

# LOS SMART METERS VERSUS LA SALUD PÚBLICA



Ing. Alberto Tama Franco  
MAE, MGE, MBA  
Asesor de la Gerencia  
General de la Corporación  
Eléctrica del Ecuador

## Introducción

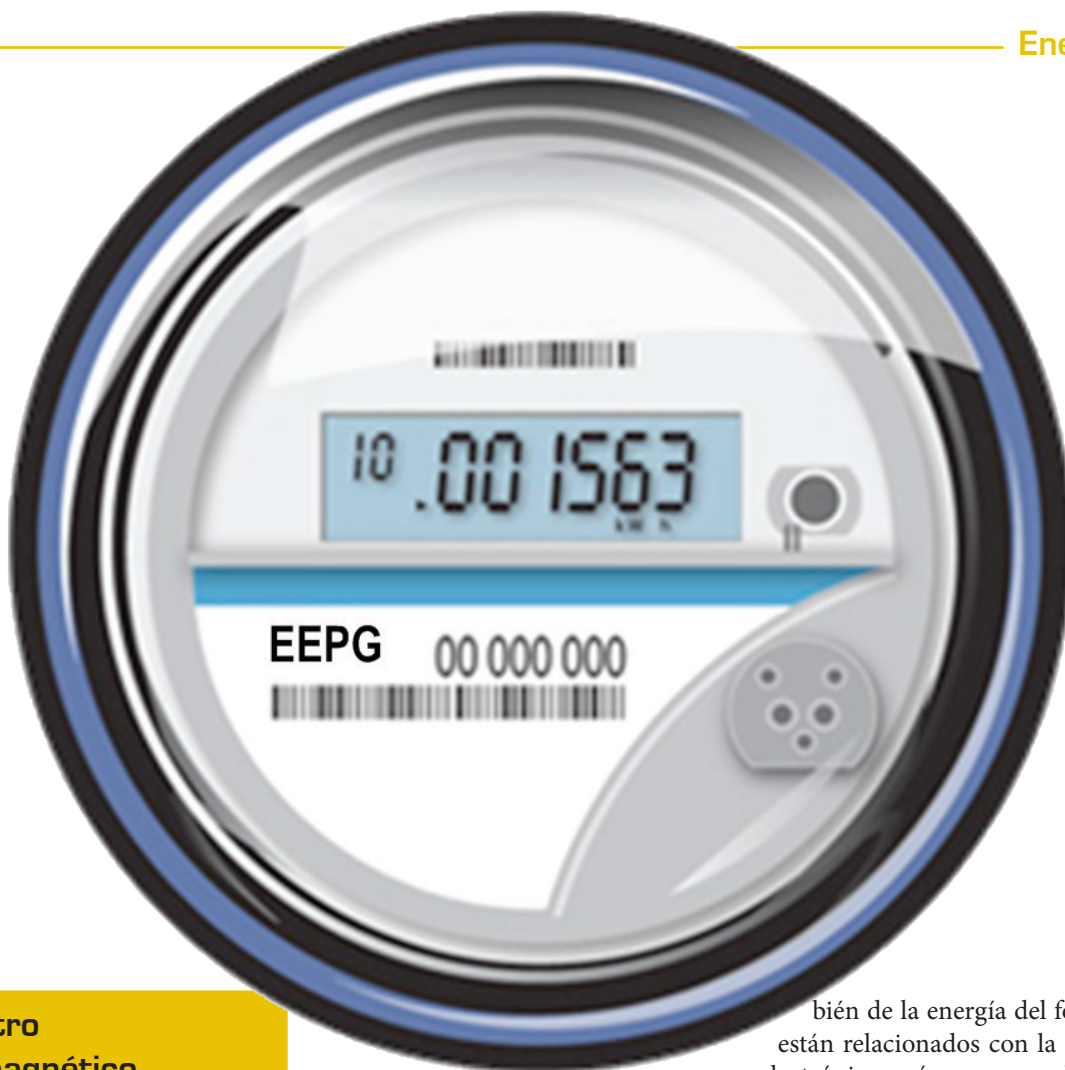
Aproximadamente, 120 millones de dispositivos de radiofrecuencia se han instalado en los últimos cinco años en América del Norte con la finalidad de recolectar información relacionada con la utilización del agua, del gas y de la electricidad. Las empresas prestatarias de dichos servicios, de todos los tipos y de todos los tamaños, se han dado perfecta cuenta de los beneficios operacionales y de servicios al consumidor, generados por la automatización de los procesos de recopilación de la información. Pero como el uso de estos sistemas se ha generalizado; y al igual que cualquier nueva tecnología, se ha enfrentado y se enfrenta a barreras para su aceptación por parte de un mercado que no está familiarizado con sus beneficios; existe una creciente preocupación en lo relacionado a temas

sobre la seguridad pública y es donde surge también, entre otras, la siguiente interrogante: ¿las comunicaciones de radiofrecuencia que utilizan estos Smart Meters (medidores inteligentes en español) ocasionan algún impacto o producen algún efecto sobre la salud pública?

Para finales del año 2010 y comienzos del año 2011, la ahora Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil, EP, inició vanguardistamente la instalación de un piloto de Smart Meters a lo largo del corredor de la vía a la Costa, extendiéndose luego a las ciudadelas Los Ceibos, Colinas de Los Ceibos, Ceibos Norte, Santa Cecilia, Los Parques, El Paraíso, Miraflores, Urdesa Central, Urdesa Norte, Lomas de Urdesa, Kennedy Norte, Kennedy Este, Kennedy Oeste, Sagrada Familia, entre otras. Lamentablemente, debido a la inadecuada planificación, a

la falta de comunicación con todos los estamentos involucrados y relacionados en este proceso; y a la inobservancia de los procesos administrativos y operativos por parte del Gerente de Control de Pérdidas de aquella época, no se contaba con la apropiada recopilación y validación de la información. Adicionalmente, los medidores inteligentes marca General Electric -a decir de los mismos funcionarios de la precitada empresa distribuidora- presentaban comunicaciones fallidas, se detectaron errores en la cargabilidad de los servidores; sumado a esto, la falta de acompañamiento técnico por parte del proveedor agravó la situación, dando como resultado: errores en la facturación y el consiguiente incremento de los reclamos por parte de los consumidores; demostrándose así, la vulnerabilidad del sistema ante la inexistencia de una apropiada infraestructura de comunicaciones.

En el presente artículo, se examina como la adopción generalizada de la Infraestructura Avanzada de Medición (AMI, acrónimo en Inglés de *Advanced Metering Infrastructure*) puede repercutir positivamente en los índices de las empresas distribuidoras y comercializadoras de energía eléctrica, si es que acaso se lo concibe con la importancia y trascendencia que un proyecto de tal envergadura debe tener, y no solo como un cambio tecnológico de medición. Se abordará también el tema de los efectos en la salud humana que esta tecnología de medición pudiera ocasionar; y, se tratará de distinguir y separar los hechos de los mitos creados acerca de los medidores inteligentes.



## El Espectro Electromagnético

La clasificación de múltiples frecuencias en orden numérico, de los diversos fenómenos electromagnéticos, constituye lo que se conoce como Espectro Electromagnético. En la siguiente figura, se detallan los diversos fenómenos electromagnéticos, sus usos comunes, las longitudes de onda y la frecuencia aproximada a la que ocurren los mismos. Las frecuencias útiles para la comunicación por radio ocurren en el extremo inferior de frecuencia del espectro. Conforme la frecuencia se incrementa, la manifestación de energía electromagnética comporta riesgos para los seres humanos. Los hornos de microondas, por ejemplo, pueden ser peligrosos sino se los blindan adecuadamente. Las dificultades prácticas para el empleo de energía electromagnética con propósitos de comunicación también aumentan al incrementar la frecuencia, al grado de volver casi imposible el uso de tal energía.

La interacción del material biológico con una emisión electromagnética depende de la frecuencia de la emisión. A muy altas frecuencias, características del ultravioleta lejano y los rayos

X, los fotones del campo tienen suficiente energía para romper los enlaces químicos. Esta ruptura de los enlaces es conocida como ionización, y a esa parte del espectro electromagnético se le denomina radiación ionizante. Los bien conocidos efectos biológicos de los rayos X están asociados con la ionización de las moléculas. A frecuencias más bajas, como las de la luz visible, radio y microondas, la energía de un fotón está muy por debajo de la que es necesaria para romper enlaces químicos. Esta parte del espectro se conoce como radiación no ionizante. Como la energía electromagnética no ionizante no puede romper los enlaces químicos, no existe analogía entre los efectos biológicos de la energía electromagnética ionizante y no ionizante. La frontera entre ambos efectos se coloca convencionalmente en energías del orden de 10 eV, que corresponde convencionalmente al ultravioleta lejano.

Las emisiones de energía electromagnética no ionizante pueden producir efectos biológicos. Muchos de los efectos biológicos del ultravioleta cercano, luz visible e infrarrojos dependen tam-

bién de la energía del fotón, pero están relacionados con la excitación electrónica más que con la ionización. Las radiofrecuencias y microondas -rango de operación de los Smart Meters- pueden causar efectos en los tejidos, por la generación de calor. La eficiencia con la que una emisión electromagnética puede inducir corrientes eléctricas, y por tanto generar calor, depende de la frecuencia de la emisión y del tamaño y la orientación del objeto que está siendo calentado. A frecuencias inferiores a las utilizadas por la radio en AM (alrededor de 1,000 kHz) las emisiones electromagnéticas se acoplan débilmente con los cuerpos de los humanos y de los animales y, por lo tanto, son muy ineficientes para inducir corrientes eléctricas y generar calor.

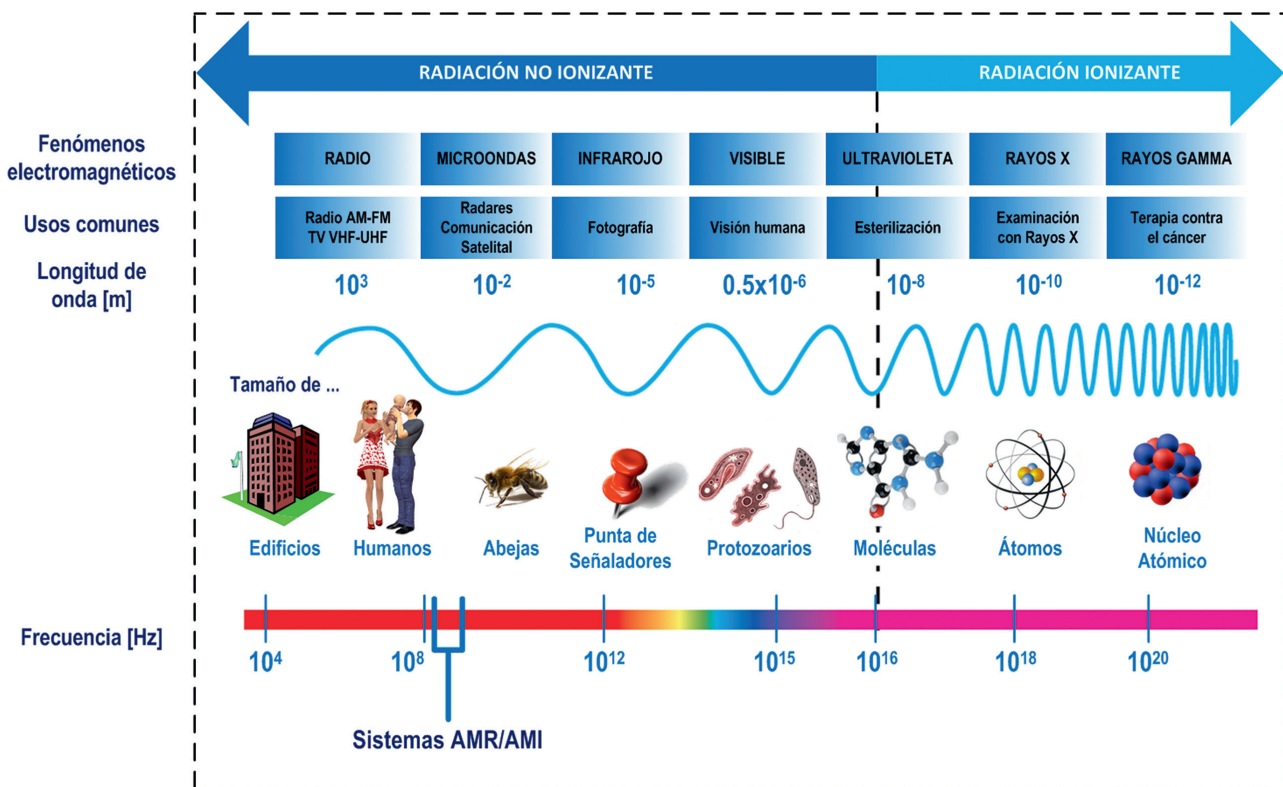
De este modo, en términos de posibles efectos biológicos, el espectro electromagnético se puede dividir en dos regiones: 1) La región ionizante, donde puede haber un daño químico directo (ultravioleta lejano, rayos X, rayos gamma y rayos cósmicos); 2) La región no ionizante, que puede subdividirse en: a) La región de la radiación óptica, donde pueden darse fenómenos ligados a la excitación electrónica (ultra-

violeta cercano, luz visible, infrarrojo); b) La región donde la longitud de onda es más pequeña o de tamaño similar al del cuerpo humano, en la que se puede producir calentamiento a través de corrientes inducidas (microondas y ondas de radio de alta frecuencia); y, c) La región donde la longitud de onda es mucho mayor que el tamaño del cuerpo humano, y el calentamiento por corrientes inducidas es muy bajo (ondas de radio de baja frecuencia, campos de frecuencia industrial y campos estáticos).

El sistema de medición AMI opera típicamente en el rango de frecuencia

de 900 MHz a 2.4 GHz; es decir, en la región de radiación no ionizante. De igual forma existen otros dispositivos electrónicos que utilizamos cada día y que operan usando frecuencias de radio; a saber: monitores de bebé, control remoto para acceso al vehículo, teléfonos inteligentes, redes celulares, teléfonos inalámbricos, emisiones de radio AM y FM, puertas de garaje remotas, juguetes controlados por radio, programas de televisión, las comunicaciones por satélite, radios de policía, y la lista continúa. Con la explosión de las redes sociales, móviles inteligentes, Wi-Fi, transmisiones móviles, sistemas GPS (acrónimo en Inglés de Glo-

bal Positioning System) y una miriada de otras aplicaciones, el uso de Radio Frecuencia (RF, acrónimo en Inglés de Radio Frequency) ha crecido de manera exponencial. Según estadísticas de Wireless Association, en junio de 2011, el número de dispositivos electrónicos conectados con la tecnología inalámbrica fue de 322.8 millones, cantidad que superaba la población misma de los Estados Unidos de América. Es decir, que a menos que pudiéramos vivir en una habitación como una cámara anecoica, especialmente diseñada y blindada, siempre estaríamos expuestos a las señales de RF las 24 horas del día y los 7 días de la semana.



### ¿Qué son y cómo funcionan los Smart Meters?

Un medidor de energía eléctrica -en general- es un instrumento de extrema precisión, que registra de manera exacta la cantidad de energía eléctrica que ha sido utilizada en kWh (kilovatiohora), pudiendo ser electromecánico (disco o inducción) o electrónico. Dependiendo de sus características, es capaz de registrar algunos parámetros requeridos por la Distribuidora y por el Consumidor. Es una de las más importantes piezas en el equipamiento de las distribuidoras; y considerado como la caja registradora de las mismas.

Por su parte, los Smart Meters son dispositivos electrónicos que permiten la comunicación bidireccional entre el consumidor y la empresa distribuidora. Esos equipos de medición registran atributos de la electricidad entregada a los consumidores y transmiten -de manera remota- esa información (uso de la energía eléctrica) a las respectivas empresas prestatarias del servicio, utilizando señales de RF (la misma que utilizan las emisoras de Radio y TV). De manera sistemática, estos medidores inteligentes estarán reemplazando a los medidores tradicionales, analógicos, electromecánicos o de inducción; así como también al personal de lectura (lectores) con un proceso automatizado

que se espera permita reducir los costos de operación de las empresas distribuidoras, y potencialmente, los costos de los consumidores.

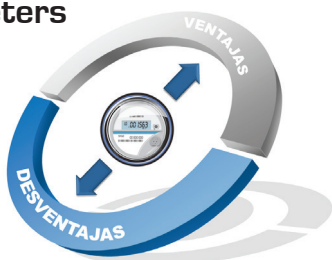
Los Smart Meters tienen la capacidad de llevar dos transmisores con la finalidad de proporcionar dos formas diferentes de comunicación de la información proveniente de estos equipos de medición. El primero de ellos, es para la lectura automática remota (AMR, acrónimo en Inglés de Automatic Meter Reading) así como para el monitoreo a tiempo real y más detallado de los atributos de la energía eléctrica entregada al consumidor; transmisor que envía la información a un punto de acceso con

la empresa distribuidora, lugar donde es recogida conjuntamente con otra información proveniente de otros consumidores y es transmitida utilizando una red de área inalámbrica (WAN, acrónimo en Inglés de Wireless Area Network) similar a la que utilizan los proveedores de servicios de celulares, tal como se aprecia en la figura anterior.

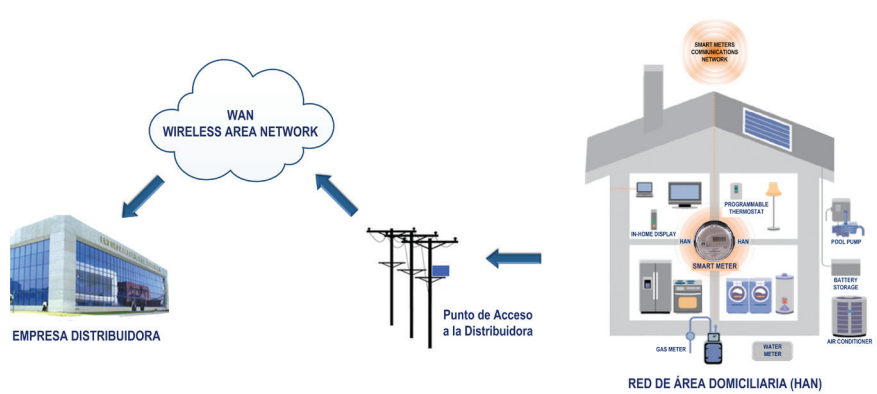


Vale precisar que cualquier medidor inteligente forma parte de una red “mesh” (malla en español) y que puede actuar como un nodo o relé entre otros medidores inteligentes y puntos de acceso a la distribuidora. El segundo transmisor, en algún momento futuro en la línea de tiempo, permitirá a los consumidores habilitar una red de área domiciliaria (HAN, acrónimo en Inglés de Home Area Network). Esta última, permitirá un mayor control del consumo y uso de la energía eléctrica, así como admitirá la comunicación entre los electrodomésticos y la futura red inteligente, funcionalidad importante para lograr desarrollar el potencial completo de la precitada red inteligente.

### La promesa de los Smart Meters



Por la naturaleza de la tecnología que se encuentra detrás de la forma de comunicación, la infraestructura AMI y los medidores inteligentes ofrecen importantes ventajas y algunas desventajas para el ambiente societario en que se desenvuelven; entre ellas, se tienen las siguientes:



### COMPARACIÓN ENTRE MEDIDORES ELECTROMECÁNICOS VS INTELIGENTES



ELECTROMECÁNICOS	PARTES PRINCIPALES	INTELIGENTES
✓	BASE Y ARMAZÓN O ESTRUCTURA (FRAME)	✓
✓	TERMINALES O BAYONETAS	✓
✓	CUBIERTA, TAPA DE VIDRIO O POLICARBONATO	✓
✓	EL MOTOR (ESTATOR Y ROTOR)	SÓLO ESTATOR
✓	EL REGISTRADOR	✓
✓	SISTEMA DE RETARDAMIENTO MAGNÉTICO	✗
✗	DISPOSITIVOS PARA GESTIÓN REMOTA	✓
✗	TARJETA DE COMUNICACIÓN REMOTA	✓
ELEVADA	PRECISIÓN DE REGISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	EXTREMA
ELEVADO	GRADO DE INTERVENCIÓN	ALTO
✗	EXPOSICIÓN A RADIACIÓN POR RF	✓

### Ventajas:

**Registro de Información:** dependiendo de la programación del proceso interrogación-respuesta-comunicación, se realiza la captura de la información de la energía eléctrica que ha sido entregada al consumidor, proporcionando una mayor información acerca del uso de la energía. En la Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil, EP (EEPG), este proceso se lo ejecuta cada 15 minutos.

**Lectura del medidor:** la información relacionada a los atributos de consumo de energía eléctrica es automática y digitalmente transmitida a la empresa distribuidora; evitándose con ello, la participación del personal de lectura y el posible cometimiento de errores de lectura, la consiguiente crítica y verificación, obteniéndose dicha información más rápidamente.

**Seguimiento del uso de la electricidad:** obtenida la información, se puede ejercer en línea: el seguimiento del uso de la electricidad, el análisis de perfiles de

consumo y ejecutar la toma de decisiones para optimizar el uso eficiente de la energía, entre otras acciones.

**Notificación de interrupciones de servicio:** esta tecnología de medición, al formar parte y estar integrada a un sistema SCADA (acrónimo en Inglés de Supervisory Control And Data Acquisition) permitirá conocer de manera automática e inmediata cualquier salida de servicio de sus alimentadoras primarias; y en coordinación con el OMS (acrónimo en Inglés de Outage Management System) se gestionará de manera eficiente el restablecimiento y normalización del suministro eléctrico.

**Automatización de Cortes y Reconexiones:** los cortes y las consiguientes reconexiones -consecuencia de retrasos en el pago de las facturas de electricidad- se ejecutarán de manera automática y casi instantánea, sin importar el horario ni el calendario.

**Redes de Área Domiciliaria:** a través de los medidores inteligentes, en cada

vivienda se podrá conformar una red HAN (acrónimo en Inglés de Home Area Network), con lo cual se podrán comunicar, gestionar y controlar aparatos y electrodomésticos inteligentes a través de un teléfono celular o Internet, conociendo inclusive la cantidad de energía eléctrica que se está consumiendo; permitiendo de esta manera tomar decisiones para el ahorro y uso eficiente de la energía.

## Desventajas

Exposición a Radiación de Radio Frecuencia: a pesar de no estar transmitiendo todo el tiempo, al menos por ahora y hasta que la llamada “Red Inteligente” esté funcionalmente operando al 100% de su potencialidad, status que depende de la programación del proceso interrogación-respuesta-comunicación que se defina, al ser transmisores y receptores de energía electromagnética en la banda UHF (acrónimo en Inglés de Ultra High Frecuencias) que corresponde al rango de frecuencia de 300 MHz a 3 GHz según la ITU (acrónimo en Inglés de International Telecommunications Union), los medidores inteligentes se encuentran contaminando el ambiente con radiaciones no ionizantes, que dependiendo del tiempo de exposición e intensidad de potencia radiada, podrían ocasionar daños a la salud pública.

Grado de Intervención: en general, las empresas fabricantes y distribuidoras de los Smart Meters sostienen que estos equipos de medición, con la finalidad de afectar la correcta operación de los mismos y así provocar la reducción en los valores facturados por energía, no son vulnerables a ser intervenidos. Pues bien, estos medidores, al igual que los analógicos, convencionales o electromecánicos, tienen el mismo principio de operación y están conformados



por la(s) bobina(s) de corriente y la(s) bobina(s) voltimétrica(s) o de potencial, cuyas alteraciones son bien conocidas. El problema sería en que dichos equipos inteligentes salgan alterados del Laboratorio de Medidores de una empresa distribuidora para ser instalados -a manera de “dedicados”- a aquellos usuarios que tuvieron contacto con empleados carente de valores morales y éticos, no comprometidos y sin identidad alguna, que se prestan para este tipo de irregularidades. De esta forma, el fraude jamás sería descubierto, a menos que se detecte un mal funcionamiento o quema del medidor. Adicionalmente y siendo su operación similar a los teléfonos celulares, las funciones de transmisión y recepción de información de dichos medidores, podrían ser bloqueadas mediante: 1) el uso de un sencillo blindaje electromagnético, cuyo principio se fundamenta esencialmente en consideraciones del Efecto Pelicular; o, 2) la utilización de dispositivos portátiles bloqueadores de señales de celulares -denominados Cell Phone Jammers- similares a los que utiliza la banca; limitando de esta manera, su funcionalidad.

Invasión de la Privacidad: la obtención de los perfiles de consumo y su consiguiente uso de la energía, de ser mal utilizada, podría ocasionar que ocurran asaltos o robos a las viviendas, que son detectadas sin actividad, por parte de antisociales que obtuvieran la precitada información de aquellos colaboradores “no comprometidos y carente de valores” de la empresa distribuidora.

las radiaciones por radiofrecuencia de los medidores inteligentes. Para ello, se han llevado a efecto: talleres, seminarios, congresos internacionales; se han presentado artículos a la comunidad científica, donde han participado autoridades y responsables de este tema tan preocupante y delicado; entre ellos: la Organización Mundial de la Salud (WHO, acrónimo en Inglés de World Health Organization), la Academia Americana de Medicina Ambiental (AAEM, acrónimo en Inglés de American Academy of Environmental Medicine), el Instituto de Investigación Edison (ERI, acrónimo de Edison Research Institute),

el Instituto de Investigación de Energía Eléctrica (EPRI, acrónimo en Inglés de Electric Power Research Institute), entre otros.

De acuerdo al Reporte del año 2011: “Health Impacts of Radio Frequency Exposure from Smart Meters” presentado por el Consejo de Ciencia y Tecnología de California (CCST, acrónimo en Inglés de California Council on Science and Technology) manifiesta que los impactos causados en la salud humana por la exposición a emisiones electromagnéticas varían en función de la frecuencia y la potencia de los campos. También se menciona que los medidores inteligentes funcionan a baja potencia y en la parte de radiofrecuencia del espectro electromagnético; y, que a esos niveles, las emisiones de RF, provenientes de los medidores inteligentes, son poco probable que produzcan efectos térmicos; sin embargo, precisan, que no está científicamente confirmado si es que o cuáles efectos térmicos en los organismos vivos y, potencialmente, sobre la salud humana, podrían darse.



## Radiación Electromagnética

Hasta la presente fecha, existen innumerables investigaciones, reportes y estudios científicos en relación al impacto que pueden ocasionar a la salud pública

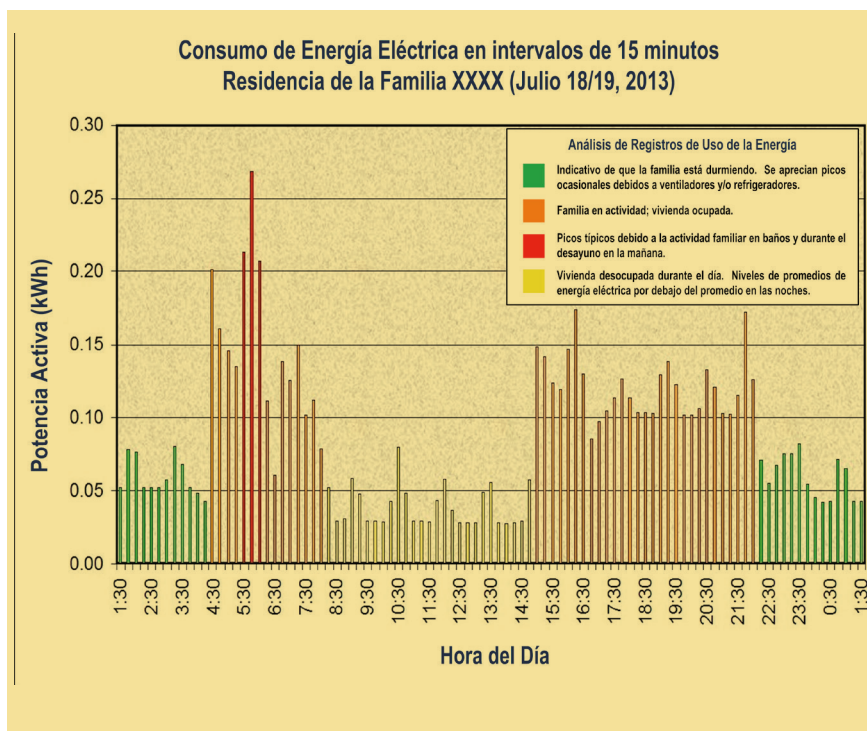


Estas mismas preocupaciones sobre los posibles efectos deberían aplicarse a todos los dispositivos electrónicos que funcionan con la misma frecuencia y niveles de potencia, incluyendo teléfonos móviles, ordenadores, teléfonos inalámbricos, televisores, y los routers inalámbricos. Cualquier diferencia en el impacto sobre la salud, causado por estos dispositivos, es probable que sea un resultado de diferencias en los patrones de uso entre ellos.

## Precisiones y Recomendaciones

El problema de importancia en lo relacionado a salud pública, en lo que respecta a Smart Meters, es la exposición involuntaria de personas y hogares a radiaciones electromagnéticas. Es innegable que las radiaciones electromagnéticas están en todas partes, procedentes de fuentes naturales y artificiales. Los tres grandes grupos de emisiones electromagnéticas son: a) de frecuencia extremadamente baja, ELF, proveniente de la luz solar o de las líneas de alta tensión; b) de radiofrecuencia, RF, provenientes de dispositivos de comunicación, dispositivos inalámbricos, y de los Smart Meters; y, c) de frecuencia extremadamente alta, EHF, conocida como radiación ionizante, proveniente de los rayos ultravioleta lejano, rayos X, rayos gamma y rayos cósmicos. Gran parte de esta exposición está más allá de nuestro control y es una cuestión de elección personal; sin embargo, la exposición del público a emisiones de RF está creciendo exponencialmente debido a la proliferación de los teléfonos celulares y la tecnología de fidelidad inalámbrica (Wi-Fi, por su acrónimo en Inglés).

Hay preguntas que surgen en los campos médicos y biológicos sobre los posibles efectos perjudiciales causados por mecanismos no térmicos, como consecuencia de la absorción de las emisiones de radiofrecuencia. En los Estados Unidos de América, las denuncias de impactos sobre la salud provenientes de "estrés electromagnético" han sido reportadas desde muchísimo tiempo atrás, con síntomas que incluyen: fatiga, dolor de cabeza e irritabilidad. Algunos estudios han sugerido que la absorción de emisiones de radiofrecuencia de los



teléfonos móviles puede interrumpir la comunicación entre las células humanas y que pueden conducir a otros impactos negativos sobre la salud del ser humano. Estudios científicos en curso se llevan a cabo para comprender los efectos no térmicos de la exposición a largo plazo a los teléfonos móviles, los medidores inteligentes; y sobre todo, el impacto acumulativo de todos los dispositivos emisores de radiofrecuencia, incluyendo la de una red de medidores inteligentes que operan en toda una comunidad.

La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC, por su acrónimo en Inglés) ha adoptado límites de Exposición Máxima Admisible (MPE, por su acrónimo en Inglés) que se basan en las normas de exposición publicados por el Consejo Nacional de Mediciones y Protección de Radiaciones (NCRP, por su acrónimo en Inglés). De acuerdo al Reporte elaborado en el año 2011 por el Consejo de Ciencia y Tecnología de California (CCCT), dentro de una distancia de tres a diez pies, los medidores inteligentes no sobrepasarían este límite. Sin embargo, el CCCT no tuvo en cuenta la periodicidad de transmisión (número de veces en la unidad de tiempo), los factores de reflexión, los bancos de medidores inteligentes (tabletos de medidores) que se encuentran disparando al mismo tiempo y a distancias más cercanas de un metro, entre otras variables. A todo esto, se debe considerar también que una vez que la red intelligen-

te esté completamente funcional, los medidores inteligentes transmitirán información más frecuentemente. Por otra parte, se conoce que no es posible programarlos para que estos dejen de operar al 100 % de un ciclo de trabajo (de manera continua) y por lo tanto, no debería ser posible concluir que los medidores inteligentes no excederían el límite de exposición promediada en el tiempo.

En estos momentos no existe evidencia científica concluyente que apunte a una relación causa-efecto entre la exposición humana a las emisiones de radiofrecuencia y sus efectos negativos para la salud. Entonces, ¿qué problemas de salud están asociados con las radiaciones de radiofrecuencia de los medidores inteligentes? Este tipo de pregunta es probable que tome mucho tiempo en resolverse. Por ahora, los datos disponibles sugieren que si hay efectos no térmicos de la absorción de radiofrecuencia en la salud humana, tales efectos no son tan profundos como para ser fácilmente discernibles.