

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA  
PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

ANEXOS



EDISON EMIR BRAVO LIZCANO  
CARLOS FERNANDO MUÑOZ BETANCOURTH

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL  
INGENIERIA EN AUTOMATICA INDUSTRIAL  
POPAYÁN, OCTUBRE 2013

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA  
PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

ANEXOS

EDISON EMIR BRAVO LIZCANO  
CARLOS FERNANDO MUÑOZ BETANCOURTH

Documento final de trabajo de grado para optar al título de  
Ingeniero en Automática Industrial

Director  
Mg. Juan Fernando Flórez Marulanda

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL  
INGENIERIA EN AUTOMATICA INDUSTRIAL  
POPAYÁN, OCTUBRE 2013

## TABLA DE CONTENIDO

Pág.

<b>ANEXO 1: COMPONENTES DE LA TECNOLOGÍA AMI</b> .....	1
<b>1. COMPONENTES DE CAMPO</b> .....	1
1.1. Respecto al medidor Inteligente (medida individualizada).....	1
1.2. Respecto al Concentrador de Datos (medida concentrada) .....	4
<b>2. COMPONENTES DE COMUNICACIONES</b> .....	5
2.1. PLC (Power Line Communications).....	7
2.2. BPL (Broadband over Power Line). .....	10
2.3. RF (Radiofrecuencia).....	11
2.4. Redes Wireless de corto alcance. ....	12
2.5. GPRS/ GSM. ....	13
2.6. Fibra óptica. ....	14
2.7. Otras wireless WAN.....	14
<b>3. COMPONENTES BACK OFFICE</b> .....	15
3.1. Sistema de gestión empresarial.....	15
<b>4. SEGURIDAD</b> .....	15
<b>ANEXO 2: LISTADO DE CONSIDERACIONES IN SITU</b> .....	17
<b>ANEXO 3: LISTADO DE CONSIDERACIONES, NORMATIVIDAD Y POLÍTICAS DEL OR</b> .....	24
<b>ANEXO 4: DETALLE DE CRITERIOS SELECCIONADOS SEGÚN MATRIZ DE RELACIONES</b> .....	29
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	35

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Medida individualizada en un sistema AMI .....	2
Figura 2. Medida centralizada en un sistema AMI .....	4
Figura 3. Diferentes tecnologías de comunicación en sistemas AMI .....	6
Figura 4. Comparación PLC, Coste vs Velocidad de acceso.....	9

## LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Principales fabricantes de medidores inteligentes para AMI.....	1
Tabla 2. Empresas desarrolladoras de tecnologías de comunicaciones AMI .....	7
Tabla 3. Nombre genérico de comunicaciones sobre red eléctrica en MT y BT .....	8
Tabla 4. Diferencia entre PLC y BPL .....	11
Tabla 5. Bandas de espectro de Radiofrecuencia .....	11
Tabla 6. Diferencia entre ZigBee y otras tecnologías Wireless de corto alcance ..	12

## ANEXO 1: COMPONENTES DE LA TECNOLOGÍA AMI

Este anexo desarrolla los diferentes elementos de la tecnología AMI, los cuales están organizados en cuatro componentes: de campo, de comunicaciones, Back office y seguridad.

### 1. COMPONENTES DE CAMPO

#### 1.1. Respecto al medidor Inteligente (medida individualizada)

Estos dispositivos son una parte importante a tomar en cuenta dentro del proyecto debido a la gran cantidad de medidores a instalar, lo cual económicamente representa una fuerte inversión. El medidor inteligente o módulo de medición es un medidor de avanzada (generalmente un medidor eléctrico) estructurado en tres (3) elementos principales como son el sistema de medida, la memoria y el dispositivo de información principal. De esta forma se registra el consumo del usuario en intervalos de una hora o menos y transmite estos datos al concentrador de datos al menos una vez por día a través de una red de comunicaciones.

En la tabla 1 se muestran los fabricantes de medidores inteligentes para AMI más destacados a nivel global.

**Tabla 1.** Principales fabricantes de medidores inteligentes para AMI

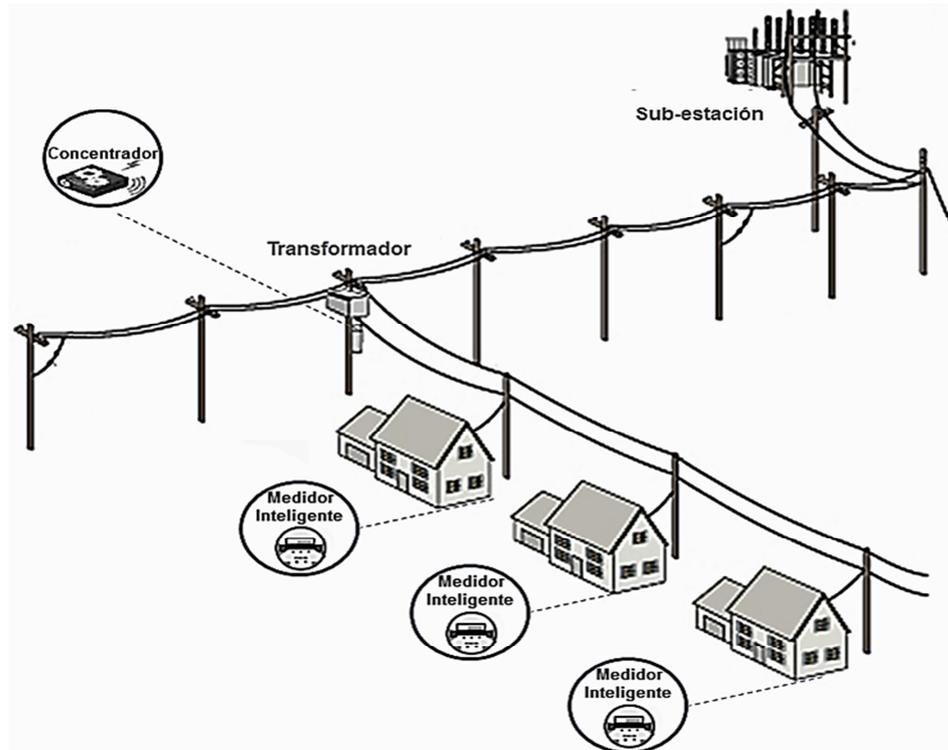
Fabricante	País	Productos y Servicios
ZIV	España	Medidores inteligentes de energía eléctrica, con medida de calidad de servicio.
Siemens Energy	Alemania	Especializado en sistemas eléctricos de automatización, medidores inteligentes, AMI.
Landis+Gyr	Suiza	Medición de electricidad, con posicionado en telegestión y medidores inteligentes.
Itron, Actaris	EEUU	Es un proveedor de tecnologías energéticas.
Iskraemeco	Eslovenia	Proveedor mundial de los dispositivos y sistemas de medición de energía eléctrica, registro y facturación.
GE Energy	EEUU	Medidores inteligentes de electricidad, agua y gas. AMR.
ElsterGroup	Luxemburgo	Proveedor de equipos para control de red y software. Desarrollo de soluciones de medición inteligente. Proveedor mundial de productos avanzados de medición y soluciones inteligentes de medición.
Echelon	EEUU	Network Energy Services (NES). Medidores Inteligentes. Agente certificador de ANSI y IEC para medidores inteligentes.
Circuitor	España	Diseño y fabricación de equipos para la eficiencia energética eléctrica, protección eléctrica industrial, medida y control de la energía eléctrica.

**Fuente.** Propia, Julio 2013.

## DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

En la figura 1 se representa la ubicación del medidor inteligente dentro de un sistema AMI.

**Figura 1.** Medida individualizada en un sistema AMI



**Fuente.** Adaptada de [1], [2]

Estos medidores deben disponer de características necesarias para cumplir las funcionalidades que se desean habilitar y los nuevos servicios que se planean ofrecer. En general los medidores inteligentes deben realizar las siguientes funciones [3], [4]:

- El control y registro de la demanda.
- Medición bidireccional del flujo de energía (recepción y entrega).
- El registro de hechos relevantes de energía, por ejemplo, cortes de energía.
- Opción de conexión / desconexión remota de medidores.
- Capacidad de auto detectar y reparar problemas de interrupciones para garantizar la disponibilidad del servicio.
- Medición y reporte de eventos, parámetros de calidad de energía (armónicos, interrupciones, tensión mínima / máxima, perfiles de carga) con la capacidad de monitoreo en tiempo real.

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

- Optimizar la integración con MDMS y con otros sistemas de gestión con enlaces de interoperabilidad a la contabilidad, facturación, reportes, gestión de interrupciones y otras aplicaciones.
- Soporta la comunicación bidireccional vía RF (Radio Frecuencia) en el rango de 900 MHz y/o a través de la comunicación mediante el Cable Eléctrico PLC (Power Line Communications).
- Soporta comunicación basada en el protocolo IP.
- Detecta y notifica eventos en la red para verificar su estado como las interrupciones del servicio y su restauración.
- Soporta la recolección de información de manera programada o cuando se solicite.
- Dispone de seguridad robusta y cifrada para cumplir con los estándares de seguridad.
- Soporta actualizaciones de “firmware” y la programación del medidor de manera remota.
- Monitoreo continuo del enlace y cálculo del enrutamiento.
- Dispone de alarmas ante manipulaciones maliciosas y no permitidas.
- Soporta varios tipos y formas de conexiones (conexión directa, semi-directa, indirecta), para sistemas monofásicos, bifásicos y trifásicos.
- Soporte de varios planes tarifarios, incluyendo Tiempo de uso (es decir precios de tarifas en rangos horarios).
- Medición, registro y envío de los parámetros de potencia.
- Permite maniobras de control a distancia (corte, reconexión).
- Medición de valores instantáneos.
- Consumo bajo de potencia lo cual disminuye las pérdidas técnicas.
- Dimensiones compactas para ahorrar espacio y simplificar el manejo e instalación.
- Posee una pantalla LCD suficientemente amplia para facilitar lecturas y evitar errores.

Cabe señalar que estas capacidades probablemente serán superadas por la siguiente generación de medidores inteligentes.

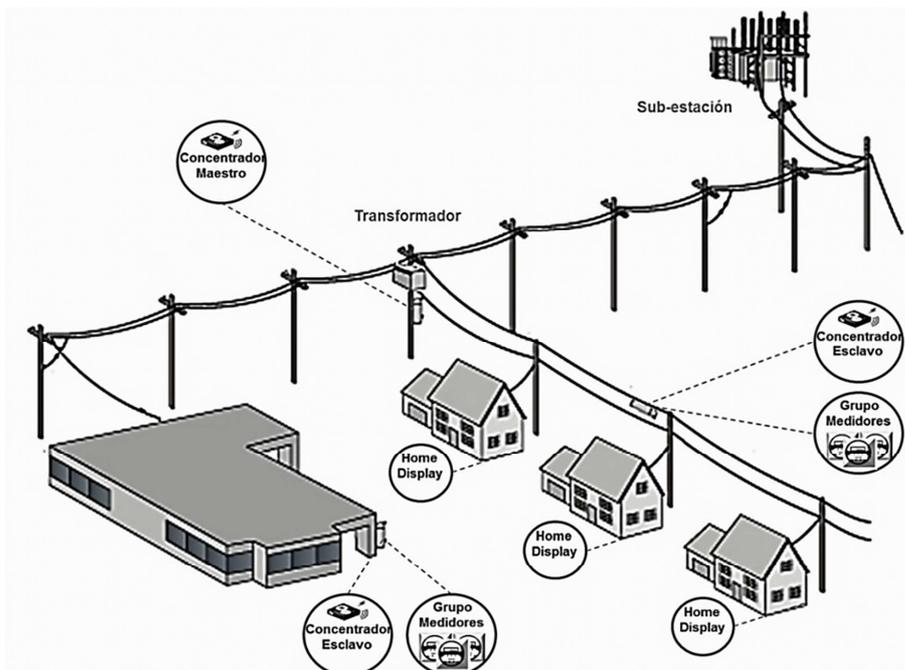
## 1.2. Respecto al Concentrador de Datos (medida concentrada)

El concentrador de datos o recolector es un dispositivo inteligente diseñado para realizar tareas de interrogación entre el medidor inteligente y el OR que de manera programada generalmente cada 15 minutos o cuando se requiera recibe los datos enviados por los diferentes medidores asociados al concentrador para luego transmitirlos a través de la red de comunicación hacia el OR o más específicamente el MDMS para propósitos de detección de nuevos medidores, facturación, almacenamiento y monitoreo. Típicamente los medidores inteligentes se comunican con los concentradores de datos vía RF o PLC.

Cuando la recolección de información falla, el concentrador de datos tiene la capacidad de reprogramarse de forma automática para reintentar dicha acción, además otras funcionalidades incluyen el enrutamiento de los datos de eventos del medidor, la configuración remota de medidores inteligentes y la gestión de las sesiones de comunicación.

En la figura 2 se representa la ubicación de estos dispositivos que pueden encontrarse sobre centros de transformación, postes de transformadores de distribución o en algunos casos en las subestaciones.

**Figura 2.** Medida centralizada en un sistema AMI



**Fuente.** Adaptada de [1], [2]

Entre las características principales del concentrador de datos se encuentran [5], [6] y [7]:

- Análisis, almacenamiento y posterior envío al centro de procesamiento de datos.
- Monitorización del estado y el funcionamiento de los dispositivos.
- Recepción y transmisión de la información de los medidores inteligentes incluyendo datos del consumo y parámetros eléctricos adicionales.
- Detecta automáticamente los medidores inteligentes durante la instalación.
- Capacidades físicas robustas y resistentes al clima.
- Actualización remota del firmware.
- Se puede instalar en cualquier punto de la red de distribución eléctrica.
- Comunicación basada en los protocolos IP ya sea por cable o inalámbricamente.
- Comprime los datos para reducir el uso del ancho de banda.
- Cifrado de la información para garantizar su privacidad.
- Mantiene la fecha y hora exacta (Sincronización).
- Soporta programas de respuesta de la demanda, MDMS.
- Soporta varias tecnologías y medios de comunicación.

## **2. COMPONENTES DE COMUNICACIONES**

AMI fundamentalmente depende del sistema de comunicación, ya que cada medidor es capaz de comunicar de forma fiable y segura la información obtenida a un concentrador de datos, pero, hay que tener en cuenta los diferentes ambientes y lugares en donde operan los medidores ya que dependiendo de la TC usada pueden presentarse diversas fallas.

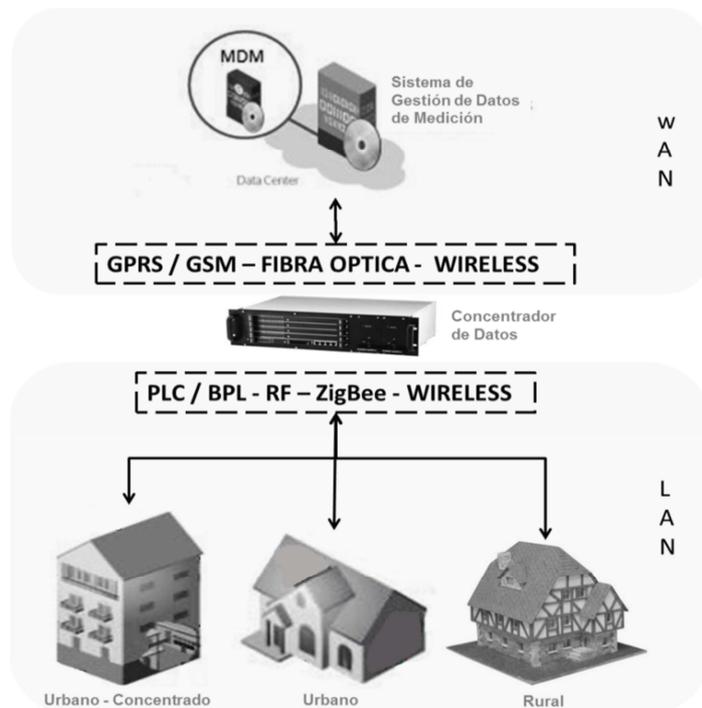
Probablemente ninguna solución única de comunicación sea óptima para un OR, pues existe directa dependencia de las consideraciones geográficas del sitio donde se desarrollara la PPAMI, así se tendrán diferentes problemas de comunicación al prestar el servicio en zonas urbanas o rurales. De igual manera regiones montañosas, lugares de difícil acceso o inclusive las condiciones meteorológicas, serán influyentes y claves al momento de seleccionar el tipo de TC a utilizar.

Un sistema AMI cuenta con concentradores de datos para realizar el enlace entre los medidores inteligentes y el software de gestión MDMS. Existe otro tipo de

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

arquitectura más plana que incluye las comunicaciones punto a punto igual a un concentrador de datos, "takeoutpoint", que entrega los datos al centro de operaciones a lo largo de múltiples y varios sistemas de transmisión, incluyendo GPRS/GSM u otros medios de comunicación como wireless o fibra óptica. En la figura 3 se presentan las diferentes TC disponibles para establecer la red de comunicación de una infraestructura de medición avanzada.

**Figura 3.** Diferentes tecnologías de comunicación en sistemas AMI



**Fuente:** Propia, Junio 2013

De la anterior figura 3 se distinguen dos (2) niveles de comunicación en los sistemas AMI. En un primer nivel se encuentran las redes LAN, donde se comunican los display de usuario con los medidores inteligentes y los medidores con los concentradores de datos, mientras que en el segundo nivel las redes WAN son las que realizan la comunicación entre los concentradores de datos y el MDMS, existe un tercer nivel que aún no es considerado en el desarrollo de proyectos de telegestión AMI denominado HAN (Home Área Network), Red para el Hogar, es una red que usa protocolos de comunicación HomePlug y/o ZWave, actúa sobre una vivienda o incluso en un edificio, para la comunicación entre dispositivos digitales típicamente implementados en el hogar.

En la tabla 2 se observan las diferentes empresas que se destacan a nivel global en desarrollo de tecnologías en comunicación para infraestructuras de medición avanzada. Además se organizan según los niveles de comunicación para AMI en los que se especializan.

**Tabla 2.** Empresas desarrolladoras de tecnologías de comunicaciones AMI

Empresas especializadas			
LAN	WAN		HAN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IBM</li> <li>• CISCO</li> <li>• Alcatel-Lucent</li> <li>• Sun Microsystem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AT&amp;tT</li> <li>• Verizon</li> <li>• T Mobile</li> <li>• Sprint</li> <li>• Clearw're</li> <li>• Qwest</li> <li>• Landis+Gyr</li> <li>• SilverSpring Networks</li> <li>• SmartSynch</li> <li>• CISCO</li> <li>• Arcadian Networks</li> <li>• Eka System</li> <li>• GridNet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Itron</li> <li>• Elster</li> <li>• Current</li> <li>• Trilliant</li> <li>• Echelon</li> <li>• Sensus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendril</li> <li>• Google</li> <li>• Alertme</li> <li>• Greenbox</li> <li>• Gridpoint</li> <li>• EnergyHub</li> <li>• Control 4</li> <li>• AgileWaves</li> <li>• ONZO</li> <li>• CISCO</li> <li>• Ember</li> <li>• GainSpan</li> <li>• Microsoft</li> <li>• Intel</li> </ul>

**Fuente.** Propia, Julio 2013.

A continuación se detallan las tecnologías del primer nivel de comunicación LAN por las que generalmente se opta para el desarrollo de proyectos en telegestión AMI.

### 2.1. PLC (Power Line Communications).

La transmisión de energía eléctrica sobre los segmentos MT (Media tensión) y BT (Baja tensión) se desarrolla en forma simultánea a la transmisión de datos sobre el mismo conductor eléctrico, esto es posible ya que ambas señales operan en rangos de frecuencia lo suficientemente distantes entre sí. Esta tecnología aunque bajo el mismo concepto de comunicaciones sobre líneas de potencia recibe múltiples nombres de acuerdo a cada organización encargada de su análisis como se describe en tabla 3.

**Tabla 3.** Nombre genérico de comunicaciones sobre red eléctrica en MT y BT

Nombre	Significado	Organización
PLC	Power Line Communications	ETSI(EuropeanTelecommunications Standard)
PLT	Power Line Transmission Institute	
DPL	Digital Power Line	FCC (Federal CommunicationsCommission)
BPL	Broadband Over Power Line	

**Fuente.** Propia, Junio de 2013.

La tecnología PLC es un conjunto de elementos y sistemas de transmisión de datos que, basándose en la infraestructura de distribución eléctrica clásica, permite ofrecer a los usuarios servicios de un operador de telecomunicaciones, actualmente la transmisión de datos por PLC a alta velocidad se centra en la comunicación de medidores inteligentes. Sin embargo los desarrollos logrados por las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación)<sup>1</sup> sobre líneas de potencia, convierten esta tecnología en una alternativa de acceso para servicios de banda ancha, brindando una nueva oportunidad de negocio a los OR.

Este sistema puede proveer servicios de comunicaciones como internet de banda ancha, VoIP (Voz sobre IP), AMR (Automatic Meter Reading) para medición de servicios públicos (energía eléctrica, agua, gas, etc.), DSM (Demand Side Management)<sup>2</sup> distribución automática para el control remoto, monitoreo remoto del alumbrado público, acceso remoto a edificios inteligentes y adquisición de datos, entre otros.

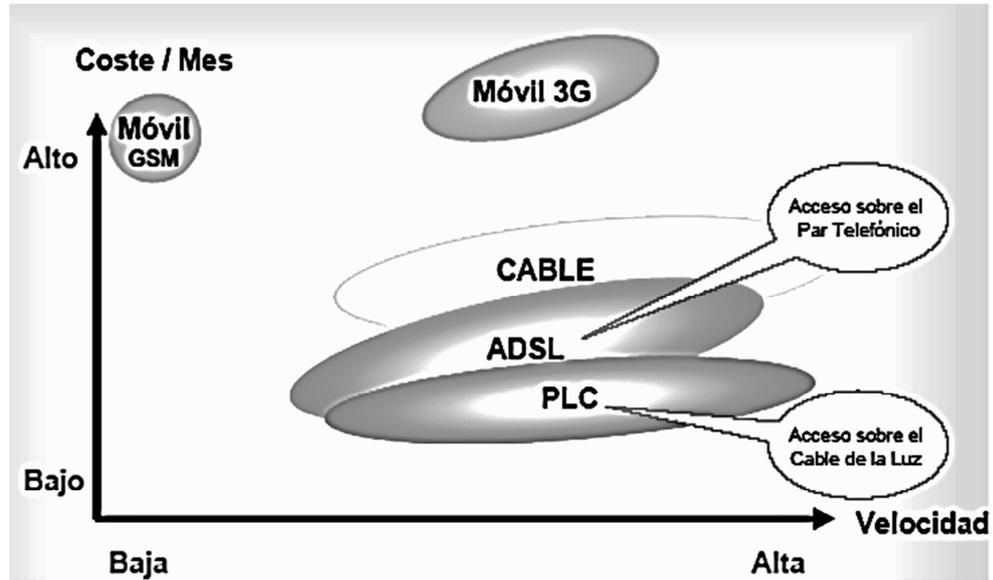
Una forma de prestar el servicio de comunicación por PLC es utilizando redes híbridas, ya sea PLC-Fibra Óptica, PLC-GPRS/GSM y PLC-WIRELESS. Estas conexiones híbridas permiten tener redes más económicas y más flexibles, ya que combinan tramos de la red con tecnologías que se adapten mejor a las características de la infraestructura de distribución. Esto permite obtener una solución de menor costo especialmente para zonas rurales. A pesar de estos beneficios se contempla hasta el momento una distribución totalmente por la red

<sup>1</sup>TIC; Todos aquellos medios de comunicación y de tratamiento de la información que van surgiendo de la unión de los avances propiciados por el desarrollo de la tecnología electrónica y las herramientas conceptuales, tanto conocidas como aquellas otras que vayan siendo desarrolladas como consecuencia de la utilización de estas mismas nuevas tecnologías y de avance del conocimiento humano [20]

<sup>2</sup> DSM; Gestión de la demanda de energía o gestión de la demanda, se presentó en público por EPRI (Instituto de Investigación de Energía Eléctrica) en la década de 1980. Es la modificación de la demanda de energía a través de diversos métodos, tales como incentivos financieros y la educación. Por lo general, el objetivo de la gestión de la demanda es alentar a los consumidores para utilizar menos energía durante las horas pico, o para mover el tiempo de uso de la energía a los tiempos de poca actividad, como la noche y fines de semana.

eléctrica, utilizando todos los beneficios y características de la transmisión por medio de las líneas de MT y BT. La única conexión que podría usar otra TC es en el tramo de red que conecta el concentrador de datos con el MDMS debido principalmente al costo y velocidad de acceso como se indica en la figura 4.

**Figura 4.** Comparación PLC, Coste vs Velocidad de acceso



Fuente. Modificado de [8]

PLC presenta una serie de inconvenientes que se deben superar para emplearla eficientemente y transmitir información a través suyo con la certeza de que los datos transmitidos lleguen a su destino, estos inconvenientes surgen ya que la red eléctrica no fue diseñada para la comunicación de datos [9].

Existen problemas tales como desacoples de impedancia, los cuales se producen por la atenuación de la línea eléctrica que se incrementa con la distancia y con la frecuencia, su impedancia varía con el tiempo en un rango muy grande, según estén o no conectados ciertos aparatos eléctricos, no es un sistema lineal e invariante en el tiempo, lo que añade más dificultad a su uso y complica su caracterización respecto a atenuación, ruido y distorsión, la gran variedad de dispositivos que pueden estar conectados hace que el ruido introducido por estos sea muy variado. Además, la red eléctrica del hogar no está diseñada para transmitir señales a alta frecuencia, por lo que al hacerlo se convierte en una fuente de ruido que hay que limitar. Con el fin de sortear este tipo de inconvenientes, PLC hace uso de esquemas de modulación robustos que permiten transmitir la

información sin que esta se vea afectada por las condiciones adversas que presenta la línea eléctrica.

La principal solución que usa PLC es una técnica de modulación, que emplea el principio de ortogonalidad de las señales para hacer un uso más eficiente del espectro electromagnético y disminuir los efectos dañinos producidos por la multitrayectoria, la cual se presenta con frecuencia en los sistemas PLC debido a los desacoples de impedancia en la línea [10].

## 2.2. BPL (Broadband over Power Line).

BPL, es una tecnología que permite la utilización de la infraestructura de energía eléctrica tanto de BT como de MT permitiendo ofrecer servicios de telecomunicaciones de banda ancha de gran calidad. Esto implica que en cada toma eléctrica el usuario, además de disponer del suministro de energía, tendrá acceso a servicios de telecomunicaciones como voz, vídeo y datos. Los sistemas BPL presentan las siguientes características [11]:

- Ocupan el espectro de onda corta o HF (High Frequency), el cual corresponde a un rango entre 3 y 30 MHz.
- El medio físico usado son las líneas de distribución eléctrica.
- Modo (Full Dúplex), capaz de mantener una comunicación bidireccional, enviando y recibiendo mensajes de forma simultánea.
- Modulación OFDM (Multiplexación<sup>3</sup> por División de Frecuencias Ortogonales) es una multiplexación que consiste en enviar un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias, donde cada una transporta información.
- ETSI (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones) recomienda la norma ETSI TS 101867 donde asigna el rango de 1.6 MHz a 10 MHz para los sistemas de acceso y la banda de 10 MHz a 30 MHz para los sistemas de comunicación BPL domésticos, muy por encima del rango máximo que utiliza la energía eléctrica 60Hz en Colombia.
- El buen funcionamiento depende directamente de las condiciones y topología de la red de distribución eléctrica
- Se transmite por una red de distribución eléctrica que se encuentra ya desplegada y cuya cobertura es amplia.

---

<sup>3</sup>Multiplexación; es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión

A continuación en la tabla 4 se presentan las diferencias entre las tecnologías de comunicación PLC y BPL.

**Tabla 4.** Diferencia entre PLC y BPL

Característica	PLC	BPL
Rango de Frecuencia	8 kHz a 520 kHz	1.6 MHz a 35 MHz
Velocidad de Transmisión	9.6 Kbps	Superior a 145 Mbps
Aplicaciones	Lectura de contadores Control de cargas Localización de averías	Acceso a Internet Telefonía IP Creación de entornos LAN
Observaciones	Las interferencias son reducidas, porque a la frecuencia que opera la longitud de onda es muy elevada con relación a la longitud del cable.	Para transmitir los datos utiliza técnicas OFDM

**Fuente.** Modificado de [12]

### 2.3. RF (Radiofrecuencia).

Numerosos informes muestran que la tecnología RF o espectro de radiofrecuencia en medición inteligente es segura. Las normas actuales de la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones) proporcionan un factor de seguridad aceptable en contra de los impactos en la salud producidos por los medidores inteligentes usados en proyectos AMI. Existen normas para la exposición del medio ambiente a la RF, que han estado en vigor desde 1985 [13].

En términos generales, hay una serie de fuentes ambientales cotidianas existentes que producen campos de RF mucho más fuertes que los de un sistema AMI. La energía de RF producida por los medidores inteligentes no es dañina y es comparable con los dispositivos de teléfonos celulares, monitores inalámbricos de bebé, puertas automáticas de garaje, hornos microondas, redes Wi-Fi, entre otros. A continuación en la tabla 5 se detallan características de la tecnología RF.

**Tabla 5.** Bandas de espectro de Radiofrecuencia

Nombre	Abreviatura inglesa	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de onda
Frecuencia extremadamente baja	ELF	1	3-30 Hz	100.000–10.000 km
Súper baja frecuencia	SLF	2	30-300 Hz	10.000–1.000 km
Ultra baja frecuencia	ULF	3	300–3.000 Hz	1.000–100 km
Muy baja frecuencia	VLF	4	3–30 kHz	100–10 km
Baja frecuencia	LF	5	30–300 kHz	10–1 km
Media frecuencia	MF	6	300–3.000 kHz	1 km – 100 m

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

Súper alta frecuencia	SHF	10	3-30 GHz	100–10 mm
Frecuencia extremadamente alta	EHF	11	30-300 GHz	10–1 mm

**Fuente.** Extraído de [14]

#### 2.4. Redes Wireless de corto alcance.

Las redes Wireless de corto alcance más usadas en los sistemas AMI son basadas en el protocolo ZigBee, utilizadas para la comunicación entre sensores o medidores inteligentes. Esta tecnología inalámbrica de área personal busca es ahorro de energía sacrificando otros recursos del sistema como es el ancho de banda, permanece la mayor parte del tiempo “dormido”, mientras que otras tecnologías siempre están activas transmitiendo o recibiendo [15].

ZigBee usa el estándar IEEE 802.15.4 que transmite hasta 250Kbps y permite la creación de redes de hasta 65.000 nodos con un alcance de 75 metros. Además admite tres (3) topologías de red: en estrella, en árbol y en malla, la más interesante es esta última, posibilita que la comunicación entre todos los nodos se mantenga aún en el caso de que un nodo del camino falle.

En la tabla 6 se describen las principales diferencias entre ZigBee y otras tecnologías de comunicación como WIMAX (World wide Interoperability for Microwave Access) considerada la evolución natural de la tecnología Wi-Fi, con mayor cobertura y ancho de banda basando su funcionamiento en el estándar IEEE 80216. [16]

**Tabla 6.** Diferencia entre ZigBee y otras tecnologías Wireless de corto alcance

Estándar	WI-FI (802.16)	Wimax (802.11)	Bluetooth (802.15.1)	ZigBee (802.15.4)
<b>Aplicación Principal</b>	WLAN	WMAN	WPAN (sustituir cable entre 2 dispositivos)	WPAN (control y monitorización)
<b>Vida de Batería (días)</b>	0.5 - 5	-	1 - 7	100 – 1000+
<b>Tamaño Red (nodos)</b>	32	escalable	7	65.000
<b>Velocidad</b>	54Mbps	70Mbps	720Kbps	20 – 250 Kbps
<b>Cobertura (metros)</b>	100	74000	10	1-100
<b>Parámetros más importantes</b>	Velocidad y flexibilidad	Velocidad y flexibilidad	Costo y perfiles de aplicación	Fiabilidad, bajo consumo y bajo costo

**Fuente:** Modificado de [17]

A continuación se detallan las tecnologías del segundo nivel de comunicación WAN por las que generalmente se opta para el desarrollo de proyectos en telegestión AMI.

## 2.5. GPRS/ GSM.

Esta TC se encuentra implementada en la mayoría de las zonas habitadas en las que se está considerando el despliegue de sistemas AMI por lo que es una de las principales opciones a tener en cuenta, el sistema GPRS actualiza los servicios de datos GSM para hacerlos compatibles con redes LAN, WAN e Internet. Mientras el actual sistema GSM fue originariamente diseñado con un especial énfasis en las sesiones de voz, el principal objetivo de GPRS es ofrecer un acceso a redes de datos estándar, como TCT/IP. Estas redes consideran GPRS como una subred normal. El actual sistema GSM opera en un modo de transmisión de circuitos conmutados "punto a punto", en el cual los circuitos son reservados a lo largo del sistema para el uso de una sola comunicación incluso cuando no se transmiten datos [18].

En un sistema AMI cuando el concentrador transmite los datos éstos son encapsulados en paquetes cortos, en cuya cabecera se indica las direcciones origen y destino, cada uno de estos paquetes puede seguir rutas diferentes a través de la red hasta llegar al MDMS, así mismo, los paquetes originados por distintos concentradores pueden ser intercalados, de esta forma se comparte la capacidad de transmisión. Los paquetes son enviados en intervalos de tiempo programados o cuando se necesiten. GPRS utiliza los recursos radio solamente cuando hay datos que enviar o recibir, adaptándose así perfectamente al principio de reducción de pérdidas técnicas de energía de los OR.

GPRS está basado en la arquitectura GSM con bandas de transmisión (800MHz, 900MHz, 1800MHz, 1.9GHz, 2.1GHz, 2.6GHz) cuya cobertura depende del operador de telecomunicaciones, además incorpora dos (2) nuevos nodos, el SGSN (Serving GPRS Support Node) y el GGSN (Gateway GPRS Support Node), cuyas misiones son complementarias. A nivel general el SGSN es el que se encarga de toda la gestión de la movilidad y mantenimiento del enlace lógico entre el dispositivo (medidor inteligente) y la red, mientras que el GGSN es el que proporciona acceso a las redes de datos disponibles, sobre todo a las basadas en IP [19].

## 2.6. Fibra óptica.

Este medio de transmisión consiste de un núcleo y una envolvente concéntrica de vidrio, plástico u otro material transparente, las señales que se transmiten son lumínicas de alta velocidad, viajan por delgados filamentos diseñados para transmitir luz, los pulsos eléctricos o bits son convertidos a pulsos luminosos mediante un conversor electro-óptico como un láser o LED.

La fibra óptica es una tecnología que proporciona servicio de banda ancha a velocidades de diez (10) a cien (100) veces más Mbps. que otras tecnologías como DSL o cable módem, la velocidad real varía dependiendo de diversos factores, para este caso depende de la cercanía de la fibra óptica usada por el OR a los concentradores de datos y la forma como configura el servicio, incluyendo la cantidad de ancho de banda utilizada, la misma fibra que provee banda ancha simultáneamente puede suministrar servicios de telefonía por Internet (VoIP).

Los proveedores de servicios de telecomunicaciones (en su mayoría compañías telefónicas) ofrecen banda ancha por fibra óptica en áreas limitadas pero cada vez más amplían sus redes de fibra y ofrecen mayores servicios. Los avances tecnológicos actualmente permiten que la fibra llegue hasta los hogares, industrias o en general donde el OR necesite medidores inteligentes o concentradores de datos con exigentes requerimientos para el transporte masivo de la información.

## 2.7. Otras wireless WAN

Comunicación por satélite. Los satélites de comunicación son repetidores de microondas localizados en la órbita terrestre. Están constituidos por uno o más dispositivos recepto-transmisores, cada uno de los cuales capta y re-transmite la señal de microondas. El flujo dirigido hacia abajo puede ser muy amplio y cubrir una parte significativa de la superficie de la tierra, o bien puede ser estrecho y cubrir un área de cientos de kilómetros de diámetro. Los satélites de comunicación tienen varias propiedades como costos y equipos que son desventajosas respecto las presentadas por los enlaces terrestres punto a punto, especialmente en Colombia donde actualmente está tecnología de comunicación no es ampliamente utilizada, motivo por el cual es poco probable su implementación en proyectos de telegestión AMI.

### **3. COMPONENTES BACK OFFICE**

#### **3.1. Sistema de gestión empresarial**

El MDMS es el núcleo de AMI, es un sistema interoperable de recolección de datos que soporta una amplia gama de medidores inteligentes y concentradores de datos. Esta encargado de gestionar valores de estados, información de perfiles históricos que son adquiridos desde los medidores inteligentes y posteriormente almacenados en bases de datos relacionales habilitadas para el acceso desde sistemas de la central así como también desde sistemas externos. En general gestiona toda la información y datos relacionados con el sistema AMI, incluida la configuración, control y operación de los componentes de campo, comunicaciones y seguridad. Igualmente direcciona datos a los sistemas externos que necesitan esta información como los sistemas de facturación, DMS (Document Management System)<sup>4</sup>, y SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)<sup>5</sup>. Entre otras funcionalidades, incluye el tratamiento de eventos, alarmas y la operación del sistema de comunicaciones [19]. MDMS opera basado en tareas automáticas programadas así como también de forma manual vía interfaz gráfica, adicionalmente lee datos recolectados de medidores en bases de datos relacionales y administradores de datos. En este tema destacan las siguientes empresas; ACLARA, ORACLE, EcoLogic y eMeter.

### **4. SEGURIDAD**

En los sistemas AMI existen amenazas que son reales y potencialmente ejecutables, dentro de este ámbito pueden existir atacantes con fines terroristas como hackers<sup>6</sup> informáticos o simplemente personas que quieren evitar las regulaciones. Cualquiera que sea el motivo del atacante; inducir información falsa, interrupción de la información o el acceso no autorizado para el control de los diferentes componentes del sistema AMI. Sería extremadamente perjudicial para

---

<sup>4</sup>Sistema de gestión documental; comprende todos aquellos programas de ordenador creados para la gestión de grandes cantidades de documentos, suele rastrear y almacenar documentos electrónicos. Comúnmente proporcionan medios de almacenamiento, seguridad, capacidades de recuperación e indexación.

<sup>5</sup>Supervisión, Control y Adquisición de Datos; software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos a distancia. Facilita retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores) y controlando el proceso automáticamente. Provee de toda la información que se genera en el proceso (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.) y permite su gestión e intervención.

<sup>6</sup> Hacker; Persona muy aficionada y hábil en informática que entra ilegalmente en sistemas y redes ajenas.

Las condiciones de prestación del servicio por parte del OR, un escenario grave de un ataque sería la toma de control de las acciones de los medidores inteligentes ya que un atacante de forma remota estaría en capacidad de suspender la energía de miles de usuarios incluyendo instituciones como; hospitales, escuelas, etc., estos problemas tienen consecuencias en todos los niveles del sistema.

En consecuencia para los OR la seguridad debe ser considerada un punto clave de AMI, con el objetivo de garantizar la seguridad y privacidad de la información de los usuarios, esta situación demanda un análisis de riesgos de los potenciales problemas de seguridad, es así que para establecer una arquitectura lógica se puntualiza en el análisis, basándose en los siguientes puntos:

- Examinar en detalle el software de gestión del sistema AMI.
- Análisis de los componentes de AMI.
- Evaluación de los riesgos de seguridad en AMI.
- Modificación y mejora de los controles de seguridad.

Los sistemas AMI generalmente comparten los mismos niveles de seguridad aunque esto depende del tipo de tecnología que se aplique en cada OR, para determinar la arquitectura de seguridad entre los componentes lógicos y físicos se aplica la norma recomendada por el fabricante o la establecida en el país.

Los estudios de riesgos de seguridad dependen del alcance, la exigencia y método pero el objetivo siempre es el mismo, el cual es evaluar el nivel de seguridad de un MDMS. Este estudio es objetivo, relaciona la eficacia de los controles de seguridad que protegen a los activos del sistema y revisa el entorno de las amenazas, los niveles de seguridad en general y las vulnerabilidades que se presentan dentro del sistema. También durante este proceso se clasifica la posibilidad de ocurrencia de amenazas y recomendaciones adicionales para reducir los riesgos a un nivel aceptable.

**ANEXO 2: LISTADO DE CONSIDERACIONES IN SITU**

Este listado se divide en dos (2) grandes sectores: urbano y rural, para cada uno de ellos se propone una potencial clasificación de sitios para pilotos AMI, y se listan con sus correspondientes consideraciones geográficas, sociales y culturales junto con una descripción general. A continuación se presenta el listado de consideraciones in situ propuesta en el presente trabajo de pregrado.

Sector	Sitios	Consideraciones			Descripción
		Geográficas	Sociales	Culturales	
Urbano	Zonas Subnormales o Barrios subnormales		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajos recursos.</li> <li>- Irrespeto a la propiedad privada.</li> <li>- Especialmente habitado por personas desplazadas.</li> <li>- Niveles económicos muy bajos, casi nulos.</li> <li>- Vandalismo.</li> <li>- Carencia de planificación y diseño Urbano.</li> <li>- Localizados regularmente en zonas de riesgo.</li> <li>- Servicios públicos escasos.</li> <li>- Viviendas sin terminar en algunos casos obra negra.</li> <li>- Actividades delictivas.</li> <li>- Carencia de fuerza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultura hacia el no pago.</li> <li>- Cultura de la no solidaridad</li> <li>- Cultura encaminada hacia la delincuencia.</li> <li>- Cultura de violencia de genero elevados</li> <li>- Cultura de</li> </ul>	<p>Los barrios subnormales están por lo general geográficamente ubicados en lugares donde la topología del terreno es abrupta no apta para la construcción, en algunos casos son familias desplazadas que provienen de sectores rurales los cuales se concentran en terrenos que normalmente son tomados sin permiso del dueño, gente de muy bajos recursos, que viven del sustento diario, donde es posible encontrar niveles de delincuencia común, en estas zonas no existe infraestructura eléctrica, toman la electricidad del sistema de distribución local sin autorización de la compañía eléctrica por medio de derivaciones de acometidas o directamente de la infraestructura, por lo tanto los niveles de pérdidas para estos lugares son elevados, los nivel de educación de sus habitantes es bajo.</p>

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

			<p>pública.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceso a la salud es reducido.</li> <li>- Altos niveles de criminalidad.</li> <li>- Trabajo Infantil.</li> <li>- Tarifas especiales.</li> <li>- Altos niveles de desempleo y empleo informal.</li> <li>- Medida comunitaria.</li> <li>- Hurto de energía.</li> </ul>	<p>aceptación de delincuencia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baja educación.</li> <li>- Cultura de la ilegalidad en el uso de servicios públicos.</li> </ul>	
	<p>Zonas de difícil gestión o comunidades de difícil gestión,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas elevadas la cual posee un clima subtropical.</li> <li>- Zonas altas clima frío, con temperaturas promedio 13° a 18°.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Economía inestable.</li> <li>- Vandalismo en algunos sectores.</li> <li>- Estratos sociales 1 y 2.</li> <li>- Niveles de desempleo y empleo informal.</li> <li>- Bajos salarios.</li> <li>- Trabajo Infantil.</li> <li>- Periodos de desocupación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de educación bajo.</li> <li>- Cultura de ilegalidad de servicios públicos.</li> <li>- Cultura no pago.</li> <li>- Cultura de no ahorro en el consumo</li> </ul>	<p>Zonas de difícil gestión, está constituida por un grupo de usuarios los cuales están ubicados en un área geográfica de cualquier tipo con características como estratos bajo, niveles 1 y 2, con recursos económicos limitados y una economía inestable y con niveles de educación bajos, en estos sectores pueden existir problemas de orden público, y una cultura al no pago de servicios públicos (Agua, Electricidad, Alcantarillado, etc.), son barrios donde los habitantes se unen a protestar por el costo de los servicios públicos y por mala calidad de los mismos, problemas de vandalismo contra los equipos eléctricos, robo y hurto de energía, daños a la infraestructura eléctrica, problemas de cortes y reconexión de energía y en las tomas de</p>

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas costeras con fuertes precipitaciones.</li> <li>- Temperaturas que varían entre los 18° y 35°</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hurto de energía.</li> <li>- Problemas de orden público.</li> <li>- Recursos económicos limitados.</li> </ul>	<p>eléctrico.</p>	<p>lecturas.</p>
	<p>Plazas de Mercado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas húmedas con lluvias durante todo el año.</li> <li>- Climas húmedos con lluvias periódicas durante el año.</li> <li>- Climas de sabana periódicamente húmedos con lluvias cenitales</li> <li>- Climas de estepa calientes, con vegetación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingresos moderados.</li> <li>- Problemas de orden público.</li> <li>- Hurto de energía.</li> <li>- Sitios a la periferia son utilizados por crimen organizado.</li> <li>- Delincuencia moderada.</li> <li>- Actividades delictivas internas como a su periferia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultura del no pago oportuno.</li> <li>- Cultura hacia la delincuencia.</li> <li>- Cultura de no organización.</li> </ul>	<p>Las plazas de mercado están ubicadas en sectores urbanos, donde las personas que trabajan ahí pertenecen a estratos bajos, algunos tienen niveles de educación básico, es típico encontrar una cultura del no pago de los servicios públicos, los ingresos son moderados alcanzan para la manutención, se presentan en algunos casos problemas de orden público, actividades delictivas dentro y a sus periferias; debido a la alta aglomeración de personas se presentan episodios de delincuencia, crimen organizado, expendios de drogas, en algunas plazas el servicio eléctrico no está normalizado por ende trae problemas de hurto y robo de energía.</p>

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

		<p>xerofítica y lluvias cenitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Climas húmedos de tierras templadas y frías con temperaturas según altura entre 12º y 18º y lluvias cenitales (1.800 a 2.800 msnm).</li> <li>- Clima húmedo de tierras frías y paramo bajo (2,500 a 3,100 msnm).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medida comunitaria en algunos casos.</li> <li>- Tarifas de servicios públicos subsidiadas.</li> <li>- Inconformidad con las empresas prestadoras de servicios públicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niveles de educación básica.</li> </ul>	
	<p>Áreas Industriales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas montañosas de grandes extensiones de vegetación.</li> <li>- Área urbana con territorios que pueden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel aceptación social por la comunidad.</li> <li>- Sin densidad de población fija.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultura Organizacional.</li> <li>- Cultura corporativa.</li> <li>- Cultura empresarial.</li> <li>- Cultura de negocios.</li> </ul>	<p>Las zonas industriales o parques industriales por lo general son sectores de consumo energético elevados, ubicados en terrenos favorables, en áreas a las afueras de los centros urbanos, gozan de tarifas especiales de electricidad, estas zonas tienen impactos mínimos a nivel cultural y social debido a que tienen un nivel de aceptación por la comunidad.</p>

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

	<p>presentar relieves bajos planos y montañosos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas bajas con climas tórridos, con temperaturas promedio de 24° a 27°.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarifas especiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultura institucional</li> <li>- Cultura administrativa.</li> </ul>	
Zonas Comerciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferentes pendientes en zonas urbanas que van desde 3% hasta 10%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de pago.</li> <li>- Tarifas especiales.</li> <li>- Está conformado por sector social medio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultura de pago a tiempo.</li> </ul>	<p>Son aquellos sectores relacionadas con la comercialización de bienes y prestación de servicios de diversa índole, ya sea a personas o a empresas, excluyendo aquellas que se originan en el sector público, así como los de carácter productivo y transporte, los sectores son diverso que comprenden hotelería, almacenes, restaurantes y servicios, existen horarios definidos de uso, por lo general son de tipo diurno, aunque existen de tipo nocturno como bares y discotecas.</p>
Sector Publico (Alumbrado Público)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pueden ser blancos de vandalismo.</li> <li>- Se puede producir hurtos de la infraestructura, depende de su ubicación.</li> <li>- Socialmente aceptados.</li> </ul>		<p>Otro sector donde se desarrolla un piloto es el sector público, el cual está conformado por el alumbrado público se encuentra en barrios, comunas, zonas industriales, zonas públicas, como bancos calles etc.; su aceptación por la comunidad es alta pero este sector es ampliamente atacado por delincuentes o</p>

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

<b>Áreas rurales de menor desarrollo</b>				por bandas dedicadas al robo y hurto de la infraestructura.
	Zonas Residenciales de baja densidad de población	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niveles económicos altos.</li> <li>- Zonas tranquilas sin problemas de orden público.</li> <li>- Estratos sociales altos.</li> <li>- Capacidades de pago muy altas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lugares para deporte y entretenimiento.</li> <li>- Cultura no solidaria.</li> <li>- Nivel de educación alta</li> </ul>	Son ubicaciones pensadas para casas con mucho espacio abierto. Estas zonas pretenden albergar un pequeño número de casas y excluir industrias grandes, complejos de apartamentos y otras estructuras grandes. Los pequeños negocios, organizaciones comunales y algunos tipos específicos de comercios y establecimientos agrícolas están permitidos si cumplen con estándares específicos.
	Zonas Residenciales de alta densidad, condominios, apartamentos y complejos habitacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estratos sociales medios.</li> <li>- Niveles económicos favorables.</li> <li>- Subsidios especiales dependiendo del estrato.</li> <li>- Capacidad de pago normal.</li> <li>- Casos de hurto de energía comunes.</li> <li>- Sociedad organizada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de educación media.</li> <li>- Cultura de solidaridad en algunos sectores.</li> </ul>	Zonas Residenciales pueden ser de tipo rural o urbana donde se concentra un gran número de habitantes en construcciones de diferentes tipos que van desde la vivienda unifamiliar hasta edificios de apartamentos, existen diferentes estratos sociales por lo tanto los niveles sociales y económicos
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad de la vivienda es baja.</li> <li>- Niveles de pobreza definidos.</li> <li>- Apoyo financiero limitado.</li> </ul>		Zonas rurales, estas comprendidas por sectores como los pueblos, veredas, caseríos, corregimientos, algunas sectores no están clasificados como Área Urbana estas áreas están en su mayor parte destinadas para actividades

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

	<p>Veredas</p> <p>Caseríos</p> <p>Inspección de policía</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo elevado para introducción de redes eléctricas.</li> <li>- Apoyo político limitado.</li> <li>- Capacidad financiera y técnicas necesarias sin apoyos necesarios.</li> <li>- Áreas escasamente pobladas sin intereses económicos para los OR.</li> <li>- Dificultades logísticas elevadas.</li> <li>- Tarifas de servicios públicos subsidiadas.</li> <li>- Alta dispersión geográfica.</li> <li>- Seguridad Nula.</li> <li>- Sistemas de salud con régimen subsidiado.</li> <li>- Carencia de servicios públicos.</li> <li>- Alto nivel de desplazamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carácter comunitario.</li> <li>- Educación nivel bajo.</li> <li>- Cultura honradez.</li> <li>- Cultura de manejo reducido de electricidad</li> </ul>	<p>agropecuarias, agroindustriales, silvicultura entre otras; los usuarios están entre niveles económicos bajos, cuentan con subsidios para servicios públicos, los habitantes se encuentran en áreas dispersas y se pueden encontrar geográficamente en sectores de difícil acceso.</p>
--	---	---	---	--

Fuente. Propia, julio 2013

**ANEXO 3: LISTADO DE CONSIDERACIONES, NORMATIVIDAD Y POLÍTICAS DEL OR**

Se presenta la tabla de consideraciones, normatividad y políticas del OR propuesta en el presente trabajo de pregrado. Está dividida en dos secciones: la primera consigna normas internacionales y nacionales, se identifica como Normatividad, la segunda parte se centra en un marco de regulación conformado por leyes, resoluciones y/o decretos de obligatorio cumplimiento para los sistemas AMI y en particular para todo OR, se identifica como marco regulatorio.

Norma – Política	Descripción	Componente de campo	Comunicación	Back Office	Seguridad
Norma NTC 4052:2003, Equipos de medición de energía eléctrica (c.a). Requisitos particulares. Medidores estáticos de energía activa (Clase 1 y 2) (IEC 62053-21).	Esta norma aplica solamente a medidores estáticos nuevos de clase de exactitud 1 y 2, destinados a la medición de la energía eléctrica activa de corriente alterna en circuitos con frecuencias de 50 Hz o 60Hz. Se aplica solo a los contadores estáticos de vatios- hora para el uso de interiores y al aire libre que consiste en un elemento de medición y registro encerrado juntos en una caja del medidor	*			
Norma NTC 2205:2013, Transformadores de Medida, Transformadores de Corriente (IEC 60044-1).	Transformador de medida, transformador de corriente; transformador de corriente ensayos; transformador de corriente requisitos.	*			
Norma NTC 2147:2003; Equipos de medición de energía eléctrica (c.a). Requisitos particulares. Medidores estáticos de energía activa (Clase 0.5, 1 y 2) Medidores. (IEC62053-22)	Aplica solo a medidores estáticos que operan a través de un transformador para aplicaciones interiores, compuestos de uno o más elementos de medición, y uno o más registradores incorporados en la misma caja	*			
Norma NTC 2207:2012, Transformadores de Medida, Transformadores de Tensión inductivos (IEC 60044-2).	Transformadores de medida - transformadores de tensión inductivos; transformadores de tensión inductivos - requisitos; transformadores de tensión inductivos - ensayos.	*			
Norma NTC 4569:2003, Equipos de medición de energía eléctrica (c.a). Requisitos particulares. Medidores estáticos de energía reactiva (clase 2 y 3) (IEC 62053-23).	Esta norma aplica solamente a medidores estáticos nuevos de clase de exactitud 2 y 3, destinados a la medición de la energía eléctrica activa de corriente alterna en circuitos con frecuencias de 50 Hz o 60Hz. Por motivos prácticos, esta norma se basa en una definición convencional de energía reactiva para corrientes y voltajes sinusoidales que contienen frecuencia fundamental solamente	*			

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

NTC 4649:1999, Equipo para medidores de energía eléctrica (c.a.). Requisitos particulares. Requisitos de tensión y consumo de potencia (IEC 62053-31:1998)	Contiene definiciones, requerimientos, ensayos y condiciones de ensayo	*			
NTC 5226, Equipos de medición de energía eléctrica (c.a), requisitos generales, ensayos y condiciones de ensayo.(IEC 62052-11)	Cubre los ensayos tipo para equipos de medición de energía eléctrica para aplicaciones interiores y exteriores y aplica a equipos nuevos destinados a la medición de la energía eléctrica en circuitos con frecuencia de 50Hz o 60 Hz con tensión hasta de 600V.	*			
NTC 4688:1999, Equipo para medidores de electricidad (c.a.). Requisitos particulares. Dispositivos de salida de pulsos para medidores electromecánicos y electrónicos – solamente dos hilos (IEC 62053-31:1998).	Aplica a dispositivos de salida de pulsos alimentados externamente estáticos.	*			
NTC 4856:2013, Verificación inicial y posterior de medidores de energía eléctrica.	Establece los ensayos de rutina que se deben realizar a los medidores de energía para propósitos de verificación inicial así como verificación posterior.	*			
NTC 5019:2007, Selección de equipos de medición de energía eléctrica.	Establece las características adecuadas de los equipos utilizados para medición de energía eléctrica (medidores, transformadores para instrumentos de medida, equipos auxiliares de medida, etc.)	*			
NTC 5226:2003, Equipos de medición de energía eléctrica (c.a.). Requisitos generales, ensayos y condiciones de ensayo (IEC 62052-11).	Cubre los ensayos tipo para equipos de medición de energía eléctrica para aplicaciones interiores y exteriores y aplica a equipos nuevos destinados a la medición de energía eléctrica en circuitos con frecuencia de 50 Hz o 60 Hz con tensión hasta de 600 v.	*			
NTC 4597:2005, Control de recepción para medidores estáticos de energía activa para corriente alterna de conexión directa (Clases 1 y 2) (IEC 61358)	Medidores estáticos de energía - control de recepción, medidores de energía - control de inspección; medidores estáticos de energía - ensayos.	*			
NTC 2050, Código eléctrico Colombiano	Requisitos de las instalaciones eléctricas.	*			
IEC 61334-5-1 Automatización de la distribución utilizando sistemas de distribución de la línea de soporte - Parte 5-1: perfiles de capa inferiores - La frecuencia de modulación por desplazamiento diferencial (S-FSK) Perfil	Describe los requisitos de S-FSK (modulación por desplazamiento de frecuencia), en relación con los servicios proporcionados por la entidad de capa física y la subcapa MAC. Se supone que el medio de transmisión a ser la red de distribución en tanto MV o el nivel LV. Para ser utilizado en conjunción con la norma IEC 61334-4-32.		*		
IEEE802.15.4 Estándar que define el nivel físico y el control de acceso al medio de redes inalámbricas de área personal con	Es un estándar que define el nivel físico y el control de acceso al medio de redes inalámbricas de área personal con tasas bajas de transmisión de datos (low-rate wireless personal area network, LR-WPAN). Es la base sobre la que se define la especificación de ZigBee, cuyo propósito es ofrecer una solución completa para este tipo de redes		*		

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

tasas bajas de transmisión de datos.	construyendo los niveles superiores de la pila de protocolos que el estándar no cubre.				
IEEE802.11-2007 Métodos de transmisión para redes inalámbricas	Esta revisión indica correcciones técnicas y aclaraciones IEEE std 802,11 para redes de área local inalámbricas (WLAN), así como mejoras en el control de acceso al medio existentes (MAC) y las funciones de la capa física (PHY). También recoge las enmiendas 1 a 8, que incluye una corrección de errores		*		
Norma NTC 4440, Equipos de medición de energía eléctrica. Intercambio de datos para lectura de medidores, tarifa y control de tarifas y carga. Intercambio directo de datos locales (IEC 62056-21).	Anteriormente conocida como IEC 61107, protocolo para la lectura de medidores eléctricos. Esta norma especifica el intercambio de datos a través de los puertos ópticos y eléctricos locales, DLMS/COSEM.		*		
Norma NTC 4299 Registradores tarifarios electrónicos para medidores de energía eléctrica.	Numeral 3.7, Una palabra clave, como código de seguridad, debe ser requerida para prevenir accesos a los registros programables con el propósito de un cambio no autorizado de las variables programadas y datos almacenados.			*	*
Norma IEC 62056-6-1 Medición de Electricidad e intercambio de datos	Especifica la estructura general del sistema de identificación de objetos (OBIS) y la asignación de todos los datos utilizados en los equipos de medida a sus códigos de identificación. OBIS proporciona un identificador único para todos los datos dentro del equipo de medición, incluyendo no sólo los valores de medición, sino también los valores abstractos utilizados para la configuración o la obtención de información sobre el comportamiento de los equipos de medida.			*	
Norma IEC 61970 Interfaces de programación de aplicaciones para sistemas de gestión de energía	La integración de aplicaciones desarrolladas por diferentes proveedores en el entorno de centro de control. El intercambio de información en tiempo real entre los sistemas externos al entorno del centro de control, incluidos los sistemas de generación, la transmisión, y la distribución. El suministro de interfaces adecuadas para el intercambio de datos a través de nuevos sistemas.			*	
Norma IEC 61968 Define arquitectura y modelos de información para DMS, MDMS	Normas para el intercambio de información entre las aplicaciones de sistemas de distribución eléctrica. Encapsula varias funciones como el seguimiento y control de los equipos para el suministro de energía, los procesos de gestión para garantizar la fiabilidad del sistema, gestión de tensión, gestión de la demanda, gestión de incidencias, gestión de trabajo, la cartografía automatizada y gestión de instalaciones.			*	
Norma IEC 62351, Información de seguridad para las operaciones de control del sistema de alimentación.	Define los requisitos de seguridad para la gestión del sistema de energía y el intercambio de información, incluida la red de comunicaciones y los problemas de seguridad del sistema, TCP/IP y perfiles MMS, y la seguridad de CIP y sub-estación				*

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

		de automatización y la protección.				
	Norma ANSI C12.19. Tablas de datos de dispositivos finales	Esta norma define una estructura de tabla de datos de la aplicación de servicios públicos entre el dispositivo final y un ordenador. El "dispositivo final" suele ser un medidor de energía.	*		*	
	ISO 27002 – Tecnología de la información - Técnicas de seguridad	Proporciona las mejores prácticas y recomendaciones sobre la gestión de seguridad de la información para su uso por los responsables de iniciar, implementar o mantener sistemas de gestión de seguridad de la información (SGSI). Seguridad de la información se define en la norma en el contexto de: la preservación de la confidencialidad (garantizando que la información es accesible sólo para aquellos autorizados a tener acceso), integridad (protección de la exactitud e integridad de la información y los métodos de procesamiento) y disponibilidad (asegurando que los usuarios autorizados tengan acceso a la información y los asociados cuando sea necesario).				*
	Norma ANSI C12.22 Especificación de protocolo para la interconexión a las redes de comunicaciones de datos	Describe un protocolo para el transporte de datos a través de redes, con el propósito de la interoperabilidad entre los módulos de comunicaciones y medidores. Este estándar utiliza cifrado para permitir comunicaciones seguras y fuertes, incluyendo la confidencialidad y la integridad de los datos. Su modelo de seguridad es extensible para soportar nuevos mecanismos de seguridad. Define los servicios de mensajes, que son componentes de AMI para las redes inteligentes		*		*
	ISO/IEC 27001 Seguridad de la información	Especifica los requisitos necesarios para establecer, implantar, mantener y mejorar un <i>Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI)</i> ; Es consistente con las mejoras prácticas descritas en ISO/IEC 17799 (actual ISO/IEC 27002) Y tiene su origen de la norma BS 7799-2:2002, desarrollada por la entidad de normalización británica, la Brithish Standard Institution BSI.				*
Marco Regulatorio	Resolución 131/98, Disposiciones sobre el mercado competitivo de energía eléctrica.	Artículo 3, Equipos de medición, requisito para acceder al mercado competitivo, instalación del medidor con capacidad de hacer telemedida; para usuarios no regulados	*			
	Decreto 3735/03, Reglamentación de los artículos 63 y 64 de la ley 812/03, en relación del programa de normalización de redes eléctricas y los esquemas diferenciales de prestación de servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica	Artículo 23, Existencia de equipo de medida	*			
	Resolución 070/98, Se establece el reglamento de distribución de Energía Eléctrica, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional.	Numeral 7, Medida	*			*
	Ley 142 /92 , Ley de servicios públicos	Artículo 139, Suspensión del servicio Artículo 140, Suspensión por incumplimiento	*			

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

	<p>Artículo 141, Incumplimiento, terminación y corte del servicio</p> <p>Artículo 142, Restablecimiento del servicio</p> <p>Artículo 144, De los medidores individuales</p> <p>Artículo 145, Control sobre el funcionamiento de los medidores</p>				
	<p>Capítulo VI, de las facturas,</p>			*	
<p>Resolución CREG 108 de 1997 , Criterios generales sobre la protección de los derechos de los usuarios en los servicios públicos domiciliarios de energía y gas combustible por red física, en relación con la facturación, comercialización y demás asuntos relativos a la relación entre la empresa y el usuario, y se dictan otras disposiciones</p>	<p>Artículo 26, Control sobre el funcionamiento de los medidores</p> <p>Artículo 30, Falta de medición por acción u omisión. Parágrafo 2, Parágrafo 3.</p>	*			
	<p>Artículo 32, Determinación del consumo facturable para suscriptores o usuarios que carecen de medición individual por razones de tipo técnico, de seguridad, o de interés social</p> <p>Artículo 33, determinación del consumo facturable para suscriptores o usuarios con medición colectiva,</p> <p>artículo 34, determinación del consumo facturable para usuarios residenciales localizados en asentamientos subnormales</p> <p>Capítulo V, del determinación del consumo facturable</p> <p>Capítulo VI, de la liquidación del consumo y las facturas</p>			*	
	<p>Artículo 55, Suspensión por incumplimiento</p>			*	
	<p>Resolución 079 de 1997, por la cual se adecua la resolución CREG-113 de 1996 a las decisiones que, en materia tarifaria, adoptó la Comisión de Regulación de Energía y Gas en la Resolución 031 de 1997</p>	<p>Artículo 3, Opciones tarifarias, el comercializador de electricidad únicamente podrá ofrecer opciones tarifarias que le permitan trasladar a los usuarios la estructura de precios de las otras actividades involucradas en la prestación del servicio de energía eléctrica en el SIN.</p>			*
<p>Resolución CREG 025 1999, Se establecen los Indicadores de Calidad DES y FES</p>	<p>Fijar las normas de calidad a las que deben ceñirse las empresas de servicios públicos en la prestación del servicio.</p> <p>Definir y hacer operativos los criterios técnicos de calidad, confiabilidad y seguridad del servicio de energía.</p>			*	*
<p>La Resolución CREG 097 de 2008 estableció la metodología de evaluación del servicio.</p>	<p>Numeral 11.2.1 Interrupciones del servicio de energía.</p> <p>Numeral 11.2.3.2 Cálculo del Índice Trimestral Agrupado de la Discontinuidad</p> <p>Numeral 11.2.4 Esquema de incentivos y compensación, a la calidad del servicio de distribución de energía eléctrica (ITAD).</p>			*	*
<p>Resolución CREG 089 1999 Período de Transición de que trata el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica</p>	<p>Artículo 1; Interrupciones por seguridad ciudadana y solicitadas por organismos de socorro o autoridades competentes. Suspensiones o cortes del servicio por incumplimiento del contrato de servicios públicos.</p> <p>Artículo 5; El incumplimiento de los indicadores DES y FES a un usuario conectado a un STR y/o SDL, será compensado.</p>				*

Fuente. Propia, Julio 2013

**ANEXO 4: DETALLE DE CRITERIOS SELECCIONADOS SEGÚN MATRIZ DE RELACIONES**

Este anexo esta contenido por las veinte (20) relaciones o criterios organizados de la siguiente manera: antecedente uno (1) “grupo de consideraciones sociales y culturales” y antecedente dos (2) “grupo de consideraciones de normatividad y políticas”, de la relación entre estos dos (2) antecedentes se establece el consecuente “Requisito técnico AMI”; finalmente se detalla para cada uno de los criterios seleccionados su respectiva explicación.

Las políticas y normatividad para cada uno de los componentes AMI, de campo, comunicaciones, back office y seguridad en Colombia no se encuentran reguladas o simplemente no existen, actualmente no es posible establecer un consecuente para las las veinte (20) relaciones listadas en el presente anexo. Son nueve (9) las relaciones faltantes, estas relaciones pueden ser identificadas siempre y cuando exista un marco regulatorio amplio con políticas tanto de los OR como del gobierno referentes a la implementación y desarrollo de la tecnología AMI, igualmente se deben hacer mayores esfuerzos en cuanto a normas especialmente las NTC referentes a las características técnicas AMI.

	Antecedente 1	Antecedente 2	Consecuente	Detalle
Relación	Grupos de consideraciones Sociales y Culturales	Grupos de Normatividad y Políticas	Requisito técnico	
1	Ingresos económicos	Componentes de campo	-	En este caso no es muy común que se presente una relación entre las consideraciones de tipo social y/o cultural con las de normatividad y políticas del OR. Posteriormente al entrar en vigencia nuevos marcos regulatorios o normas probablemente se establezca el consecuente.
2	Ingresos económicos	Comunicaciones	-	Aquí las normas y políticas existentes no tienen ninguna relación con alguna consideración social o cultural de este grupo de consideraciones in situ.
3	Ingresos económicos	Back Office	Control	Los usuarios que estén conectados a un STR o SDL deben facilitar acceso a la información de sus consumos al OR para efectos de facturación, independientemente de cómo este organizado el predio donde se lleva a cabo la lectura de los consumos de energía eléctrica. La resolución CREG

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

				108 de 1997, artículos 31 al 34, determinan que el consumo de energía eléctrica se debe facturar teniendo en cuenta reglas establecidas en estos artículos y lo indicado en el CCU (Contrato de condiciones uniformes). Acceso a la lectura remota permite tener control sobre los parámetros del medidor adicionalmente es como se establece en los requisitos técnico AMI - componente Back Office.
4	Ingresos Económicos	Seguridad	Responsabilidad	Mejorar la calidad del servicio reduciendo errores beneficia al usuario y al OR. La resolución CREG 025 de 1999 define y hace operativos los criterios técnicos de calidad, confiabilidad y seguridad del servicio. Los CRC (Chequeo de Redundancia Cíclica) para detectar cambios accidentales y el monitoreo frecuente de eventos de manipulación y de calidad son necesarios para la toma de lectura de medida sin errores, esto se establece como requisito técnico en el componte AMI de seguridad subgrupo de Responsabilidad.
5	Vandalismo y delincuencia	Componentes de campo	-	Para este caso no es común que se presente una relación entre las consideraciones de tipo social cultural y las de normatividad y las políticas del OR.
6	Vandalismo y delincuencia	Comunicaciones	Comunicación LAN	Las redes de comunicación en un sistema AMI, especialmente las instaladas en el sitio de la prueba piloto se enfrentan a múltiples intrusos o usuarios mal intencionados que intentan vulnerar los sistemas de información y comunicación, a su vez internamente se viven situaciones que pueden afectar la seguridad por múltiples problemas a nivel interno o falta de procedimientos. El estándar IEC 62056, define el intercambio de datos para la lectura de medidores sobre diferentes medios de comunicación por medio de puertos óptico, RS232 o lazo de corriente, la interfaz física se especifica en la IEC 62056-21. Las diferentes tecnologías de comunicación LAN para una infraestructura AMI ofrecen protocolos con alto nivel en seguridad, esto permite disminuir los riesgos informáticos en las redes de comunicación entre los medidores inteligentes y/o concentradores de datos. Esto es posible como el transporte de datos sobre líneas eléctricas PLC o BPL, protocolos de comunicación abiertos y seguros, bus RS485 o tecnología RF, todos estos son requisitos técnicos AMI - componente Comunicaciones.
7	Vandalismo y delincuencia	Back Office	Control	En algunos sitios los usuarios poseen una cultura hacia la delincuencia y hurto de los servicios públicos, los OR pueden tomar medidas, una de ellas se establece en la resolución CREG 108 de 1997, artículo 55, el incumplimiento al contrato por parte del usuario da lugar a la suspensión

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

				<p>del servicio, teniendo en cuenta si existen fraudes a las conexiones, acometidas, medidores o redes. Los sistemas de control y supervisión remotos ayudan a mantener la tecnología AMI operando en todo momento.</p> <p>Algunos usuarios optan por alterar los equipos de medida con el fin de evitar que los consumos sean registrados por los mismos. Los OR al monitorear el funcionamiento del medidor de forma remota se cercioran del funcionamiento del mismo esto ayuda a mantener un control de los medidores lo cual está indicado en la resolución CREG 108 de 1997 artículo 26 y Ley 142 de 1994, artículo 145, establecen que tanto el usuario como el OR adoptan precauciones sobre la alteración de los instrumentos de medida. Esto requiere de control y monitoreo de medidores inteligentes defectuosos, sin valores medidos, para garantizar reparación y eficiencia de facturación.</p>
	Vandalismo y delincuencia	Back Office	Administración	<p>No deben existir vulnerabilidades en el sistema que permitan manipulación no autorizada del mismo. La Norma NTC 4299 Numeral 3.7 establece la necesidad de generar palabras clave como código de seguridad para prevenir accesos no autorizados a los registros programables y datos almacenados. Validación de usuario de sistema mediante contraseñas renovables, periódicas y automáticas, requisitos técnicos como este se establecen en el componente AMI - Back Office.</p>
8	Vandalismo y delincuencia	Seguridad	Confidencialidad	<p>Existen actos delictivos que pretenden vulnerar la seguridad de los dispositivos de red y sus comunicaciones. Es necesario cumplir con la norma NTC/ISO/IEC 27001 y se recomienda la ISO 27002 que proporciona las mejores prácticas de un Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI) que especifica los requisitos necesarios para establecer, implantar, mantener y mejorar un SGSI. Acciones como encriptación y autenticación de datos o uso de VPNS (Redes Virtuales Privadas) reducen al mínimo la probabilidad de ataques al sistema, esto se establece como requisito técnico en el componte AMI - Seguridad</p>
9	Planificación Urbana	Componentes de campo	Medidor Inteligente	<p>En algunos casos los OR presentan problemas de lecturas de medidores debido a la mala ubicación de los mismos, la resolución 070/98 en el capítulo 7.4 determina que tanto el usuarios como el OR tienen derecho a acceder a la información del medidor, por lo tanto es indispensable que el usuario disponga de un dispositivo de visualización para dicho proceso,</p>

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

				como se establece en los requisitos técnico AMI – Componente de campo.
10	Planificación Urbana	Comunicaciones	-	En este caso las normas y políticas existentes no tienen ninguna relación con alguna consideración social o cultural de este grupo de consideraciones in situ.
11	Planificación Urbana	Back office	Control	El OR considera indispensable tener acceso a los medidores de energía de cada usuario, por lo tanto estos deben estar ubicados en lugares visibles para la manipulación o tomas de lectura. Esto mismo lo estipulado en la resolución CREG 108 de 1997, artículo 30, párrafo 2 y 3, donde se plantea para efectos de medición los equipos de medida deben estar localizados en zonas de fácil acceso desde el exterior del inmueble. Esto con el fin de facilitar acciones operativas y tener acceso a la lectura, los requisitos técnicos referentes a este tema se establecen en el componente de campo AMI – Back Office.
12	Planificación Urbana	Seguridad	-	Para este caso las normas y políticas existentes no tienen ninguna relación con alguna consideración social o cultural de este grupo de consideraciones in situ.
13	Bienestar Social	Componentes de campo	-	Para este caso no es común que se presente una relación entre las consideraciones de tipo social cultural y las de normatividad y políticas del OR
14	Bienestar Social	Comunicaciones	-	Aquí no es común que se presente una relación entre las consideraciones de tipo social cultural y las de normatividad y políticas del OR
15	Bienestar social	Back Office	Reportes	Sin importar el estrato de la población donde se ofrece el servicio es indispensable un buen registro de lecturas para no incurrir en errores que se generen en sobrecostos de facturación al usuario. La resolución CREG 108 de 1997 capítulo V, determina que todo consumo es facturable y además medir el servicio, es un derecho tanto para los usuarios como el OR. La Ley 142 de 1994 artículos 147 al 151 y la resolución CREG 108 de 1997 artículos 35 al 48, se refieren a la facturación, los requisitos, consideraciones y obligaciones del OR y el usuario. Los reportes, eventos e históricos de consumos de los usuarios permiten hacer el análisis para la creación de grupos de usuarios y facilitar decisiones eficientes a la hora de compra de energía. Para este proceso también se tiene en cuenta la gestión de la curva de carga y balances de energía, estos son requisitos técnicos identificados en los componentes AMI – Back Office.

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

16	Bienestar social	Seguridad	Responsabilidad	Es importante mantener una interacción frecuente y oportuna con el cliente. La resolución CREG 089 1999 Artículo 1, establece no se tomara en cuenta en los indicadores de calidad las interrupciones del servicio en caso de existir riesgos en la seguridad ciudadana. Realizar cortes remotos programados del suministro de energía eléctrica en caso fortuito para mantener la integridad de los usuarios o del sistema se establece como requisito técnico en el componte AMI – Seguridad.
17	Incentivos	Componentes de campo	-	En este caso las normas y políticas existentes no tienen ninguna relación con alguna consideración social o cultural de este grupo de consideraciones in situ.
18	Incentivos	Comunicaciones	-	Para este caso no es muy común que se presente una relación entre las consideraciones de tipo social cultural y las de normatividad y políticas del OR
19	Incentivos	Back Office	-	Aquí las normas y políticas existentes no tienen ninguna relación con alguna consideración social o cultural de este grupo de consideraciones in situ.
20	Incentivos	Seguridad	Disponibilidad	Se deben considerar el pago de incentivos económicos a los usuarios que se les brindo un mal servicio. La resolución CREG 097 2008, Numeral 11.2.4 establece que el incumplimiento del indicador ITAD de un usuario conectado a un STR y/o SDL, será compensada. Para que el OR logre mejorar los indicadores evitando así el pago de compensaciones y por el contrario adquiere derecho a incentivos se recomendada la reanudación automática del sistema ante caída del mismo y equipos redundantes en áreas claves del sistema para garantizar alta continuidad, se establecen como requisitos técnicos en el componente AMI de Seguridad

**Fuente.** Propia, Agosto 2013

Seleccionados los criterios resta identificar las características técnicas para la PPAMI. Como cada criterio arroja uno o varios requisitos técnicos AMI, usando la figura 5, el usuario decide si la etiqueta-consecuente asociado al criterio en cuestión, se convierte directamente en la característica AMI, por ejemplo Control, Comunicación LAN, Medidor Inteligente, etc., o si selecciona un requisito técnico particular dentro del agrupamiento asociado a la misma como característica. La figura 5 reúne las diferentes agrupaciones de requisitos técnicos, etiquetados y organizados por componentes AMI.

DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA PRUEBA PILOTO EN EL ÁREA DE TELEGESTIÓN AMI: CASO DE ESTUDIO

**Figura 5.** Características técnicas para PPAMI



**Fuente.** Propia, Agosto 2013

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] DMC International. (2012) DMC International Offers SmartGrid Solution. [Online]. Disponible: [http://www.dmc-uae.net/amr\\_Electricity.html](http://www.dmc-uae.net/amr_Electricity.html)
- [2] ECHELON. (2013) Applications Smart Metering. [Online]. Disponible: <http://www.echelon.com/applications/smart-metering/>
- [3] Nigris Michele and Bernardelli Federico, "Redes inteligentes de energía (smart grids) en América Latina y el Caribe: viabilidad y desafíos," *Conferencia Regional sobre Redes Inteligentes de Energía*, Santiago, 2010.
- [4] Sarmiento Uruchurtu Héctor and Nieva Gómez Rolando, "'IEEE Day" Technical Chat "Smart Grid", " *Redes Eléctricas Inteligentes*, Mexico, 2010.
- [5] Rengifo Carlos Felipe, (2012, Junio) Sitio Web Geiico s.a. [Online]. Disponible: [http://www.geiico.com.co/wp-content/uploads/doc/electro\\_guayaquil.pdf](http://www.geiico.com.co/wp-content/uploads/doc/electro_guayaquil.pdf)
- [6] Discar Telecom y Energy. (2013) Sistema de Gestión Inteligente para Empresas de Energía Eléctrica. [Online]. Disponible: <http://www.discar.com/upload/fckeditor/Brochure%20Mr%20DiMS.pdf>
- [7] ZIV Compañía Grupo CG. (2013) Haciendo realidad la Red del Futuro. [Online]. Disponible: <http://www.meteringsolutions.ziv.es/data/smartgrids/FAMI0911A.pdf>
- [8] Paz Largo Jhoana Andrea, "Estudio de factibilidad para la implementación de BPL sobre Las redes eléctricas de EMCALI EICE ESP como tecnología de Acceso a la red multiservicios," Santiago de Cali, 2008.
- [9] Ceballos Edison and Jimenez Erica. (2005) Internet por Redes Eléctricas, Universidad de Antioquia, Facultad de ingeniería, Departamento de Electronica, Medellin, 2005.
- [10] Echeverri Riqueth David Mauricio and Madera Martinez Victor Hugo. (2008) PLC (Power Line Comunicación). [Online]. Disponible: <http://microe.udea.edu.co/~alince/recursos/lineas/PLC.pdf>
- [11] Tapia Rosero Fernando Vladimir, "Transmisión de datos a través de la red eléctrica," Universidad Tecnica del Norte, Facultad de Ciencias Aplicadas, Escuela de Ingeniería en sistemas computacionales, Tesis de Pregrado,

Ibarra, 2005.

- [12] Jiménez Granados Guido, "Aplicaciones del sistema de comunicación por línea de energía PLC (Power Line Communications)," Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Tesis de pregrado ,2006.
- [13] Federal Communications Commission. (2013) Radio Frequency Safety. [Online]. Disponible: <http://transition.fcc.gov/oet/rfsafety/rf-faqs.html>
- [14] Feria Prieto Oscar Alejandro, Diaz Pastrana Steven, and Quimbayo Armando, "El Espectro Radiofrecuencia HF - Altas Frecuencias," Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ingenieria Electronica, Facatativá, 2011.
- [15] Maldonado Laurente Ángel, "Diseño de una red utilizando el protocolo de comunicaciones ZigBee para el sistema de recirculación de la planta acuícola PUCP," Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingenieria, Lima, Tesis de pregrado, 2008.
- [16] Catalano Filippo Vincenzo, "Wimax," Pontificia Universidad Católica Argentina, Facultad de Fisicomatemática e Ingeniería, Buenos Aires, Tesis de pregrado, 2012.
- [17] Romero Suárez Ivan Jesús, "Diseño de un sistema inalámbrico usando dispositivos ZigBee para el monitoreo de temperatura en la crianza de ovas y alevines en un centro de crianza," Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingenieria, Lima, 2010.
- [18] Oliver Miguel and Ferrer Carlos, "Overview and Capacity of the GPRS (General Packet Radio Service)," Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, Artículo 2013.
- [19] Herrera Lozano Juan Jorge, "Sistemas de telegestión," Universidad de Sevilla, Escuela Superior de Ingenieros, Sevilla, Tesis Maestria 2009.
- [20] Sánchez Acero Monserrat, "Medios de comunicación y nuevas tecnologías en los centros docentes en la provincia de Ciudad Real," Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Tesis doctoral 2003.