

Internet de las Cosas

Máster Universitario en Inteligencia Computacional e
Internet de las Cosas.
Universidad de Córdoba

Bloque I: Visión conceptual de IoT

Objetivos

- Conocer las características que definen IoT.
- Saber diferenciar IoT de otros conceptos parecidos o relacionados.
- Conocer los componentes arquitectónicos clave de los proyectos IoT.
- Conocer las iniciativas de estandarización y consorcios más importantes para IoT.

Índice

1. ¿Qué es Internet of Things?
2. Tecnologías clave para IoT
 - a. Redes AD-HOC
 - b. Machine to Machine (M2M)
 - c. Wireless Sensor Networks (WSN)
 - d. RFID
3. Ecosistema conceptual de IoT
 - a. Internet of Everything (IoE)
 - b. Cyber Physical Systems (CPS)
 - c. Web of Things (WoT)
4. IoT desde Internet: perspectiva evolutiva
5. Modelos arquitectónicos de IoT
 - a. Arquitecturas orientadas a servicios
 - b. Arquitecturas basadas en API
6. Manejo de recursos en IoT
 - a. División de los recursos
 - b. Identificación y descubrimiento de recursos/servicios
7. Tratamiento y análisis de datos en IoT
 - a. Arquitecturas basadas en Cloud
 - b. Arquitecturas basadas en Fog
8. Aplicaciones de IoT
9. Estandarización y regulación

Índice

1. ¿Qué es Internet of Things?

2. Tecnologías clave para IoT

- a. Redes AD-HOC
- b. Machine to Machine (M2M)
- c. Wireless Sensor Networks (WSN)
- d. RFID

3. Ecosistema conceptual de IoT

- a. Internet of Everything (IoE)
- b. Cyber Physical Systems (CPS)
- c. Web of Things (WoT)

4. IoT desde Internet: perspectiva evolutiva

5. Modelos arquitectónicos de IoT

- a. Arquitecturas orientadas a servicios
- b. Arquitecturas basadas en API

6. Manejo de recursos en IoT

- a. División de los recursos
- b. Identificación y descubrimiento de recursos/servicios

7. Tratamiento y análisis de datos en IoT

- a. Arquitecturas basadas en Cloud
- b. Arquitecturas basadas en Fog

8. Aplicaciones de IoT

9. Estandarización y regulación

¿Qué es Internet of Things?

IERC (European Research
Cluster on the Internet of
Thing)

Gartner

- IoT es una infraestructura global dinámica y con capacidad de auto-reconfiguración, basada en estándares y protocolos de comunicación interoperables en la que cosas (virtuales o físicas) tienen identidad, atributos físicos y roles virtuales y utilizan interfaces inteligentes y están perfectamente integradas en la red de información.
- IoT es la red de objetos físicos que contienen tecnología empotrada para comunicarse y medir o interactuar con el entorno.

¿Qué es Internet of Things?



IBM

CISCO

- IoT se refiere a la creciente gama de dispositivos conectados a Internet que capturan o generan una enorme cantidad de información todos los días. Para los consumidores, estos dispositivos incluyen teléfonos móviles, dispositivos portátiles deportivos, sistemas de calefacción y aire acondicionado, y más. En un entorno industrial, estos dispositivos y sensores se pueden encontrar en los equipos de fabricación, la cadena de suministro y los componentes del vehículo.
- IoT es la conectividad inteligente de los dispositivos inteligentes, que se espera impulse ganancias masivas en eficiencia, crecimiento comercial y calidad de vida. En otras palabras, cuando los objetos pueden percibirse y comunicarse, cambia cómo, dónde y quién toma las decisiones sobre nuestro mundo físico.

¿Qué es Internet of Things?

Forbes

- En pocas palabras, este es el concepto de básicamente conectar cualquier dispositivo con un interruptor de encendido y apagado a Internet. Esto incluye todo, desde teléfonos móviles, cafeteras, lavadoras, auriculares, lámparas, dispositivos portátiles y casi cualquier otra cosa que se te ocurra. Esto también se aplica a los componentes de las máquinas, por ejemplo, un motor a reacción de un avión o el taladro de una plataforma petrolera. Como mencioné, si tiene un interruptor de encendido y apagado, entonces es posible que forme parte del IoT.

GOOGLE

- Un desarrollo propuesto de Internet en el que los objetos cotidianos tienen conectividad de red, lo que les permite enviar y recibir datos.

¿Qué es Internet of Things?

“Internet of Things es aquello que obtenemos como resultado de conectar cosas que no requieren operación humana a Internet”

Peter Wahe, *Learning Internet of Things*, 2015

¿Qué es Internet of Things?

No existe una única definición de IoT

Lectura:



[Kevin Ashton's IoT](#)

¿Qué es Internet of Things?

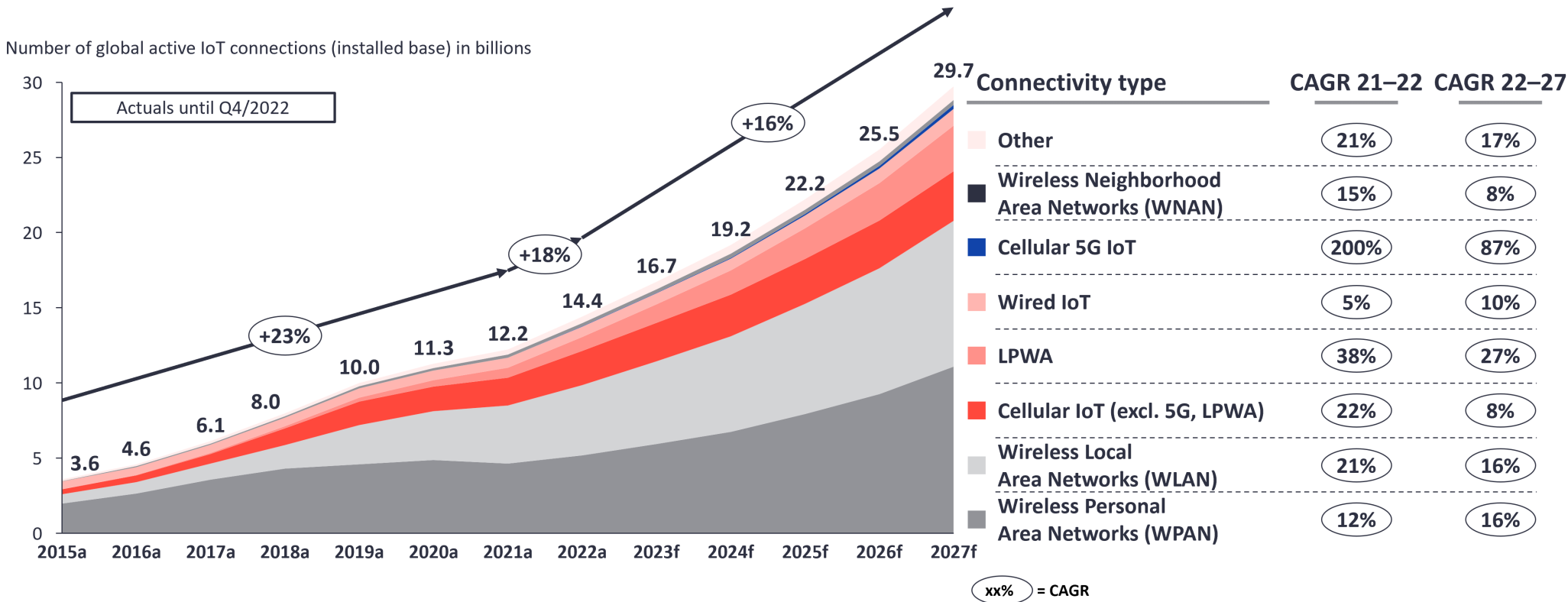


May 2023

Your Global IoT Market Research Partner

Global IoT market forecast (in billions of connected IoT devices)

Number of global active IoT connections (installed base) in billions



Note: IoT connections do not include any computers, laptops, fixed phones, cellphones, or consumers tablets. Counted are active nodes/devices or gateways that concentrate the end-sensors, not every sensor/actuator. Simple one-directional communications technology not considered (e.g., RFID, NFC). Wired includes ethernet and fieldbuses (e.g., connected industrial PLCs or I/O modules); Cellular includes 2G, 3G, 4G, 5G; LPWA includes unlicensed and licensed low-power networks; WPAN includes Bluetooth, Zigbee, Z-Wave or similar; WLAN includes Wi-Fi and related protocols; WNAN includes non-short-range mesh, such as Wi-SUN; Other includes satellite and unclassified proprietary networks with any range.

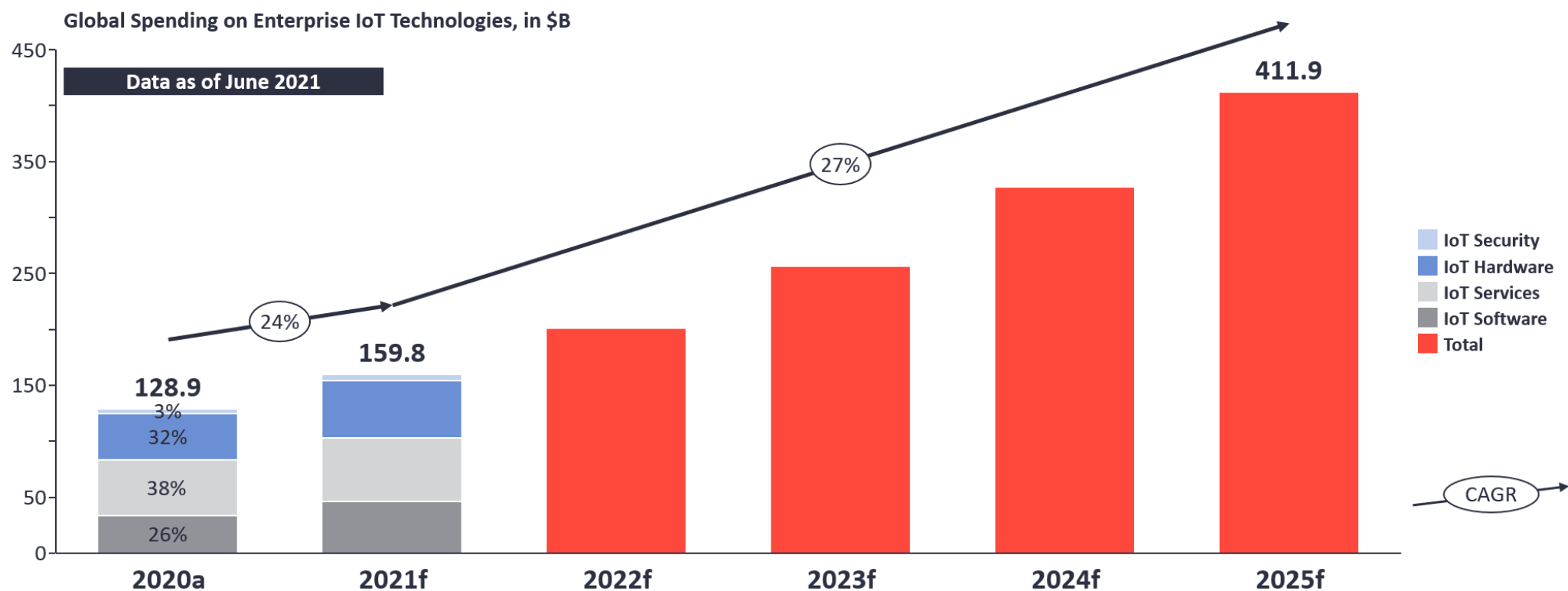
Source: IoT Analytics Research 2023. We welcome republishing of images but ask for source citation with a link to the original post and company website.

¿Qué es Internet of Things?



Your Global IoT Market Research Partner

IoT Enterprise Spending 2020 – 2025



Note: IoT Analytics defines IoT as a network of internet-enabled physical objects. Objects that become internet-enabled (IoT devices) typically interact via embedded systems, some form of network communication, or a combination of edge and cloud computing. The data from IoT-connected devices is often used to create novel end-user applications. Connected personal computers, tablets, and smartphones are not considered IoT, although these may be part of the solution setup. Devices connected via extremely simple connectivity methods, such as radio frequency identification or quick response codes, are not considered IoT devices. . a: Actuals, f: Forecast

Source: IoT Analytics Research 2021



Entonces...

¿Qué es Internet of Things?

¿Qué es Internet of Things?

¿Qué caracterizas son esperables de los dispositivos IoT?

1. **Despliegues masivos**

Distribución de numerosos dispositivos.

2. **Autonomía**

Capacidad de funcionar sin intervención humana.

3. **Continuidad**

Proceso ininterrumpido.

4. **Periodicidad**

Ciclos de trabajo regulares.

5. **Heterogeneidad**

Dispositivos de diferentes tipos.

6. **Movilidad**

Ubicación variable.

7. **Reducido tamaño**

Recursos de cómputo, energía y red en consecuencia.

¿Qué es Internet of Things?

¿Qué características son esperables de los sistemas IoT?

1. **Conectividad global**

Capacidad de establecer comunicación con Internet.

2. **Interoperabilidad**

Las interfaces se diseñan para ser accesibles desde otros sistemas, posibilitando así el intercambio de información.

3. **Escalabilidad**

Es capaz de gestionar un volumen creciente de trabajo mediante el incremento controlado de sus recursos.

4. **Adaptabilidad**

Tiene la capacidad de observar su entorno y modificar sus procesos para afrontar perturbaciones en aquellos contextos que puedan afectar a su desempeño.

5. **Auto-organización**

Capacidad de un sistema distribuido de hacer emerger estructuras no triviales complejas, a partir de interacciones locales individuales sin interacción externa.

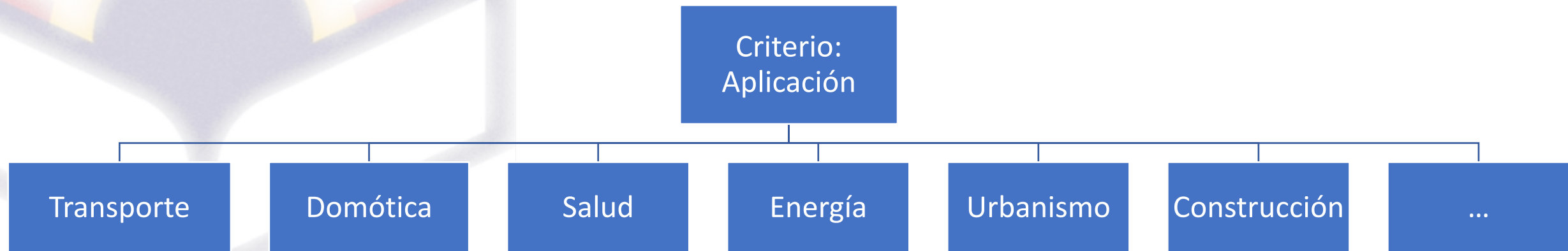
6. **Sensible a su entorno**

El sistema cuenta con sensores/actuadores que le permiten interactuar con su entorno cercano.

¿Qué es Internet of Things?

¿Cómo podemos clasificar los sistemas IoT?

Fuente: Yaqoob, E. Ahmed, I. A. T. Hashem, A. I. A. Ahmed, A. Gani, M. Imran, and M. Guizani, "Internet of Things Architecture: Recent Advances, Taxonomy, Requirements, and Open Challenges," *IEEE Wireless Communications*, vol. 24, no. 3, pp. 10–16, Jun. 2017.

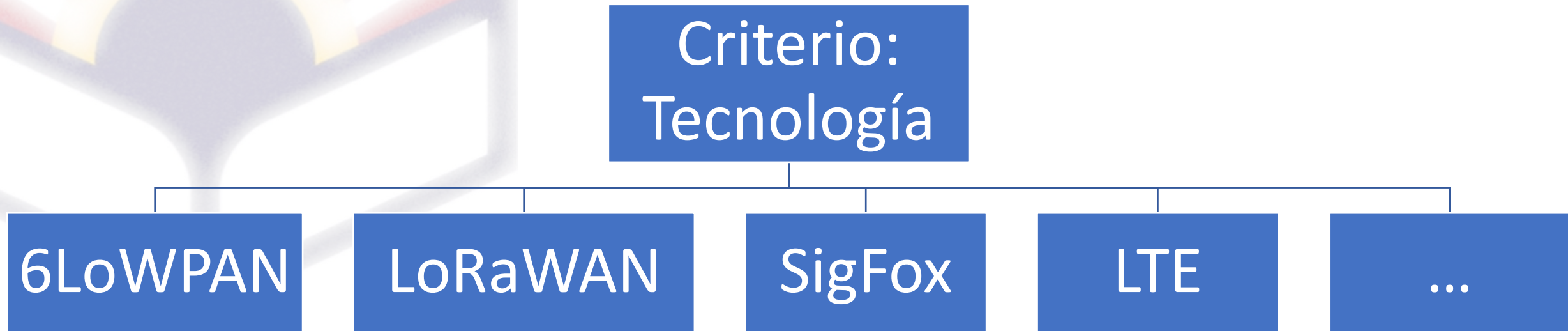


** La palabra "Smart" aparece como un prefijo identificativo de las aplicaciones IoT.*

¿Qué es Internet of Things?

¿Cómo podemos clasificar los sistemas IoT?

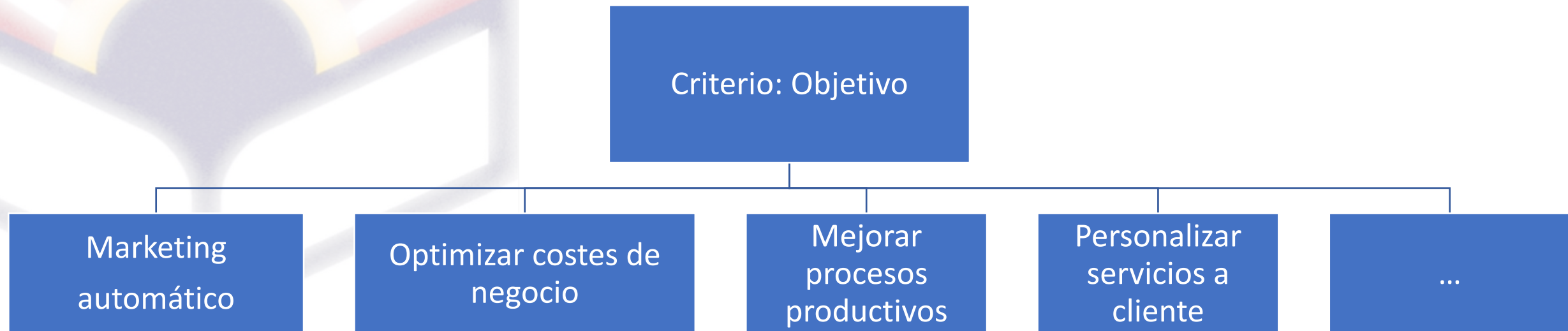
Fuente: Yaqoob, E. Ahmed, I. A. T. Hashem, A. I. A. Ahmed, A. Gani, M. Imran, and M. Guizani, "Internet of Things Architecture: Recent Advances, Taxonomy, Requirements, and Open Challenges," *IEEE Wireless Communications*, vol. 24, no. 3, pp. 10–16, Jun. 2017.



¿Qué es Internet of Things?

¿Cómo podemos clasificar los sistemas IoT?

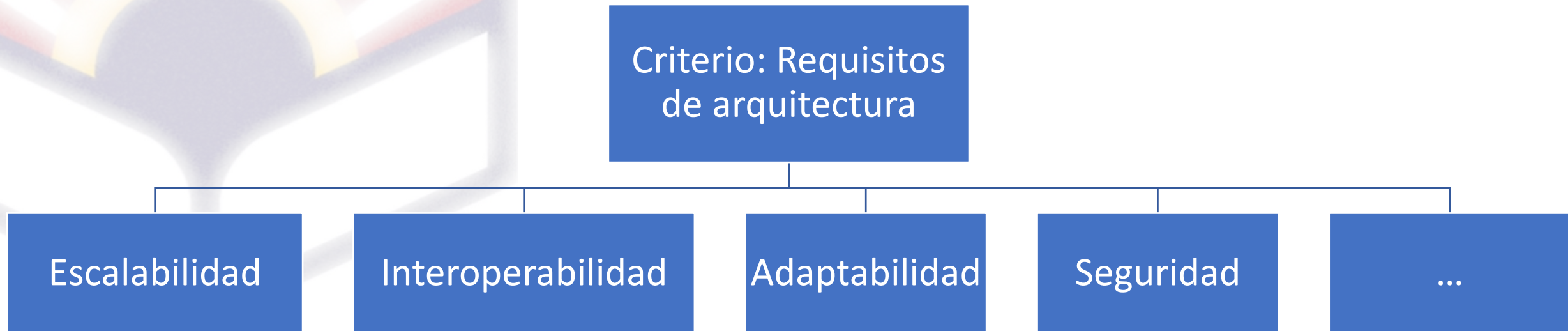
Fuente: Yaqoob, E. Ahmed, I. A. T. Hashem, A. I. A. Ahmed, A. Gani, M. Imran, and M. Guizani, "Internet of Things Architecture: Recent Advances, Taxonomy, Requirements, and Open Challenges," *IEEE Wireless Communications*, vol. 24, no. 3, pp. 10–16, Jun. 2017.



¿Qué es Internet of Things?

¿Cómo podemos clasificar los sistemas IoT?

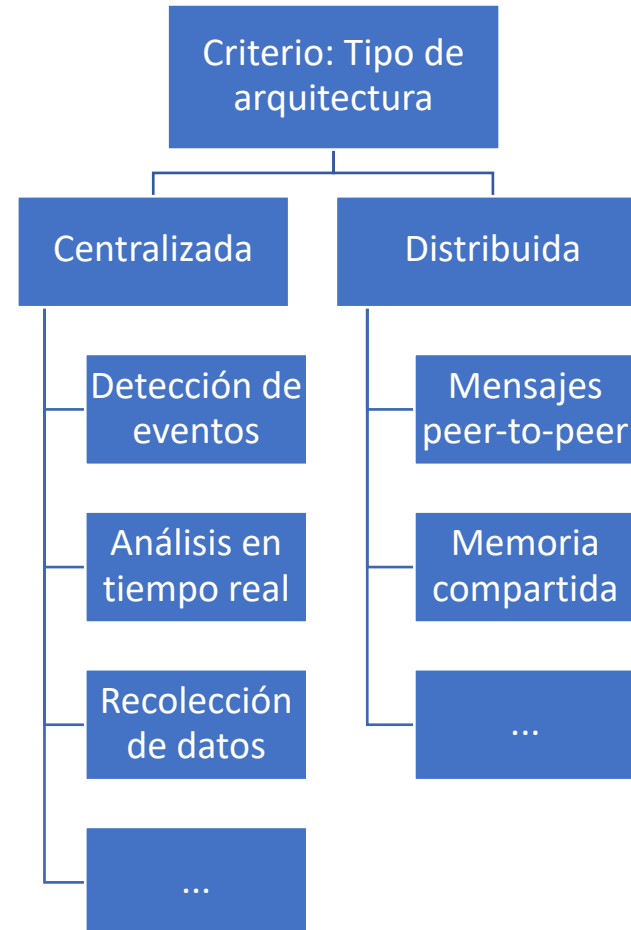
Fuente: Yaqoob, E. Ahmed, I. A. T. Hashem, A. I. A. Ahmed, A. Gani, M. Imran, and M. Guizani, "Internet of Things Architecture: Recent Advances, Taxonomy, Requirements, and Open Challenges," *IEEE Wireless Communications*, vol. 24, no. 3, pp. 10–16, Jun. 2017.



¿Qué es Internet of Things?

¿Cómo podemos clasificar los sistemas IoT?

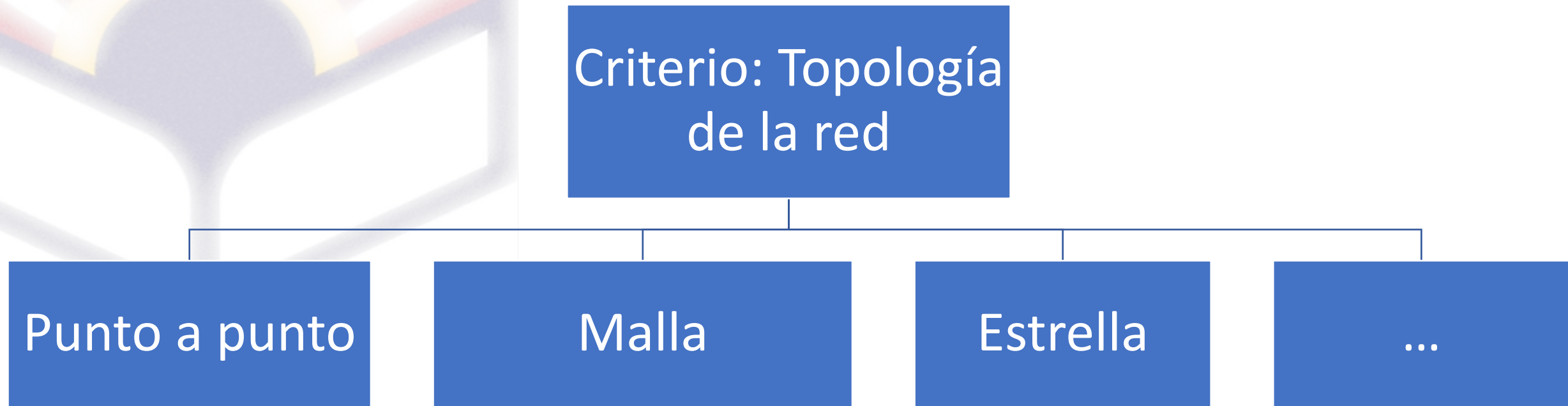
Fuente: Yaqoob, E. Ahmed, I. A. T. Hashem, A. I. A. Ahmed, A. Gani, M. Imran, and M. Guizani, "Internet of Things Architecture: Recent Advances, Taxonomy, Requirements, and Open Challenges," *IEEE Wireless Communications*, vol. 24, no. 3, pp. 10–16, Jun. 2017.



¿Qué es Internet of Things?

¿Cómo podemos clasificar los sistemas IoT?

Fuente: Yaqoob, E. Ahmed, I. A. T. Hashem, A. I. A. Ahmed, A. Gani, M. Imran, and M. Guizani, "Internet of Things Architecture: Recent Advances, Taxonomy, Requirements, and Open Challenges," *IEEE Wireless Communications*, vol. 24, no. 3, pp. 10–16, Jun. 2017.



¿Qué es Internet of Things?

¿Cómo podemos clasificar los sistemas IoT?

Fuente: IOT Taxonomy Report (<https://iotuk.org.uk/wp-content/uploads/2017/01/IOT-Taxonomy-Report.pdf>)

Criterio: grado de complejidad técnica (Technical Complexity: TCOM)

Nivel TCOM	Descripción	Ejemplo
0	Objetos “tontos”, pasivos. No están conectados, identificados o supervisados.	Cualquier objeto no conectado ni identificado
1	Objetos “mudos”, pasivos, identificables con una entidad virtual que puede ser contada y/o rastreada por algún sistema.	Etiquetas RFID, objetos con códigos de barras o QR.
2	Objetos conectados a una red IP, que disponen de algún mecanismo de lectura, programación o control.	Las impresoras, los timbres, las alarmas contra incendios conectadas por IP o los sistemas de seguridad aislados.
3	Objetos homogéneos interconectados en un sistema de integración simple. El propósito del sistema tiene un interés de ámbito local.	Redes de múltiples sensores de temperatura dentro de un edificio o campus. Redes de monitorización ambiental. Dispositivos wearables.
4	Objetos heterogéneos conectados en un sistema integrado. Despliegues para beneficio de un único usuario u organización, para ayudar a la toma de decisiones, mejorar procesos, mejorar resultados de la empresa, etc.	El despliegue de una serie de sensores en una residencia o un hospital, o la combinación de datos de aparcamiento y volumen de tráfico de estacionamiento en un sistema de gestión de carreteras urbanas.

¿Qué es Internet of Things?

¿Cómo podemos clasificar los sistemas IoT?

Fuente: IOT Taxonomy Report (<https://iotuk.org.uk/wp-content/uploads/2017/01/IOT-Taxonomy-Report.pdf>)

Nivel TCOM	Descripción	Ejemplo
5	Objetos heterogéneos desplegados en múltiples redes, en múltiples ubicaciones, para su aprovechamiento por múltiples usuarios u organizaciones. Todos comparten un contexto. El sistema admite el análisis de datos agregados de todas las redes.	Sistemas integrados en una única solución unificada de control y supervisión para: (e.g.) cámaras de seguridad, alarmas de incendio, sensores de temperatura, sistemas de control de acceso, sistemas de monitorización de energía, etc..
6	Igual que TCOM 5, pero con múltiples contextos. Esto implica la integración de datos de diferentes tipos de sensores, desde diferentes redes interconectadas, así como la creación de vistas combinadas de los datos que ofrezcan nuevas fuentes de conocimiento.	Ciudades inteligentes en las que múltiples organizaciones, o diferentes departamentos de la ciudad y sus socios, han creado aplicaciones que se basan en diversos conjuntos de datos de múltiples fuentes para desarrollar o mejorar los servicios. Estas aplicaciones pueden generar informes que ayuden a mejorar el ajuste del alumbrado de la iluminación de las calles analizando, por ejemplo, datos de la actividad nocturna; o la programación de los semáforos analizando datos en tiempo real sobre parámetros ambientales o datos de movimiento de personas basados en los teléfonos móviles (e.g. mediante Bluetooth).
7	Igual que TCOM 6 pero con un alto grado de automatización.	Una solución de ciudad inteligente que extrae datos de múltiples Fuentes para generar, de manera automática, recomendaciones de rutas para los servicios de emergencia; o para ajustar automáticamente el régimen de control de los semáforos basándose en datos en tiempo real de tráfico urbano, tanto de vehículos como de peatones.

¿Qué es Internet of Things?

¿Cómo podemos clasificar los sistemas IoT?

Fuente: IOT Taxonomy Report (<https://iotuk.org.uk/wp-content/uploads/2017/01/IOT-Taxonomy-Report.pdf>)

Criterio: nivel de seguridad (System Security Level: SSL)

Nivel SSL	Descripción	Ejemplo
0	No hay datos implicados ni control remoto de los objetos en el sistema	
1	Hay datos pero no son sensibles. No hay control remoto de los objetos en el sistema	Timbre inalámbrico
2	El sistema proporciona estadísticas anónimas y agregadas. No hay control remoto de los objetos en el sistema	Sensores remotos de temperatura
3	El sistema genera datos sensibles o bien admite cierto grado de control remoto de los objetos en el sistema	Datos biométricos, mecanismos de accionamiento de puertas
4	El sistema genera datos sensibles, admite cierto grado de control remoto de los objetos en el sistema y se conecta con sistemas externos	Sistemas integrados de gestión de instalaciones, control de variables biométricas para tele medicina, sistemas de seguridad

¿Qué es Internet of Things?

¿Cómo podemos clasificar los sistemas IoT?

Fuente: IOT Taxonomy Report (<https://iotuk.org.uk/wp-content/uploads/2017/01/IOT-Taxonomy-Report.pdf>)

Criterio: nivel de compartición de información (Data Sharing Level: DSL)

Nivel SSL	Descripción	Ejemplo
0	No se comparten datos	Sistemas simples de monitorización, como estaciones meteorológicas
1	Intercambio básico entre dos partes: cliente/comprador/usuario y el vendedor/proveedor (tanto en sector privado como público)	Timbre inalámbrico
2	Compartición con terceros: datos sensibles entre el vendedor/proveedor y terceros con un propósito comercial	Información de seguimiento de personas para nutrir de datos a sistemas de marketing personalizado
3	Compartición de datos complejos con terceros: intercambio de datos sensibles entre el cliente/comprador/usuario y múltiples vendedores/proveedores que participan en la prestación de servicios, cuando esos proveedores proceden de diferentes contextos, tanto públicos como privados.	La agregación de datos de aparcamiento, tráfico y datos medioambientales en una aplicación de de tráfico urbano
4	Acceso abierto a datos sensibles, incluidos los datos generados por el uso de infraestructuras de financiación pública	Integración de múltiples sistemas de seguridad en un contexto de seguridad pública

¿Qué es Internet of Things?

Resumiendo:

1. IoT es un **paradigma** en constante cambio, **carece de consenso en su definición.**
2. Las diferentes visiones de IoT (técnica, comercial, conceptual, etc.) **nacen de la necesidad de adaptar Internet** para dar cabida al ingente tráfico de datos autónomos provenientes de objetos de toda índole.
3. **La taxonomía** de sistemas IoT **es compleja**, y va a depender del **criterio** empleado (tecnología de comunicación, topología de la red, maduración tecnológica, seguridad, etc.)

¿Qué es Internet of Things?

¿Preguntas?



¿Qué es Internet of Things?

Entregable 1:

1. Encontrar en Internet una fuente científica que describa un despliegue (o propuesta) relacionada con Internet de las cosas. Utilizar para ello buscadores especializados en literatura académica (se recomienda Web of Science o Scopus: <https://www.recursoscientificos.fecyt.es/>).
2. Redactar un documento que contenga:
 - a) La referencia científica con formato IEEE (se recomienda usar Crossref: <https://www.crossref.org/>).
 - b) Resumen de no más de 500 palabras del artículo.
 - c) Clasificación de la propuesta según los criterios vistos en el tema (si es posible), argumentando en cada caso la clasificación considerada o, en caso de que no proceda, justificación razonada.