

Para el caso de una estación VSAT los costos aproximados estimados por el Consultor son (siguiente tabla):

Tabla 2-8. CAPEX VSAT Banda Ku
Fuente: Estimados Consultor con base en información WEB23.

Item	Costo FOB US \$	Consumo Energía (W)
Tx 4W	650	40
LNB	190	2
Antenna 1.2 m	255	0
Modem Satelital IP	180	2
Vsat 4 W	1,275	44

Mientras una estación VSAT de 1.2 metros de diámetro estaría por el orden de US \$ 1,275 un modem para un sistema de N GEO Banda L como Iridium estaría por el orden de US \$ 250, es decir una relación aproximada de 5:1. Esto sin tener en cuenta costos de instalación, los cuales también serían más bajos para un sistema N GEO que no requeriría la instalación ni apuntamiento de antena VSAT, sino sencillamente asegurar en un poste el transceptor en Banda L.

En cuanto los costos de OPEX que en temas de satélite corresponde principalmente al costo mensual del ancho de banda utilizado del satélite, que están por el orden de US \$ 2.500 MHz/mes en Banda Ku podría tener un valor equivalente a lo que correspondería en Banda L en sistemas N GEO.

Los costos asociados tanto como a CAPEX como OPEX para ambos tipos de sistemas serán analizados con más detalle en lo correspondiente a Costo Beneficio de esta consultoría.

²³ <http://www.servsat.com/es/estaciones-terrenas-satelitales/estaciones-terrenas-satelitales-banda-ku.aspx>

3. Análisis de Cobertura de Telecomunicaciones

3.1 Conectividad Planteada para ZNI

Actualmente en Colombia el IPSE presta monitoreo de algunos generadores de energía eléctrica en zonas no interconectadas utilizando conectividad satelital para unos 94 sitios (incluyendo San Andrés y Providencia).

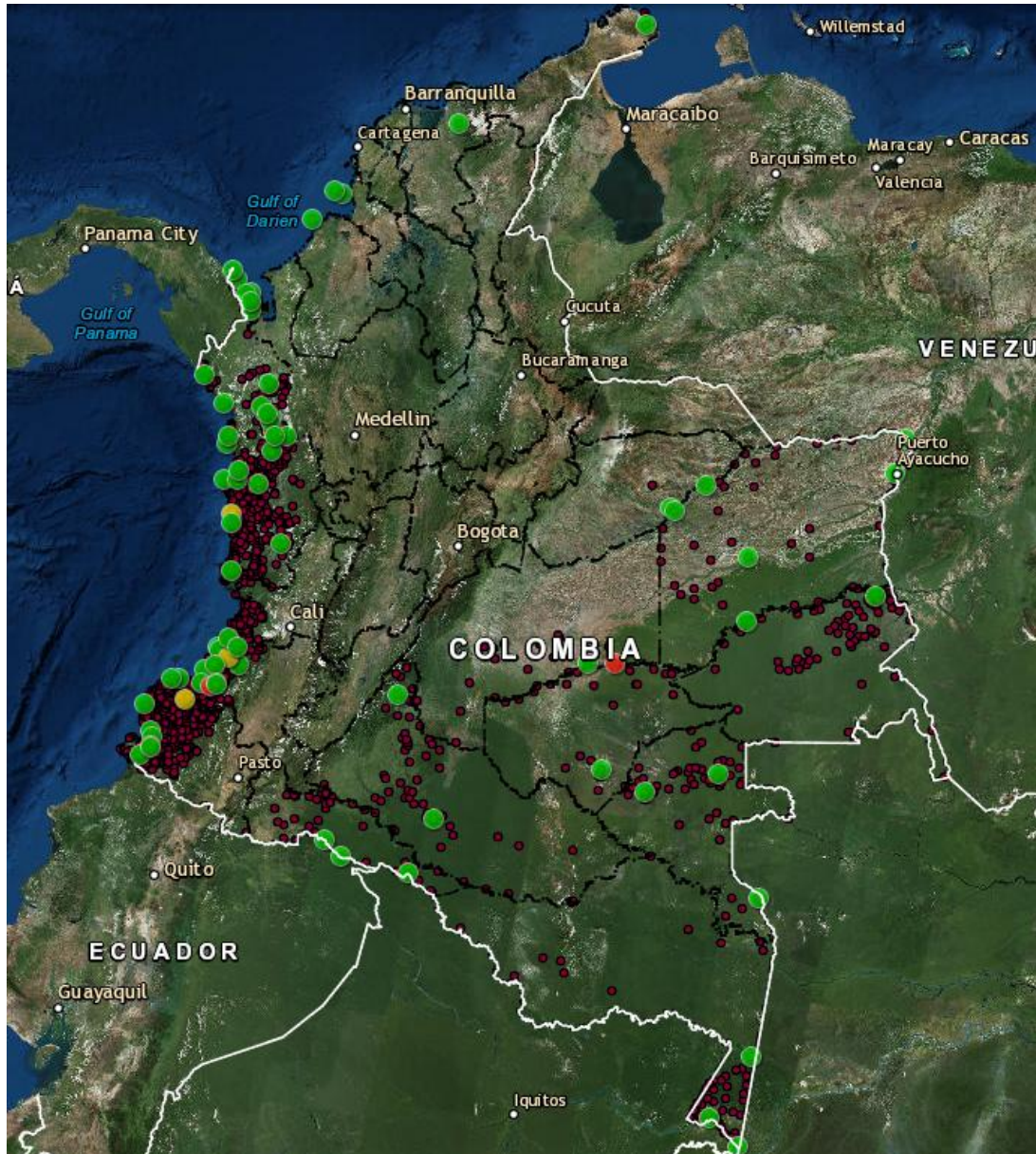


Fig. 3-1: Cobertura de telemetría CNM del IPSE
Fuente: <http://www.ipse.gov.co/>

Como se presenta en la anterior figura la cobertura actual de telemetría que tiene el IPSE si bien es relevante por la magnitud y volúmenes de demanda que se atiende, es muy pequeña en materia de puntos de medición, representando apenas 5.23 % (94 sitios de los 1798), basado en sistema satelital²⁴, es posible aprovechar la cobertura de redes terrestres (fundamentalmente servicios móviles) y adicionalmente utilizar tecnologías de RF como ZigBee (ya utilizadas en otros países).

²⁴ CNM del IPSE. <http://www.ipse.gov.co/> CNM.

En el siguiente mapa presenta la relación de cobertura entre los operadores móviles y sitios correspondientes a ZNI (En color rojo las ZNI y en púrpura radio base de operadores móviles²⁵). Para esta consultoría se utilizará la herramienta para análisis punto-punto, teniendo en cuenta que lo que se busca es la conectividad entre el sitio dónde se encuentra la planta de generación con la radio base que le proporcionaría el servicio.

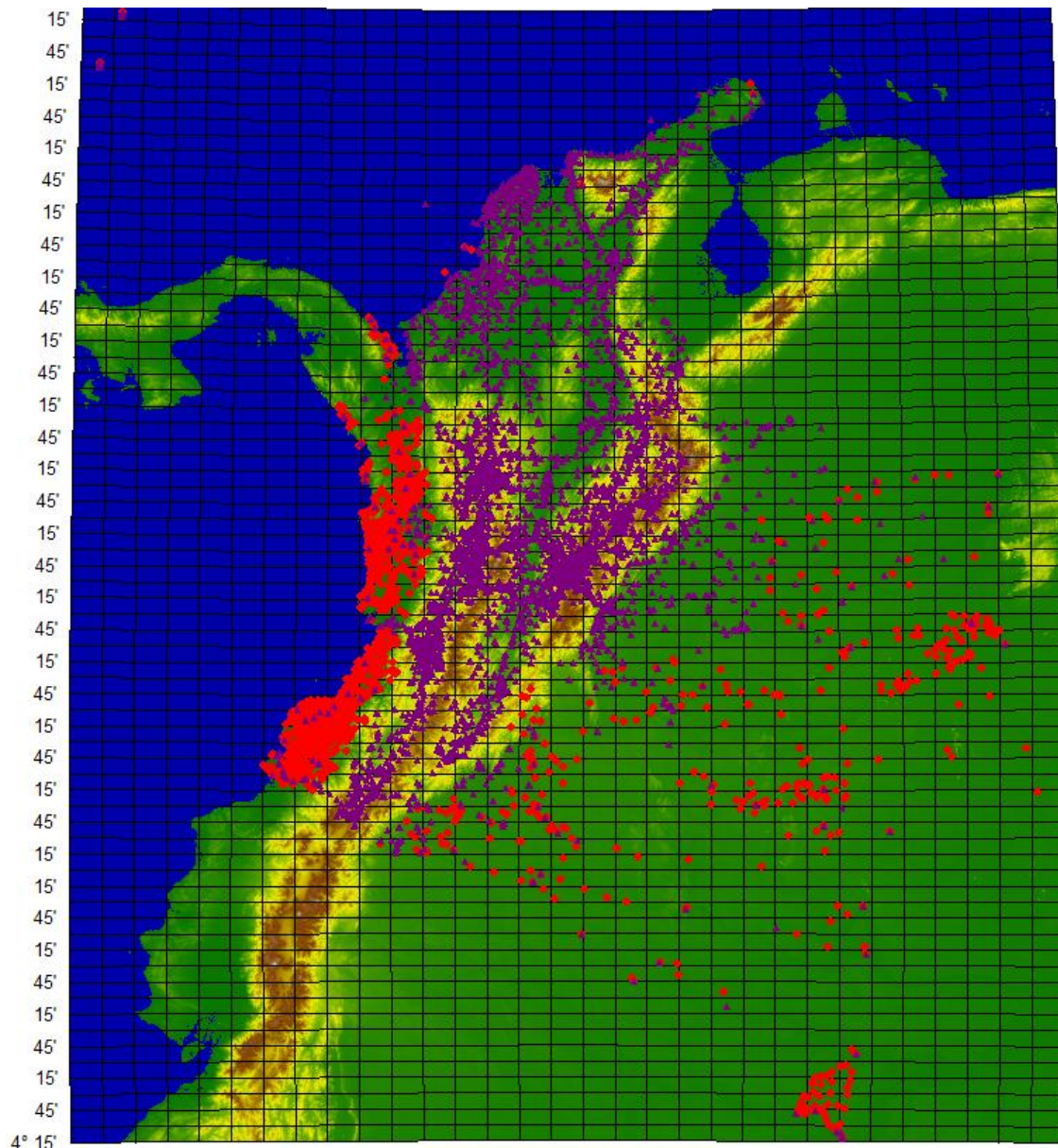


Fig. 3-2: Relación cobertura móvil respecto localidades ZNI

Fuente: Elaboración Consultor con base datos localidades ZNI y cobertura móvil portal WEB.

Utilizando la herramienta profesional pathloss²⁶, se logró verificar línea de vista entre algunas localidades de ZNI con el fin de diseñar una red inalámbrica de RF y de esta forma establecer Nodos de concentración y reducir costos de conectividad a través de

²⁵ Las ubicaciones de los sitios de operadores móviles son aproximadas y son basadas en los mapas de cobertura que muestran los operadores en portal WEB.

²⁶ Pathloss es herramienta profesional utilizada por gran cantidad de operadores de telecomunicaciones para poder realizar cálculos de ingeniería de enlaces de microondas o RF punto-punto

redes móviles o Gateway satelitales. Esta consultoría se basará en la base de datos de terreno de la NASA SRTM3 y SRTM²⁷.

La base de datos instalada en la herramienta pathloss corresponde a resolución de terreno de aproximadamente 30 metros en latitudes ecuatoriales lo que podrá garantizar resultados de línea de vista entre algunos sitios de localidades de ZNI con gran confiabilidad.

Para los análisis de factibilidad de conectividad entre un sitio de concentración de datos de ZNI con alguna radio base móvil con tecnología GSM, UMTS o 4GTE, se verificaron que estuvieran dentro de los rangos de cobertura de los operadores móviles según los mapas disponibles en la WEB.

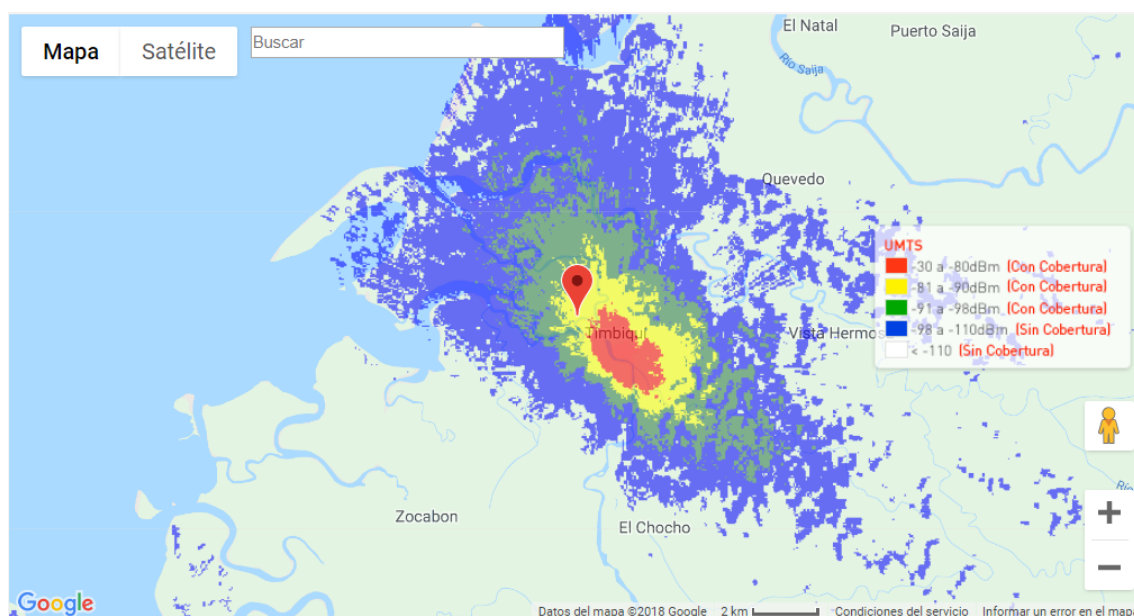


Fig. 3-3: Ejemplo localidad ZNI dentro de rango de cobertura de un operador móvil
Fuente: Elaboración Consultor con base datos localidades ZNI y cobertura móvil portal WEB.

Como se presenta en la siguiente figura, un análisis preliminar, con información secundaria y disponible a la fecha, establecería que es posible (teniendo en cuenta las condiciones geográficas del país) combinar redes móviles y sistemas RF de uso libre.

Como se presenta en la siguiente figura, con información secundaria y disponible a la fecha, establecería que es posible (teniendo en cuenta las condiciones geográficas del país) combinar redes móviles, sistemas RF de uso libre. Lo correspondiente a conectividad satelital estaría por el orden del 62 %.

²⁷ SRTM3 muestreo de la tierra a 3 segundos (aproximadamente cada noventa metros en latitudes ecuatoriales). Estos valores son generados a su vez al promediar 3 x 3 muestras de 1 segundo (aproximadamente 30 metros a latitud ecuatorial).

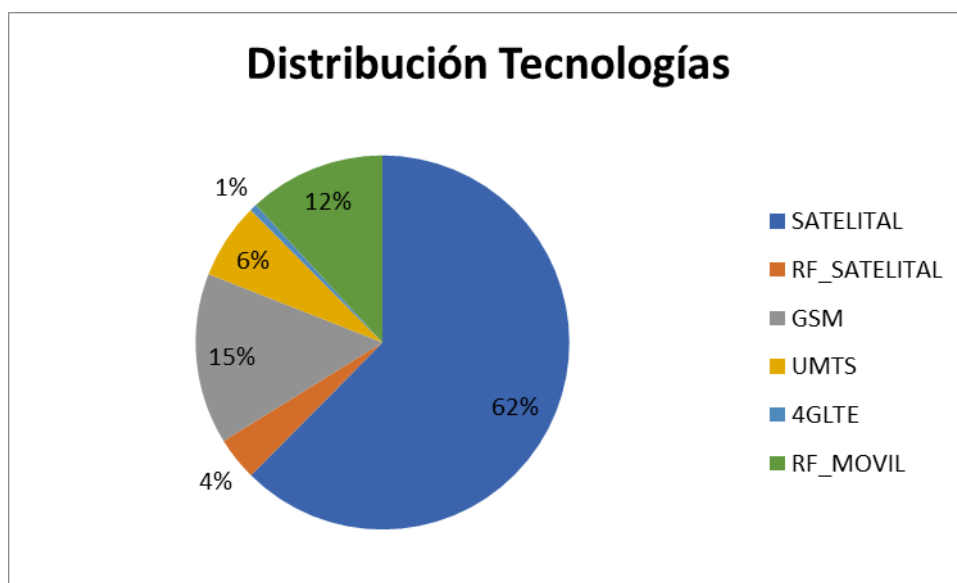


Fig. 3-4: Distribución preliminar de tecnologías de conectividad
Fuente: Realización consultor con base información ZNI y cobertura redes transmisión

3.1.1 Topologías Planteadas

La topología planteada con conectividad de red móvil en las ZNI de Colombia se presenta en la siguiente figura.

Para el Nodo coordinador o concentrador de datos, existen en el mercado proveedores de equipos que combinan las interfaces de conectividad con las redes móviles y la interface de RF (por ejemplo ZigBee). El Nodo coordinador podrá establecer la conexión con otros sitios remotos que tengan línea de vista con el sitio donde se encuentra ubicado.

Los Nodos enrutadores que se encuentran en otras localidades con línea de vista a la del coordinador podrán a su vez servir de puntos de repetición para otra localidad remota con línea de vista. Cada nodo enrutador conectará vía RF al medidor correspondiente del generador eléctrico de su localidad.

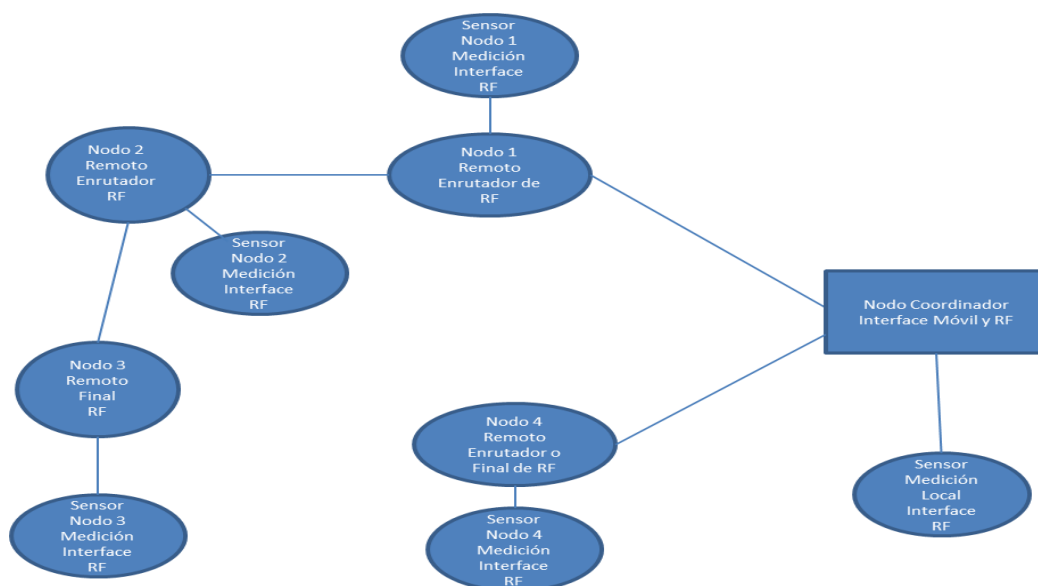


Fig. 3-5: topología de red a través de conectividad móvil

Una vez instalado el concentrador de datos debe ir instalado en la parte más alta posible como lo muestra la siguiente figura en su parte inferior derecha, con el fin de obtener la mejor señal de recepción de la red móvil. Así mismo al ubicarse lo más alto posible podrá servir como posible punto de coordinador de RF para recibir señal de otra localidad distante con línea de vista. También servirá para recibir la señal del medidor local que esté tomando los datos a transmitir del generador de energía a vigilar. Cabe resaltar que la comunicación tanto con el sistema de medición el cual se encuentra contenido en una caja con un grado de protección IP65 es inalámbrica como con el nodo RF o la antena móvil o el satélite.



Fig. 3-6: Ejemplo de instalación de Nodo de Comunicaciones para algunas localidades ZNI
Fuente: <https://www.revolv.com/page/Wireless-powerline-sensor>

3.1.2 Resumen conectividad por Localidad

Con el fin de describir la conectividad por localidad se organizará por Departamentos y Municipios a los que pertenezca cada localidad describiendo las tecnologías que aplicarían.

Departamento de Amazonas

Para las localidades de Departamentos como Amazonas o la Orinoquía, en la actualidad todos los operadores proporcionan solamente conectividad con el resto del país vía satélite.

Sin embargo como se presenta en la siguiente gráfica para la conectividad directa con cada ZNI existen diferentes alternativas tecnológicas. Al realizar la conectividad a través de un operador móvil (así este en esta zona solamente disponga de una salida satelital), tendría ventajas económicas ya que debido al bajo volumen de tráfico de datos se podría optar por un plan económico que no se sobrepase el consumo de 1 GB / Mensual.

$$50,000_{\text{Mensaje/Mes}} = \frac{1 \text{ GB/Mes}}{20 \text{ KB/Mensaje}}$$

Como indica la anterior expresión con un plan de consumo de datos mensual de 1 GB se podrían transmitir 50,000 Mensajes mensuales de datos de telemetría. Esto sería equivalente a poder transmitir datos de telemetría (de 20 KB²⁸ de tamaño) en promedio cada minuto desde la localidad de ZNI.

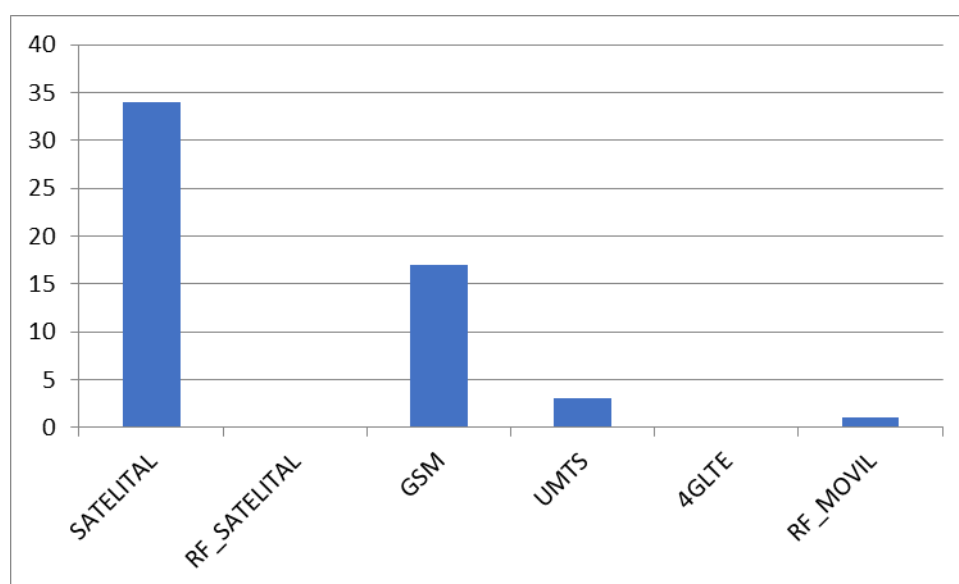


Fig. 3-7: Distribución Tecnologías Localidades en Amazonas

Los sitios de RF se refieren a las localidades que mediante un enlace punto-punto de ZigBee u otra tecnología de radio frecuencia se podrían conectar con otro que tenga acceso a una red móvil o tenga un nodo satelital.

La gran mayoría de las localidades pertenecen al área urbana de Leticia y Puerto Nariño, y en las siguientes tablas se presenta la descripción de cada tecnología para cada localidad.

²⁸ 20 KB es un estimado del consultor de transmitir información de potencia de un generador incluyendo toda la información de seguridad requerida.

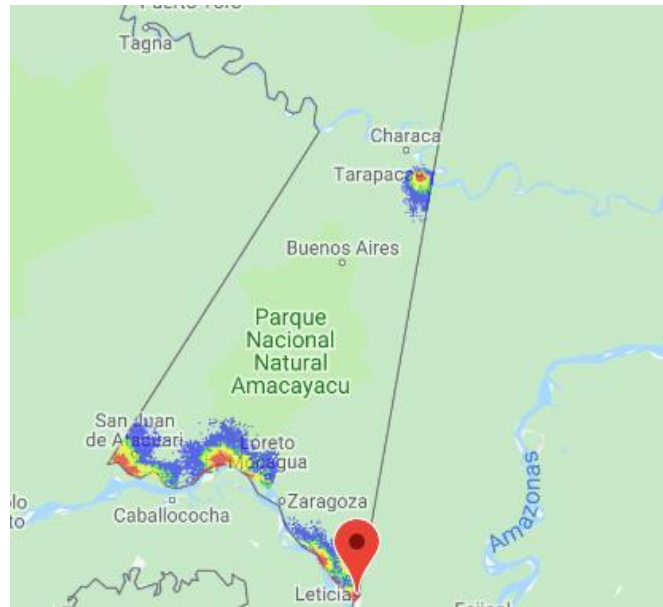


Fig. 3-8: Distribución Sitios Amazonas

Tabla 3-1. Tecnología para localidades pertenecientes al Municipio de Leticia.

No.	DEPARTAME	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
55	AMAZONAS	LETICIA	ARARA	-70.054786	-4.051394	DANE	SATELITE
56	AMAZONAS	LETICIA	ASENTAMIENTO HUMANO TAKANA KM 11 - MULTIETNICA	-69.861555	-3.531948	DANE	SATELITE
57	AMAZONAS	LETICIA	ASOCIACION MUJERES INDIGENAS KM 6	-69.880034	-3.057644	IPSE	SATELITE
58	AMAZONAS	LETICIA	EL REFUGIO	-69.9780782	-3.99765707	IPSE	SATELITE
59	AMAZONAS	LETICIA	ISLA RONDA	-69.969351	-3.091523	DANE	SATELITE
60	AMAZONAS	LETICIA	KILOMETRO 6	-70.114106	-3.18084	IPSE	SATELITE
61	AMAZONAS	LETICIA	LA LIBERTAD	-70.181864	-3.233198	DANE	SATELITE
62	AMAZONAS	LETICIA	LA MILAGROSA	-70.28658	-3.245518	DANE	SATELITE
63	AMAZONAS	LETICIA	LA PLAYA	-70.28966	-3.365634	DANE	SATELITE
65	AMAZONAS	LETICIA	LOMA LINDA	-70.092547	-3.328675	DANE	SATELITE
66	AMAZONAS	LETICIA	MACEDONIA	-69.803037	-3.1716	DANE	SATELITE
67	AMAZONAS	LETICIA	MOCAGUA	-70.2201664	-3.84423277	DANE	GSM
68	AMAZONAS	LETICIA	MONILLA AMENA	-69.858475	-3.424152	DANE	SATELITE
69	AMAZONAS	LETICIA	NAZARETH	-70.041134	-4.102491	DANE	GSM, UMTS
70	AMAZONAS	LETICIA	NUEVO JARDIN	-69.904673	-3.75062	DANE	SATELITE
71	AMAZONAS	LETICIA	PALMERAS	-70.256942	-3.779809	DANE	SATELITE
72	AMAZONAS	LETICIA	PROGRESO	-69.815356	-3.294796	DANE	SATELITE
73	AMAZONAS	LETICIA	PUERTO TRIUNFO	-70.166464	-3.676703	DANE	SATELITE
74	AMAZONAS	LETICIA	SAN ANTONIO LAGOS	-70.123346	-3.507309	DANE	SATELITE
75	AMAZONAS	LETICIA	SAN JOSE DEL RIO	-70.037582	-4.06919	DANE	GSM, UMTS
76	AMAZONAS	LETICIA	SAN MARTIN DE AMACAYACU	-70.3014893	-3.77628879	DANE	GSM
77	AMAZONAS	LETICIA	SAN SEBASTIAN	-69.951207	-4.17692	IPSE	GSM, UMTS
78	AMAZONAS	LETICIA	SANTA SOFIA	-70.137032	-4.011412	DANE	SATELITE
79	AMAZONAS	LETICIA	VERGEL	-70.29582	-3.541188	DANE	SATELITE
80	AMAZONAS	LETICIA	YAGUAS	-70.01863	-3.701342	DANE	SATELITE
81	AMAZONAS	LETICIA	ZARAGOZA	-70.17969	-3.917291	DANE	SATELITE

Tabla 3-2. Tecnología para localidades pertenecientes al Municipio de Puerto Nariño.

No.	DEPARTAME	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
85	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	20 DE JULIO	-70.359413	-3.272076	DANE	SATELITE
86	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	BOYAHUAZU	-70.399941	-3.354483	DANE	SATELITE
87	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	DOCE DE OCTUBRE	-70.387782	-3.494979	DANE	SATELITE
88	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	NARANJALES	-70.522089	-3.835493	DANE	GSM
89	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	NUEVO PARAISO	-70.576782	-3.68669	DANE	GSM
90	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	PATRULLERO Y TICCOYA	-70.587784	-3.65369	DANE	GSM
91	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	PUERTO ESPERANZA	-70.521524	-3.742199	DANE	GSM
93	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	PUERTO RICO	-70.626896	-3.771919	DANE	GSM
94	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	SAN FRANCISCO	-70.409145	-3.770154	DANE	GSM
95	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	SAN JOSE DE VILLA ANDREA	-70.472382	-3.58229	DANE	SATELITE
96	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	SAN JUAN DE ATACUARI	-70.623512	-3.806889	DANE	GSM
97	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	SAN JUAN DEL SOCO	-70.493709	-3.741581	DANE	RF1_MOVIL
98	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	SAN PEDRO DE TIPISCA	-70.536369	-3.560444	DANE	SATELITE
99	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	SANTA TERESITA	-70.587784	-3.68669	DANE	GSM
100	AMAZONAS	PUERTO NARIÑO	SIETE DE AGOSTO	-70.374273	-3.71518	DANE	GSM

Tabla 3-3. Otras Localidades del Departamento de Amazonas.

No.	DEPARTAME	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
46	AMAZONAS	EL ENCANTO (COR. DEPARTAMENTAL)	EL ENCANTO	-73.20925	-1.747116	DANE	GSM
47	AMAZONAS	EL ENCANTO (COR. DEPARTAMENTAL)	SAN RAFAEL	-73.224976	-1.69749	IPSE	SATELITE
48	AMAZONAS	LA CHORRERA (COR. DEPARTAMENTAL)	LA CHORRERA	-72.535239	-1.484722	DANE	SATELITE
49	AMAZONAS	LA CHORRERA (COR. DEPARTAMENTAL)	LAGO GRANDE	-72.794238	-1.445211	IPSE	GSM
50	AMAZONAS	LA CHORRERA (COR. DEPARTAMENTAL)	PROVIDENCIA	-72.495789	-1.66319	IPSE	SATELITE
51	AMAZONAS	LA PEDRERA (COR. DEPARTAMENTAL)	CAMEYAFU	-69.609787	-1.19829	IPSE	SATELITE
52	AMAZONAS	LA PEDRERA (COR. DEPARTAMENTAL)	LA PEDRERA	-69.578334	-1.322463	DANE	GSM
53	AMAZONAS	LA PEDRERA (COR. DEPARTAMENTAL)	PUERTO REMANSO	-70.180984	-1.20919	IPSE	SATELITE
54	AMAZONAS	LA VICTORIA (PACOA)	PACOA-LA VICTORIA	-71.21435	0.05643	DANE	SATELITE
82	AMAZONAS	MIRITI-PARANA (CAMPOAMOR)	MIRITI - PARANA	-70.660767	-1.021337	DANE	SATELITE
83	AMAZONAS	PUERTO ALEGRIA (COR. DEPARTAMENTAL)	PUERTO ALEGRIA	-74.014308	-1.005516	DANE	GSM
84	AMAZONAS	PUERTO ARICA (COR. DEPARTAMENTAL)	PUERTO ARICA	-71.792259	-1.918954	DANE	SATELITE
101	AMAZONAS	SANTANDER (ARARACUARA)	PUERTO SANTANDER	-72.38322	-0.622315	DANE	GSM
102	AMAZONAS	TARAPACA (COR. DEPARTAMENTAL)	PUERTO VENTURA	-69.794586	-2.81529	IPSE	GSM

Departamento de Antioquia

Para las localidades del Departamento de Antioquia si existen como en los Departamentos de la zona Andina de Colombia redes de transmisión diferentes a la Satelital. Sin embargo como se presenta en la siguiente gráfica la tecnología para conectividad de las ZNI que predomina sigue siendo la satelital.

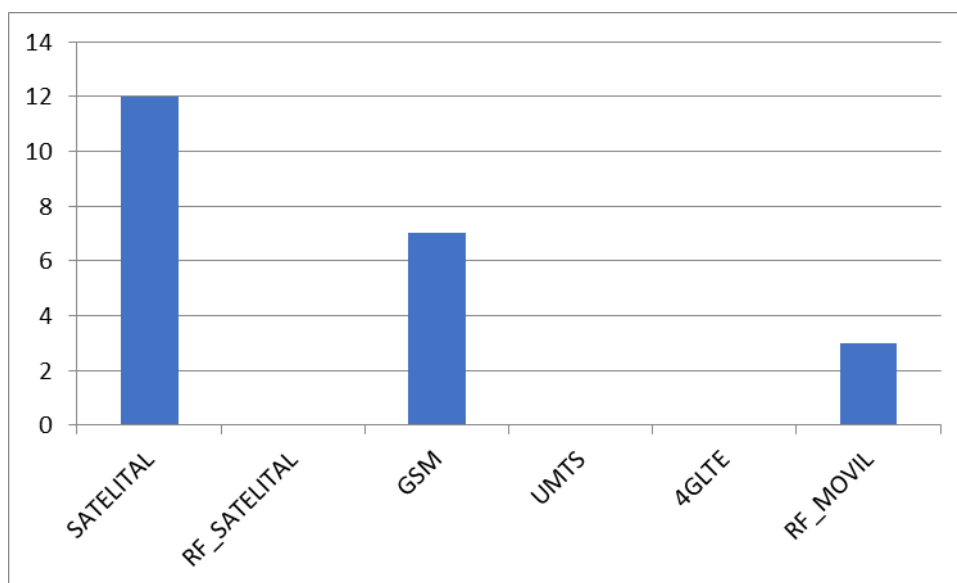


Ilustración 3-1. Distribución Tecnologías Localidades en Antioquia.

Para las localidades de este Departamento solamente se prevé tecnología GSM en lo referente a redes terrestres.

Como se presenta en las siguientes tablas las localidades pertenecen principalmente a los municipios de Murindó y Vigía del Fuerte.

Tabla 3-4. Tecnologías de Conectividad a Localidades pertenecientes al municipio de Murindó en Antioquia.

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
1	ANTIOQUIA	MURINDÓ	LOBO	-76.567524	6.9714	IPSE	SATELITE
2	ANTIOQUIA	MURINDÓ	ÑARANGUÉ	-76.595325	6.974167	IPSE	RF2_MOVIL
3	ANTIOQUIA	MURINDÓ	OPOGADO	-76.877481	6.814483	DANE	SATELITE
4	ANTIOQUIA	MURINDÓ	RAYA	-76.756227	6.841824	IPSE	RF1_MOVIL
5	ANTIOQUIA	MURINDÓ	SANTAFE	-76.565796	6.930641	IPSE	SATELITE
6	ANTIOQUIA	MURINDÓ	TADÍA	-76.810666	6.858983	DANE	RF1_MOVIL
7	ANTIOQUIA	MURINDÓ	TURRIQUITAD O ALTO	-76.619804	6.781821	IPSE	SATELITE
8	ANTIOQUIA	MURINDÓ	TURRIQUITAD O LLANO	-76.617383	6.683034	IPSE	SATELITE
104	ANTIOQUIA	MURINDÓ	BACHIDUBI	-76.604547	6.939971	IPSE	SATELITE
105	ANTIOQUIA	MURINDÓ	BEBARAMEÑO	-76.740206	6.924728	DANE	GSM
106	ANTIOQUIA	MURINDÓ	BELLA LUZ (JEDEGA)	-76.724585	6.888955	DANE	RF1_MOVIL
107	ANTIOQUIA	MURINDÓ	CAÑO SECO	-76.797885	6.950134	IPSE	GSM
108	ANTIOQUIA	MURINDÓ	CHAGERADO	-76.639	6.968675	IPSE	SATELITE
109	ANTIOQUIA	MURINDÓ	CHIBUGADO	-76.616611	6.934342	IPSE	SATELITE
110	ANTIOQUIA	MURINDÓ	COREDO	-76.583354	6.870323	IPSE	SATELITE
111	ANTIOQUIA	MURINDÓ	COREDOSITO	-76.684235	6.97975	IPSE	GSM
112	ANTIOQUIA	MURINDÓ	GUAMAL	-76.80051	6.970765	IPSE	GSM
113	ANTIOQUIA	MURINDÓ	ISLA	-76.615925	6.954594	IPSE	SATELITE
114	ANTIOQUIA	MURINDÓ	LEGIADA	-76.645833	6.961824	IPSE	SATELITE

Tabla 3-5. Tecnologías de Conectividad a Localidades pertenecientes a municipios de Urrao y Vigía del Fuerte en Antioquia.

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
9	ANTIOQUIA	URRAO	PUNTA DE OCAIDO	-76.463938	6.236731	IPSE	SATELITE
10	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	ARENAL	-76.811722	6.5138	DANE	GSM
11	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	BAJO MURRI (PLAYA MURRI)	-76.729907	6.627411	DANE	SATELITE
12	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	BELEN	-76.511498	6.182121	IPSE	SATELITE
13	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	BOCA VIDRY	-76.741013	6.378567	IPSE	SATELITE
15	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	COMUNIDAD INDIGENA GENGADO	-76.766986	6.338333	IPSE	GSM
16	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	COMUNIDAD INDIGENA JARAPETO	-76.767673	6.323914	IPSE	GSM
17	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	COMUNIDAD INDIGENA SALADO	-76.746387	6.438583	IPSE	RF2_MOVIL
18	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	GUAGUANDO (RESGUARDO INDIGENA)	-76.60399	6.328999	IPSE	SATELITE
19	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	ISLETAS	-76.5357731	6.18783699	IPSE	SATELITE
21	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	PALO BLANCO	-76.700733	6.168485	DANE	GSM
22	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	PARACUCUNDÓ (RESGUARDO INDIGENA)	-76.75525	6.457428	IPSE	SATELITE
23	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	PUERTO ANTIOQUIA	-76.97002	6.811181	DANE	SATELITE
24	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	PUERTO MEDELLIN	-76.769894	6.309974	IPSE	GSM
25	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	PUERTO PALACIO	-76.857623	6.608871	IPSE	GSM
26	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	SAN ALEJANDRO	-76.872823	6.727741	DANE	SATELITE
28	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	SAN MARTIN DE PORRAS	-76.748749	6.415185	DANE	RF1_MOVIL
29	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	SAN MIGUEL	-76.826276	6.526421	DANE	SATELITE
30	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	SANTA MARIA	-76.873786	6.701689	DANE	SATELITE
33	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	VILLA NUEVA	-76.885776	6.636337	IPSE	GSM
34	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	VUELTA CORTADA	-76.953067	6.77298	IPSE	RF1_MOVIL
1554	ANTIOQUIA	VIGÍA DEL FUERTE	PARTADO (RESGUARDO INDIGENA)	-76.612783	6.378926	IPSE	SATELITE

Departamento de Chocó

El Departamento de Chocó después del Departamento de Nariño es que le cuenta con mayor número de localidades para implementar conectividad.

Como se presenta en la siguiente figura la distribución de tecnologías es bastante similar a la Nacional. Sin embargo la factibilidad de conectividad por tecnologías móviles especialmente por GSM es mayor que el nacional.

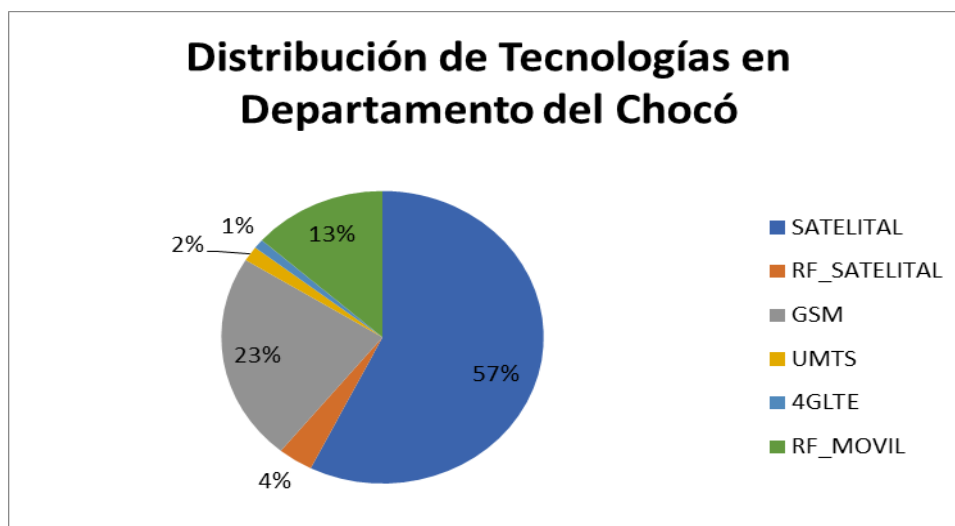


Fig. 3-9: Distribución de Tecnologías en el Departamento del Chocó

Cerca del 40 % de la conectividad en este Departamento sería factible a través de tecnologías terrestres, con la combinación de RF que transportaría la información hasta un concentrador de datos con acceso a red móvil.

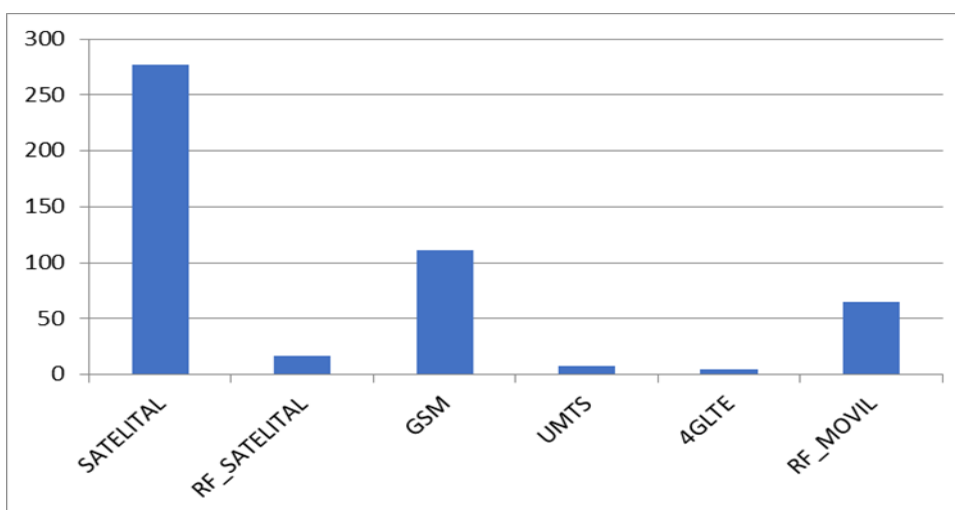


Fig. 3-10: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento del Chocó

En cuanto a la distribución de localidades, estas pertenecen principalmente a las zonas rurales de los municipios de Alto Baudó (Pie de Pató) y Bajo Baudó (Pizarro), en consecuencia se van a presentar solamente en esta sección la descripción de tecnologías a las localidades pertenecientes a estos municipios. Para las otras localidades (debido fundamentalmente al espacio ocupado por las tablas), en todo caso está la descripción de tecnologías en el anexo correspondiente a la matriz de conectividad en Excel.

Tabla 3-6. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Bajo Baudó Chocó

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
300	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	BIRRINCHAO	-77.165	4.697936	IPSE	SATELITE
301	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	BUENAVISTA	-77.329794	5.09344	IPSE	GSM
302	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	CABRE	-77.192384	4.694555	IPSE	SATELITE
303	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	CANTIL	-77.021847	4.769804	IPSE	SATELITE
304	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	CARRIZAL	-77.183844	5.187492	IPSE	SATELITE
305	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	CHORRO PAVASA	-77.296352	5.432744	IPSE	SATELITE
306	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	COCALITO -GEYA	-77.306811	4.572941	IPSE	SATELITE
307	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	COLABARCO- ISLA DE LOS GARCIA	-77.211692	4.577086	IPSE	SATELITE
308	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	COMUNIDAD INDIGENA VILLA LUZ	-77.250144	5.15696	IPSE	RF2_MOVIL
309	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	CUEVITA	-77.420639	5.446345	DANE	SATELITE
310	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	CUMBARRADO	-77.22537	5.228569	IPSE	RF1_MOVIL
311	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	DOTENEDO	-77.350596	4.8787	DANE	SATELITE
312	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	EL CHORRO	-77.276649	5.130841	IPSE	RF2_MOVIL
313	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	EL FIRME DE PURRICHIA - SIVIRA	-77.204958	4.509346	IPSE	RF1_SATELITE
314	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	EL PIE	-77.172893	5.215093	IPSE	RF1_SATELITE
315	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	FIRME DE SAN MIGUEL	-77.274864	4.832519	IPSE	SATELITE
316	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	FIRME DE USARAGA	-77.307481	4.90878	DANE	SATELITE
317	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	GEANDO	-77.135219	5.263988	IPSE	SATELITE
318	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	GEYA	-77.393004	5.476601	IPSE	SATELITE
319	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	GUACHAL	-77.229673	4.789574	IPSE	SATELITE
320	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	GUAYABA	-77.27631399	5.28640073	IPSE	SATELITE
321	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	GUINEAL (GUINEAL BASTOIN)	-77.210042	4.933514	DANE	RF2_MOVIL
322	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	HIJUA	-77.295232	4.595051	DANE	SATELITE
456	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	ABAQUIA	-77.321018	5.172066	IPSE	SATELITE
457	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	AGUA CLARA	-77.176501	4.864742	IPSE	SATELITE
458	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	AGUACATE	-77.16294	5.190605	IPSE	SATELITE
459	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	BAJO GRANDE	-77.233664	5.2088	IPSE	RF1_MOVIL
460	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	BELEN DE DOCAMPADO	-77.223372	4.702707	DANE	SATELITE
461	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	BELEN TAPARAL	-77.384728	5.4917	IPSE	SATELITE
462	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	BELLA LUZ	-77.242835	5.265785	IPSE	RF1_MOVIL
463	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	BICORDO	-77.065896	4.683603	IPSE	SATELITE
464	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	VILLA NUEVA	-77.288269	5.415472	IPSE	SATELITE
465	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	VIRUDO	-77.403774	5.402092	DANE	SATELITE
600	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	LA AURORA	-77.27778999	4.96328299	IPSE	SATELITE
601	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	LA CARCEL	-77.158748	4.469935	IPSE	SATELITE
602	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	LA COMBA	-77.299583	4.703431	IPSE	SATELITE
603	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	LA ISLA	-77.28585	4.626525	IPSE	SATELITE
604	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	LA LOMA PURRICHIA	-77.292651	5.174059	IPSE	RF2_MOVIL
605	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	LA OFICINA	-77.306002	5.16369	IPSE	GSM
606	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	LA VACA	-77.239158	5.241761	IPSE	RF2_MOVIL
607	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	LAS BRISAS	-77.354058	5.117552	IPSE	GSM
608	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	LLANITO	-77.406097	5.504418	IPSE	SATELITE
609	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	MANGLARES	-77.31584465	4.79206725	IPSE	RF1_SATELITE
610	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	MOCHADO	-77.082603	4.72815	IPSE	SATELITE
611	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	NICARAGUA	-77.332542	5.115417	IPSE	GSM
612	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	ORPUA	-77.319141	4.572508	DANE	SATELITE

Tabla 3-7. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Bajo Baudó Chocó

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
613	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PAMPON	-77.170998	4.766948	IPSE	SATELITE
614	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PAVASA - EMBERA	-77.398486	5.357461	DANE	RF2_MOVIL
616	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PIMPORRODO	-77.168316	5.229739	IPSE	SATELITE
617	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PIÑAL	-77.262536	5.343087	IPSE	RF1_MOVIL
619	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PLAYA BONITA	-77.373739	5.236267	IPSE	RF2_MOVIL
620	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PLAYA LINDA	-77.144992	4.837481	IPSE	SATELITE
621	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PLAYA NUEVA -LA PUNTA	-77.184225	4.763856	IPSE	SATELITE
622	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	POMEÑO	-77.313317	5.079711	IPSE	GSM
623	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PUERTO ABADIA	-77.066163	4.870844	DANE	SATELITE
624	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PUERTO BOLIVAR	-77.288597	4.623781	IPSE	SATELITE
625	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PUERTO CHICHILIANO	-77.249632	4.917437	IPSE	SATELITE
626	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PUERTO GALVE	-77.301072	4.576407	IPSE	SATELITE
627	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PUERTO GRANADA (BELLA LUZ)	-77.137533	5.302186	IPSE	SATELITE
628	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PUERTO MANGO	-77.241672	4.548972	IPSE	SATELITE
629	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PUERTO MELUK PACIFICO	-77.279519	4.597152	IPSE	RF1_SATELITE
630	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PUERTO PIÑA	-77.317488	4.637633	IPSE	RF1_SATELITE
631	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PUERTO REYES PURRICHIA	-77.341615	5.195883	IPSE	GSM
632	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PUERTO SAMARIA	-77.307822	4.88745	IPSE	SATELITE
633	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PUERTO VIVEROS	-77.357261	5.206056	IPSE	RF1_MOVIL
634	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PURRICHIA	-77.183663	5.244346	IPSE	SATELITE
635	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	QUIPARADO	-77.342614	5.152724	IPSE	RF1_MOVIL
636	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	SAN LUIS	-77.250052	4.997329	IPSE	RF2_MOVIL
637	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	SAN MIGUEL COSTA	-77.208944	4.549622	IPSE	SATELITE
638	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	SANTA ROSA	-77.16417	4.632153	IPSE	SATELITE
639	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	SEPULCRO	-77.294089	4.692444	IPSE	SATELITE
640	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	SIVIRU	-77.343385	4.804592	DANE	SATELITE
641	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	TERRON	-77.077108	4.881958	IPSE	SATELITE
642	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	UNION PITALITO	-77.24371108	4.66729021	IPSE	SATELITE
643	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	VALERIO	-77.340781	5.269225	IPSE	SATELITE
644	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	VILLA MARIA	-77.355028	5.1355	DANE	RF2_MOVIL
1674	CHOCÓ	BAJO BAUDO (PIZARRO)	PUERTO PITALITO	-77.18303272	5.12103658	IPSE	SATELITE

Tabla 3-8. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Alto Baudó Chocó

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
383	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	AGUA CLARA	-77.106573	5.506189	IPSE	SATELITE
384	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	AMPARRADO	-76.989354	5.654647	DANE	GSM
385	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	ANDEUDO	-77.083086	5.407408	IPSE	RF2_MOVIL
386	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	APARTADO	-76.982212	5.392171	DANE	RF1_MOVIL
387	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	BATATAL	-76.937558	5.347697	DANE	GSM
388	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	BELLA LUZ NUEVA	-77.068114	5.516742	IPSE	SATELITE
389	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	BELLAVISTA	-76.973201	5.523083	DANE	GSM
390	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	BIAKIRUDE	-77.056018	5.693772	IPSE	SATELITE
391	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	BOCA DE LEON	-76.992922	5.418116	DANE	SATELITE
392	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	CAÑANDO	-77.135261	5.451318	IPSE	SATELITE
393	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	CARRISAL	-77.092501	5.427761	IPSE	RF1_MOVIL
394	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	CHACHAJO	-77.032414	5.738629	DANE	RF2_MOVIL
395	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	CHIGORODO	-77.022084	5.611636	DANE	GSM
397	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	COCALITO BAUDO	-76.984997	5.470832	IPSE	RF1_MOVIL
398	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	CUGUCHO	-77.05195	5.743919	IPSE	SATELITE
399	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	DIVISA BAUDO	-77.048137	5.85279	IPSE	SATELITE
400	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	DIVISA NAUCA	-77.051216	5.600705	IPSE	SATELITE
401	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	DOCACINA	-77.242873	5.437405	DANE	SATELITE
402	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	DOMINICO	-77.008032	5.677542	DANE	GSM
403	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	DONDOÑO	-77.024302	5.475636	IPSE	SATELITE
404	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	EL LLANO	-77.212376	5.406753	IPSE	SATELITE
405	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	EL MORRO	-77.039765	5.751748	IPSE	SATELITE
406	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	EL SALTO (O BELLA LUZ VIEJA)	-77.122083	5.710191	DANE	SATELITE
407	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	GEANDO APARTADO	-77.068306	5.469479	DANE	SATELITE
408	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	HERRADO	-77.002491	5.510117	IPSE	RF1_MOVIL
409	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	IRUTO	-77.205515	5.398412	DANE	SATELITE
410	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	LA LOMA	-77.17721	5.466471	DANE	SATELITE
411	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	LAS DELICIAS	-76.918322	5.428323	DANE	SATELITE
412	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	MIACORA	-77.090269	5.87667	DANE	SATELITE
413	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	MOHAMIA	-77.076852	5.864993	IPSE	SATELITE
414	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	MOJAUDO	-77.030559	5.66846	DANE	SATELITE
415	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	NAUCA	-77.001789	5.599888	DANE	GSM
416	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	NUNCIDO	-76.971305	5.551909	DANE	RF1_MOVIL
417	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PAYE PATE	-77.19358	5.441635	IPSE	SATELITE
418	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PEÑA AZUL	-76.959689	5.39217	IPSE	RF1_MOVIL
419	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PLAYA BONITA	-77.031983	5.334924	IPSE	GSM
420	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PLAYA GRANDE	-77.077222	5.384732	IPSE	SATELITE
421	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PLAYITA CATRU	-77.161633	5.985508	DANE	SATELITE
422	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUERTO ALEGRE	-77.067935	5.560747	DANE	GSM
423	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUERTO ANGEL	-77.005635	5.704229	IPSE	SATELITE
424	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUERTO ARACELIS	-77.009706	5.306117	IPSE	SATELITE
425	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUERTO ECHEVERRY	-76.936793	5.312629	DANE	GSM
426	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUERTO LIBIA TRIPICAY	-76.988514	5.546096	DANE	RF1_MOVIL
427	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUERTO LUIS	-77.022168	5.701008	IPSE	SATELITE
428	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUERTO LUIS NAUCA	-77.014949	5.604411	IPSE	GSM

Tabla 3-9. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Alto Baudó Chocó.

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
429	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUERTO MARTINEZ	-77.0925727	5.69065517	DANE	RF1_MOVIL
430	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUERTO MISAEL	-76.925336	5.327906	IPSE	GSM
431	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUERTO VALERIA	-76.981829	5.56252	IPSE	GSM
432	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUESTO INDIO	-76.968056	5.471994	DANE	RF1_MOVIL
433	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUNTO CAIMITO	-76.989425	5.452893	DANE	RF1_MOVIL
434	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUREZA	-77.014056	5.669072	DANE	GSM
435	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	SAN FRANCISCO DE CIGUCHO	-77.075865	5.750438	DANE	SATELITE
436	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	SANTA CATALINA DE CATRU	-77.090637	5.582519	DANE	RF1_MOVIL
437	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	SANTA MARIA DE CONDOTO	-77.162044	5.925626	DANE	SATELITE
438	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	SANTA RITA (AMPARRAIDA)	-77.002307	5.6458	DANE	GSM
439	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	TATABRERA	-77.04224	5.408863	IPSE	SATELITE
440	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	TERATHE THUADO	-77.072491	5.475094	IPSE	SATELITE
441	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	TUNDO	-77.080856	5.431088	IPSE	SATELITE
442	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	VACAL	-76.977328	5.416346	IPSE	GSM
443	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	VILLA CECILIA	-76.986296	5.641398	IPSE	GSM
1555	CHOCÓ	ALTO BAUDO (Pie de Pató)	PUERTO CORDOBA	-76.960131	5.427655	DANE	SATELITE

Departamento de Nariño

El Departamento de Nariño es el Departamento que cuenta con mayor número de localidades para implementar conectividad.

Como se presenta en la siguiente figura la distribución de tecnologías es muy interesante ya que la tecnología satelital se encuentra por debajo del promedio Nacional y menos del 50%.

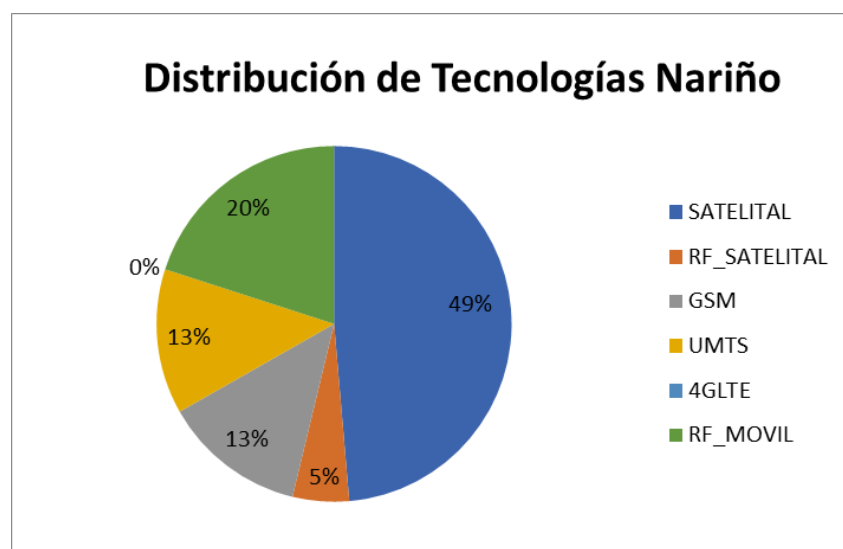


Fig. 3-11: Distribución de Tecnologías en el Departamento de Nariño.

Existe un alto porcentaje (20 %) de factibilidad de conectividad por RF y aproximadamente 117 localidades a través de esta tecnología podrían enviar datos a concentradores de GSM y UMTS.

Aproximadamente el 46 % de la conectividad en este Departamento sería factible a través de tecnologías terrestres, con la combinación de RF que transportaría la información hasta un concentrador de datos con acceso a red móvil.

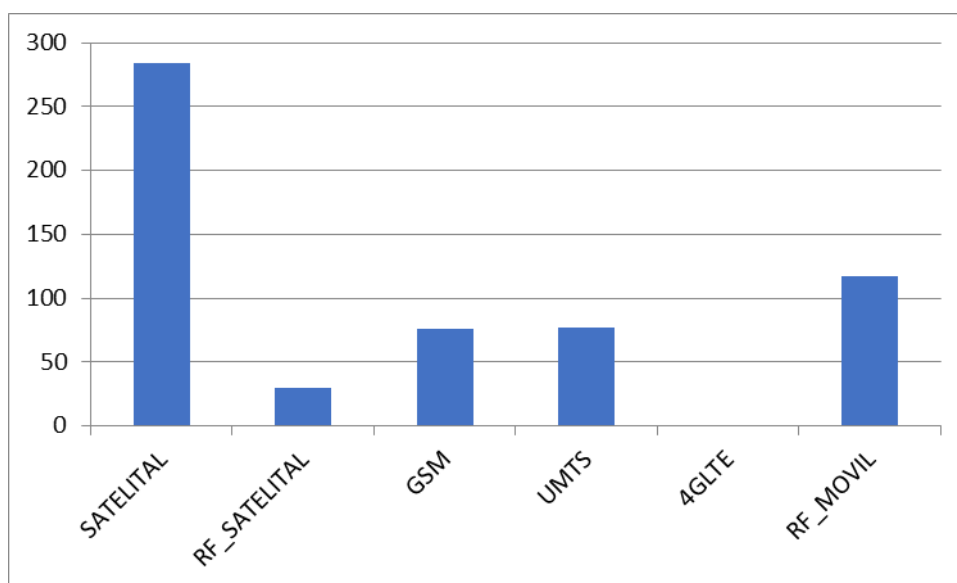


Fig. 3-12: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento de Nariño.

El Charco es el municipio de este Departamento que le corresponden 96 localidades. Aproximadamente el 61 % de las 96 localidades de este municipio tienen factibilidad de conectividad por tecnologías terrestres. A pesar de que en ninguno de los sitios hay factibilidad por 4GLTE, existen 20 localidades con factibilidad de conectividad UMTS o GSM y otras 4 con solo GSM.

Es interesante también que existe la posibilidad de que la gran mayoría de localidades de El Charco se puedan conectar a través de tecnologías de RF, con 19 que tendrían línea de vista directa con un nodo móvil (denotadas en la tabla como tecnología RF1_MOVIL) y 16 (denotadas en la tabla como tecnología RF2_MOVIL) que a través de otra localidad como repetidor podrían conectar a un nodo móvil.

Otro Municipio muy interesante es Olaya Herrera, que es el municipio de este Departamento que le corresponden más localidades (105). Aproximadamente el 77 % de las 105 localidades de este municipio tienen factibilidad de conectividad por tecnologías terrestres. A pesar de que en ninguno de los sitios tampoco hay factibilidad por 4GLTE, existen 35 localidades con factibilidad de conectividad UMTS o GSM y otras 17 con solo GSM, lo que corresponde a casi el 50% de localidades de este municipio que tendrían acceso directo a redes móviles.

También existe la posibilidad de que gran cantidad de localidades de Olaya Herrera se puedan conectar a través de tecnologías de RF, con 23 que tendrían línea de vista directa con un nodo móvil (denotadas en la tabla como tecnología RF1_MOVIL) y 6 (denotadas en la tabla como tecnología RF2_MOVIL) que a través de otra localidad como repetidor podrían conectar a un nodo móvil.

Tabla 3-10. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de El Charco Nariño.

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
830	NARIÑO	EL CHARCO	BRAZO TAIJA	-78.064506	2.278198	IPSE	RF1_MOVIL
831	NARIÑO	EL CHARCO	BUENOS AIRES	-77.983481	2.157349	IPSE	SATELITE
832	NARIÑO	EL CHARCO	CALIFORNIA	-78.097465	2.227386	IPSE	RF2_MOVIL
833	NARIÑO	EL CHARCO	CAMPO ALEGRE	-78.112571	2.166962	IPSE	SATELITE
834	NARIÑO	EL CHARCO	CARMELO	-78.115317	2.117523	IPSE	SATELITE
835	NARIÑO	EL CHARCO	CHACHAJÓ	-78.144156	2.257599	IPSE	SATELITE
836	NARIÑO	EL CHARCO	CHAPILERO	-78.146903	2.463593	IPSE	GSM,UMTS
837	NARIÑO	EL CHARCO	EL CASTIGO	-78.171814	2.555296	IPSE	SATELITE
839	NARIÑO	EL CHARCO	EL CUIL	-78.130319	2.101563	DANE	SATELITE
840	NARIÑO	EL CHARCO	EL ESFUERZO TAIJA	-78.033282	2.337239	IPSE	RF2_MOVIL
841	NARIÑO	EL CHARCO	EL HOJAL	-78.04528	2.149109	IPSE	SATELITE
842	NARIÑO	EL CHARCO	EL MERO COMUNIDAD INDIGENA	-78.106795	2.444621	IPSE	GSM,UMTS
843	NARIÑO	EL CHARCO	ESPAVE	-78.131797	2.235626	IPSE	RF1_MOVIL
844	NARIÑO	EL CHARCO	ESTERO MARTINEZ	-78.071372	2.405914	IPSE	GSM, UMTS
845	NARIÑO	EL CHARCO	GUABILLO	-78.138663	2.190308	IPSE	RF2_MOVIL
846	NARIÑO	EL CHARCO	GUAYABAL	-78.149033	2.485997	IPSE	SATELITE
847	NARIÑO	EL CHARCO	GUAYAQUIL	-78.107008	2.179321	IPSE	SATELITE
848	NARIÑO	EL CHARCO	GUAYAQUIL NO 2	-78.14141	2.164215	IPSE	RF1_SATELITE
849	NARIÑO	EL CHARCO	GUAZARIJA PULBUZA	-78.111198	2.165588	IPSE	RF1_SATELITE
850	NARIÑO	EL CHARCO	HORMIGUERO	-78.06317	2.299377	IPSE	RF2_MOVIL
851	NARIÑO	EL CHARCO	HORMIGUERO ESPERANZA	-78.107078	2.429261	IPSE	GSM,UMTS
852	NARIÑO	EL CHARCO	ISLA MORRITO	-77.981806	2.221365	IPSE	RF2_MOVIL
853	NARIÑO	EL CHARCO	ISUPI	-78.157653	2.227399	IPSE	RF1_MOVIL
854	NARIÑO	EL CHARCO	LA CAPILLA	-78.128265	2.395582	IPSE	SATELITE
855	NARIÑO	EL CHARCO	LA FILIS PUEBLO NUEVO	-78.103898	2.257637	IPSE	RF2_MOVIL
926	NARIÑO	EL CHARCO	AGUA PRIETA	-77.968414	2.133209	IPSE	SATELITE
927	NARIÑO	EL CHARCO	AGUACATE SEQUIHONDA	-77.811859	1.990387	IPSE	SATELITE
928	NARIÑO	EL CHARCO	ALFONSO LOPEZ	-77.968414	2.195007	IPSE	RF1_MOVIL
929	NARIÑO	EL CHARCO	ALTERON (URIBE URIBE)	-77.956055	2.248566	IPSE	RF2_MOVIL
930	NARIÑO	EL CHARCO	ARENAL	-78.139603	2.361032	IPSE	GSM, UMTS
931	NARIÑO	EL CHARCO	ARENAL LA VIEJA	-78.116205	2.380046	IPSE	GSM, UMTS
932	NARIÑO	EL CHARCO	BACAO	-77.960175	2.295258	IPSE	RF1_MOVIL
933	NARIÑO	EL CHARCO	BALZAL	-78.01	2.311174	IPSE	RF1_MOVIL
934	NARIÑO	EL CHARCO	BANGUELA NO 2	-78.01	2.280151	IPSE	RF1_MOVIL
935	NARIÑO	EL CHARCO	BARRANCO	-78.01	2.244446	IPSE	SATELITE
936	NARIÑO	EL CHARCO	BARRANQUILLITA-HILARIO LOPEZ	-78.01	2.167542	IPSE	SATELITE
938	NARIÑO	EL CHARCO	BELLAVISTA SEQUIHONDA	-78.091972	2.414153	IPSE	GSM, UMTS
939	NARIÑO	EL CHARCO	BELLAVISTA-PULBUZA	-78.144196	2.396881	IPSE	GSM, UMTS
940	NARIÑO	EL CHARCO	BOCA DE NUTRIA	-78.142783	2.401794	IPSE	GSM, UMTS
941	NARIÑO	EL CHARCO	BOCAS DE SEQUIHONDA	-78.098839	2.495178	IPSE	GSM
942	NARIÑO	EL CHARCO	BOCAS DE SEQUIHONDA 2	-78.093756	2.449113	IPSE	GSM,UMTS
943	NARIÑO	EL CHARCO	BOCAS DE TAIJA	-78.089225	2.287811	IPSE	SATELITE
944	NARIÑO	EL CHARCO	BOLA	-78.123473	2.166162	IPSE	SATELITE
945	NARIÑO	EL CHARCO	BOLITA	-78.143366	2.269699	IPSE	RF1_MOVIL
946	NARIÑO	EL CHARCO	BRAZO SECO	-78.10845	2.561097	IPSE	SATELITE
1021	NARIÑO	EL CHARCO	LA LAGUNA (SAN ANTONIO INDIGENA)	-78.102958	2.165588	IPSE	SATELITE

Tabla 3-11. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de El Charco Nariño.

No.	DEPARTAME	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
1022	NARIÑO	EL CHARCO	LA LAGUNA (STA BARBARA INDIGENA)	-78.122183	2.360594	IPSE	GSM, UMTS
1023	NARIÑO	EL CHARCO	LA MILAGROSA	-78.1214619	2.40584015	IPSE	GSM, UMTS
1024	NARIÑO	EL CHARCO	LA QUEBRADITA	-78.067252	2.308411	IPSE	RF1_MOVIL
1025	NARIÑO	EL CHARCO	LAS MERCEDES	-78.154205	2.118787	IPSE	SATELITE
1026	NARIÑO	EL CHARCO	MACHETON (TAIJA)	-78.040077	2.336179	IPSE	SATELITE
1027	NARIÑO	EL CHARCO	MAGDALENA	-78.072745	2.110657	IPSE	SATELITE
1028	NARIÑO	EL CHARCO	MAGDALENA 2	-78.134279	2.278174	IPSE	RF1_MOVIL
1029	NARIÑO	EL CHARCO	MAIZ BLANCO	-78.140037	2.179321	IPSE	SATELITE
1030	NARIÑO	EL CHARCO	MARTIN GALVIZ	-78.135917	2.194428	IPSE	SATELITE
1031	NARIÑO	EL CHARCO	MATA DE HOJA	-78.054147	2.336976	IPSE	SATELITE
1032	NARIÑO	EL CHARCO	MATA PALO	-78.129514	2.09431	IPSE	SATELITE
1033	NARIÑO	EL CHARCO	MONTE ALTO	-77.983481	2.311157	IPSE	SATELITE
1034	NARIÑO	EL CHARCO	MONTE BAJO	-78.04116	2.322144	IPSE	SATELITE
1035	NARIÑO	EL CHARCO	MORANA	-78.00412	2.119476	IPSE	RF1_MOVIL
1036	NARIÑO	EL CHARCO	MORRITO COMUNIDAD INDIGENA	-78.109398	2.246327	IPSE	GSM, UMTS
1037	NARIÑO	EL CHARCO	PAMBILERO	-77.934396	2.231709	IPSE	RF2_MOVIL
1038	NARIÑO	EL CHARCO	PEROLINDO	-77.998627	2.087891	IPSE	RF2_MOVIL
1039	NARIÑO	EL CHARCO	PINTORA	-78.027466	2.10849	IPSE	SATELITE
1040	NARIÑO	EL CHARCO	PLAYA CARABAJAL	-78.131836	2.406494	IPSE	GSM
1041	NARIÑO	EL CHARCO	PLAYA GRANDE (TURBAY)	-78.085144	2.266418	IPSE	RF2_MOVIL
1042	NARIÑO	EL CHARCO	PUEBLITO SECADERO	-78.028839	2.140076	IPSE	RF2_MOVIL
1043	NARIÑO	EL CHARCO	PULBUZA LA VEGA	-78.032959	2.173035	IPSE	SATELITE
1044	NARIÑO	EL CHARCO	PULBUZA PUEBLO NUEVO	-78.120498	2.238938	IPSE	RF2_MOVIL
1045	NARIÑO	EL CHARCO	RANCHO QUEMADO	-78.002884	2.252686	IPSE	SATELITE
1046	NARIÑO	EL CHARCO	ROSARIO (GAITAN)	-78.126303	2.311158	IPSE	RF2_MOVIL
1047	NARIÑO	EL CHARCO	SALTO JUANCHO ENRIQUEZ	-77.997253	2.311723	IPSE	RF1_MOVIL
1048	NARIÑO	EL CHARCO	SALTO MAGDALENA	-78.032959	2.390015	IPSE	GSM, UMTS
1049	NARIÑO	EL CHARCO	SAN FRANCISCO DE TAIJA	-78.13707	2.270918	IPSE	RF2_MOVIL
1051	NARIÑO	EL CHARCO	SAN PEDRO (BOLIVAR)	-78.060386	2.456725	DANE	GSM, UMTS
1052	NARIÑO	EL CHARCO	SAN RAFAEL	-78.039825	2.20874	IPSE	RF2_MOVIL
1053	NARIÑO	EL CHARCO	SAN RAFAEL 2	-78.1239961	2.33574514	IPSE	RF1_MOVIL
1054	NARIÑO	EL CHARCO	SANTA CATALINA (ROBERTO PAYAN)	-78.090417	2.203263	IPSE	RF1_MOVIL
1055	NARIÑO	EL CHARCO	SANTA MARIA	-78.043945	2.155182	IPSE	RF1_MOVIL
1056	NARIÑO	EL CHARCO	SANTA ROSA NO 2	-78.017853	2.359802	IPSE	GSM, UMTS
1057	NARIÑO	EL CHARCO	SECADERO	-78.069729	2.438587	IPSE	GSM, UMTS
1058	NARIÑO	EL CHARCO	SECADERO SEQUIHONDA	-78.035667	2.201294	IPSE	SATELITE
1059	NARIÑO	EL CHARCO	TAIJA (PLINIO OLIVEROS)	-77.932672	2.108444	IPSE	RF2_MOVIL
1060	NARIÑO	EL CHARCO	TAIJITA	-78.131835	2.381774	IPSE	RF1_MOVIL
1061	NARIÑO	EL CHARCO	TRIBUNA	-78.065918	2.339203	IPSE	GSM
1062	NARIÑO	EL CHARCO	TRIVIÑO	-78.068665	2.260925	IPSE	SATELITE
1063	NARIÑO	EL CHARCO	TUMAQUITO EL MERO	-78.038452	2.396881	IPSE	GSM, UMTS
1064	NARIÑO	EL CHARCO	VANGUELA 1	-78.090637	2.144196	IPSE	SATELITE
1065	NARIÑO	EL CHARCO	VILLA PLAYA	-78.111237	2.260925	IPSE	RF1_MOVIL
1066	NARIÑO	EL CHARCO	VIZCAINA PLAYA	-78.105743	2.354309	IPSE	GSM, UMTS
1067	NARIÑO	EL CHARCO	VUELTA LARGA	-78.109863	2.339203	IPSE	GSM
1068	NARIÑO	EL CHARCO	YANZAL	-78.126342	2.282897	IPSE	RF1_MOVIL
1559	NARIÑO	EL CHARCO	MORRITO EL CUCHO	-78.098873	2.242184	IPSE	SATELITE
1689	NARIÑO	EL CHARCO	CAMPO ALEGRE PULBUZA	-78.1166922	2.26753782	IPSE	RF1_MOVIL
1706	NARIÑO	EL CHARCO	LA LOMA	-78.130299	2.14863493	IPSE	SATELITE
1721	NARIÑO	EL CHARCO	RECODITO	-78.1155727	2.40386993	IPSE	GSM, UMTS

Tabla 3-12. Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Olaya Herrera Nariño.

No.	DEPARTAME	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
1170	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LA LAGUNA	-78.3216441	2.13646811	IPSE	SATELITE
1171	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LA LOMA	-78.288392	2.477906	IPSE	SATELITE
1172	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LA NUEVA FLORESTA	-78.30899	2.177155	IPSE	RF1_MOVIL
1173	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LA PALMA	-78.3036157	2.20710939	DANE	GSM
1174	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LA POLLITA	-78.3673342	2.20846158	IPSE	SATELITE
1175	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LA SELVA	-78.311697	2.190308	IPSE	GSM,UMTS
1176	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LA VICTORIA	-78.313111	2.440828	IPSE	SATELITE
1177	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LA VICTORIA IZQUIERDA	-78.304831	2.158722	IPSE	RF1_MOVIL
1178	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LAS BRISAS	-78.288353	2.388061	IPSE	SATELITE
1179	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LAS MARIAS	-78.234357	2.203788	IPSE	GSM,UMTS
1180	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LAS MERCEDES	-78.318603	2.357056	IPSE	GSM
1181	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LIMONES	-78.289725	2.518525	IPSE	RF1_SATELITE
1182	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LOS LEYOS	-78.28098	2.347841	IPSE	RF1_MOVIL
1183	NARIÑO	OLAYA HERRERA	MERCEDES 2	-78.2509997	2.2458588	IPSE	RF1_MOVIL
1184	NARIÑO	OLAYA HERRERA	MERIZALDE PORVENIR	-78.309974	2.319889	IPSE	GSM,UMTS
1185	NARIÑO	OLAYA HERRERA	MIEL DE ABEJAS	-78.311595	2.394878	IPSE	GSM,UMTS
1186	NARIÑO	OLAYA HERRERA	MIRANDA	-78.3001373	2.19316223	IPSE	GSM,UMTS
1187	NARIÑO	OLAYA HERRERA	NAIDISALES	-78.340536	2.289183	IPSE	GSM,UMTS
1188	NARIÑO	OLAYA HERRERA	NARANJAL	-78.274619	2.291758	IPSE	GSM,UMTS
1189	NARIÑO	OLAYA HERRERA	NARANJITO	-78.34567	2.14161	IPSE	SATELITE
1190	NARIÑO	OLAYA HERRERA	NUEVA ESPERANZA	-78.339203	2.162047	IPSE	RF1_MOVIL
1191	NARIÑO	OLAYA HERRERA	NUEVA SANTA ROSA	-78.210114	2.454558	IPSE	RF1_MOVIL
1192	NARIÑO	OLAYA HERRERA	ORITAL	-78.333708	2.304869	IPSE	GSM,UMTS
1217	NARIÑO	OLAYA HERRERA	PAMBIL	-78.377656	2.185394	IPSE	GSM,UMTS
1218	NARIÑO	OLAYA HERRERA	PLAYA BLANCA	-78.271911	2.266419	IPSE	GSM,UMTS
1219	NARIÑO	OLAYA HERRERA	RECODO	-78.227892	2.181161	IPSE	RF1_MOVIL
1220	NARIÑO	OLAYA HERRERA	RECODO LOS LEYOS	-78.354308	2.28015	IPSE	GSM,UMTS
1221	NARIÑO	OLAYA HERRERA	SAMARITANO	-78.343322	2.270539	DANE	RF1_MOVIL
1222	NARIÑO	OLAYA HERRERA	SAN ISIDRO	-78.366669	2.164794	IPSE	RF1_MOVIL
1223	NARIÑO	OLAYA HERRERA	SAN JOSE CALABAZAL	-78.258161	2.445858	DANE	SATELITE
1224	NARIÑO	OLAYA HERRERA	SAN JOSE DE ROBLES	-78.324097	2.168914	IPSE	GSM,UMTS
1225	NARIÑO	OLAYA HERRERA	SAN JOSE LA TURBIA	-78.252686	2.153808	IPSE	RF1_MOVIL
1226	NARIÑO	OLAYA HERRERA	SANQUIANGA	-78.307187	2.521039	IPSE	RF1_SATELITE
1227	NARIÑO	OLAYA HERRERA	SANQUIANGUITA	-78.325469	2.363922	IPSE	GSM,UMTS
1228	NARIÑO	OLAYA HERRERA	SANTA ANA	-78.238953	2.108489	IPSE	SATELITE
1229	NARIÑO	OLAYA HERRERA	SANTA HELENA	-78.2924543	2.15628813	IPSE	RF1_MOVIL
1230	NARIÑO	OLAYA HERRERA	SANTO DOMINGO	-78.307617	2.10025	IPSE	RF2_MOVIL
1231	NARIÑO	OLAYA HERRERA	SOLEDAD (LOZANO TORRIJOS)	-78.340536	2.254681	IPSE	RF1_MOVIL
1232	NARIÑO	OLAYA HERRERA	TANGARE DE LAS FLORES	-78.313111	2.067292	IPSE	SATELITE
1233	NARIÑO	OLAYA HERRERA	TANGAREAL	-78.313111	2.641328	IPSE	RF1_SATELITE
1234	NARIÑO	OLAYA HERRERA	TOLITA 1	-78.369417	2.244444	DANE	GSM,UMTS
1235	NARIÑO	OLAYA HERRERA	TOLITA 2	-78.319978	2.322722	IPSE	GSM,UMTS
1236	NARIÑO	OLAYA HERRERA	TORTOLA 2 COMUNIDAD INDIGENA	-78.2513309	2.25271448	IPSE	GSM
1237	NARIÑO	OLAYA HERRERA	TORTOLA COMUNIDAD INDIGENA	-78.219728	2.123597	IPSE	RF2_MOVIL
1238	NARIÑO	OLAYA HERRERA	TORTOLA LAS PALMAS	-78.2245	2.133	IPSE	RF2_MOVIL
1239	NARIÑO	OLAYA HERRERA	TRAVESIAS	-78.416108	2.28015	IPSE	GSM,UMTS
1240	NARIÑO	OLAYA HERRERA	UNION LAS VEGAS	-78.2574658	2.25348844	IPSE	GSM,UMTS
1241	NARIÑO	OLAYA HERRERA	VEREDA EL SAJAL	-78.337831	2.2417	IPSE	GSM,UMTS
1242	NARIÑO	OLAYA HERRERA	VEREDA EL SAJO	-78.282897	2.306244	IPSE	RF1_MOVIL
1243	NARIÑO	OLAYA HERRERA	VIBORA (PARAISO)	-78.2211	2.046692	IPSE	SATELITE
1244	NARIÑO	OLAYA HERRERA	VUELTA LARGA	-78.215606	2.308992	IPSE	GSM
1245	NARIÑO	OLAYA HERRERA	ZAPANQUE BAJO	-78.336417	2.217772	DANE	GSM,UMTS

Tabla 3-13 Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Olaya Herrera Nariño.

No.	DEPARTAME	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
1246	NARIÑO	OLAYA HERRERA	ZAPOTAL	-78.299378	2.116731	DANE	RF2_MOVIL
1247	NARIÑO	OLAYA HERRERA	ZEPANGUE MEDIO	-78.335083	2.138703	IPSE	SATELITE
1313	NARIÑO	OLAYA HERRERA	ALTO MERIZALDE	-78.288391	2.53421	IPSE	RF1_SATELITE
1314	NARIÑO	OLAYA HERRERA	ALTO SAN ANTONIO	-78.318604	2.501251	IPSE	RF1_SATELITE
1315	NARIÑO	OLAYA HERRERA	ALTO ZAPANQUE (ZEPANGUE LA LOMA)	-78.355683	2.174408	DANE	RF2_MOVIL
1316	NARIÑO	OLAYA HERRERA	ARAGON	-78.3234393	2.35176917	IPSE	GSM
1317	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BAJITO SOLEDAD	-78.332336	2.414734	IPSE	GSM
1318	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BAJO BARRO CALIENTE	-78.212532	2.449426	IPSE	GSM, UMTS
1319	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BAJO MERISALDE 1	-78.351562	2.391388	IPSE	GSM,UMTS
1320	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BAJO MERISALDE 2	-78.370789	2.33783	IPSE	SATELITE
1321	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BALSA	-78.271872	2.389436	IPSE	GSM
1322	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BARBACOITA	-78.390015	2.278778	IPSE	RF1_MOVIL
1323	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BARRO CALIENTE	-78.222801	2.209148	IPSE	GSM
1324	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BELLA UNION	-78.392761	2.263672	IPSE	RF1_MOVIL
1325	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BELLAVISTA	-78.276293	2.221244	IPSE	GSM,UMTS
1326	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BOCA DE BRAZO	-78.237579	2.10437	IPSE	SATELITE
1327	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BOCA DE CEDRO	-78.256751	2.428123	IPSE	GSM, UMTS
1328	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BOCA DE CONEJO	-78.373535	2.218353	IPSE	SATELITE
1329	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BOCA DE GUABA	-78.32959	2.135956	IPSE	SATELITE
1330	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BOCA DE VIBORA ACIESNA	-78.258179	2.074158	DANE	SATELITE
1331	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BOCA DEL BARRO	-78.340237	2.26379	IPSE	GSM
1332	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BOCA DEL CANAL	-78.233459	2.249939	IPSE	GSM,UMTS
1333	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BOCAS DE PRIETA	-78.363883	2.291758	IPSE	GSM
1335	NARIÑO	OLAYA HERRERA	BONANZA	-78.277367	2.226014	IPSE	GSM
1336	NARIÑO	OLAYA HERRERA	CAIMANES	-78.234833	2.324097	IPSE	RF1_MOVIL
1337	NARIÑO	OLAYA HERRERA	CAÑA	-78.233939	2.325001	IPSE	RF1_MOVIL
1338	NARIÑO	OLAYA HERRERA	CAROLINA	-78.337831	2.205994	DANE	SATELITE
1339	NARIÑO	OLAYA HERRERA	CASA GRANDE	-78.250648	2.231239	IPSE	GSM,UMTS
1340	NARIÑO	OLAYA HERRERA	CEDRO	-78.245819	2.43396	IPSE	RF1_MOVIL
1341	NARIÑO	OLAYA HERRERA	CHAPIL	-78.265045	2.475159	IPSE	GSM
1342	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL BALSÓ	-78.2899011	2.17084759	IPSE	GSM
1343	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL BRASITO	-78.326009	2.21587	IPSE	GSM
1344	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL CARMEN	-78.234833	2.340576	DANE	GSM
1345	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL CEIBITO	-78.2157398	2.10674327	IPSE	RF1_MOVIL
1346	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL CEIBO	-78.282898	2.521851	IPSE	RF1_SATELITE
1347	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL CHOCHO	-78.310364	2.413361	IPSE	GSM,UMTS
1348	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL CHOCHO II	-78.242494	2.231412	IPSE	GSM,UMTS
1349	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL CLARO	-78.2831374	2.16546726	IPSE	RF1_MOVIL
1350	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL DIVISO	-78.35511	2.190159	IPSE	GSM
1351	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL HOJAL	-78.311737	2.392761	IPSE	GSM,UMTS
1352	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL PASO	-78.3120065	2.34618229	IPSE	RF2_MOVIL
1353	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL PASTO	-78.2829063	2.31749613	IPSE	GSM
1354	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL TURBIO	-78.318604	2.328217	IPSE	GSM,UMTS
1355	NARIÑO	OLAYA HERRERA	GEMBAO	-78.225181	2.214111	IPSE	RF1_MOVIL
1356	NARIÑO	OLAYA HERRERA	GUABILLALES	-78.328217	2.296631	IPSE	GSM,UMTS
1357	NARIÑO	OLAYA HERRERA	GUARDA RAYA	-78.2955998	2.34026812	IPSE	RF1_MOVIL
1358	NARIÑO	OLAYA HERRERA	HERRADURA	-78.318604	2.238953	IPSE	GSM,UMTS
1359	NARIÑO	OLAYA HERRERA	JOSE GUACO	-78.337831	2.222472	IPSE	GSM,UMTS
1360	NARIÑO	OLAYA HERRERA	JUACO No. 2	-78.2880181	2.34547113	IPSE	RF1_MOVIL
1361	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LA FLORIDA	-78.366631	2.335706	IPSE	GSM,UMTS
1553	NARIÑO	OLAYA HERRERA	LOS TORRES	-78.2733395	2.34624225	IPSE	SATELITE
1704	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL CAIRO II	-78.3169993	2.28370209	IPSE	GSM,UMTS
1707	NARIÑO	OLAYA HERRERA	EL CAIRO I	-78.3129287	2.29621539	IPSE	GSM, UMTS

Departamento de Cauca

El Departamento de Cauca es otro de los Departamentos que cuenta con número de localidades para implementar conectividad (174 localidades).

Como se presenta en la siguiente figura la distribución de tecnología Satelital es muy alta ya que para el 79% de localidades de ZNI requerirían de este medio para lograr la conectividad con el resto del país.

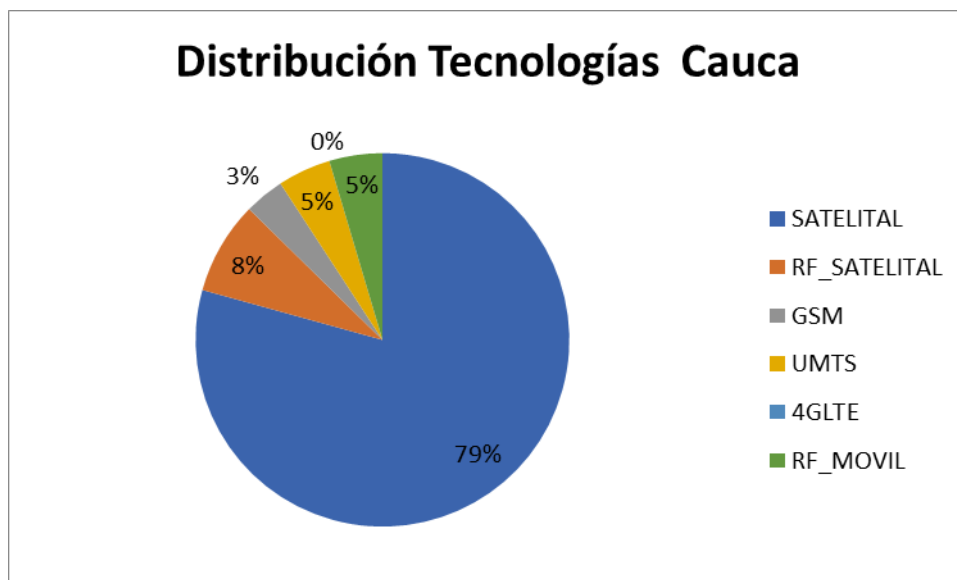


Fig. 3-13: Distribución de Tecnologías en el Departamento de Cauca.

Apenas el 13 % de la conectividad en este Departamento sería factible a través de tecnologías terrestres aún con la combinación de RF que transportaría la información hasta un concentrador de datos con acceso a red móvil. Solamente un 5 % de factibilidad de conectividad sería por RF ya que 8 localidades a través de esta tecnología podrían enviar datos a concentradores de GSM y UMTS.

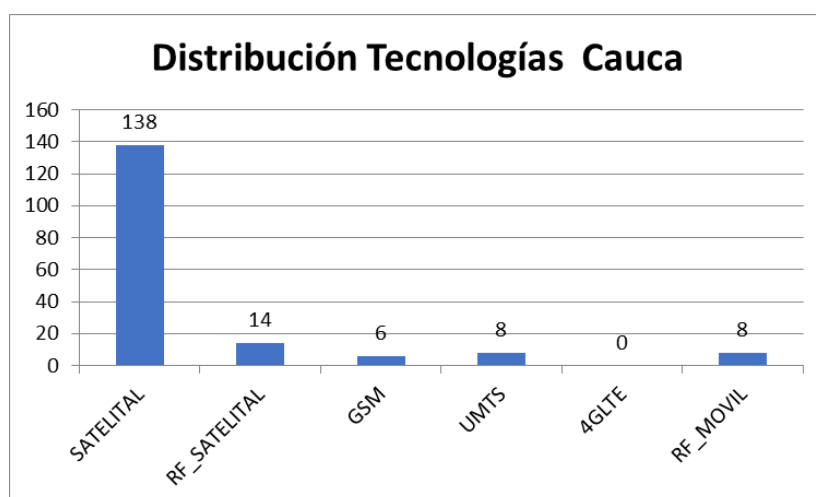


Fig. 3-14: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento de Cauca.

En este Departamento las 174 localidades están distribuidas en solamente tres municipios: Guapi, Timbiquí y Lopez de Micay. Siendo Timbiquí el municipio que le corresponden más localidades de ZNI.

Timbiquí es el municipio de este Departamento que le corresponden más localidades (64). Aproximadamente el 81 % de las 64 localidades de este municipio tienen factibilidad de conectividad por tecnología satelital. Adicionalmente combinando tecnología de RF se podrían conectar otras 5 localidades que tienen línea de vista con un concentrador de datos satelital.

Apenas 2 localidades pertenecientes a Timbiquí se puedan conectar a través de tecnologías de RF, las cuales tendrían línea de vista directa con un nodo móvil (denotadas en la tabla como tecnología RF1_MOVIL). No se tienen localidades que a través de otra localidad como repetidor podrían conectar a un nodo móvil.

Otro Municipio de los tres de este Departamento es Guapi, que sigue la misma tendencia de Timbiquí y el 85 % de las 55 localidades de este municipio tienen factibilidad de conectividad por tecnología satelital. Adicionalmente combinando tecnología de RF se podrían conectar otra localidad que tienen línea de vista con un concentrador de datos satelital.

Apenas 2 localidades pertenecientes a Guapi se puedan conectar a través de tecnologías de RF, las cuales tendrían línea de vista directa con un nodo móvil (denotadas en la tabla como tecnología RF1_MOVIL). Se tiene una localidad que a través de otra localidad como repetidor podrían conectar a un nodo móvil. Para este municipio en total se tendrán 7 localidades con factibilidad para conectar por vía terrestre, ya que se tienen 4 sitios con conectividad GSM/UMTS que concentrarían los datos de las otras tres que se enlazarían por RF.

El tercer Municipio de este Departamento (López de Micay), sigue una tendencia similar de Timbiquí y Guapi ya que el 70 % de las 55 localidades de este municipio que tendrían conectividad por tecnología satelital. Adicionalmente combinando tecnología de RF se podrían conectar otras 8 localidades que tienen línea de vista con los sitios de satélite. Es decir un total de 47 localidades tendrían conectividad por satélite

Apenas 2 localidades pertenecientes a López de Micay se puedan conectar a través de tecnologías de RF, las cuales tendrían línea de vista directa con un nodo móvil (denotadas en la tabla como tecnología RF1_MOVIL). Se tiene una localidad que a través de otra localidad como repetidor podrían conectar a un nodo móvil. Para este municipio en total se tendrán 8 localidades con factibilidad para conectar por vía terrestre, ya que se tienen 4 sitios con conectividad GSM y otro GSM/UMTS que concentrarían los datos de las otras tres que se enlazarían por RF.

Tabla 3-14 Tecnologías de Conectividad a Localidades de Timbiquí del Cauca.

No.	DEPARTAME	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
138	CAUCA	TIMBIQUÍ	BOCA DE GUANGUI	-77.37643122	2.74962934	IPSE	SATELITE
139	CAUCA	TIMBIQUÍ	BOCA DE PATIA	-77.466473	2.78896	DANE	SATELITE
140	CAUCA	TIMBIQUÍ	BOCA DE PETE	-77.47687234	2.64672516	IPSE	SATELITE
141	CAUCA	TIMBIQUÍ	BOCA DE YANTIN	-77.47933047	2.68069488	IPSE	SATELITE
144	CAUCA	TIMBIQUÍ	BRISAS DE YANTIN	-77.48251945	2.67672615	IPSE	SATELITE
145	CAUCA	TIMBIQUÍ	BUBUEY	-77.642761	2.79668	DANE	SATELITE
146	CAUCA	TIMBIQUÍ	CABECITAL	-77.40222047	2.76201929	DANE	SATELITE
147	CAUCA	TIMBIQUÍ	CALLE DE JESUS	-77.45763839	2.68327893	IPSE	SATELITE
148	CAUCA	TIMBIQUÍ	CALLE SANTA ROSA	-77.5912491	2.82854206	IPSE	SATELITE
149	CAUCA	TIMBIQUÍ	CAMARONES	-77.58661126	2.81946757	DANE	SATELITE
150	CAUCA	TIMBIQUÍ	CATALINA	-77.45830542	2.74475642	IPSE	SATELITE
152	CAUCA	TIMBIQUÍ	COMUNIDAD DE CHETE	-77.62363266	2.65929001	DANE	SATELITE
153	CAUCA	TIMBIQUÍ	COMUNIDAD DE CUPI	-77.51964993	2.83745935	DANE	SATELITE
154	CAUCA	TIMBIQUÍ	COMUNIDAD DE SAN ISIDRO	-77.629859	2.721527	IPSE	SATELITE
155	CAUCA	TIMBIQUÍ	COMUNIDAD DEL CHARCO	-77.66131285	2.70352074	DANE	SATELITE
156	CAUCA	TIMBIQUÍ	COMUNIDAD EL REALITO	-77.53126099	2.61364029	DANE	SATELITE
157	CAUCA	TIMBIQUÍ	COMUNIDAD INDIGENA LA	-77.6154277	2.85212815	IPSE	SATELITE
159	CAUCA	TIMBIQUÍ	COTEJE	-77.59213313	2.64010891	DANE	SATELITE
160	CAUCA	TIMBIQUÍ	DOS AGUAS	-77.46566401	2.63387769	IPSE	SATELITE
250	CAUCA	TIMBIQUÍ	AGUA CLARITA INDIGENA	-77.36556094	2.75965891	IPSE	SATELITE
251	CAUCA	TIMBIQUÍ	ALMORZADERO BUBUEY	-77.64168235	2.8029072	IPSE	SATELITE
252	CAUCA	TIMBIQUÍ	ANGOSTURA AFRO	-77.47623833	2.74457518	IPSE	SATELITE
253	CAUCA	TIMBIQUÍ	ANGOSTURA INDIGENA	-77.33633686	2.77873105	DANE	SATELITE
254	CAUCA	TIMBIQUÍ	BADEO	-77.47162782	2.65834885	IPSE	RF1_SATELITE
255	CAUCA	TIMBIQUÍ	BARRANQUITA	-77.43716089	2.75374963	IPSE	SATELITE
256	CAUCA	TIMBIQUÍ	BELLAVISTA SAN ISIDRO INFI	-77.44100629	2.7465414	IPSE	SATELITE
323	CAUCA	TIMBIQUÍ	EL CUERVAL	-77.79195322	2.73000369	IPSE	SATELITE
324	CAUCA	TIMBIQUÍ	EL PARAMO INDIGENA	-77.3415347	2.77166791	IPSE	SATELITE
325	CAUCA	TIMBIQUÍ	GUAUDAL CUPI	-77.51622359	2.84082209	IPSE	SATELITE
326	CAUCA	TIMBIQUÍ	HERRADURA	-77.59621337	2.84130457	IPSE	SATELITE
327	CAUCA	TIMBIQUÍ	LA BREA	-77.43275941	2.78215492	IPSE	SATELITE
328	CAUCA	TIMBIQUÍ	LA MARCIANA	-77.53181431	2.82882101	IPSE	RF1_SATELITE
329	CAUCA	TIMBIQUÍ	LA NUEVA UNION	-77.67821012	2.78220502	IPSE	GSM
330	CAUCA	TIMBIQUÍ	LA PALMA SAN MIGUEL DEL	-77.7558586	2.74165899	IPSE	GSM,UMTS
331	CAUCA	TIMBIQUÍ	LA SIMONA	-77.50774745	2.82323061	IPSE	SATELITE
332	CAUCA	TIMBIQUÍ	LA TROJA	-77.54072344	2.82273819	IPSE	SATELITE
333	CAUCA	TIMBIQUÍ	LA UNION MALAQUITA	-77.61386548	2.84955625	IPSE	SATELITE
334	CAUCA	TIMBIQUÍ	LA VIUDA	-77.49980756	2.81223202	IPSE	SATELITE
336	CAUCA	TIMBIQUÍ	LAS PEÑAS	-77.62250563	2.85891689	IPSE	RF1_MOVIL
337	CAUCA	TIMBIQUÍ	LOS BRAZOS	-77.63272641	2.8808622	DANE	RF1_MOVIL
338	CAUCA	TIMBIQUÍ	LOS GRILLOS	-77.48059833	2.63737691	IPSE	SATELITE
339	CAUCA	TIMBIQUÍ	LOS MORROS	-77.47571828	2.65613101	IPSE	SATELITE
340	CAUCA	TIMBIQUÍ	NUEVA ESPERANZA	-77.62377841	2.86745922	IPSE	GSM,UMTS
341	CAUCA	TIMBIQUÍ	PEÑA TIGRE INDIGENA	-77.35937648	2.76064635	IPSE	SATELITE
342	CAUCA	TIMBIQUÍ	PETE ADENTRO EL ROSARIO	-77.47983666	2.64205073	IPSE	SATELITE
343	CAUCA	TIMBIQUÍ	PIANDERO	-77.51039221	2.60246359	IPSE	SATELITE
344	CAUCA	TIMBIQUÍ	PIZARES	-77.47259106	2.76626732	DANE	SATELITE
346	CAUCA	TIMBIQUÍ	PLAYA SANTABARBARA	-77.68795901	2.87778478	IPSE	SATELITE
347	CAUCA	TIMBIQUÍ	PLAYON INDIGENA	-77.35902414	2.76715568	IPSE	SATELITE
348	CAUCA	TIMBIQUÍ	PORVENIR	-77.71136553	2.7934202	IPSE	GSM,UMTS
351	CAUCA	TIMBIQUÍ	SAN AGUSTIN	-77.45920343	2.74069368	IPSE	SATELITE
352	CAUCA	TIMBIQUÍ	SAN BERNARDO	-77.38462	2.711958	DANE	SATELITE
353	CAUCA	TIMBIQUÍ	SAN FRANCISCO DE GUANGUI	-77.35953	2.769528	IPSE	RF1_SATELITE
354	CAUCA	TIMBIQUÍ	SAN FRANCISCO DE INFI	-77.43144614	2.73747652	IPSE	SATELITE
355	CAUCA	TIMBIQUÍ	SAN ISIDRO DE BUBUEY	-77.64725685	2.80395717	IPSE	SATELITE
357	CAUCA	TIMBIQUÍ	SAN MIGUEL	-77.67632439	2.73750747	DANE	SATELITE
358	CAUCA	TIMBIQUÍ	SAN MIGUEL DE INFI	-77.34614064	2.77082687	IPSE	RF1_SATELITE
359	CAUCA	TIMBIQUÍ	SANDAL	-77.55433	2.824374	IPSE	RF1_SATELITE
360	CAUCA	TIMBIQUÍ	SANTA ANA	-77.70104267	2.79121869	IPSE	SATELITE
362	CAUCA	TIMBIQUÍ	SANTA ROSA DE SAIJA	-77.469707	2.702776	DANE	GSM
363	CAUCA	TIMBIQUÍ	SOLEDAD DE YANTIN	-77.47630792	2.68712896	IPSE	SATELITE
366	CAUCA	TIMBIQUÍ	TULICIERO	-77.46400476	2.68472727	IPSE	SATELITE
367	CAUCA	TIMBIQUÍ	TUMAQUITO	-77.63973921	2.88074369	IPSE	SATELITE
368	CAUCA	TIMBIQUÍ	VAQUERIA SAIJA	-77.49060055	2.80744781	IPSE	SATELITE

Tabla 3-15. Tecnologías de Conectividad a Localidades de Guapi del Cauca.

No.	DEPARTAME	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
122	CAUCA	GUAPI	ALFONSO LOPEZ - (BALSITAS)	-77.807617	2.373657	DANE	SATELITE
123	CAUCA	GUAPI	BAGRERO	-77.762622	2.582382	IPSE	RF2_MOVIL
124	CAUCA	GUAPI	BELEN	-77.621276	2.504774	DANE	SATELITE
125	CAUCA	GUAPI	BENJAMIN HERRERA - (SAN	-77.754382	2.320084	DANE	SATELITE
126	CAUCA	GUAPI	BOCA DE SAN FRANCISCO	-77.787545	2.451059	DANE	SATELITE
127	CAUCA	GUAPI	BUENAVISTA	-77.897205	2.633194	IPSE	SATELITE
128	CAUCA	GUAPI	CAIMITO	-77.758502	2.457413	DANE	RF1_MOVIL
129	CAUCA	GUAPI	CALLE HONDA	-77.735156	2.487625	IPSE	SATELITE
130	CAUCA	GUAPI	CALLELARGA	-77.612784	2.51524	DANE	SATELITE
131	CAUCA	GUAPI	CASCAJERO	-77.569973	2.217022	DANE	RF1_SATELITE
132	CAUCA	GUAPI	CHAMON	-77.609863	2.417602	DANE	SATELITE
133	CAUCA	GUAPI	CHICO PÉREZ	-77.785968	2.353043	IPSE	SATELITE
134	CAUCA	GUAPI	CHUARE	-77.650734	2.495221	DANE	SATELITE
135	CAUCA	GUAPI	CODICIA	-77.768115	2.469772	IPSE	SATELITE
136	CAUCA	GUAPI	CONCEPCION DE GUAJUI	-77.592669	2.518986	DANE	SATELITE
137	CAUCA	GUAPI	CUERVAL	-77.733783	2.375015	IPSE	SATELITE
161	CAUCA	GUAPI	EL ATAJO I	-77.8409	2.568649	DANE	GSM,UMTS
162	CAUCA	GUAPI	EL ATAJO II	-77.821674	2.574142	IPSE	SATELITE
163	CAUCA	GUAPI	EL CARMELO	-77.759798	2.636388	DANE	SATELITE
164	CAUCA	GUAPI	EL CARMEN	-77.709064	2.490372	IPSE	SATELITE
165	CAUCA	GUAPI	EL CAUCHO	-77.762622	2.417587	IPSE	SATELITE
166	CAUCA	GUAPI	FIRME CHANZARA	-77.770862	2.333817	DANE	SATELITE
167	CAUCA	GUAPI	GUABAL	-77.648639	2.344803	IPSE	SATELITE
169	CAUCA	GUAPI	JOANICO I	-77.70357	2.243179	IPSE	SATELITE
170	CAUCA	GUAPI	JOANICO II	-77.790088	2.278885	IPSE	SATELITE
171	CAUCA	GUAPI	JUNTAS	-77.849877	2.365206	DANE	SATELITE
172	CAUCA	GUAPI	LA CALLE	-77.772235	2.516464	IPSE	SATELITE
174	CAUCA	GUAPI	LLANTIN	-77.519549	2.353043	DANE	SATELITE
175	CAUCA	GUAPI	MADRE VIEJA	-77.81618	2.572769	IPSE	SATELITE
176	CAUCA	GUAPI	OBREGONES	-77.854632	2.613968	IPSE	RF1_MOVIL
177	CAUCA	GUAPI	PAMPA I	-77.788715	2.666153	IPSE	SATELITE
178	CAUCA	GUAPI	PAMPA II	-77.682971	2.420333	IPSE	SATELITE
179	CAUCA	GUAPI	PARCELAS	-77.737903	2.21846	IPSE	SATELITE
180	CAUCA	GUAPI	PASCUALERO	-77.401879	2.319973	IPSE	SATELITE
181	CAUCA	GUAPI	PENITENTE	-77.674731	2.218962	IPSE	SATELITE
182	CAUCA	GUAPI	PUEBLO NUEVO	-77.409086	2.372449	IPSE	SATELITE
183	CAUCA	GUAPI	QUIROGA	-77.835406	2.685362	DANE	SATELITE
184	CAUCA	GUAPI	QUIROGA LADO 2	-77.835406	2.611221	IPSE	GSM,UMTS
185	CAUCA	GUAPI	ROBLES	-77.685718	2.554916	IPSE	SATELITE
186	CAUCA	GUAPI	ROSARIO	-77.809497	2.372472	DANE	SATELITE
187	CAUCA	GUAPI	SAN AGUSTIN	-77.600787	2.519161	DANE	SATELITE
188	CAUCA	GUAPI	SAN AGUSTIN NAPI	-77.671985	2.545303	IPSE	SATELITE
190	CAUCA	GUAPI	SAN ANTONIO DE NAPI	-77.8409	2.472519	IPSE	GSM,UMTS
191	CAUCA	GUAPI	SAN JOSE DE GUAPI	-77.749697	2.615421	DANE	SATELITE
192	CAUCA	GUAPI	SAN MIGUEL Y PASCUALERO	-77.822305	2.65654	IPSE	SATELITE
193	CAUCA	GUAPI	SAN PIO	-77.667865	2.585129	IPSE	SATELITE
194	CAUCA	GUAPI	SANSON	-77.803821	2.215714	IPSE	SATELITE
195	CAUCA	GUAPI	SANTA ANA	-77.744769	2.659287	DANE	SATELITE
196	CAUCA	GUAPI	SANTA CLARA	-77.629953	2.188796	DANE	SATELITE
197	CAUCA	GUAPI	SANTA GERTRUDIS	-77.873859	2.409348	IPSE	GSM,UMTS
198	CAUCA	GUAPI	SANTA ROSA	-77.725543	2.590622	IPSE	SATELITE
199	CAUCA	GUAPI	SOLEDAD	-77.769165	2.346191	DANE	SATELITE
200	CAUCA	GUAPI	URIBE URIBE (EL NARANJO)	-77.791239	2.410772	DANE	SATELITE
201	CAUCA	GUAPI	VIENTO LIBRE	-77.658252	2.190994	IPSE	SATELITE
202	CAUCA	GUAPI	VUELTA LARGA	-77.684344	2.298111	IPSE	SATELITE

Tabla 3-16 Tecnologías de Conectividad a Localidades de López de Micay del Cauca.

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
142	CAUCA	LÓPEZ DE	BRAZO COCO FIRME	-77.59018984	3.01739956	IPSE	SATELITE
143	CAUCA	LÓPEZ DE	BRAZO DEL COCO	-77.64708684	2.98323006	IPSE	RF1_MOVIL
203	CAUCA	LÓPEZ DE	BELEN DE IGUANA	-77.433478	2.998931	IPSE	SATELITE
204	CAUCA	LÓPEZ DE	BETANIA - NAYA	-76.899111	3.100576	IPSE	SATELITE
205	CAUCA	LÓPEZ DE	BOCA GRANDE	-77.551422	3.035247	DANE	RF2_MOVIL
206	CAUCA	LÓPEZ DE	CABECITA SIGUI	-77.477929	3.127758	DANE	RF1_MOVIL
207	CAUCA	LÓPEZ DE	CALLE LARGA	-77.21628	3.059004	IPSE	SATELITE
208	CAUCA	LÓPEZ DE	CHARCO LARGO	-77.187722	2.865691	IPSE	GSM
210	CAUCA	LÓPEZ DE	EL BARRANCO	-77.308125	2.973873	IPSE	SATELITE
211	CAUCA	LÓPEZ DE	EL BUJIO	-77.525354	2.978888	IPSE	SATELITE
212	CAUCA	LÓPEZ DE	EL CACAO	-77.477101	2.991141	IPSE	SATELITE
213	CAUCA	LÓPEZ DE	EL CHIGUERO	-77.518919	3.12314	IPSE	SATELITE
214	CAUCA	LÓPEZ DE	EL TRAPICHE	-77.55161	3.046334	IPSE	SATELITE
215	CAUCA	LÓPEZ DE	EL TRUENO	-77.41548857	3.2177971	IPSE	GSM
216	CAUCA	LÓPEZ DE	GUAYABAL	-77.497365	3.021943	IPSE	SATELITE
218	CAUCA	LÓPEZ DE	JUAN COBO (SANTANA)	-77.529122	3.03066	DANE	SATELITE
219	CAUCA	LÓPEZ DE	LA BARTOLA	-77.27146	3.138621	IPSE	SATELITE
220	CAUCA	LÓPEZ DE	LA BOTIJA	-77.304434	3.092066	IPSE	SATELITE
221	CAUCA	LÓPEZ DE	LA CAPILLA	-77.585767	3.001863	IPSE	RF1_SATELITE
222	CAUCA	LÓPEZ DE	LA CONCHA - CONCEPCION	-76.967885	3.092257	IPSE	SATELITE
223	CAUCA	LÓPEZ DE	LA ROTURA	-77.536259	2.946626	IPSE	SATELITE
224	CAUCA	LÓPEZ DE	LANA - RIO CHUARE	-77.272787	2.856404	IPSE	SATELITE
225	CAUCA	LÓPEZ DE	LAS PAVAS NAYA	-76.900008	3.09967	IPSE	SATELITE
226	CAUCA	LÓPEZ DE	MARUCHA	-77.338464	3.145547	IPSE	SATELITE
228	CAUCA	LÓPEZ DE	NAICIONA	-77.239346	2.89635	IPSE	SATELITE
229	CAUCA	LÓPEZ DE	NAYITA	-77.24786834	2.8102819	IPSE	GSM,UMTS
231	CAUCA	LÓPEZ DE	PLAYA GRANDE	-77.22939	2.917102	DANE	SATELITE
232	CAUCA	LÓPEZ DE	REDONDITO	-77.432402	3.105598	IPSE	SATELITE
233	CAUCA	LÓPEZ DE	RESGUARDO INDIGENA	-77.54945248	3.06677419	IPSE	SATELITE
234	CAUCA	LÓPEZ DE	RESGUARDO INDIGENA ISLA	-77.55060218	3.05688957	IPSE	RF1_SATELITE
235	CAUCA	LÓPEZ DE	RIO VIEJO	-77.433632	3.137606	IPSE	GSM
236	CAUCA	LÓPEZ DE	ROTURA BAJA	-77.559187	2.949324	IPSE	SATELITE
237	CAUCA	LÓPEZ DE	SAGRADA FAMILIA	-77.369235	3.138766	IPSE	SATELITE
238	CAUCA	LÓPEZ DE	SAN ANDRES	-77.519302	3.047061	IPSE	RF1_SATELITE
240	CAUCA	LÓPEZ DE	SAN BARTOLO	-77.198501	3.137799	IPSE	SATELITE
241	CAUCA	LÓPEZ DE	SAN FERNANDO	-77.470264	3.185763	IPSE	SATELITE
242	CAUCA	LÓPEZ DE	SAN FRANCISCO ADENTRO	-77.16716	3.060724	IPSE	SATELITE
243	CAUCA	LÓPEZ DE	SAN ISIDRO	-77.272484	2.907108	DANE	SATELITE
244	CAUCA	LÓPEZ DE	SAN PEDRO DE NAYA	-77.426426	3.248222	DANE	GSM
245	CAUCA	LÓPEZ DE	SANTA CRUZ DE GOLONDRO	-77.078483	3.097808	IPSE	SATELITE
246	CAUCA	LÓPEZ DE	SANTA CRUZ DE SIGUIN	-77.178171	2.841382	DANE	SATELITE
247	CAUCA	LÓPEZ DE	TAPARAL	-77.02414654	2.97834868	DANE	SATELITE
248	CAUCA	LÓPEZ DE	VEREDA IGUANA	-77.478797	3.049744	IPSE	SATELITE
335	CAUCA	LÓPEZ DE	LA VUELTA INDIGENA -	-77.56877806	3.03744939	IPSE	SATELITE
345	CAUCA	LÓPEZ DE	PLAYA BENDITA	-77.54179337	3.07005025	IPSE	RF1_SATELITE
350	CAUCA	LÓPEZ DE	PUNTA DEL COCO	-77.69582994	2.98081653	IPSE	SATELITE
364	CAUCA	LÓPEZ DE	TACUAMO	-77.59871034	3.01008718	IPSE	SATELITE
1748	CAUCA	LÓPEZ DE	BARRO BLANCO	-77.39173002	2.97122203	IPSE	SATELITE
1749	CAUCA	LÓPEZ DE	EL COBAO	-77.39039817	2.96281766	IPSE	SATELITE
1750	CAUCA	LÓPEZ DE	GUACARI	-77.38144981	2.9578759	IPSE	SATELITE
1751	CAUCA	LÓPEZ DE	LA LAGUNA	-77.3806731	2.95233628	IPSE	RF1_SATELITE
1752	CAUCA	LÓPEZ DE	LA PEÑITA	-77.36243347	2.95506611	IPSE	RF1_SATELITE
1753	CAUCA	LÓPEZ DE	MEREJILDO	-77.36774389	2.95103711	IPSE	RF1_SATELITE
1754	CAUCA	LÓPEZ DE	SAGRADA FAMILIA VALLE	-77.3498685	2.94841465	IPSE	RF1_SATELITE
1755	CAUCA	LÓPEZ DE	SAN PEDRO MEDIO	-77.33480754	2.93317024	IPSE	SATELITE

Departamento del Valle del Cauca

El Departamento de Valle del Cauca cuenta con 79 localidades para implementar conectividad. Todas las localidades pertenecen al Municipio de Buenaventura.

Como se presenta en la siguiente figura la distribución de tecnología Satelital es la más alta ya que para el 91 % de localidades de ZNI requerirían de este medio directo para lograr la conectividad con el resto del país.

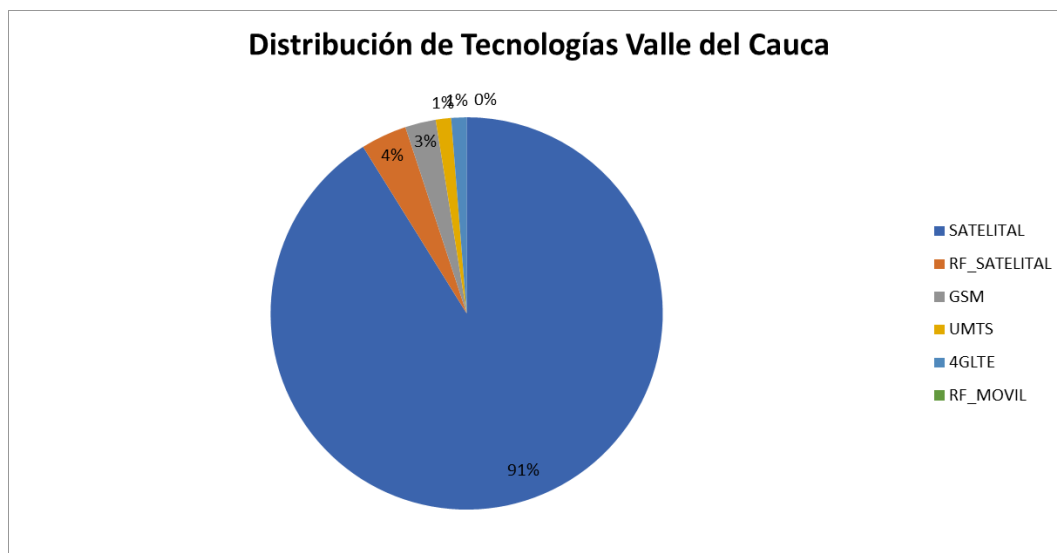


Fig. 3-15: Distribución de Tecnologías en el Departamento de Valle del Cauca.

Apenas el 5 % de la conectividad en este Departamento sería factible a través de tecnologías terrestres aún con la combinación de RF que transportaría la información hasta un concentrador de datos con acceso a red móvil.

Solamente un 4 % de factibilidad de conectividad sería por RF ya que 3 localidades a través de esta tecnología podrían enviar datos a concentradores para transmisión por satélite.

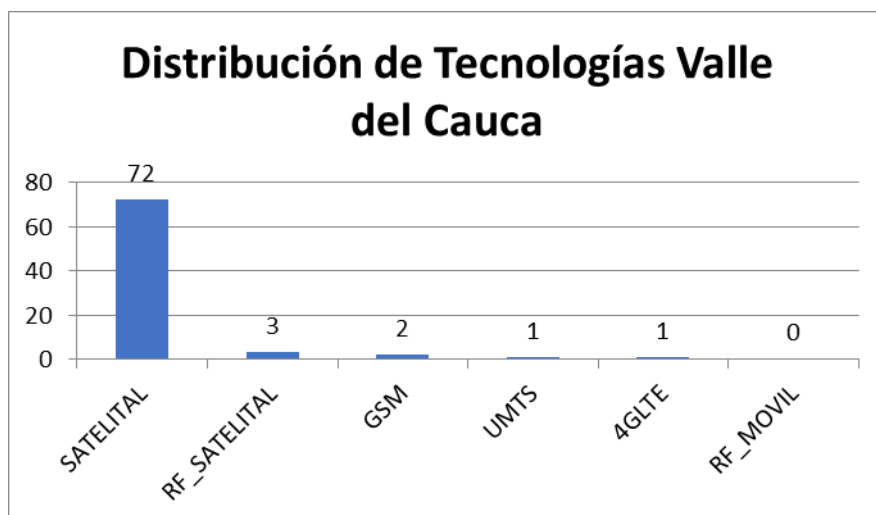


Fig. 3-16: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento de Valle del Cauca.

Tabla 3-17 Tecnologías de Conectividad a Localidades de Valle del Cauca.

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
1528	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SAN PEDRO	-77.442163	3.249253	DANE	GSM
1529	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SANTA CRUZ	-77.395958	3.331376	DANE	SATELITE
1530	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SILVA	-77.208186	3.479796	DANE	SATELITE
1531	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	TIGRE	-77.295464	3.909497	IPSE	GSM, UMTS
1532	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	VENERAL	-77.329637	3.318688	DANE	SATELITE
1641	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	ARAGON CAJAMBRE	-77.359695	3.476879	IPSE	SATELITE
1642	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	BARCO CAJAMBRE	-77.216542	3.276794	DANE	SATELITE
1643	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	C.U. AGUA CLARA	-76.945437	3.672353	DANE	SATELITE
1644	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	CABECERAS RIO SAN JUAN	-77.360292	3.294006	IPSE	SATELITE
1645	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	CALLE HONDA RIO RAPOSO	-77.19275	3.261047	IPSE	SATELITE
1646	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	CHAMAPURRO	-77.164494	4.077262	IPSE	SATELITE
1647	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	CONCEPCION	-76.960112	3.137032	DANE	SATELITE
1648	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	EL BARRANCO	-77.356541	3.366565	DANE	SATELITE
1649	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	EL LLANO	-77.005957	3.73207	DANE	SATELITE
1650	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	GORGOMA ZONA C. RIO CAJAMBRE - GORGONA ZONA C. RIO CAJAMBRE	-77.503114	3.285767	IPSE	SATELITE
1651	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	JOAQUINCITO	-77.406225	3.29846	DANE	SATELITE
1652	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	JUNTAS	-77.110148	3.250079	DANE	SATELITE
1653	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	LA CONTRA - ARCHICAYA	-77.105306	3.335847	DANE	SATELITE
1654	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	LA PLATA	-77.311297	3.276794	DANE	SATELITE
1655	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	MAYORQUIN	-77.190036	3.611378	IPSE	SATELITE
1656	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	PASTICO - RIO NAYA	-77.377217	3.186158	IPSE	GSM
1657	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	PITAL	-77.236111	3.573938	DANE	SATELITE
1658	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	PTO. PIZARIO RIO SAN JUAN	-77.118592	3.329711	IPSE	SATELITE
1660	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	PUERTO VALENCIA	-77.321839	3.395631	IPSE	SATELITE
1661	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	PUNTA BONITA	-77.242633	3.263061	DANE	SATELITE
1662	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	PUNTA SOLDADO	-77.1698505	3.77076984	DANE	SATELITE
1663	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	RESGUARDO DE CHACHAJO	-77.273641	4.186298	IPSE	SATELITE
1664	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	RESGUARDO INDIGENA - PLATINCITO	-77.347244	3.246181	IPSE	SATELITE
1665	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SAN ANTONIO (RIO CAJAMBRE)	-76.978517	3.247314	IPSE	SATELITE
1666	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SAN ANTOÑITO (YURUMANGUI)	-77.2586273	3.26093008	DANE	SATELITE
1668	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SAN FRANCISCO JAVIER	-77.025115	3.663581	DANE	SATELITE
1669	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SAN ISIDRO (CAJAMBRE)	-77.170215	3.434639	DANE	SATELITE
1670	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SAN JOSE DE ANCHICAYA	-77.031792	3.724103	IPSE	SATELITE
1671	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SAN JOSE DE YURUMANGUI	-77.220214	3.189636	IPSE	SATELITE
1672	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SAN PABLO CAJAMBRE	-77.316344	3.340697	IPSE	SATELITE
1685	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	FRAGUA	-77.2290966	3.49260851	DANE	SATELITE
1686	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	LAS PALMAS	-77.1639562	3.73807645	DANE	SATELITE
1697	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	AMAZONAS	-76.9119871	3.56326101	IPSE	SATELITE
1698	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SECADERO	-77.1651614	3.64386764	DANE	SATELITE
1699	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	BELLAVISTA	-77.1465891	3.77507628	IPSE	GSM,UMTS,LTE

Tabla 3-18. Tecnologías de Conectividad a Localidades de Valle del Cauca.

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
1700	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	PAPAYO	-77.1545264	3.42488655	IPSE	SATELITE
1701	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	LA TROJITA	-77.0851199	4.0713037	IPSE	SATELITE
1702	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	BELLO HORIZONTE	-77.1480692	3.71432002	IPSE	SATELITE
1703	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	EL AGUILA	-77.2311814	3.2764647	IPSE	SATELITE
1709	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	EL CACAO	-77.1539612	3.64125094	DANE	SATELITE
1710	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	CALLE LARGA	-77.3130642	3.17329097	DANE	SATELITE
1711	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	LA COMBA	-77.1612752	3.64380401	DANE	SATELITE
1712	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	EL ENCANTO	-77.3256026	3.44967841	DANE	SATELITE
1714	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	CACOLI	-77.0013165	3.62543396	DANE	SATELITE
1715	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	COQUITO	-77.5272005	3.24975547	IPSE	SATELITE
1716	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SAN GERONIMO	-77.2259957	3.28744621	IPSE	SATELITE
1717	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SAN MIGUEL	-77.2667781	3.26842289	IPSE	RF1_SATELITE
1718	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	AUCA	-77.0576625	3.69520152	DANE	SATELITE
1722	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	EL QUESO	-77.1303809	3.43019567	IPSE	RF1_SATELITE
1723	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	GALVEZ	-77.1799081	3.50880222	IPSE	SATELITE
1724	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	UMANES MAR	-77.166691	3.74381612	IPSE	SATELITE
1725	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	LLANITO	-77.1105482	3.4383623	IPSE	SATELITE
1726	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	ORDÓÑEZ	-77.1387834	3.37815319	IPSE	SATELITE
1727	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	PEÑA BLANCA	-77.0022263	3.65908886	IPSE	SATELITE
1728	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	BUIO	-76.9152903	3.58627345	IPSE	SATELITE
1729	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	EL CHORRO	-77.1814081	3.4794375	IPSE	SATELITE
1730	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SAN VICENTE	-77.1920859	3.4659876	IPSE	SATELITE
1731	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SAN JORGE LOBO	-77.0140981	3.53881378	IPSE	SATELITE
1732	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	PAPAYAL 1	-77.1830024	3.63149544	DANE	SATELITE
1733	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	PAPAYAL 2	-77.1798841	3.63462928	DANE	SATELITE
1734	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	PRIMAVERA	-77.2793994	3.27581522	DANE	SATELITE
1735	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	GUAPICITO	-77.232057	3.50314304	IPSE	SATELITE
1736	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	TIMBA	-77.2016604	3.43803166	IPSE	SATELITE
1737	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	BOCA BRACITO	-76.9132273	3.550845	IPSE	SATELITE
1738	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	BRACITO	-76.9324023	3.56636279	DANE	SATELITE
1739	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	BOCA DEL BRAZO	-77.1456603	3.53503037	IPSE	SATELITE
1740	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	EL CALVARIO	-77.0329017	3.4882226	IPSE	RF1_SATELITE
1741	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	SANTA ANA	-77.1238908	3.7407379	IPSE	SATELITE
1742	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	GUAYABAL	-77.2270734	3.43314906	IPSE	SATELITE
1743	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	LA ESPERANZA	-77.1746899	4.17445016	IPSE	SATELITE
1744	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	LA LUCHA	-77.0744398	3.51337236	IPSE	SATELITE
1745	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	ZAPOTAL	-77.0571532	3.6727396	IPSE	SATELITE
1746	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	CAIMITO	-77.0433939	3.73929025	IPSE	SATELITE
1747	VALLE DEL CAUCA	BUENAVENTURA	LA PLAYITA	-77.2447418	3.46020616	IPSE	SATELITE

Departamento de Caquetá.

El Departamento de Caquetá cuenta con 53 localidades para implementar conectividad.

Como se presenta en la siguiente figura para este Departamento ninguna localidad tendría conectividad por RF, siendo la tecnología Satelital la más alta con el 67% de localidades de ZNI que requerirían de este medio para lograr la conectividad con el resto del país.

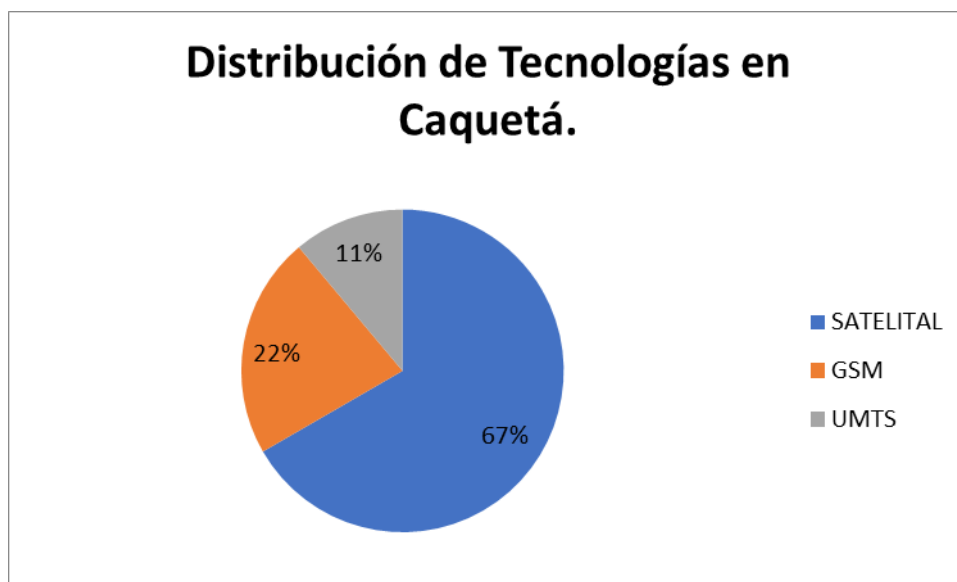


Fig. 3-17: Distribución de Tecnologías en el Departamento de Caquetá.

El 33 % de la conectividad en este Departamento sería factible a través de tecnologías terrestres pero sin necesidad de combinación de RF ya que en los análisis de conectividad entre las localidades no se encontró línea de vista que diera factibilidad para uso de RF. Un 22 % de factibilidad de conectividad sería por GSM y el 11% de localidades a través de GSM/UMTS.

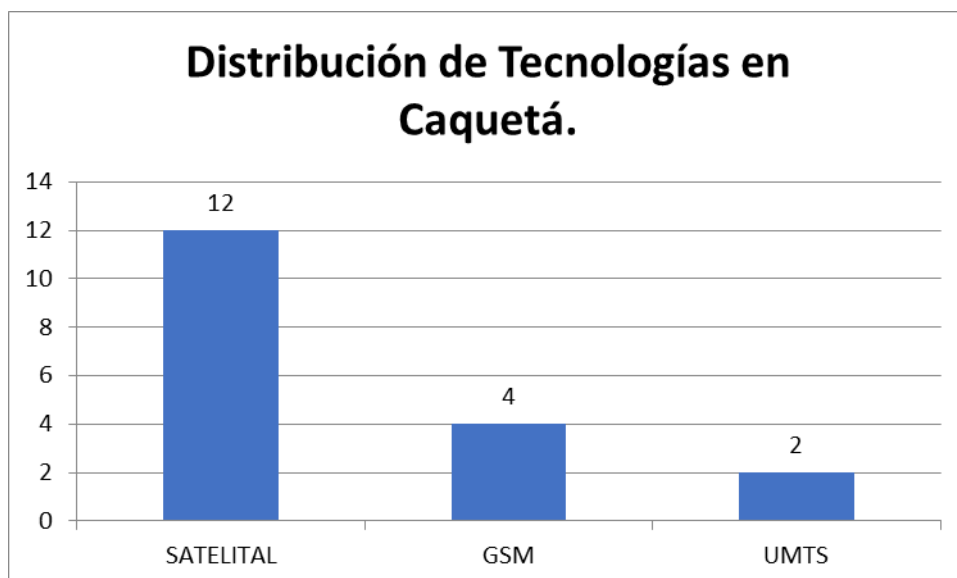


Fig. 3-18: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento de Caquetá.

En este Departamento las 53 localidades están distribuidas en los municipios de: San Vicente del Caguán, Cartagena del Chairá, Curillo, Montañita, Puerto Rico y Solano. Siendo San Vicente del Caguán el municipio que le corresponden mas localidades de ZNI.

San Vicente del Caguán es el municipio de este Departamento que le corresponden más localidades (18). Aproximadamente el 60 % de las 18 localidades de este municipio tienen factibilidad de conectividad por tecnología satelital.

6 localidades (40%) pertenecientes a San Vicente del Caguán se puedan conectar a través de tecnologías terrestres entre GSM y GSM/UMTS.

Cartagena del Chairá es el siguiente municipio de este Departamento que le corresponden más localidades (17). Aproximadamente el 65 % de las 17 localidades de este municipio tienen factibilidad de conectividad por tecnología satelital.

6 localidades (35 %) pertenecientes a San Vicente del Caguán se puedan conectar a través de tecnologías terrestres entre GSM y RF. Siendo 5 localidades ´por GSM y otra por RF.

El tercer Municipio de este Departamento (Solano), sigue una tendencia similar de San Vicente del Caguán y Cartagena del Chairá ya que el 83 % de las 12 localidades de este municipio tendrían conectividad por tecnología satelital.

Apenas 2 localidades pertenecientes a Solano se puedan conectar a través de tecnologías terrestres a través de GSM.

Para las localidades pertenecientes a los otros tres municipios: Curillo, Montañita y Puerto Rico (en total 5 localidades) todas tendrían conectividad solamente por tecnología de Satélite.

Tabla 3-19. Tecnologías de Conectividad a Localidades de Caquetá.

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
38	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	12 DE OCTUBRE	-74.827241	0.915553	IPSE	SATELITE
39	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	ARENOSO	-74.74754	1.451036	IPSE	GSM
40	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	CUMARALES	-74.269232	0.641844	DANE	SATELITE
41	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	EL CAFÉ	-74.308452	0.67594	DANE	SATELITE
42	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	EL GUAMO	-74.302317	0.189425	DANE	SATELITE
43	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	EL VENADO	-74.492224	0.686418	IPSE	GSM
44	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	LAS ANIMAS	-74.562116	0.816968	IPSE	SATELITE
45	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	LOS CRISTALES	-74.746727	0.921835	DANE	GSM
115	CAQUETÁ	SOLANO	PEÑAS BLANCAS	-74.989947	0.456528	DANE	SATELITE
116	CAQUETÁ	SOLANO	PUERO HERICHA	-75.256629	0.906605	IPSE	GSM
117	CAQUETÁ	SOLANO	PUERTO MERCEDES	-73.146343	0.212035	DANE	SATELITE
118	CAQUETÁ	SOLANO	PUERTO TEJADA	-75.065357	0.990939	DANE	SATELITE
257	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	MONSERRATE	-74.401654	0.590065	DANE	RF1 MOVIL
258	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	NAPOLES	-74.170778	0.499948	IPSE	SATELITE
259	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	PALMERAS	-74.889524	1.143963	IPSE	SATELITE
260	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	PEÑAS BLANCAS	-74.684731	0.827522	DANE	GSM
261	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	PORES	-74.772763	1.032588	IPSE	SATELITE
262	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	PUERTO SANTA FE DEL	-74.523125	0.630663	DANE	SATELITE
264	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	SANTO DOMINGO	-74.710532	1.004097	DANE	GSM
265	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	SANTO DOMINGO	-74.11252	0.367645	DANE	SATELITE
266	CAQUETÁ	CARTAGENA DEL CHAIRA	SARDINATA	-74.638236	1.177468	IPSE	SATELITE
267	CAQUETÁ	CURILLO	SALAMINA	-76.016281	1.118179	DANE	SATELITE
268	CAQUETÁ	MONTAÑITA	PUERTO GAITAN	-75.130377	1.246491	DANE	SATELITE
269	CAQUETÁ	MONTAÑITA	SAN ISIDRO	-75.103884	1.202646	DANE	SATELITE
270	CAQUETÁ	PUERTO RICO	CHIPA BAJA	-74.814224	1.61043405	IPSE	GSM
271	CAQUETÁ	PUERTO RICO	EL JORDAN	-74.8722799	1.78876517	IPSE	SATELITE
272	CAQUETÁ	PUERTO RICO	SANTANA RAMOS	-75.115869	2.24004545	DANE	SATELITE
273	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	ALTO PALERMO	-74.717015	2.527698	IPSE	SATELITE
274	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	CIUDAD YARI	-74.309158	1.35771	DANE	SATELITE
275	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	CRISTO REY	-74.804117	2.831739	IPSE	SATELITE
276	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	EL RUBY	-74.803442	1.731351	DANE	GSM
277	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	GIBRALTAR	-74.765106	2.350558	DANE	GSM
279	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	GUAYABAL	-74.882524	2.696387	DANE	SATELITE
280	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	LA CRISTALINA	-74.6030988	1.96526381	DANE	SATELITE
281	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	LA MACHACA	-74.745502	2.096237	IPSE	GSM, UMTS
282	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	LA NOVIA	-74.520358	1.522289	IPSE	SATELITE
283	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	LA SOMBRA	-74.475558	1.773083	DANE	SATELITE
284	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	PLAYA RICA	-74.418478	1.715189	DANE	SATELITE
285	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	PUERTO BETANIA	-74.773308	1.675857	DANE	GSM
286	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	ROVIRA	-74.943714	2.732196	DANE	SATELITE
287	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	SANTA ROSA	-74.783285	1.733944	DANE	GSM
288	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	TRES ESQUINAS	-74.813458	1.867869	DANE	SATELITE
289	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	TRONCALES	-74.929988	2.124853	DANE	GSM, UMTS
290	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	VILLA LOBOS	-74.304429	1.611823	DANE	SATELITE
291	CAQUETÁ	SAN VICENTE DEL CAGUÁN	YAGUARA II	-74.80757	1.772334	DANE	SATELITE
292	CAQUETÁ	SOLANO	ARARACUARA	-72.368448	-0.599244	DANE	GSM
293	CAQUETÁ	SOLANO	COEMANI	-72.359381	0.150537	DANE	SATELITE
294	CAQUETÁ	SOLANO	COROPOYA	-74.968283	0.441131	IPSE	SATELITE
295	CAQUETÁ	SOLANO	DIAMANTE	-75.177708	0.87809	IPSE	SATELITE
296	CAQUETÁ	SOLANO	EL SABALO	-73.314611	-0.498203	IPSE	SATELITE
297	CAQUETÁ	SOLANO	ESTRECHOS	-73.631664	-0.426025	IPSE	SATELITE
298	CAQUETÁ	SOLANO	GERICO CONSAVA	-73.968219	-0.315262	IPSE	SATELITE
299	CAQUETÁ	SOLANO	LA MANA	-73.466535	0.339611	DANE	SATELITE

Departamento de Guainía.

El Departamento de Caquetá cuenta con 76 localidades para implementar conectividad.

Como se presenta en la siguiente figura para este Departamento ninguna localidad tendría conectividad por RF, siendo la tecnología Satelital la más alta con el 89% de localidades de ZNI que requerirían de este medio para lograr la conectividad con el resto del país.

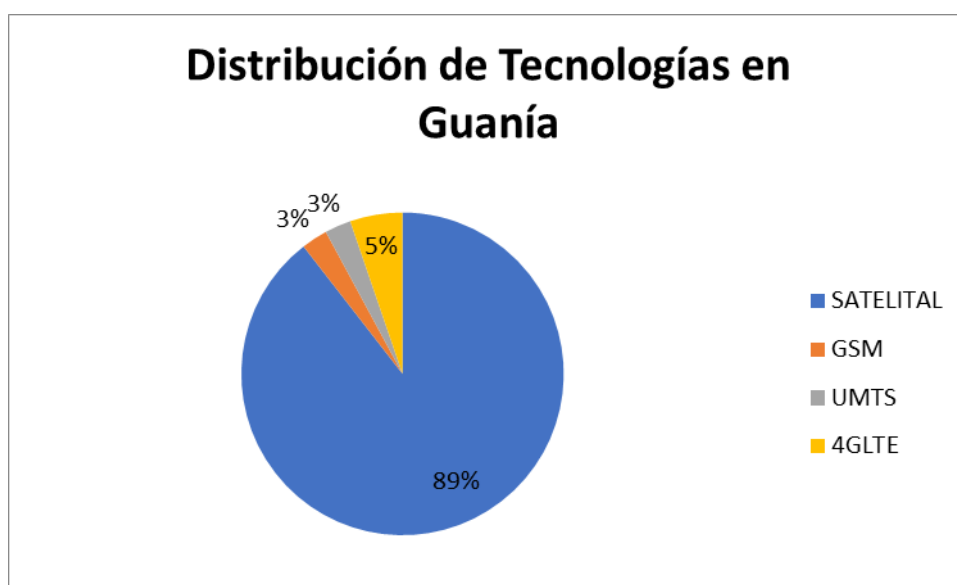


Fig. 3-19: Distribución de Tecnologías en el Departamento de Guainía.

Apenas el 11 % de la conectividad en este Departamento sería factible a través de tecnologías terrestres pero sin necesidad de combinación de RF ya que en los análisis de conectividad entre las localidades no se encontró línea de vista que diera factibilidad para uso de RF. Un 3 % de factibilidad de conectividad sería por GSM, el 3 % de localidades a través de GSM/UMTS y 5 % tendrían conectividad por 4G LTE.

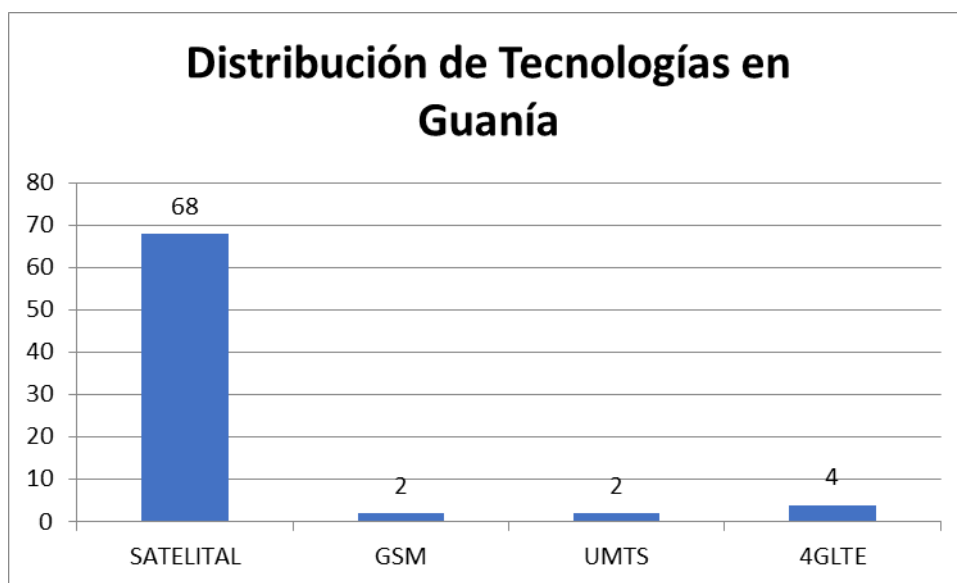


Fig. 3-20: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento de Guainía

En este Departamento las 76 localidades están distribuidas en 9 municipios, siendo Inírida el municipio que le corresponden más localidades de ZNI (76 %).

Aproximadamente el 88 % de las 58 localidades de este municipio tienen factibilidad de conectividad por tecnología satelital.

7 localidades (12%) pertenecientes a Inírida se puedan conectar a través de tecnologías terrestres entre GSM, GSM/UMTS y 4GLTE.

Para las 18 localidades pertenecientes a los otros municipios de este Departamento. Aproximadamente el 95 % de las 18 localidades de este municipio tienen factibilidad de conectividad por tecnología satelital.

Solamente una localidad (5 %) pertenecientes se puede conectar a través de tecnología terrestre de GSM.

Tabla 3-20 Tecnologías de Conectividad a Localidades del municipio de Inírida en Guainía.

No.	DEPARTAME	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
658	GUAINÍA	INÍRIDA	ALMIDON	-67.9563343	3.82481508	IPSE	LTE
659	GUAINÍA	INÍRIDA	BACHACO	-68.3635449	3.55323036	IPSE	SATELITE
660	GUAINÍA	INÍRIDA	BAQUIRO-RIO INIRIDA	-69.1889258	2.77082416	IPSE	SATELITE
661	GUAINÍA	INÍRIDA	BARRANCO PICURE	-68.741514	3.673633	IPSE	SATELITE
662	GUAINÍA	INÍRIDA	BARRANCO TIGRE	-68.464727	3.514337	DANE	SATELITE
663	GUAINÍA	INÍRIDA	BERROCAL	-67.671681	3.696167	IPSE	SATELITE
664	GUAINÍA	INÍRIDA	BUENA VISTA – CAÑO BOCON	-68.5089781	3.44533752	IPSE	SATELITE
665	GUAINÍA	INÍRIDA	CACAHUAL	-67.578631	3.71751285	DANE	SATELITE
666	GUAINÍA	INÍRIDA	CAÑO BONITO-MPIO DE INIRIDA	-67.913255	3.71291294	IPSE	SATELITE
667	GUAINÍA	INÍRIDA	CAÑO COLORADO	-68.600025	3.383056	IPSE	SATELITE
668	GUAINÍA	INÍRIDA	CAÑO RAYA	-67.692841	3.920934	IPSE	SATELITE
947	GUAINÍA	INÍRIDA	CARANACOA RIO INIRIDA	-67.9833339	3.75913257	IPSE	SATELITE
948	GUAINÍA	INÍRIDA	CARRIZAL RIO GUAVIARE	-68.1897031	3.97706225	IPSE	SATELITE
949	GUAINÍA	INÍRIDA	CARTAGENA	-68.304528	3.316406	IPSE	SATELITE
950	GUAINÍA	INÍRIDA	CHAGUITA	-67.653672	3.847327	DANE	SATELITE
951	GUAINÍA	INÍRIDA	CHAQUITA	-67.5775115	3.74034607	IPSE	SATELITE
952	GUAINÍA	INÍRIDA	CHORRO BOCON	-68.49045	3.06716227	IPSE	SATELITE
953	GUAINÍA	INÍRIDA	COAYARE	-67.832707	3.956761	DANE	GSM, UMTS
954	GUAINÍA	INÍRIDA	COCO NUEVO	-67.904823	3.905085	DANE	LTE
955	GUAINÍA	INÍRIDA	DANTA - RIO INIRIDA	-68.7801525	2.96533134	IPSE	SATELITE
956	GUAINÍA	INÍRIDA	DANTO - RIO GUAINIA	-69.347094	2.90515	IPSE	SATELITE
957	GUAINÍA	INÍRIDA	EL EDEN	-67.907859	3.744199	IPSE	SATELITE
958	GUAINÍA	INÍRIDA	EL REMANSO	-67.9533632	3.32332489	IPSE	SATELITE
959	GUAINÍA	INÍRIDA	GUAILLA (PORVENIR - SAN RAFAEL)	-68.479175	3.339111	IPSE	SATELITE
960	GUAINÍA	INÍRIDA	GARZA MORICHAL-RIO INIRIDA	-68.358325	3.443481	IPSE	SATELITE
961	GUAINÍA	INÍRIDA	GUAMAL (CAÑO - COCO)	-67.8603318	3.88514855	IPSE	GSM, UMTS
962	GUAINÍA	INÍRIDA	GUASACAVI	-67.929646	3.353946	IPSE	SATELITE
963	GUAINÍA	INÍRIDA	GUAYABAL	-67.67056	3.85194	IPSE	SATELITE
965	GUAINÍA	INÍRIDA	LA CEIBA	-67.887047	3.645997	IPSE	SATELITE
966	GUAINÍA	INÍRIDA	LA UNION RIO GUAVIARE	-68.940601	2.866699	IPSE	SATELITE
967	GUAINÍA	INÍRIDA	LAGUNA COMARAL ALTO GUAMAL	-68.8274825	3.65734867	IPSE	SATELITE
968	GUAINÍA	INÍRIDA	LAGUNA MATRACA	-69.026164	2.90210079	IPSE	SATELITE
969	GUAINÍA	INÍRIDA	LAGUNA MURE	-68.918628	3.069946	IPSE	SATELITE
970	GUAINÍA	INÍRIDA	LAGUNA NIÑAL	-68.3137285	3.59197086	IPSE	SATELITE
971	GUAINÍA	INÍRIDA	LOMA ALTA RIO INIRIDA	-68.3291327	3.76908117	IPSE	SATELITE
972	GUAINÍA	INÍRIDA	LOMA BAJA	-68.199944	3.74516236	IPSE	SATELITE
973	GUAINÍA	INÍRIDA	MATRACA – RIO INIRIDA	-69.090617	2.89695006	IPSE	SATELITE
975	GUAINÍA	INÍRIDA	MOROCOTO	-68.0292678	3.81554581	IPSE	LTE
976	GUAINÍA	INÍRIDA	PANAPANA	-69.066943	2.965576	IPSE	SATELITE
977	GUAINÍA	INÍRIDA	PATO CORONA	-67.785185	3.141555	IPSE	SATELITE
978	GUAINÍA	INÍRIDA	PIEDRA ALTA	-68.1982506	3.24909918	IPSE	SATELITE
979	GUAINÍA	INÍRIDA	PLAYA BLANCA	-67.656865	3.815311	IPSE	SATELITE
980	GUAINÍA	INÍRIDA	PUERTO CAMANAOS	-68.156836	3.273928	IPSE	SATELITE
981	GUAINÍA	INÍRIDA	PUERTO ESPERANZA-RIO GUAVIARE	-68.7511874	3.78137269	IPSE	SATELITE
982	GUAINÍA	INÍRIDA	RINCON VITINA	-68.249594	3.420775	IPSE	SATELITE
983	GUAINÍA	INÍRIDA	SABANITA	-68.8955128	2.93210486	IPSE	SATELITE
984	GUAINÍA	INÍRIDA	SAN JOSE- RIO GUAINIA	-67.710131	3.811522	IPSE	SATELITE
985	GUAINÍA	INÍRIDA	SANTA RITA	-68.094653	3.569825	IPSE	SATELITE
986	GUAINÍA	INÍRIDA	SARDINA BAGRE	-67.8737911	3.82207641	IPSE	GSM
987	GUAINÍA	INÍRIDA	SEJAL- RIO GUAINIA	-69.039478	2.811768	IPSE	SATELITE
988	GUAINÍA	INÍRIDA	SEJALITO RIO INIRIDA	-68.2225742	3.20999679	IPSE	SATELITE
989	GUAINÍA	INÍRIDA	TABAQUEN	-68.039722	3.965333	IPSE	LTE
990	GUAINÍA	INÍRIDA	TONINA	-68.264942	3.130372	IPSE	SATELITE
991	GUAINÍA	INÍRIDA	VENADO - RIO INIRIDA	-68.0671444	3.28385943	IPSE	SATELITE
992	GUAINÍA	INÍRIDA	YURI	-68.159909	3.647773	DANE	SATELITE
993	GUAINÍA	INÍRIDA	ZAMURO -RIO GUAINIA	-68.2838367	3.17980358	IPSE	SATELITE
994	GUAINÍA	INÍRIDA	ZANCUDO-RIO INIRIDA	-69.331747	2.811036	IPSE	SATELITE
1779	GUAINÍA	INÍRIDA	PALOMA	-67.9861584	3.40323368	IPSE	SATELITE

Tabla 3-21. Tecnologías de Conectividad a Localidades de otros Municipios en Guainía.

No.	DEPARTAME	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
650	GUAINÍA	BARRANCO MINAS	ARRECIFAL	-69.063259	3.623238	DANE	SATELITE
652	GUAINÍA	BARRANCO MINAS	LAGUNA COLORADA ALTA-RIO GUAVIARE	-69.941489	3.404297	IPSE	SATELITE
653	GUAINÍA	BARRANCO MINAS	LAGUNA COLORADA BAJA-RIO GUAVIARE	-69.908531	3.349364	IPSE	SATELITE
654	GUAINÍA	BARRANCO MINAS	PUEBLO NUEVO RIO GUAVIARE	-69.875572	3.426269	IPSE	SATELITE
655	GUAINÍA	BARRANCO MINAS	SAPUARA	-69.590017	3.546969	DANE	SATELITE
656	GUAINÍA	CACAHUAL (COR. DEPARTAM ENTAL)	CACAHUAL	-67.412495	3.526176	DANE	GSM
657	GUAINÍA	CACAHUAL (COR. DEPARTAM ENTAL)	SAN JUAN	-67.50149	3.747378	DANE	SATELITE
808	GUAINÍA	LA GUADALUPE (COR. DEPARTAM ENTAL)	LA GUADALUPE	-66.910921	1.219767	DANE	SATELITE
809	GUAINÍA	MAPIRIPAN A	MAPIRIPANA-RIOGUAVIARE	-70.2815163	2.80792655	DANE	SATELITE
810	GUAINÍA	MAPIRIPAN A	PUERTO ZANCUDO	-70.141312	3.172287	DANE	SATELITE
811	GUAINÍA	MORICHAL (MORICHAL NUEVO)	MORICHAL - GARZA	-69.93451	2.218583	DANE	SATELITE
812	GUAINÍA	PANA PANA (CAMPO ALEGRE)	BOCAS DE YARI	-68.235125	1.76659	DANE	SATELITE
813	GUAINÍA	PANA PANA (CAMPO ALEGRE)	CAMPO ALEGRE-PANAPANA	-68.308031	1.87751	DANE	SATELITE
814	GUAINÍA	PANA PANA (CAMPO ALEGRE)	VENADO ISANA	-69.389336	1.734933	DANE	SATELITE
815	GUAINÍA	PUERTO COLOMBIA (COR. DEPARTAM ENTAL)	PUERTO COLOMBIA	-67.644899	2.69949	DANE	SATELITE
816	GUAINÍA	PUERTO COLOMBIA (COR. DEPARTAM ENTAL)	SEJAL (MAHIMACHI)	-68.128763	2.577511	DANE	SATELITE
817	GUAINÍA	SAN FELIPE (COR. DEPARTAM ENTAL)	SAN FELIPE	-67.07946	1.898578	DANE	SATELITE
974	GUAINÍA	CACAHUAL (COR. DEPARTAM ENTAL)	MEREY	-67.565651	3.648283	IPSE	SATELITE

Departamento de Vaupés

El Departamento de Vaupés cuenta con 47 localidades para implementar conectividad.

Como se presenta en la siguiente figura para este Departamento ninguna localidad tendría conectividad por RF, siendo la tecnología Satelital la más alta con el 90% de localidades de ZNI que requerirían de este medio para lograr la conectividad con el resto del país.

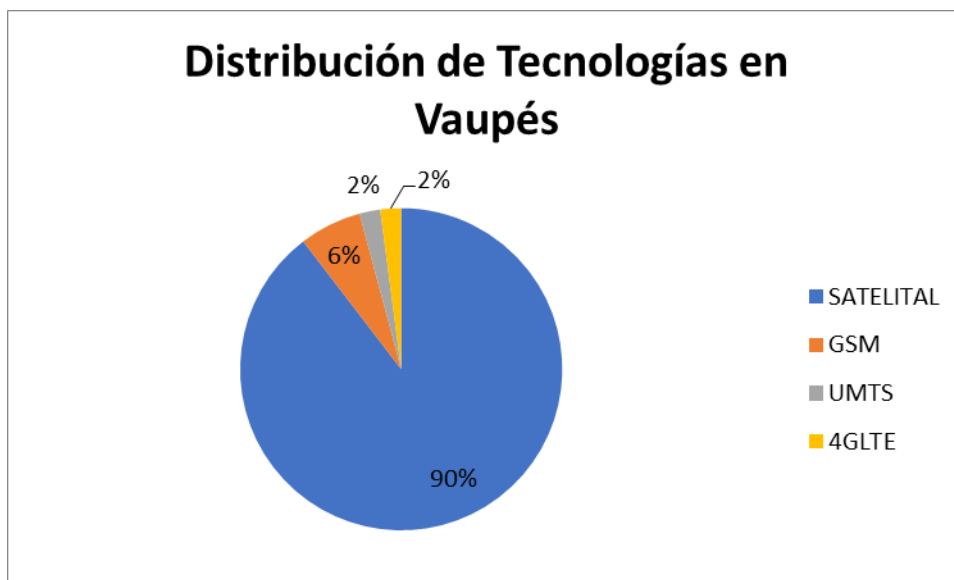


Fig. 3-21: Distribución de Tecnologías en el Departamento de Vaupés.

El 10 % de la conectividad en este Departamento sería factible a través de tecnologías terrestres pero sin necesidad de combinación de RF ya que en los análisis de conectividad entre las localidades no se encontró línea de vista que diera factibilidad para uso de RF. Un 6 % de factibilidad de conectividad sería por GSM y el 4% de localidades a través de GSM/UMTS y LTE.

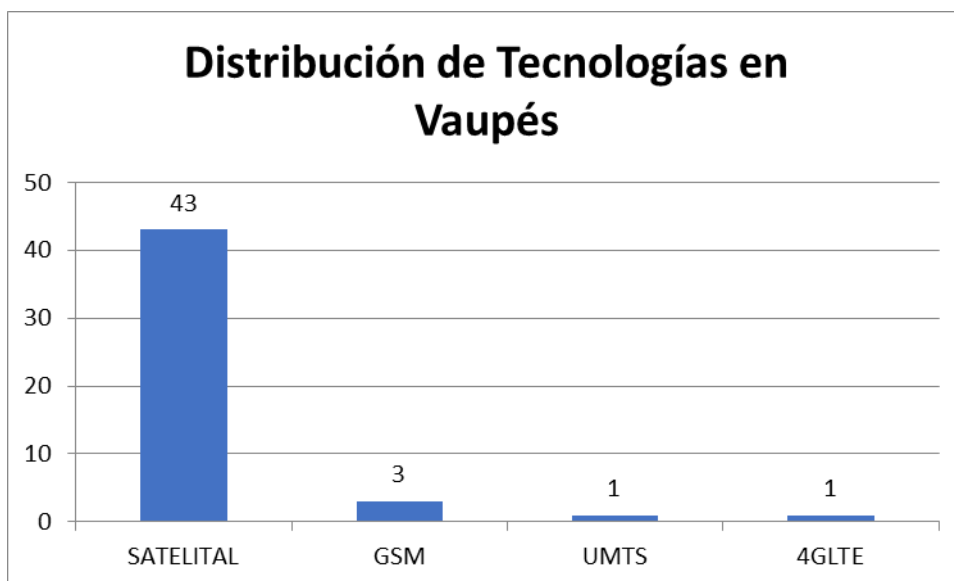


Fig. 3-22: Distribución de Tecnologías en localidades Departamento de Vaupés.

Tabla 3-22. Tecnologías de Conectividad a Localidades de Municipios en Vaupés.

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
1533	VAUPÉS	CARURU	BOCAS DE ARARA	-71.131836	1.093384	IPSE	SATELITE
1535	VAUPÉS	CARURU	COMUNIDAD DE BACATI	-71.488892	1.065918	IPSE	SATELITE
1536	VAUPÉS	CARURU	EL PALMAR	-71.543823	0.956055	IPSE	SATELITE
1537	VAUPÉS	CARURU	LA LIBERTAD	-71.20874	1.038452	IPSE	SATELITE
1538	VAUPÉS	CARURU	NUEVO PORVENIR	-71.394431	1.1521	IPSE	SATELITE
1539	VAUPÉS	CARURU	PUCARON	-71.164795	0.994507	IPSE	SATELITE
1540	VAUPÉS	CARURU	PUERTO ESPERANZA	-71.384521	1.351562	IPSE	SATELITE
1541	VAUPÉS	CARURU	VEREDA DEL CARMEN	-71.32959	1.192261	IPSE	SATELITE
1542	VAUPÉS	CARURU	VISTA HERMOSA	-71.307617	0.890137	IPSE	GSM
1543	VAUPÉS	MITÚ	ACARICUARA	-70.247206	0.682859	DANE	GSM
1544	VAUPÉS	MITÚ	ARARA CUDUYARI	-70.820394	1.305908	IPSE	SATELITE
1545	VAUPÉS	MITÚ	BOCAS DEL YI	-70.342489	1.124633	IPSE	SATELITE
1546	VAUPÉS	MITÚ	BOCAS QUERARI	-70.861835	1.280396	IPSE	SATELITE
1547	VAUPÉS	MITÚ	CAMANAOS	-69.866955	1.653148	DANE	SATELITE
1548	VAUPÉS	MITÚ	CAÑO AZUL	-70.658588	1.296875	IPSE	SATELITE
1549	VAUPÉS	MITÚ	LOS ANGELES	-70.493793	1.329834	IPSE	SATELITE
1550	VAUPÉS	MITÚ	MACUANA	-70.17275	1.465665	IPSE	SATELITE
1551	VAUPÉS	MITÚ	MANDI SAN PABLO	-70.721519	1.047731	DANE	SATELITE
1561	VAUPÉS	MITÚ	MONFORTH	-70.436114	1.195251	IPSE	SATELITE
1562	VAUPÉS	MITÚ	NAMU SAN JOAQUIN	-70.043353	1.24469	IPSE	SATELITE
1563	VAUPÉS	MITÚ	NUPANA QUERARI	-70.238361	1.431446	IPSE	SATELITE
1564	VAUPÉS	MITÚ	PACUATIVA CUDUYARI	-70.466058	1.320223	IPSE	SATELITE
1565	VAUPÉS	MITÚ	PIRACUARA	-70.79942	0.527023	IPSE	SATELITE
1566	VAUPÉS	MITÚ	PIRAMIRI CUDUYARI	-70.639122	1.355347	DANE	SATELITE
1567	VAUPÉS	MITÚ	PUERTO LLERAS QUERARI	-70.565476	1.661693	IPSE	SATELITE
1568	VAUPÉS	MITÚ	PUERTO VAUPES	-70.369956	1.168578	IPSE	GSM,UMTS
1569	VAUPÉS	MITÚ	QUERARI (COMUNIDADES INDIGENAS)	-70.253922	1.208544	DANE	LTE
1570	VAUPÉS	MITÚ	SAN GERARDO DEL PACA	-70.202655	1.093628	IPSE	SATELITE
1571	VAUPÉS	MITÚ	SAN JAVIER CUDUYARI	-70.557981	1.355416	IPSE	SATELITE
1572	VAUPÉS	MITÚ	SAN LUIS DE PACA	-70.633868	1.167786	IPSE	SATELITE
1573	VAUPÉS	MITÚ	SANTA LUCIA QUERARI	-69.881064	1.157592	IPSE	SATELITE
1574	VAUPÉS	MITÚ	SANTA MARIA QUERARI	-69.908531	1.108156	IPSE	SATELITE
1575	VAUPÉS	MITÚ	TAPURUCUARA	-70.062339	1.443236	IPSE	SATELITE
1576	VAUPÉS	MITÚ	TERESITA	-70.47229	1.734146	IPSE	SATELITE
1577	VAUPÉS	MITÚ	TRINIDAD DEL TIQUIE	-70.210656	0.295167	DANE	SATELITE
1578	VAUPÉS	MITÚ	VILLA FATIMA	-70.194451	1.124129	DANE	SATELITE
1579	VAUPÉS	MITÚ	VIRABAZU	-70.880819	1.267456	IPSE	SATELITE
1580	VAUPÉS	MITÚ	WACURABA	-70.122764	0.531372	IPSE	SATELITE
1581	VAUPÉS	MITÚ	WAINAMBI	-70.949725	1.046936	IPSE	SATELITE
1582	VAUPÉS	MITÚ	YACAYACA	-70.573203	1.113647	IPSE	SATELITE
1583	VAUPÉS	MITÚ	YAPU	-70.353478	0.597289	DANE	SATELITE
1584	VAUPÉS	MITÚ	YURUPARI	-69.913582	1.34803	DANE	SATELITE
1585	VAUPÉS	PAPUNAUVA (COR)	MORICHAL	-70.613784	1.91132	DANE	SATELITE
1586	VAUPÉS	TARAIRA	COMUNIDAD DE "BOCAS DEL TARAIRA"	-70.126099	-0.813232	IPSE	SATELITE
1587	VAUPÉS	TARAIRA	COMUNIDAD DE "PUERTO LOPEZ"	-70.021729	-0.563293	IPSE	SATELITE
1588	VAUPÉS	TARAIRA	CURUPIRA	-69.871969	-0.704605	DANE	SATELITE
1590	VAUPÉS	YAVARATE (COR)	PAPURI	-70.007137	0.575277	DANE	SATELITE
1591	VAUPÉS	YAVARATE (COR)	YAVARATE	-69.204517	0.611904	DANE	GSM

Otros Departamentos

Se tiene por último en este análisis, 112 localidades pertenecientes a los Departamentos que no se habían considerado anteriormente: Casanare, Guaviare, Meta, Putumayo y Vichada, de los cuales las localidades pertenecientes se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

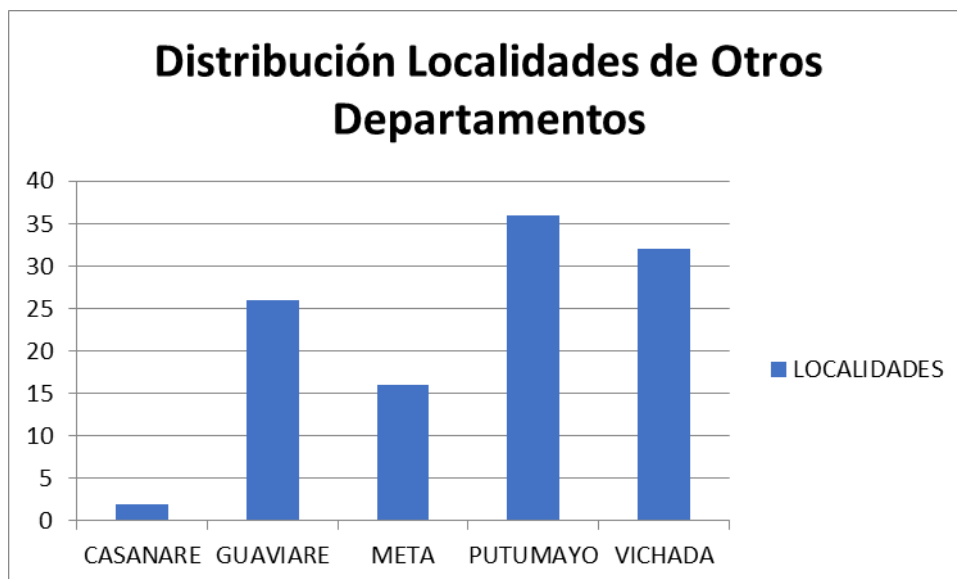


Fig. 3-23: Distribución de Localidades en Departamentos Faltantes.

Como se presenta en la siguiente figura para estos Departamentos 78% de localidades estarían atendidos con tecnología Satelital.

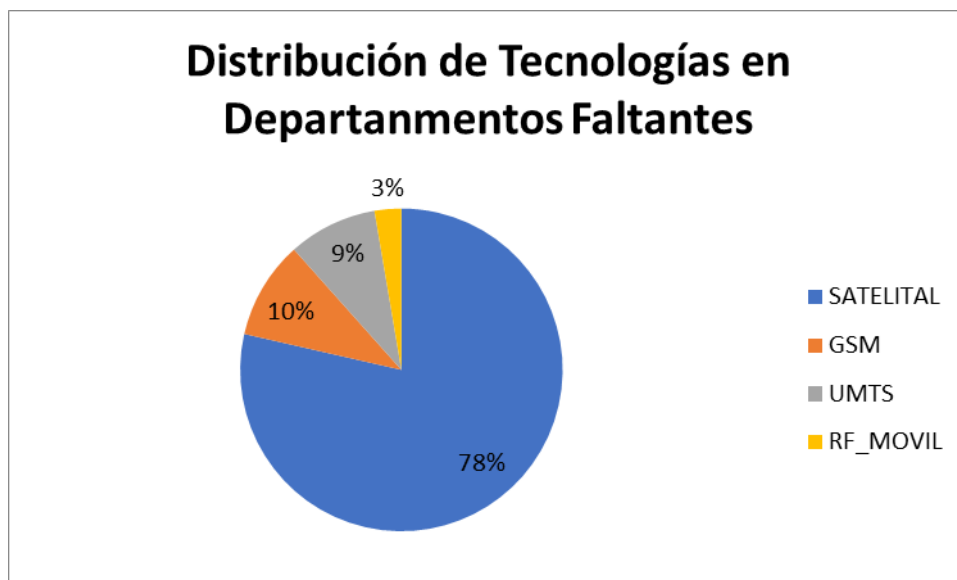


Fig. 3-24: Distribución de Tecnologías en Departamentos faltantes.

El 22 % de la conectividad para las localidades de estos Departamentos sería factible a través de tecnologías terrestres con necesidad de combinación de RF, ya que en los análisis de conectividad entre las localidades se encontró línea de vista que diera factibilidad para uso de RF en un 3%. Un 10 % de factibilidad de conectividad sería por GSM y el 9% de localidades a través de GSM/UMTS.

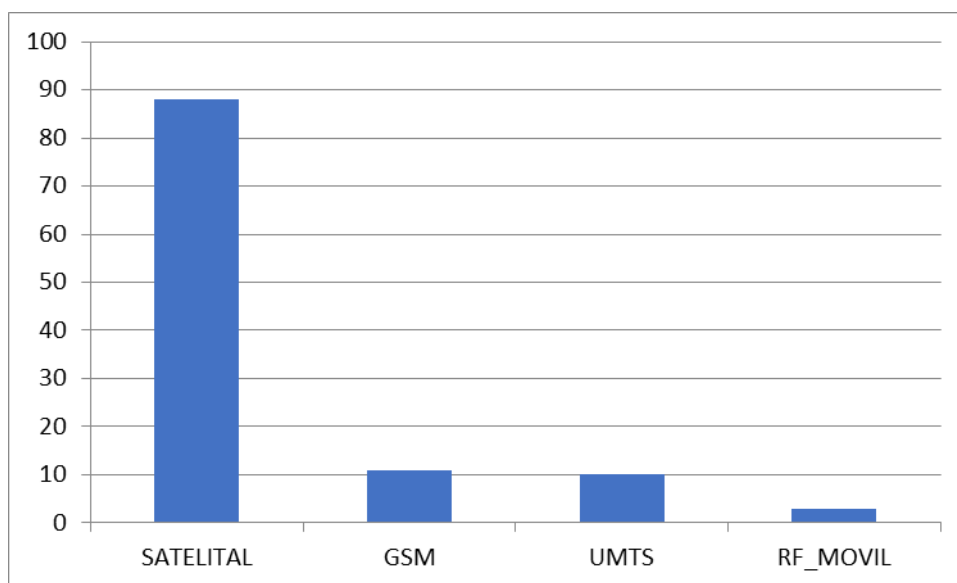


Fig. 3-25: Distribución de Tecnologías en localidades Departamentos Faltantes.

Tabla 3-23. Distribución de Tecnologías para localidades del Putumayo y Vichada.

No.	DEPARTAME	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
1362	PUTUMAYO	PUERTO ASIS	LA ROSA	-76.198488	0.410855	IPSE	RF1_MOVIL
1363	PUTUMAYO	PUERTO ASIS	PIÑUÑA BLANCO	-76.13014	0.403913	IPSE	GSM
1364	PUTUMAYO	PUERTO ASIS	PUERTO BELLO	-76.431967	0.300607	IPSE	SATELITE
1365	PUTUMAYO	PUERTO ASIS	PUERTO COLOMBIA	-76.432589	0.270275	IPSE	SATELITE
1366	PUTUMAYO	PUERTO ASIS	TETEYE	-76.448345	0.604891	IPSE	GSM, UMTS
1367	PUTUMAYO	PUERTO ASIS	VILLA VICTORIA	-76.609162	0.508948	IPSE	GSM
1368	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	EL RECREO	-75.978143	0.985707	DANE	GSM,UMTS
1369	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	ESMERALDA	-76.047341	0.95197	IPSE	SATELITE
1370	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	JOSE MARÍA	-75.892221	0.929666	DANE	GSM,UMTS
1371	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	LA ESTRELLA	-76.230592	0.937006	IPSE	SATELITE
1372	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	LA SEVILLA	-75.988821	0.763907	IPSE	SATELITE
1373	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	LOS GUADUALES	-75.975955	0.974472	IPSE	GSM,UMTS
1374	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	MAYOYOGUE	-75.424533	0.734483	DANE	GSM,UMTS
1375	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	PUREZA	-76.1272934	0.89747112	IPSE	SATELITE
1376	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	SAN MANTIN	-75.9785321	0.94867489	IPSE	GSM,UMTS
1377	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	SAN ROQUE	-75.983341	0.836419	DANE	SATELITE
1378	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	SANTA RITA	-75.580963	0.832853	IPSE	GSM
1379	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	VEREDA BUTUTO	-75.925842	0.857056	IPSE	GSM,UMTS
1380	PUTUMAYO	PUERTO LEGUIZAMO	CECILIA COCHA	-74.957298	-0.164081	IPSE	SATELITE
1381	PUTUMAYO	PUERTO LEGUIZAMO	EL MECAYA	-76.420007	0.925984	DANE	GSM,UMTS
1382	PUTUMAYO	PUERTO LEGUIZAMO	EL REFUGIO	-74.821716	-0.027344	IPSE	SATELITE
1383	PUTUMAYO	PUERTO LEGUIZAMO	LA CONCEPCION	-75.752877	0.043862	IPSE	SATELITE
1384	PUTUMAYO	PUERTO LEGUIZAMO	LA QUEBRADITA	-74.614568	-0.298134	IPSE	SATELITE
1523	PUTUMAYO	ORITO	PORTUGAL	-76.739329	0.7512	IPSE	SATELITE
1524	PUTUMAYO	PUERTO ASIS	BUENA VISTA	-76.219727	0.505493	IPSE	SATELITE
1525	PUTUMAYO	PUERTO ASIS	ESMERALDA	-76.10437	0.579651	IPSE	SATELITE
1526	PUTUMAYO	PUERTO ASIS	LA CARMELA	-76.601341	0.3162	DANE	SATELITE
1527	PUTUMAYO	PUERTO ASIS	LA LIBERTAD	-76.685393	0.569549	DANE	GSM
1630	PUTUMAYO	PUERTO LEGUIZAMO	NUEVA APAYA	-75.383998	-0.042143	DANE	SATELITE
1633	PUTUMAYO	PUERTO LEGUIZAMO	PUERTO NARIÑO	-74.346374	-0.156896	DANE	SATELITE
1635	PUTUMAYO	PUERTO LEGUIZAMO	PUNTALES	-74.427852	-0.469761	IPSE	SATELITE
1636	PUTUMAYO	PUERTO LEGUIZAMO	SENCELLA	-74.448197	-0.452667	DANE	SATELITE
1637	PUTUMAYO	PUERTO LEGUIZAMO	YURILLA	-75.44432	0.494662	IPSE	SATELITE
1638	PUTUMAYO	VILLAGARZÓN	BAJO CORAZON	-76.563845	0.960161	IPSE	SATELITE
1684	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	CHINAYACO	-76.4409549	0.95559432	IPSE	HSPA
1708	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	CEIBA	-75.995039	0.97951285	IPSE	RF1_MOVIL
1592	VICHADA	CUMARIBO	AMANAVEN	-69.100007	3.746218	DANE	SATELITE
1593	VICHADA	CUMARIBO	ASOCORTOMO	-70.021525	4.665214	IPSE	SATELITE
1594	VICHADA	CUMARIBO	CHAPARRAL	-68.884241	4.451961	DANE	SATELITE
1595	VICHADA	CUMARIBO	CHUPAVE	-70.222005	4.067648	DANE	SATELITE
1597	VICHADA	CUMARIBO	EL PROGRESO	-70.578969	4.62816	DANE	SATELITE
1598	VICHADA	CUMARIBO	EL SEJAL	-68.243694	4.000292	IPSE	SATELITE
1599	VICHADA	CUMARIBO	EL TUPARRO	-70.33384	4.393805	DANE	SATELITE
1600	VICHADA	CUMARIBO	EL VIENTO	-71.071415	4.585105	DANE	SATELITE
1601	VICHADA	CUMARIBO	GUANAPE	-71.060212	4.371933	DANE	SATELITE
1602	VICHADA	CUMARIBO	LA CATORCE	-70.156054	3.74731	IPSE	SATELITE
1603	VICHADA	CUMARIBO	PALMARITO	-69.150852	4.633716	DANE	SATELITE
1604	VICHADA	CUMARIBO	PUERTO NARIÑO	-67.865247	4.898393	DANE	SATELITE
1605	VICHADA	CUMARIBO	PUERTO ORIENTE	-70.873723	4.032419	IPSE	SATELITE
1606	VICHADA	CUMARIBO	PUERTO PRINCIPE	-70.588364	3.824006	DANE	GSM
1607	VICHADA	CUMARIBO	SANTA RITA	-68.89841	4.852497	DANE	SATELITE
1608	VICHADA	CUMARIBO	SARRAPIA	-70.581663	3.978971	IPSE	SATELITE
1609	VICHADA	CUMARIBO	TRES MATAS	-70.325759	4.005908	DANE	SATELITE
1610	VICHADA	CUMARIBO	WERIMA - INSPECCION	-70.786387	3.895465	IPSE	SATELITE
1611	VICHADA	LA PRIMAVERA	CAMPOALEGRE	-70.208252	5.549561	IPSE	SATELITE
1612	VICHADA	LA PRIMAVERA	CAMUARA	-69.839379	5.957552	IPSE	SATELITE
1614	VICHADA	LA PRIMAVERA	MARANDUA	-69.382954	5.926537	IPSE	GSM
1615	VICHADA	LA PRIMAVERA	MATIYURE	-69.6953363	5.46995013	DANE	SATELITE
1616	VICHADA	LA PRIMAVERA	NUEVA ANTIOQUIA	-69.377273	6.074398	DANE	GSM
1617	VICHADA	LA PRIMAVERA	SANTA BARBARA DE AGUA VERDE	-69.98321	5.796666	DANE	SATELITE
1618	VICHADA	LA PRIMAVERA	SANTA CECILIA	-70.147973	5.476684	DANE	SATELITE
1619	VICHADA	LA PRIMAVERA	SANTEODORO (LA PASCUA)	-70.231478	5.129193	DANE	GSM
1620	VICHADA	LA PRIMAVERA	VUELTA MALA	-69.681958	5.83495	IPSE	SATELITE
1621	VICHADA	PUERTO CARREÑO	ACEITICO	-68.266189	6.16114	DANE	SATELITE
1623	VICHADA	PUERTO CARREÑO	GARCITAS	-67.643402	5.573024	DANE	SATELITE
1624	VICHADA	PUERTO CARREÑO	LA VENTUROSA	-68.775874	6.115266	DANE	GSM
1626	VICHADA	PUERTO CARREÑO	PUERTO MURILLO	-68.48337	6.170507	DANE	SATELITE
1627	VICHADA	SANTA ROSALIA	GUACACIAS	-71.037407	4.854452	DANE	SATELITE

Tabla 3-24. Distribución de Tecnologías para localidades de los Departamentos de Casanare, Guaviare y Meta.

No.	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	FUENTE CODIGO	TECNOLOGÍAS
119	CASANARE	PAZ DE ARIPORO	BOCAS DE LA HERMOSA	-70.44127	5.534704	DANE	GSM
120	CASANARE	PAZ DE ARIPORO	CENTRO GAITÁN	-71.198985	5.487388	DANE	SATELITE
818	GUAVIARE	MIRAFLORES	BARRANQUILLITA	-71.969319	1.215496	DANE	SATELITE
819	GUAVIARE	MIRAFLORES	BUENOS AIRES	-72.101379	1.455932	DANE	SATELITE
820	GUAVIARE	MIRAFLORES	CAÑO IRIS - PUEBLO NUEVO	-71.989377	1.012703	IPSE	SATELITE
821	GUAVIARE	MIRAFLORES	LAGOS DEL DORADO	-71.96583	1.212614	DANE	SATELITE
822	GUAVIARE	MIRAFLORES	LAS PAVAS CAÑO TIGRE	-72.259578	1.532863	DANE	SATELITE
824	GUAVIARE	MIRAFLORES	PUERTO LAGRIMAS	-72.471559	1.357088	IPSE	SATELITE
825	GUAVIARE	MIRAFLORES	PUERTO NARE	-71.994539	1.2423	DANE	RF1_MOVIL
826	GUAVIARE	MIRAFLORES	PUERTO SANTANDER	-71.593435	1.09223	DANE	SATELITE
827	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	BOQUERON	-71.736621	2.802002	DANE	SATELITE
828	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	CACHICAMO	-73.349971	2.318736	DANE	SATELITE
829	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	CAÑO BLANCO II	-71.429004	2.582275	DANE	SATELITE
856	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	CAÑO BLANCO III	-72.055225	2.560303	IPSE	SATELITE
857	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	CAÑO MACU	-71.165332	2.802002	IPSE	SATELITE
858	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	CERRO AZUL	-71.407031	2.582275	DANE	SATELITE
859	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	CHARRAS	-71.525035	2.790678	DANE	SATELITE
860	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	CHARRASQUERA	-71.00603	2.736084	IPSE	SATELITE
861	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	EL MORRO	-70.912646	2.741577	DANE	SATELITE
862	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	FLORIDA II	-72.693242	2.58363	IPSE	SATELITE
863	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	GUANAPALO	-70.912646	2.730591	IPSE	SATELITE
864	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	LA CARPA	-72.931989	2.464785	DANE	SATELITE
865	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	PUERTO NUEVO	-73.159274	2.357379	DANE	SATELITE
866	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	PUERTO OSPINA	-72.894381	2.560845	DANE	SATELITE
867	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	RESBALON SAN FRANCISCO	-72.456446	2.577971	IPSE	SATELITE
868	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	SABANAS DE LA FUGA	-72.289501	2.756203	DANE	SATELITE
869	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	SAN LUIS DE LOS AIRES	-70.890674	2.43396	IPSE	SATELITE
870	GUAVIARE	SAN JOSÉ DEL GUAVIARE	TOMACHIPAN	-71.769384	2.27704	DANE	SATELITE
874	META	LA MACARENA	EL RUBI - ASOUSEER	-74.654987	2.339748	DANE	SATELITE
875	META	LA MACARENA	LA CATALINA	-73.512897	2.374921	DANE	SATELITE
876	META	LA MACARENA	LA TUNIA	-74.076469	1.722017	DANE	SATELITE
877	META	LA MACARENA	RECRO - AUSER	-73.996817	2.177947	IPSE	SATELITE
878	META	MAPIRIPAN	GUACAMAYAS	-72.851411	3.171226	DANE	GSM
879	META	MAPIRIPAN	LA COOPERATIVA	-72.563831	3.253964	DANE	SATELITE
881	META	MAPIRIPAN	MIELON	-72.4345883	2.75317241	DANE	SATELITE
883	META	MAPIRIPAN	PUERTO SIARE	-71.832805	3.13784	DANE	SATELITE
884	META	MAPIRIPAN	RINCON DEL INDIÓ - BUENOS AIRES	-72.587372	3.299234	DANE	SATELITE
885	META	MAPIRIPAN	SARDINATA	-72.641447	2.967125	IPSE	SATELITE
886	META	PUERTO LLERAS	RINCON DE LOS VIEJITOS VEREDA	-73.378836	3.169464	IPSE	SATELITE
887	META	PUERTO RICO	PUERTO CHISPAS	-73.00782	2.799338	DANE	SATELITE
888	META	VISTA HERMOSA	LA COOPERATIVA	-73.877454	2.60796	IPSE	SATELITE
889	META	VISTA HERMOSA	LAS PALMERAS	-73.50089	2.956581	DANE	SATELITE
890	META	VISTA HERMOSA	NUEVA COLOMBIA	-73.534155	3.112262	IPSE	SATELITE
891	META	VISTA HERMOSA	PUERTO ALONSO	-73.663225	3.133552	IPSE	GSM, UMTS

3.1.3 Resumen de Conectividad

Como se presenta en la siguiente tabla resumen, los departamentos de Chocó y Nariño presentan grandes opciones de implementación de conectividad para Telemetría a través de tecnologías Móviles y de RF.

Tabla 3-25. Cuadro Resumen de Tecnologías para implementar en Localidades según Departamento (localidades sin Telemetría).

DEPARTAMENTO	GSM	GSM/UMTS	LTE	RF_MOVIL	SATELITE	RF_SATELITE	RUTA ALTERNA
AMAZONAS	17	3	0	1	34	0	7
ANTIOQUIA	12	0	0	5	23	0	5
BOLÍVAR	0	0	0	0	0	0	0
CAQUETÁ	12	2	0	0	38	0	4
CASANARE	1	0	0	0	1	0	0
CAUCA	6	8	0	8	138	14	4
CHOCÓ	111	8	5	64	277	17	79
GUAINÍA	2	2	4	0	68	0	1
GUAVIARE	0	0	0	0	25	0	0
LA GUAJIRA	0	0	0	0	0	0	0
MAGDALENA	0	0	0	0	0	0	0
META	1	1	0	0	14	0	0
NARIÑO	76	77	0	116	283	30	101
PUTUMAYO	4	9	0	2	19	0	0
SAN ANDRÉS y PROVIDENCIA	0	0	0	0	0	0	0
VALLE DEL CAUCA	2	1	1	0	72	3	0
VAUPÉS	3	1	1	0	43	0	0
VICHADA	5	0	0	0	27	0	0
TOTALES	252	112	11	196	1062	64	201

Combinando tecnologías de RF y Conectividad hacia Redes móviles sería posible a su vez proporcionar redundancia para un total estimado de 201 localidades.

La redundancia o rutas alternas se refieren a que las mallas que se puedan formar en RF tendrían por lo menos dos puntos de conectividad hacia red móvil. De tal forma que si falla el enlace móvil en una localidad esta tendría opción a través de enlace RF tener conectividad a través de otra localidad.

Se realizaron análisis de cobertura respecto a las cabeceras municipales donde se encuentran los Nodos del proyecto de la Red Nacional de Fibra óptica, y se encontraron que solamente 6 localidades de ZNI tendrían línea de vista, pero todas estas localidades a su vez tendrían conectividad por Red móvil. En este caso se considera que lo más adecuado es que la conectividad se realice por tecnología móvil.

Tabla 3-26. Localidades con cobertura Móvil y Red de Fibra óptica Nacional.

ID	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	TECNOLOGÍA MOVIL
751	CHOCÓ	QUIBDÓ	ALTAGRACIA	LTE
762	CHOCÓ	QUIBDÓ	GUARANDO	LTE
1063	NARIÑO	EL CHARCO	TUMAQUITO EL MERO	GSM, UMTS
1376	PUTUMAYO	PUERTO GUZMÁN	SAN MANTIN	GSM, UMTS
1516	NARIÑO	TUMACO	TIESTERIA	GSM
1520	NARIÑO	TUMACO	VUELTAS DE LAS PALMAS	GSM

3.1.4 Matriz de Conectividad

Esta matriz de conectividad corresponde a un archivo en Excel anexo en medio digital al presente informe, el cual relaciona la tecnología de conectividad más apropiada para cada localidad y las en cuales se podría conectar con tecnología de RF.

4. Priorización de alternativas

La utilización de sistemas LEO con satélites en órbitas NGE0 se está convirtiendo en una gran alternativa para aplicaciones de IoT y soluciones de telemetría. Teniendo en cuenta que lo que se busca es proporcionar una solución de conectividad a un sistema que requiere transmitir paquetes de datos por el orden de 20 KB/Sitio en forma intermitente (por ejemplo cada 15 minutos), esta tecnología sería una gran alternativa a la que ya está siendo utilizada por el CNM el cual se está basando solamente en sistemas VSAT.

Los análisis preliminares indican que al menos desde el punto de vista de CAPEX se obtendrían bastantes ahorros al realizar las implementaciones de conectividad en sitios que no tendrían cobertura móvil (2G, 3G o 4G) al utilizar conectividad satelital pero con tecnologías de satélites NGE0.

Iridium²⁹ es una red de satélites NGE0 que permite la transmisión de información desde cualquier punto de la Tierra. Iridium tiene 66 satélites en órbita alrededor de la Tierra, lo que permite la cobertura en cualquier lugar de la Tierra las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Los datos enviados a través de Iridium pueden llegar a un Centro de Gestión, a través de un servicio WEB o por correo electrónico.

A continuación se presenta la tabla resumen que compara las tecnologías que aplicarían al proyecto de conectividad con ZNI, partiendo de la premisa que es aplicado a sistemas de telemetría que normalmente requieren bajos volúmenes de datos.

Las tecnologías de las redes móviles utilizadas en Colombia adicional a lo de satélites NGE0 también son una gran alternativa para los sitios que tengan cubrimiento sea de tipo GSM/GPRS, UMTS o 4GLTE. El costo de servicio de datos a través de operadores móviles depende normalmente del volumen de datos. Por ejemplo un plan de datos por un consumo hasta de 1 GB/Mes en Colombia puede tener un costo aproximado de \$20,000 mensual sin importar la tecnología.

Las ventajas que tendría un acceso a través de UMTS o 4GLTE respecto a GPRS sería que se podrá transmitir adicionalmente video HD, eso sí afectando los costos del servicio por mes, el cual en todo caso podría controlarse³⁰.

Con todas las tecnologías analizadas habría forma de utilizar servicios de mensajes de texto SMS, aunque este es un servicio que se presta directamente por las redes GSM.

Las tecnologías de RF que como se mostró anteriormente permitiría alcances hasta de 30 Km para sitios con línea de vista se podrían aprovechar con el fin de conectar varios sitios a un punto concentrador de datos o gateway con salida satelital y/o Móvil.

La experiencia internacional ha mostrado que protocolos para IoT (como lo es MQTT³¹), se pueden utilizar para para control de consumo y monitoreo de energía eléctrica. Esto corresponde a un proceso que no es de alta criticidad en el que inclusive se pueden permitir elevadas latencias para los casos por ejemplo que la conectividad sea a través de GPRS y la localidad de la ZNI solamente permita baja velocidad. De igual forma para el caso de algunos receptores de Iridium se han

²⁹ <https://www.iridium.com/>

³⁰ Mediante mediciones realizadas por el consultor con conectividad 4G a un sistema de cámaras de seguridad desde un dispositivo androide el consumo de datos, en solamente 5 minutos fue de aproximadamente 100 MB.

³¹ MQTT significa MQ Telemetry Transport. Es un protocolo de mensajería de publicación / suscripción, extremadamente simple y liviano, diseñado para dispositivos restringidos y redes de bajo ancho de banda, alta latencia o poco confiables.

encontrado latencias por el orden de 45 segundos para transmitir paquetes de datos M2M³².

Cualquier conectividad IP que se tienen en 4GLTE, VSAT satelital GEO, Transceptores NGE0, permiten protocolos M2M o MQTT. Aún para el caso de tecnologías con GPRS/EDGE o UMTS se permite el manejo de estos protocolos.

Otra consideración muy importante es lo correspondiente a la escalabilidad y flexibilidad que tengan las tecnologías para adicionar sensores o puntos de monitoreo, sin que tener que efectuar grandes cambios en la arquitectura de Red.

Tabla 4-1. Lista priorizada de Tecnologías de Conectividad para ZNI en Colombia.

Tecnología		Servicios y Protocolos Soportados	Velocidad Datos Típicas	Escalabilidad	Costos Típicos
1. Móvil	GSM /GPRS	SMS /M2M/MQTT	250 Kbps Alta Latencia. (varios segundos)	NO	Menor de US \$500. Puede requerir Hardware adicional de bajo costo como Arduino. Existen Gateway que integran ZigBee.
	UMTS	/M2M/MQTT	1 – 2 Mbps Baja latencia	NO	
	4G LTE	/IP/M2M/MQTT	10 Mbps Baja latencia.	NO	
2.RF	ZigBee	802.15.4	150 Kbps	NO	Menor de US \$500. Puede requerir Hardware adicional de bajo costo como Arduino. Existen Gateway que integran interfaces para redes Móviles.
	LoRa	Seguridad basado en 802.15.4g	150 Kbps	NO	
3. Satélites GEO	Banda Ku	/IP/M2M/MQTT	1 – 2 Mbps Latencia menor a un seg.	Alta	Alto mayor de US \$ 1200. Costo de ancho de Banda alto para el Hub.
	Banda Ka	/IP/M2M/MQTT	1 – 2 Mbps Latencia menor a un seg.	Muy Alta	
4. Satélites NGE0	Banda L	M2M/MQTT	150 Kbps Alta latencia. (Varios segundos).	NO	Menor de US \$500. Puede requerir hardware adicional de bajo costo como Arduino. Costo mensual de servicio alto, pero manejable según consumo.

En temas de escabilidad las tecnologías de RF como el zigbee permitirían fácilmente adicionar puntos de monitoreo, con solamente efectuar cambios en software.

³² http://www.satcomglobal.com/_assets/media/editor/Iridum%20M2M%20IoT%20Comparison.pdf.

5. Conclusiones

Actualmente en el mercado existen múltiples soluciones de medición que pueden satisfacer todos los requisitos propuestos de medición en las ZNI, por lo que no se considera que existan impedimentos tecnológicos para implementar el esquema de vigilancia. Los criterios de selección del medidor deberán ser la facilidad que brinde en telecomunicaciones, la precisión de la medición y el costo.

Por otro lado, es posible que se requiera la instalación de un dispositivo programable en medio del equipo de medición y el modem de telecomunicaciones, que sirva para almacenar los datos del medidor y controlar el envío de información. De este modo, se optimizará el procesamiento de datos y se reducirá el uso de canales de telecomunicaciones porque únicamente se transmitirán los datos que se requieran para la vigilancia, con una periodicidad baja (una o dos veces al día).

En cuanto a las tecnologías de telecomunicaciones, como se mostró anteriormente, en la medida de lo posible se deben utilizar las redes móviles: GSM/GPRS, UMTS, LTE. Esto debido a sus bajos costos tanto en instalación como en operación.

Sin embargo, según la matriz de conectividad de las localidades, la mayoría está cubierta únicamente por redes satelitales. En estas, la elección de la banda de operación dependerá de los costos de operación ofrecidos por los operadores.

Es importante destacar que según la topología de red planteada se propone la instalación de un nodo coordinador o concentrador de datos que establezca comunicación con nodos enrutadores mediante tecnologías de radio frecuencia. De este modo se reduce la necesidad de instalación de conexiones satelitales y por lo tanto el costo.

En este planteamiento se piensa aprovechar la infraestructura de postes de distribución en las ZNI para ubicar las antenas de comunicaciones en puntos altos, de forma tal que exista línea de vista entre los nodos de comunicaciones de RF y se puedan cubrir distancias importantes.

Dado que el objetivo está enfocado a la vigilancia de la generación de las plantas diesel, la instalación de los medidores se hará en cercanías a estas máquinas. En este contexto, es posible que exista una comunicación alámbrica utilizando la interfaz Ethernet de los medidores hasta el nodo de comunicaciones ubicado en el poste o en partes altas.

Bibliografía

- Comisión de Regulación de Energía y Gas. CREG 091 de 2007 (2007). Colombia.
- Comisión de Regulación de Energía y Gas. CREG 038 de 2014 (2014). Colombia.
- Arduino. (2018). What is Arduino? Retrieved November 29, 2018, from <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- ICONTEC. (2013). *NTC 2205. Transformadores para instrumentos. requisitos adicionales para transformadores de corriente*. Bogotá.
- ICONTEC. (2003). *NTC 4052. EQUIPOS DE MEDICION DE ENERGIA ELECTRICA -C.A.-. REQUISITOS PARTICULARES. MEDIDORES ESTATICOS DE ENERGIA ACTIVA -CLASES 1 Y 2*. Bogotá.
- ICONTEC. (2003). *NTC 2147. EQUIPOS DE MEDICION DE ENERGIA ELECTRICA -C.A.-. REQUISITOS PARTICULARES. MEDIDORES ESTATICOS DE ENERGIA ACTIVA -CLASES 0,2 S Y 0,5S*. Bogotá.
- Raspberry Pi foundation. (2018). What is a Raspberry Pi? Retrieved November 29, 2018, from <https://www.raspberrypi.org/about/>
- INTEL. (2018). INTEL FPGAs Resource Center. Retrieved November 29, 2018, from <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/>
- IEEE Std. 802.15.4 Enabling Pervasive Wireless Sensor Networks. Dr. José a. Gutierrez. Technology Manager. Embedded System and Communications Group. Innovation Center. 2005.
- Iridium. Iridium IoT Comparison. 29th November 2017. http://www.satcomglobal.com/_assets/media/editor/Iridium%20M2M%20IoT%20Comparison.pdf
- LoRaWAN 1.0.3 Regional Parameters. LoRa Alliance Technical Committee Regional Parameters Workgroup. July 2018.
- 5GAméricas. GSM: Global System for Mobile Communications. <http://www.5gamericas.org/en/resources/technology-education/gsm/>
- Long Term Evolution for Machines: LTE-M. <https://www.gsma.com/iot/>
- LoRa Technology: Ecosystem, Applications and Benefits. Published by Mobile World Live. 2017.
- LoRa Alliance Wide Area Networks for IoT. LoRa Alliance.org. <https://lora-alliance.org/Contact/RequestSpecificationForm.aspx>.
- ZigBee and Wireless Radio Frequency Coexistence. Junio 2007.