

# Introducción a Internet of Things: Redes LPWAN

Elaborado por Cristian Valeriano Barrios.  
Facultad de Ingeniería, UNAM, 2019.

## 1. Introducción

La *conectividad* es un término ampliamente utilizado en noticias y artículos de enfoque tecnológico de los últimos años. Lo anterior se debe a que la ciencia nos ha permitido desarrollar nuevas tecnologías en las comunicaciones, que permiten no solamente transmitir a mayores velocidades y con baja latencia, sino también soportar una mayor densidad de dispositivos conectados. Y esto no solamente implica al creciente número de personas que buscan comunicarse entre sí y estar conectados a internet la mayor parte del tiempo y en todo lugar. Ahora, diversos dispositivos también se comunican de manera autónoma entre sí mismos y en general con diversos elementos y servicios que constituyen las redes de datos.

## 2. Internet of Things

Hasta hace algunos años, la principal forma de comunicación en internet estaba enfocada en comunicar a las personas. Con el tiempo nos dimos cuenta de que se pueden obtener información de muchos lugares, de manera constante. Se encontró la posibilidad de darle un identificador a un *objeto*, conectarlo a una red y transmitir datos en ambos sentidos.

De esta forma, las comunicaciones están evolucionando a formas humano-humano, humano-objeto y objeto-objeto, permitiéndonos nuevas formas de computar datos provenientes de la interacción entre las personas, el medio ambiente, procesos industriales, etc.

Gracias a ello, es posible desarrollar modelos matemáticos que permiten predecir comportamientos y automatizar procesos. El Internet of Things se relaciona con otros conceptos como lo son “Big Data” y “objetos inteligentes”, por mencionar algunos.

Algunas de sus aplicaciones:

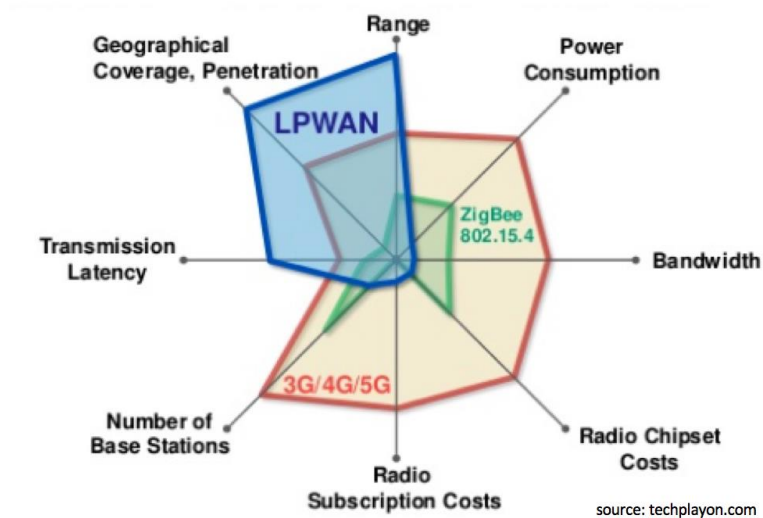
- Seguridad.
- Seguimiento de activos.
- Agricultura.
- Medición inteligente.
- Ciudades y hogares inteligentes.

### 3. Redes LPWAN

Las Redes de Área Amplia de Baja Potencia (LPWAN, por sus siglas en inglés) se han vuelto una popular forma de comunicación por radio para aplicaciones de IoT, de largo alcance (de 10 a 40 km en zonas rurales, y de 1 a 5 km en zonas urbanas) y baja velocidad.

Existen otras tecnologías de radio populares, como el Bluetooth, y soluciones basadas en comunicaciones celulares (2G, 3G, 4G), pero las primeras no están diseñadas para aplicaciones de largo alcance, y las segundas consumen demasiada energía y son menos económicas. Ante este escenario, las redes LPWAN son ideales para IoT por su bajo costo, largo alcance, bajo consumo energético y, además, un bajo costo operativo (un par de dólares al año).

Se estima que para 2020, más de 50 billones de dispositivos se conectarán a través de radio comunicaciones.



Drawing 1: Diagrama comparativo entre tipos de redes

Existen distintas tecnologías de LPWAN que han surgido con técnicas distintas, algunos operadores populares son:

- Sigfox
- LoRa
- NB-IoT

	Sigfox	LoRaWAN	NB-IoT
<b>Frecuencia</b>	Bandas ISM sin licencia (868MHz en Europa, 915MHz en Norte América y 433MHz en Asia).	Bandas ISM sin licencia (868MHz en Europa, 915MHz en Norte América y 433MHz en Asia).	Bandas de frecuencia LTE con licencia.
<b>Ancho de Banda</b>	100 Hz	250 kHz y 125 kHz	200kHz
<b>Velocidad Máxima</b>	100bps	50 kbps	200 kbps
<b>Número máximo de mensajes al día</b>	140(UpLink), 4(DownLink)	Sin límite	Sin límite
<b>Longitud máxima del dato de carga</b>	12 bytes (UpLink), 8 bytes (DownLink)	243 bytes	1600 bytes
<b>Rango de cobertura</b>	10 km en zonas urbanas, 40 km en zonas rurales	5 km en zonas urbanas, 20 km en zonas rurales	1 km en zonas urbanas, 10 km en zonas rurales
<b>Inmunidad a interferencias</b>	Muy alta	Muy alta	Baja
<b>Autenticación y encriptación</b>	Sin soporte	AES 128b	Encriptación LTE
<b>Localización</b>	Si (RSSI)	Si (TDOA)	No
<b>Soporte de red privada</b>	No	Si	No
<b>Estandarización</b>	En colaboración con ETSI	Lo-Ra Alliance	3GPP

### 3.1 Eficiencia

Para los tres casos, los dispositivos finales están en *sleep mode* la mayor parte del tiempo que no están en operación, lo que reduce drásticamente el consumo de energía.

### **3.2 Escalabilidad**

Además, estas tecnologías están diseñadas para soportar incrementos en el número y densidad de dispositivos conectados.

### **3.3 Implementación**

NB-IoT es una tecnología en pleno desarrollo, con el tiempo se espera que se expanda por todo el mundo; mientras que LoRa tiene presencia en 42 países y Sigfox en 31 y siguen expandiéndose.

#### **3.3.1 EJEMPLOS DE IMPLEMENTACIÓN**

##### **Monitoreo de consumo eléctrico**

En la industria existen diversos procesos que consumen energía eléctrica y existe la necesidad de monitorear dichos consumos para tomar decisiones sobre cargas, cortes e interrupciones.

Para estas aplicaciones, los medidores se encuentran generalmente en áreas densamente pobladas, por lo que las redes LPWAN son esenciales para evitar interferencias.

##### **Agricultura inteligente**

En esta aplicación son útiles los dispositivos con larga duración de batería, para realizar mediciones con sensores de temperatura, humedad, alcalinidad, etc. con el propósito de reducir el consumo de agua y automatizar algunos procesos. En estos casos los cambios ambientales

##### **Big Data**

El uso de infraestructuras con distintos tipos de aplicaciones de IoT en gestión de ciudades, manufactura, sistemas de transporte inteligentes, construcciones inteligentes, monitoreo, por poner algunos ejemplos, genera grandes cantidades de datos (Big Data).

Todos estos datos generados se pueden recopilar y almacenar para analizarlos, realizar pronósticos y detectar irregularidades.

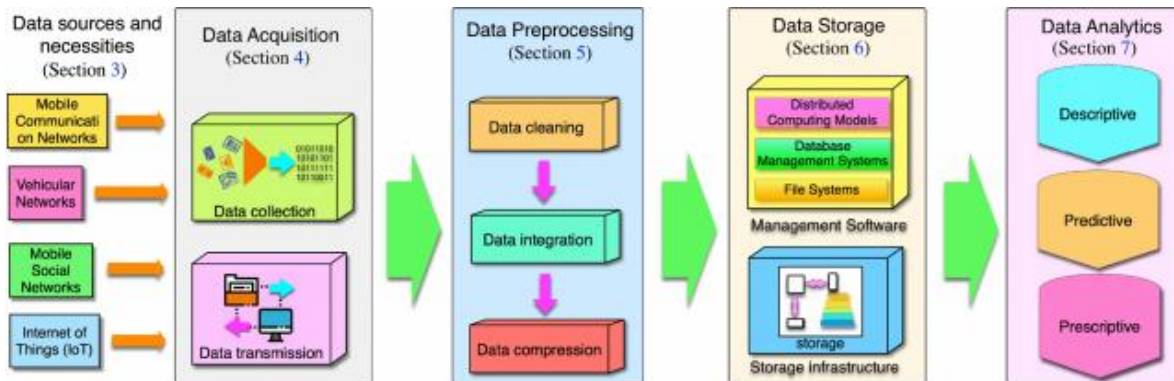


Illustration 1: Ciclo de vida del análisis de Big Data en redes inalámbricas a gran escala. Tomado de: <https://doi.org/10.1145/3337065>

### 3.1.2. Métodos del análisis de datos

- **Descriptivo:** este análisis utiliza conjuntos de datos existentes para revelar propiedades de lo acontecido (referente a lo recopilado). Se buscan patrones, relaciones y estadística descriptiva.
- **Predictivo:** se utilizan principalmente datos históricos para predecir tendencias de los datos. Esta categoría utiliza a su vez métodos como lo son: clasificación, regresión lineal, detección de anomalías, inferencia estadística, métodos de modelado estocástico, algoritmos de aprendizaje supervisado y no supervisado, algoritmos de aprendizaje profundo.
- **Prescriptivo:** es una extensión del análisis descriptivo y predictivo con el fin de tomar decisiones esperando lograr los resultados pronosticados. El objetivo de este análisis es realizar simulaciones, optimización, reforzamiento de algoritmos de aprendizaje.

### Bibliografía

A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment, Kais Mekkia, Bajica, Chaxela, Meyer, 2017: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405959517302953>

Intelligent Buildings, James Sinopoli, in Smart Building Systems for Architects, Owners and Builders, 2010: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/intelligent-buildings>

Big Data Analytics for Large-scale Wireless Networks: Challenges and Opportunities, Hong-Ning Dai, 2019: <https://doi.org/10.1145/3337065>