

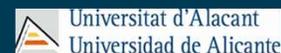
# Big Data & Internet de Las Cosas (IoT)

Juan Carlos Trujillo

Catedrático de Universidad  
Lucentia Research Group  
Lucentia Lab Spin-off

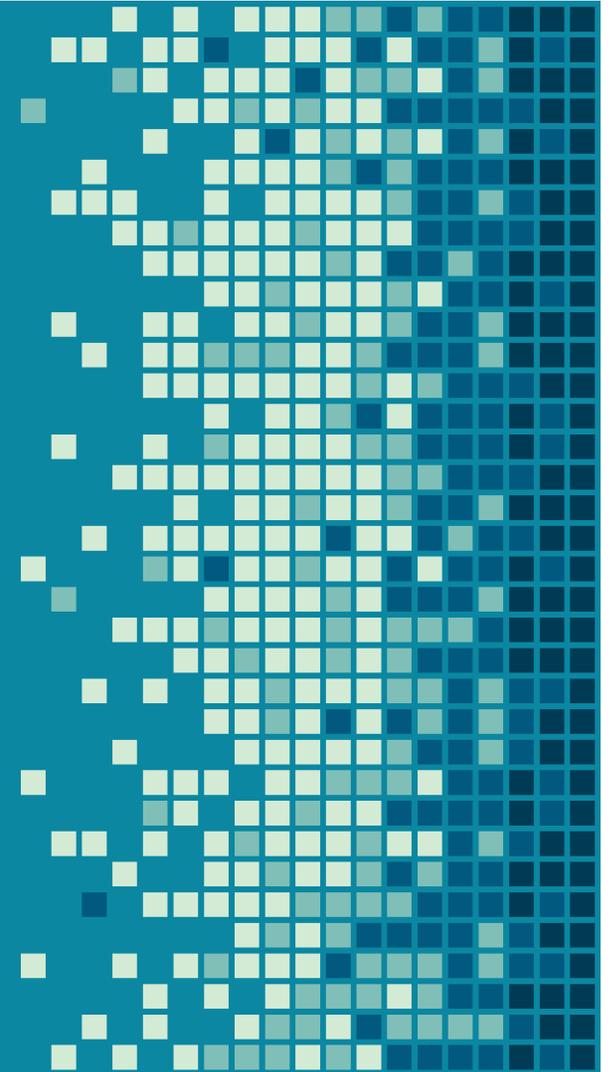


[jtrujillo@dlsi.ua.es](mailto:jtrujillo@dlsi.ua.es)  
[jtrujillo@lucentialab.es](mailto:jtrujillo@lucentialab.es)

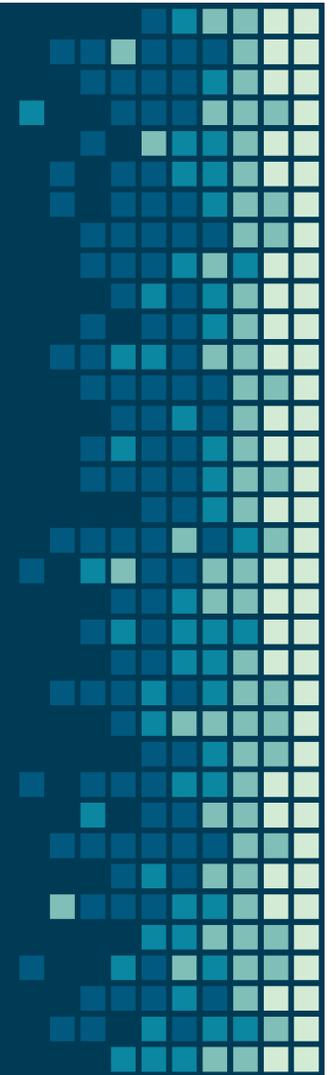


# Indice:

1. Introducción problemática IoT
2. Tipos de sensores e integración
3. Arquitectura escalable en la nube
4. Machine Learning para IoT
5. Caso Práctico



# 1. Introducción a la problemática de IoT



### Dispositivos adicionales

El número de dispositivos conectados al IoT será abrumador



Incremento: +10.343 Mill de dispositivos conectados

### Tráfico adicional de datos

Hablan mucho pero en monosílabos.

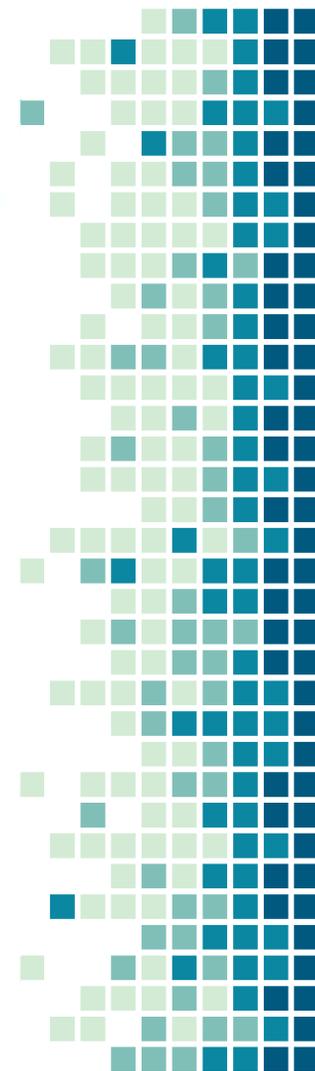


Incremento: +53,7 ExBytes de data mensual

2014 → 2019

*Los objetos de IoT representarán el 73 % del incremento de los dispositivos inalámbricos conectados en un escenario conservador, y el 8 % del tráfico adicional entre el 2014 y el 2019.*

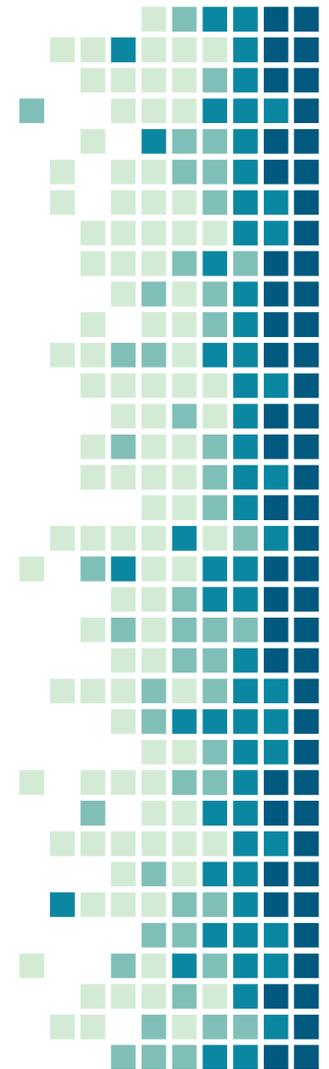
Fuente: Cisco VNI Global IP Traffic Forecast, 2014–2019



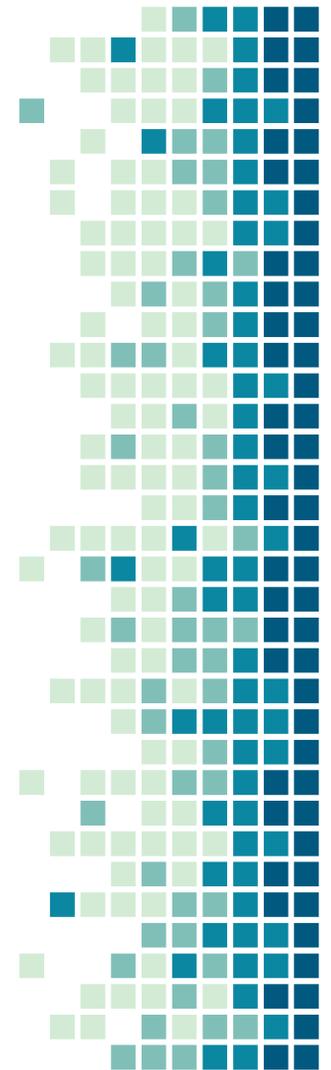
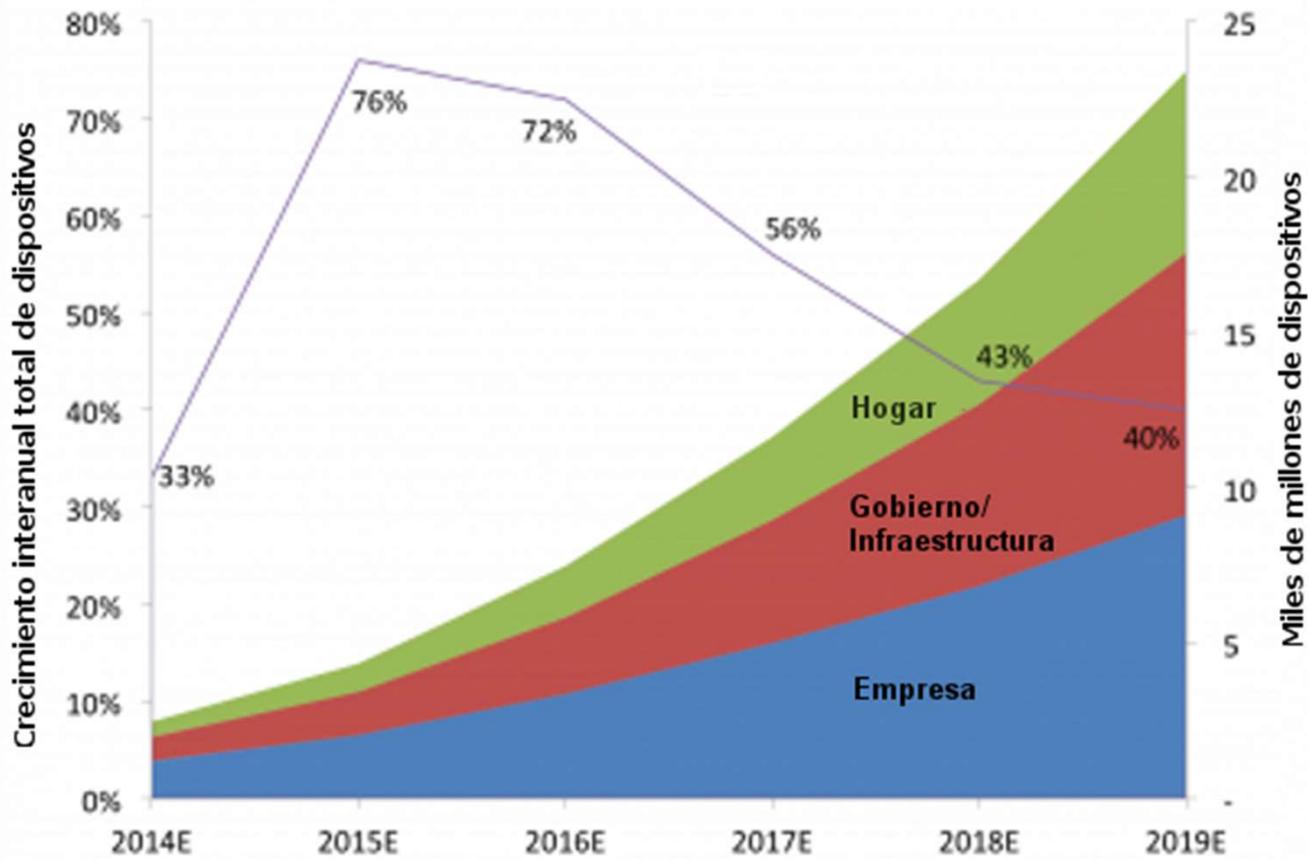


**Penetration of connected objects in total 'things' expected to reach 2.7% in 2020 from 0.6% in 2012**

Source: CCS, 2013

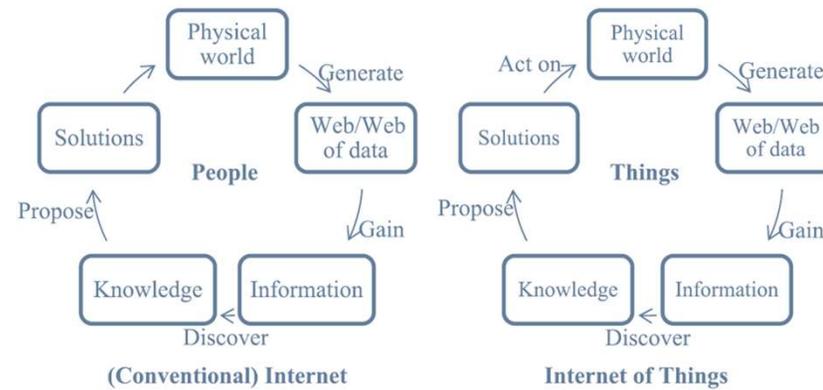


## Número estimado de dispositivos de IoT instalados por sector



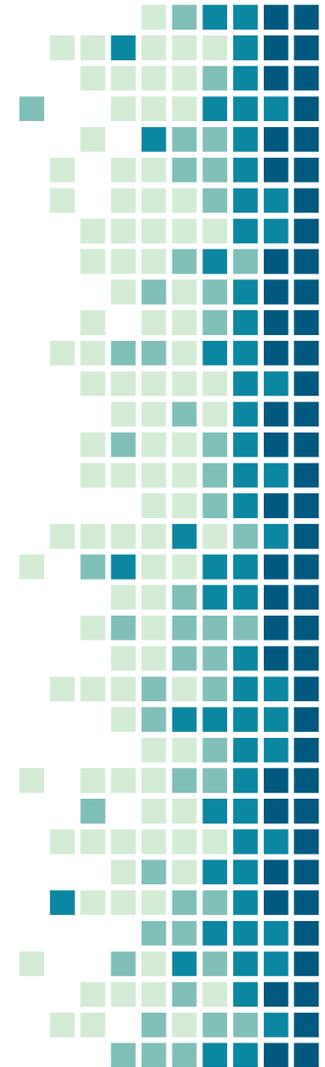
- Características de los datos provenientes del IoT

- Ciclo de vida de los datos

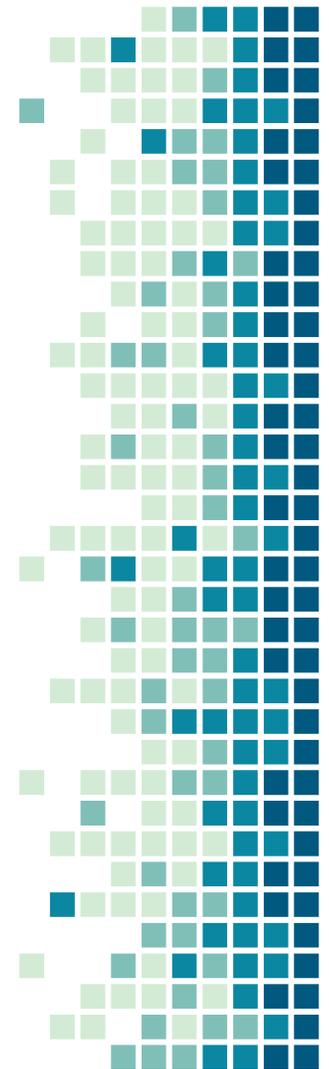


- Características

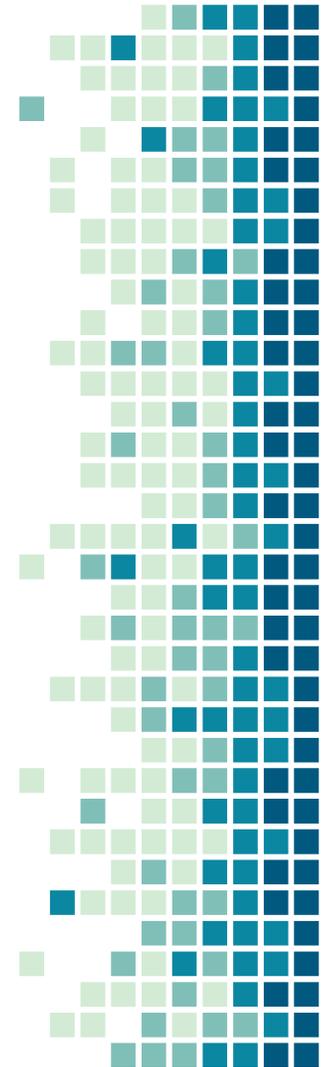
- Flujo de datos (streaming)
    - Gran cantidad de datos
    - Semiestructurados
    - No estandarizados



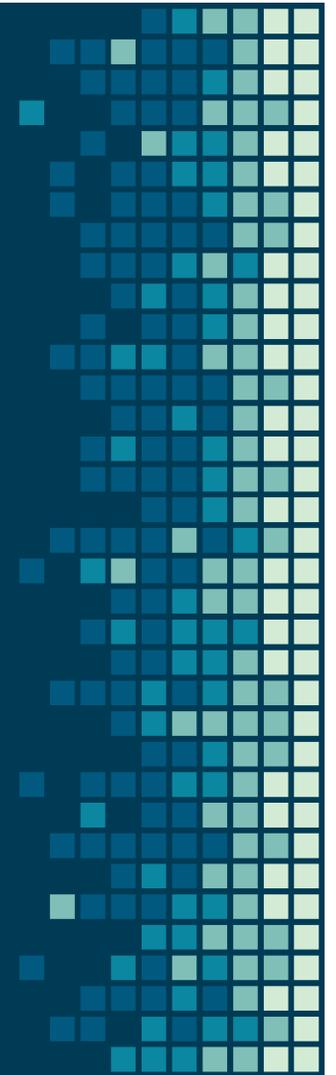
- Problemáticas en la calidad de datos en entornos IoT (i)
  - Datos generados en tiempo real
  - Necesidad de complementar los datos (metadatos)
    - Calidad de los datos
    - Información contextual de los dispositivos que lo generan
  - Estructura de los metadatos
    - Datos estáticos del propio dispositivo
      - ¿Es un rango válido?
      - Los datos son sensibles a cambios(temperatura, presión, etc)
      - Tipología de los datos
        - Digital/Analógica
        - Unidades
        - Rangos de los datos



- Problemáticas en la calidad de datos en entornos IoT (ii)
  - Estructura de los **metadatos**
    - Estructura de los datos
  - Orientado a **proceso**
    - ¿Tiene la misma versión de software?
    - Referencia temporal
    - Verificación de tiempo real
    - Módulo de limpieza del histórico de datos
    - Energía consumida
  - **Mantenimiento** realizado al dispositivo
    - Último mantenimiento realizado
    - Próximo mantenimiento a realizar



## 2. Tipos de sensores e integración

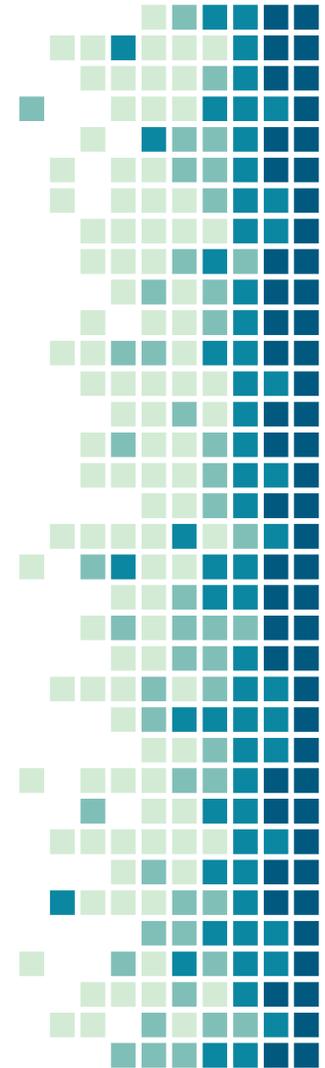
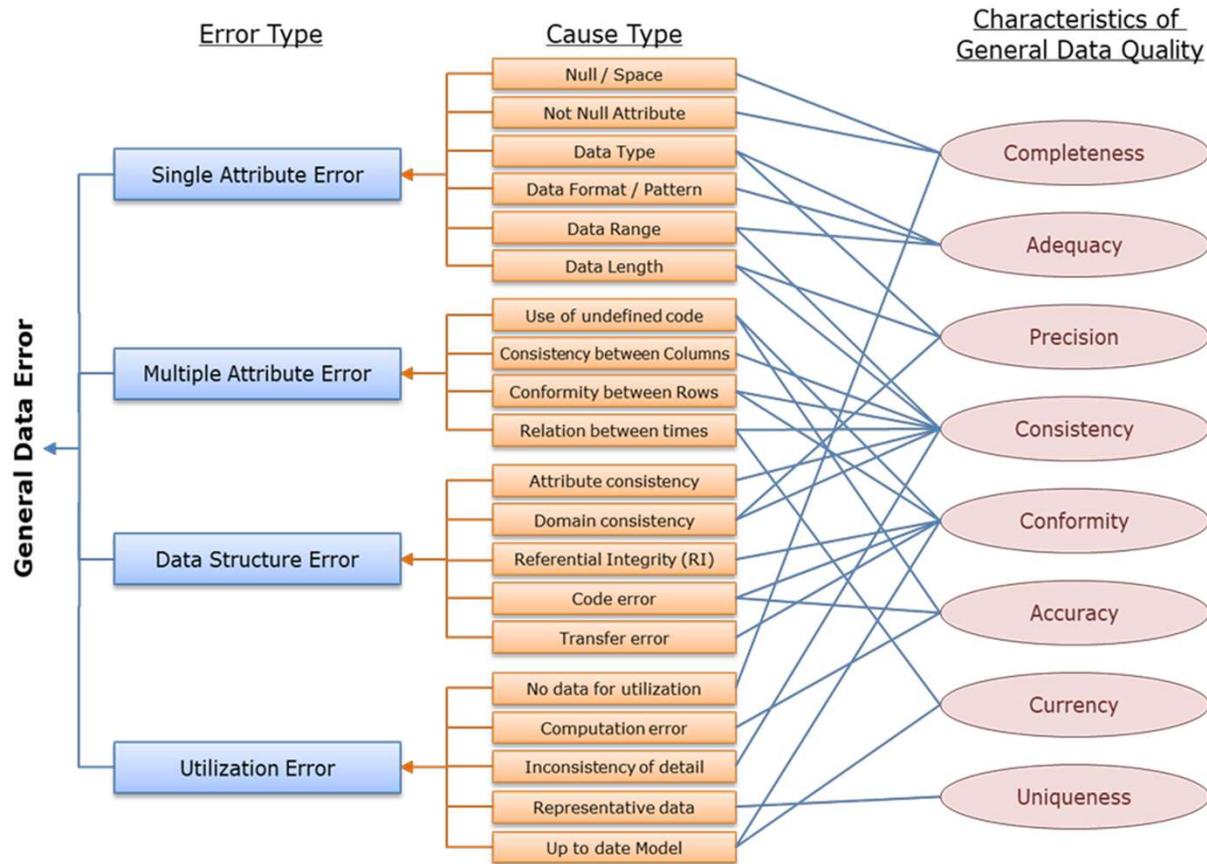


- Framework de monitorización de datos de sensores
  - Factores que afectan en cada fase dependiendo si son datos de sensores o datos de carácter general:

Tipos de dato/Capa	Adquisición	Procesamiento	Utilización
Datos de sensores	Identifica propiedades o características como calibración, precisión, tipo de sensor o tasa de envío	Mecanismos de agregación y filtrado de datos. Disponibilidad de servidores, carga de los servidores	Cómo son extraídos y representados los datos
Datos de carácter general	Varios orígenes de datos importados manualmente	Rutinas que procesan los datos periódicamente	Cómo son extraídos y representados los datos

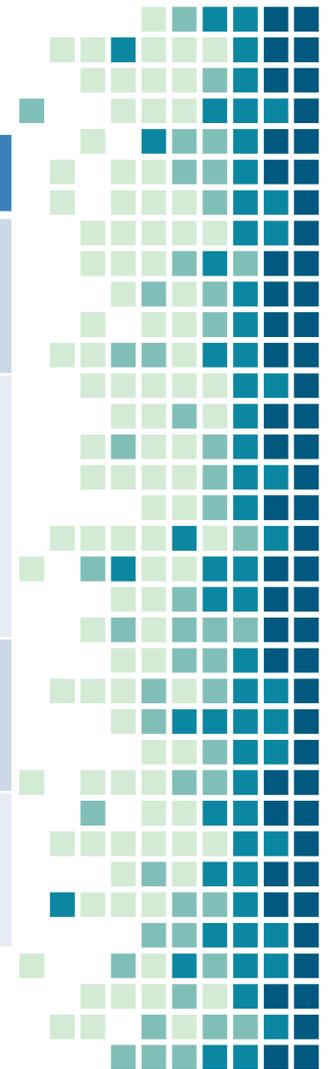


- Tipos de error en datos generales



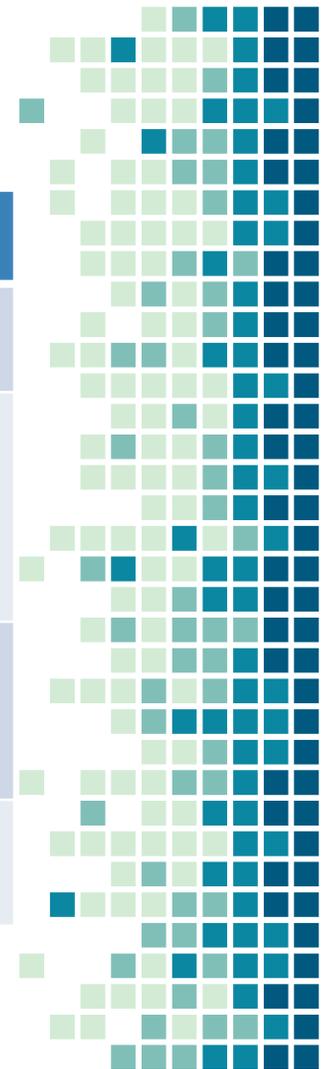
- Tipos de sensores - tecnologías

	Ventajas	Desventajas
Resistencia	Versátiles, Baratos, Precisos	Ancho de banda limitado, durabilidad limitada
Inducción	Robustos, compactos, no afectado por factores externos	Una parte significativa de la medida es externa, lo cual obliga a limpiar y calibrar la señal
Capacitivos	Bajo consumo, resiste golpes, vibraciones y soporta un amplio rango de temperaturas	Corta distancia de sensibilidad. Sensible a la humedad
Piezoelectricidad	Alta sensibilidad, bajo coste, alto rango de frecuencia.	Sensible a altas temperaturas. No apto para mediciones estáticas



- Tipos de sensores - tecnologías

	Ventajas	Desventajas
Laser	Ideal para mediciones en tiempo real.	Sensible a la climatología
Ultrasónico	Independiente del color o la reflectividad. Excelente repetitividad y precisión.	Requiere una superficie de medición plana. Mediciones lentas en sensores de proximidad
Óptico	Inherentemente digital, facilita los sistemas de control. Mediciones rápidas. Alta durabilidad	Complejo, partes delicadas. Sensible a altas temperaturas
Magnético	No es necesario el contacto. Alta durabilidad y sensibilidad. Pequeño.	Es necesaria la calibración



■ Tipos de sensores - tecnologías



Domain		Industrial			Smart Cities			Healthcare	
Area	Agriculture	Logistic	Plant Floor	Transport	Buildings	Environment	Monitoring	Management	
<i>Sensor (subtype)</i>	Chemical	Gas	Acoustic	Acceleration	Acceleration	Acoustic	Acceleration	Acceleration	
	Conductivity	Humidity	Chemical	Acoustic	Acoustic	Chemical	Blood	Location	
	Gas	Inclination	Contact	Contact	Color	Conductivity	Emotion	Luminance	
	Humidity	Location	Gas	Gas	Deformation	Corrosion	Gas	Pressure	
	Location	Luminance	Humidity	Inclination	Flow	Density	Humidity	Temperature	
	Luminance	Pressure	Inclination	Load	Gas	EMF	Inclination		
	Moisture	Shock	Inertial	Luminance	Humidity	Flow	Movement		
	Pressure	Temperature	Location	Magnetic Field	Inclination	Gas	Organ		
	Temperature	Vibration	Luminance	Moisture	Luminance	Humidity	Orientation		
	Weather		Moisture	Movement	Magnetic Field	Load	Presence		
			Movement	Oxygen	Movement	Location	Pressure		
			Orientation	Presence	Orientation	Luminance	Radiation		
			Presence	Pressure	Presence	Moisture	Temperature		
			Temperature	Proximity	Pressure	Movement	Tissue		
			Vibration	Shock	Proximity	Pressure	Vibration		
			Volume	Temperature	Temperature	Proximity			
			Weather	Velocity	Vibration	Strain			
				Volume		Temperature			
						Volume			
						Weather			

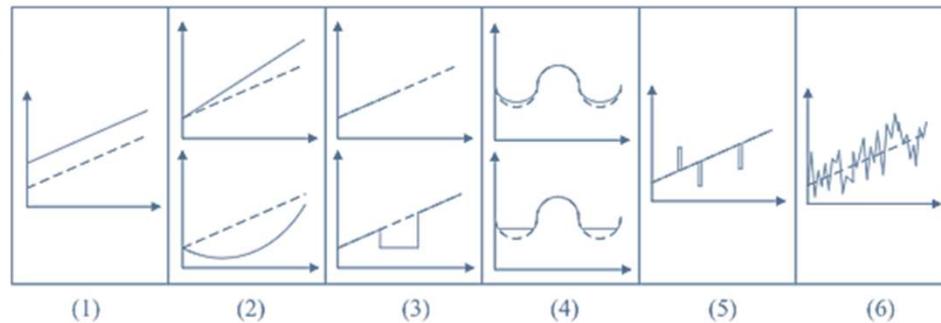


- **Errores en mediciones de sensores**

- Aleatorios
- De calibración
- De carga
- De entorno
- Espurios – no sistemáticos

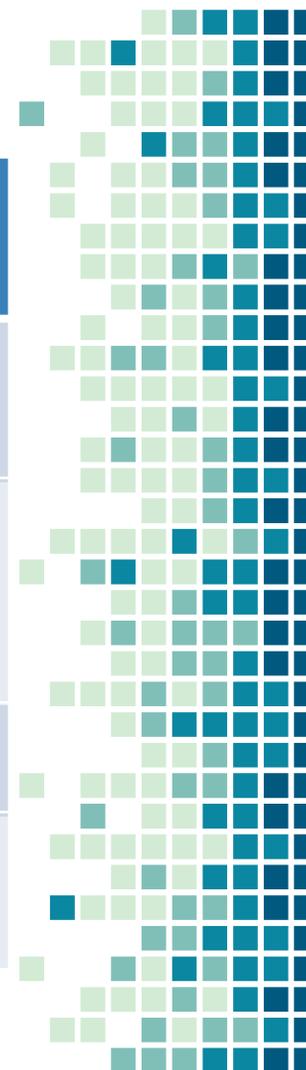
- **Modos de error en sensores**

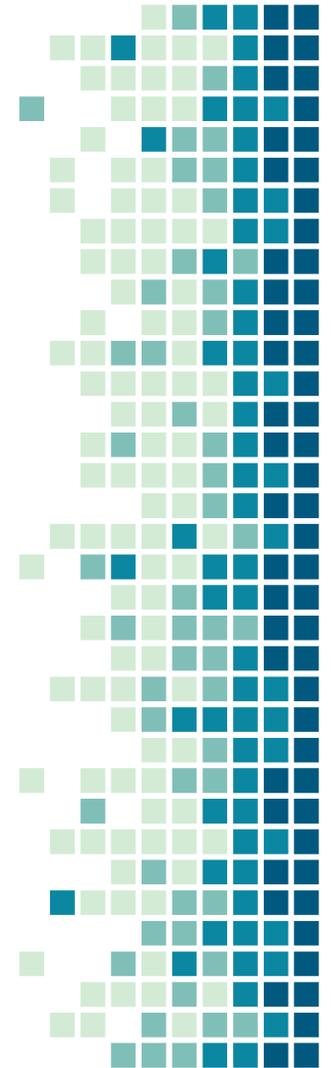
1. Constantes
2. Continuamente variantes
3. Accidental
4. Datos recortados
5. Valores atípicos
6. Ruido



- Fallos en redes de sensores

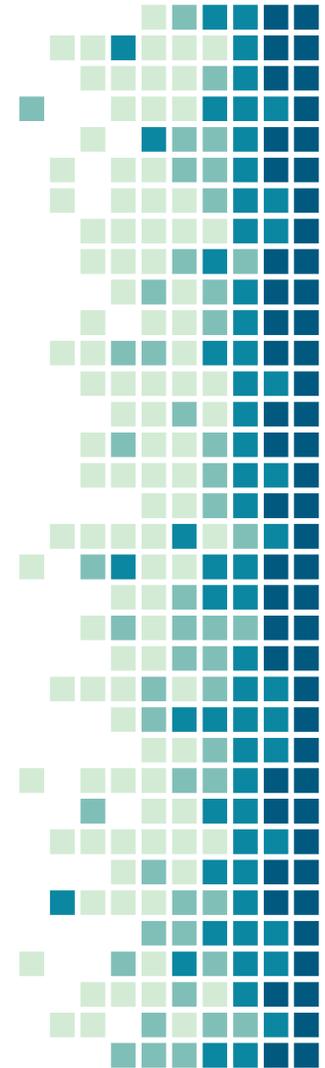
Causa/ Contexto	Fallo sensor	Problema datos	Solución
Falta sensor	Fallas de omisión	Ausencia	Retransmisión
Interferencia del entorno	Accidente	Imprecisión / dato faltante	Redundancia / Estimación con valores pasados
Tiempo	Retardos	Imprecisión	Soluciones de línea de tiempo
Comunicación	Corrupción del mensaje	Integridad	Validar integridad



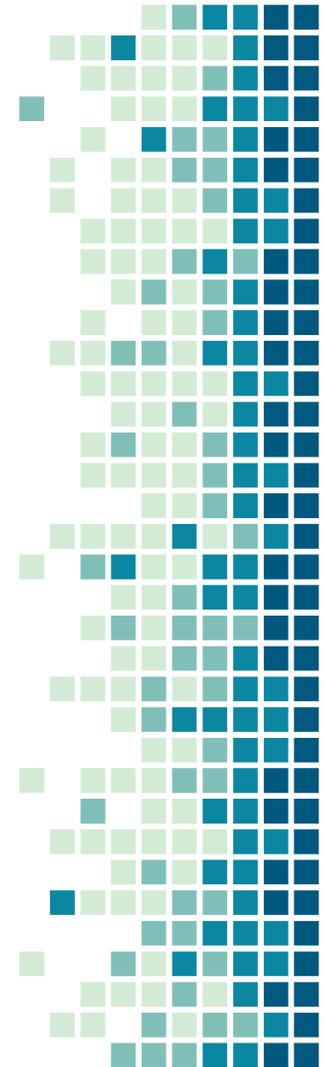
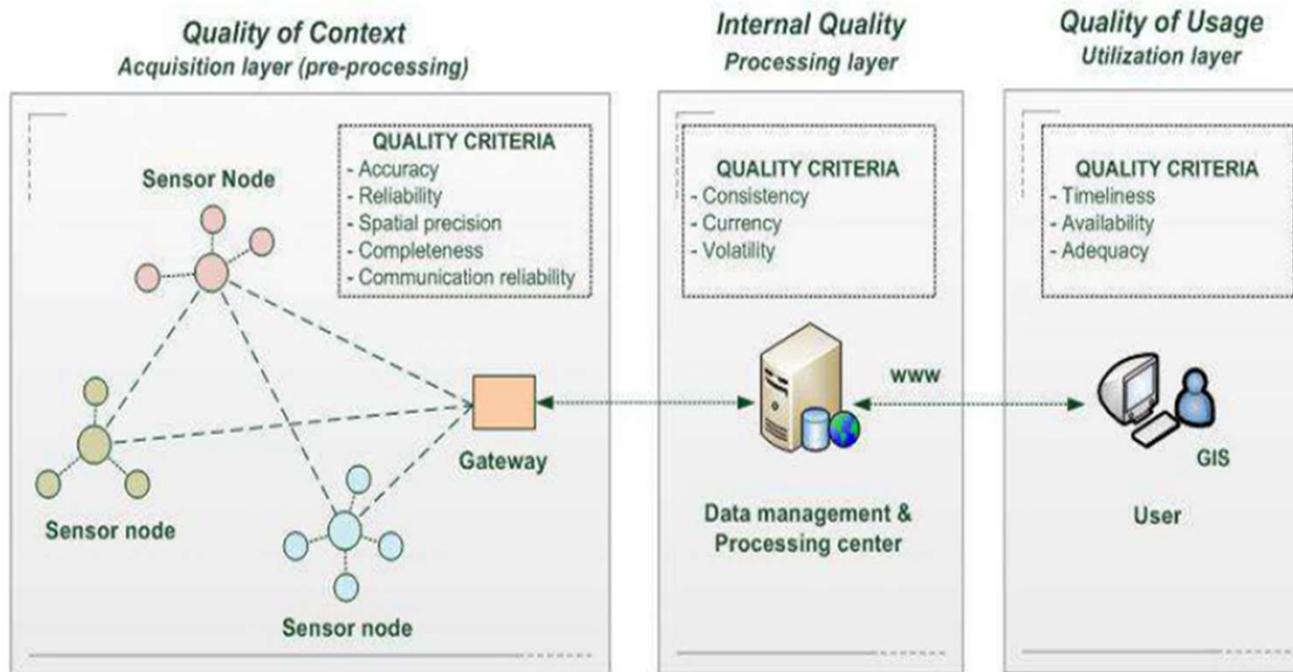


- **Transmisión de datos**
  - Precisión vs puntualidad
  - Puntualidad vs fiabilidad
  - Fiabilidad vs precisión
- **Garantizar resultados en el tiempo necesario – Estrategias**
  - Aplicación basada en Caché
  - Saltando ventanas de Calidad de Datos (**Data Quality**)
  - Anotaciones de DQ ligeras
  - Desplazamiento de carga basado en calidad
    - MaxDQ – Mejora total de DQ
    - MaxDQcompensate – Mitigar error
    - MaxCompleteness – Maximizar conjunto global...

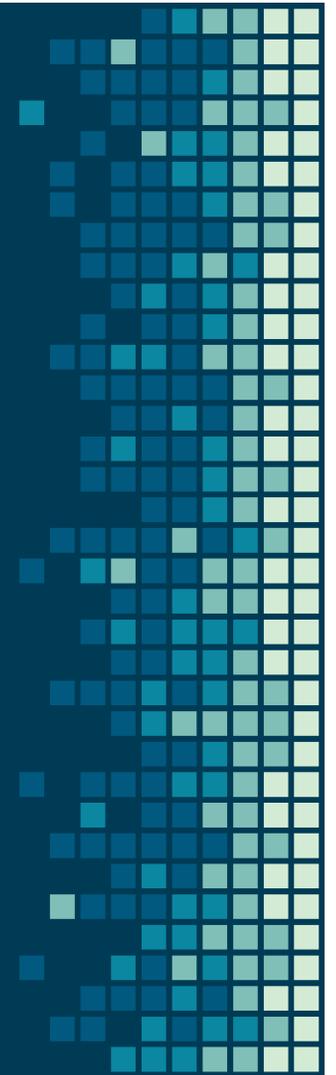
- Fallo de Lectura de sensores → solución global



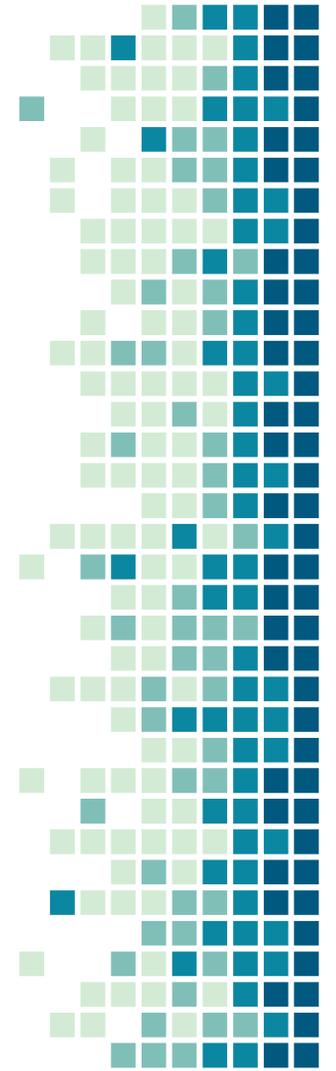
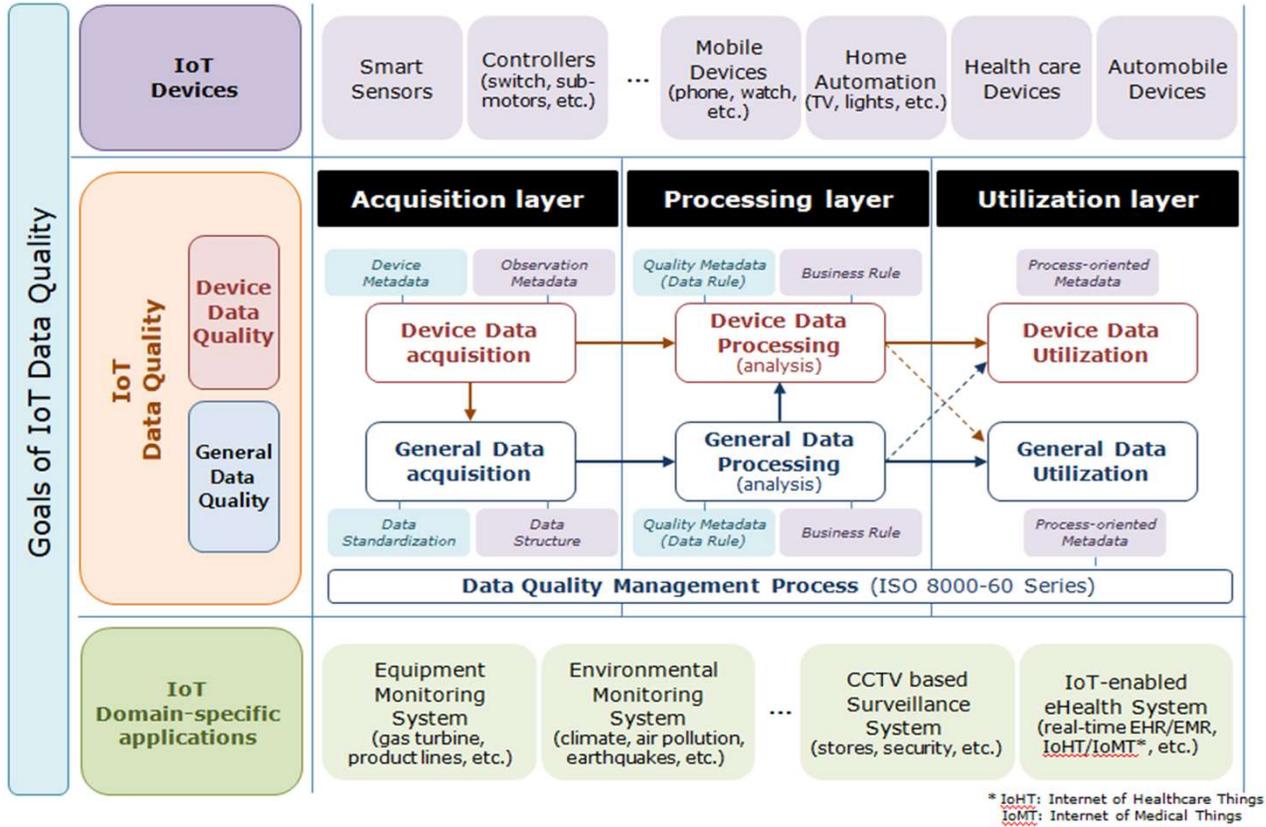
- Capas en redes de sensores



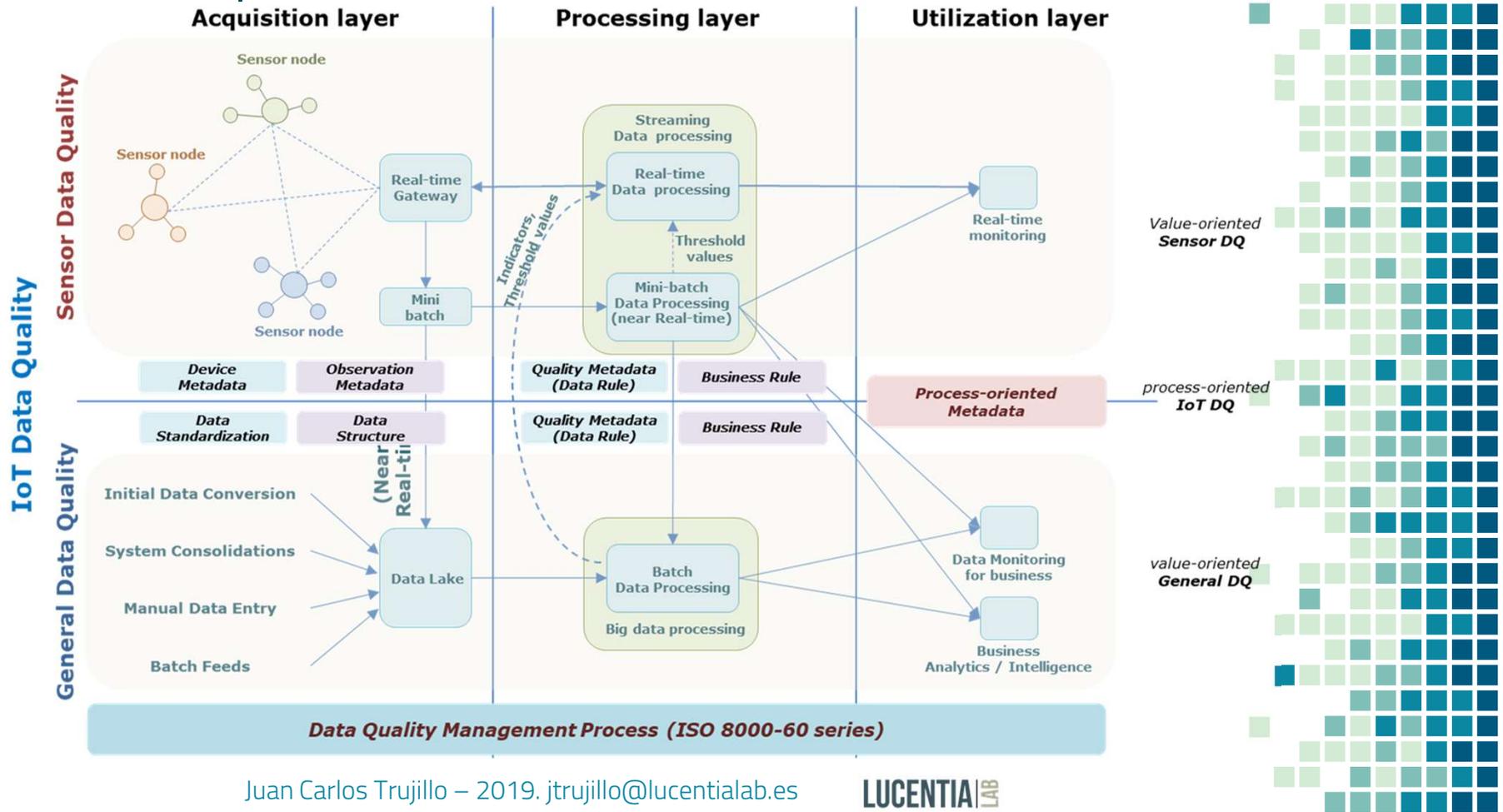
# 3. Arquitectura escalable en la nube



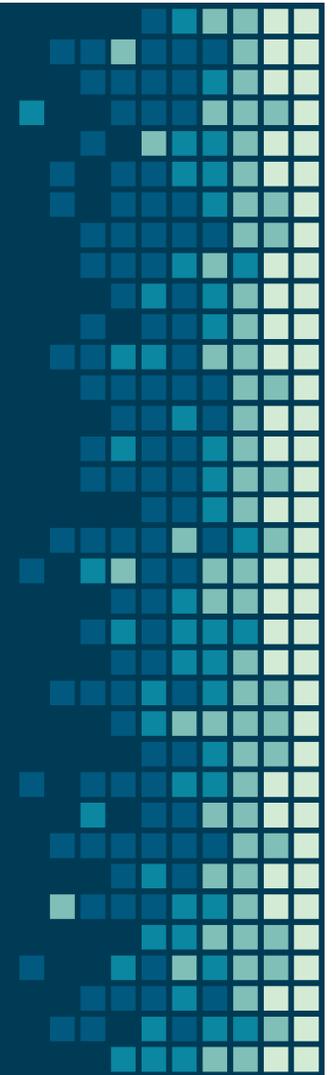
■ Marco conceptual



■ Marco conceptual



# 4. Machine Learning en IoT



# Machine Learning & IoT

- Mantenimiento predictivo (*Smart Farming*)
  - **Sistemas de regresión y/o clasificación**
  - Se evitan las paradas de emergencia
  - Se realizan paradas preventivas



Source: Shutterstock

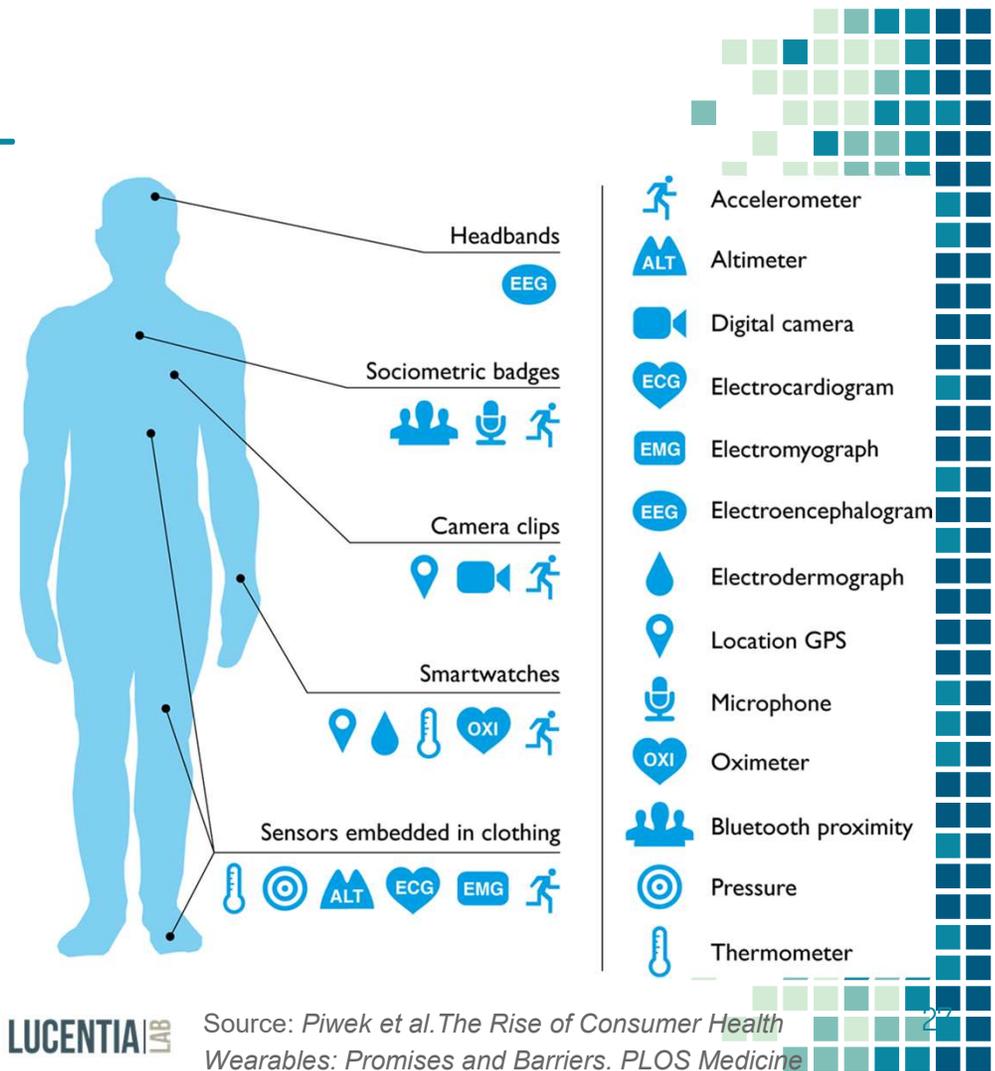
# Machine Learning & IoT

- Aprendizaje de funcionamiento idóneo
  - *Distintas fases de funcionamiento*
  - **Sistemas de clasificación**
  - Aprendizaje de funcionamiento idóneo
  - Corrección de parámetros no idóneos en real time



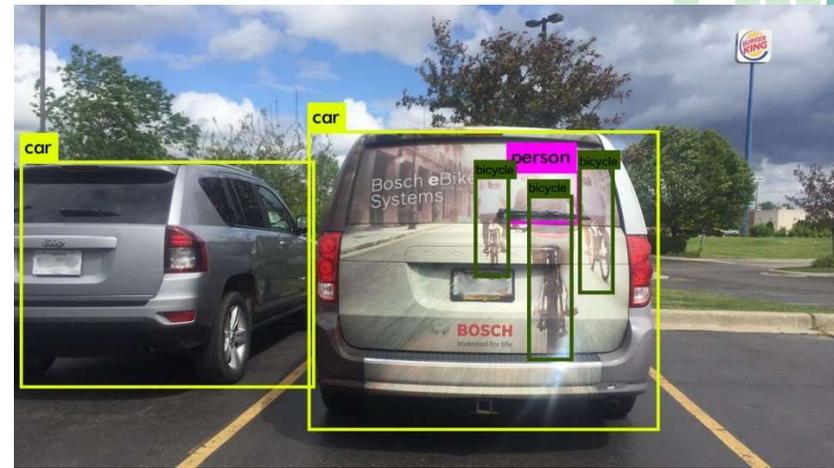
# Machine Learning & IoT

- eHealth & Connected Health
  - Monitorización de la salud, en cualquier sitio, con dispositivos **Smart Wearables**
- Detección médica de emergencia, recomendaciones automáticas sobre la salud, diagnóstico de enfermedades más rápidos y mejores, reducción de costes médicos

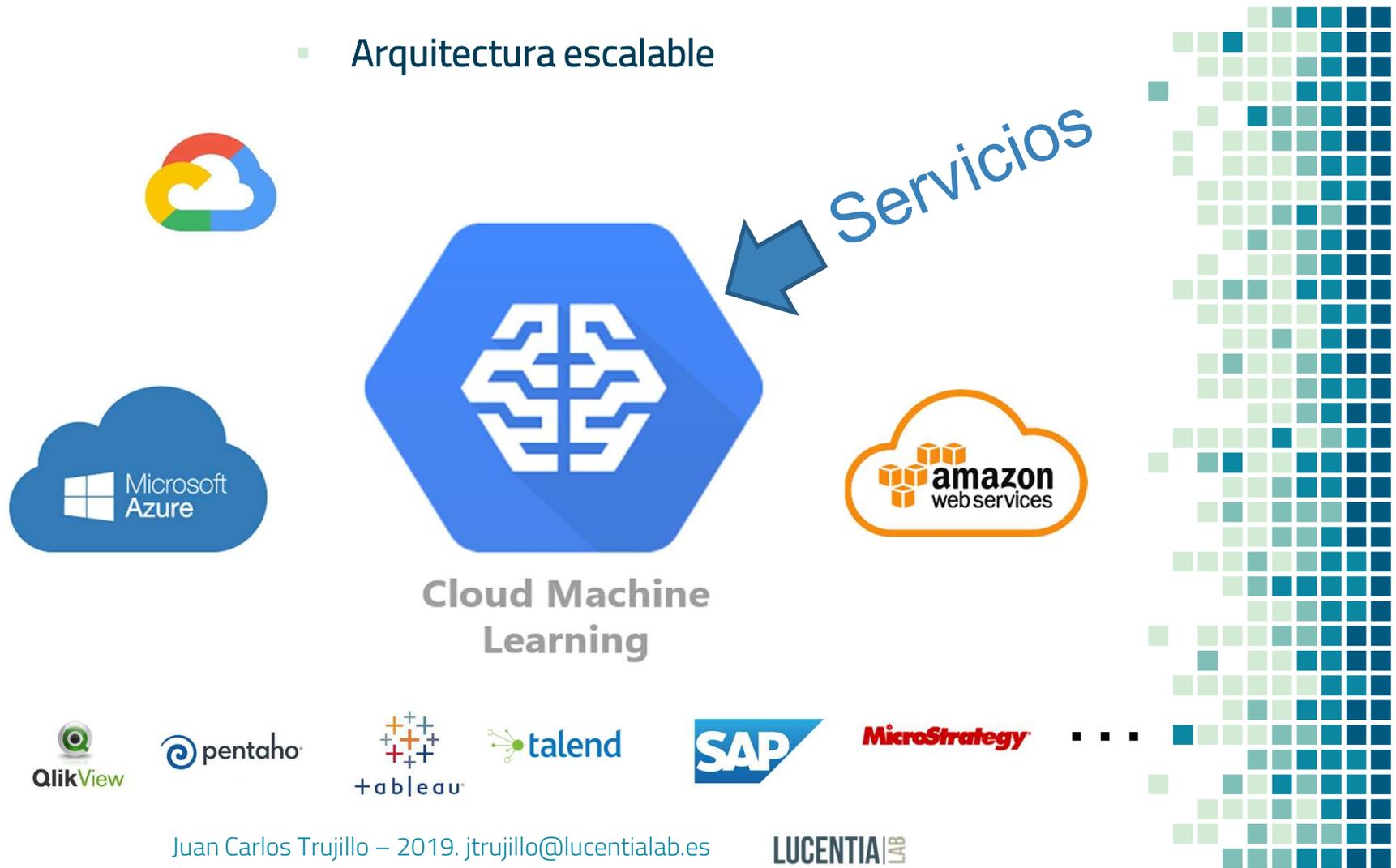


# Machine Learning & IoT

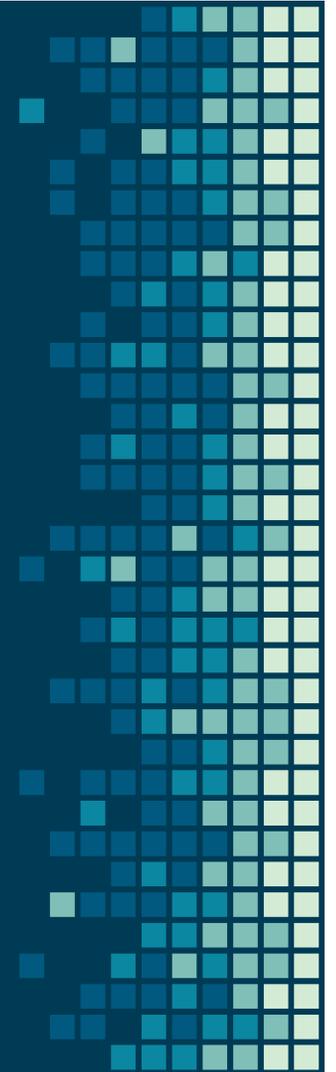
- Conducción autónoma
  - Aprendizaje de mente colmena
  - **Sistemas de clasificación-regresión**
  - Guerra Tesla vs Google
  - Google intenta emular posibles situaciones anómalas
  - Tesla comparte todas las situaciones captadas por los IoT de todos sus vehículos



- Arquitectura escalable

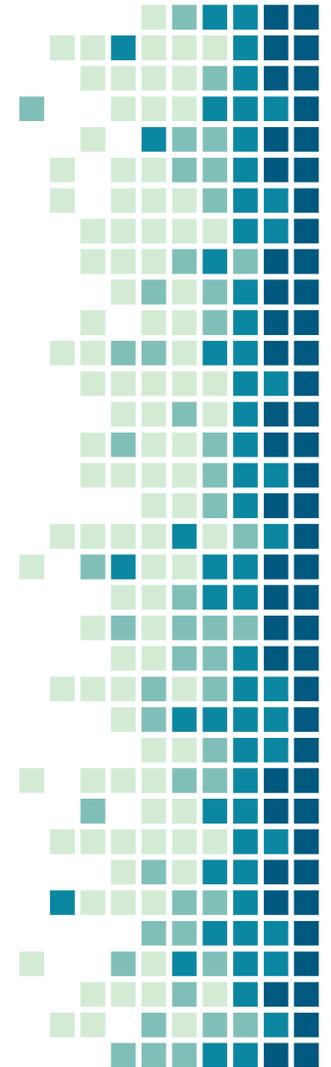


# 5. Caso Práctico: Sensorización industrial



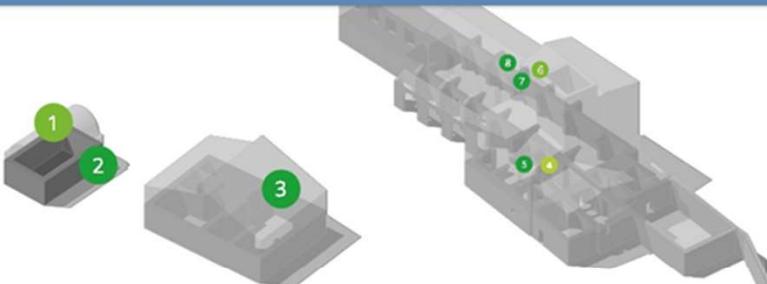
# Evolución del desarrollo

- Varios años de desarrollo previo en el marco de DQIOT, con sello Eureka
- Trabajo con amplia tipología de sensores y su integración
- Experiencia de sensorización en TorreJuania
- Experiencia anterior en diseño de cuadros de mando, Big Data, BI, ...





### Casa Torre Juana



**Capilla**

1 Ambiente: 15,4°C, 71% Humidity, 7,8 g/hg

2 Contacto: 15,3°C, 71% Humidity, 7,7 g/hg

**Caballerizas**

3 Xiolafagos: 17,4°C, 70% Humidity, 3 Lit. Consumo

**Reuniones, Antiguo Torre**

4 Ambiente: 18,4°C, 62% Humidity, 4,2 g/hg

5 Contacto: 15,1°C, 73% Humidity, 7,8 g/hg

**Salón de Baile**

6 Ambiente: 15,9°C, 68% Humidity, 7,7 g/hg

7 Xiolafagos: 16,5°C, 63% Humidity, 3 Lit. Consumo

**Presencia**: 0 Lit. Consumo



**Estado del edificio**  
03/04/2019 08:43:48



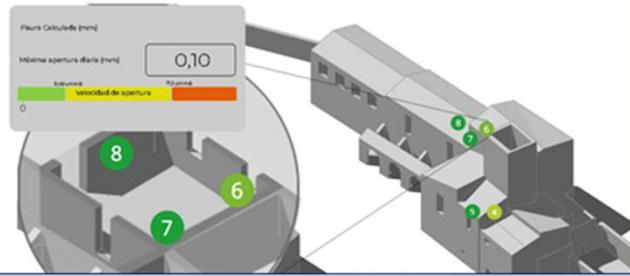
Capilla

Caballerizas

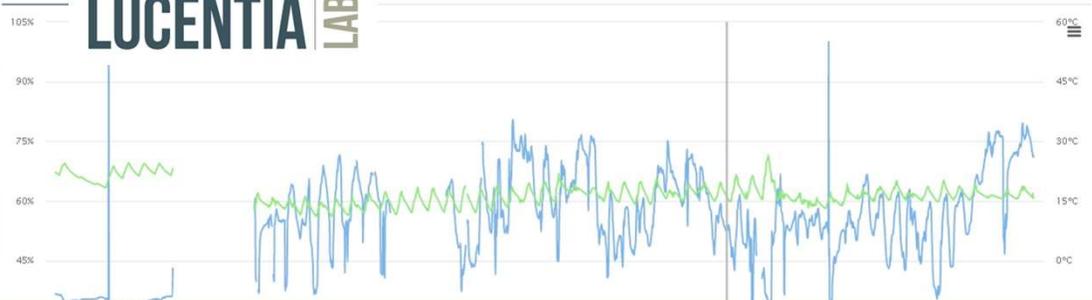


config entry discovery
configurador
yr Symbol
Sobre el horizonte
CalentadorCaballerizas
CalentadorPrimero
IluminaciExterna
CalefaccionPlantaBaja
CalefaccionPrimeraPlanta
CocinaCaballerizas

**ESTADÍSTICAS**



**VALORES**      **ESTADÍSTICAS**



# LUCENTIA LAB

II CONGRESO INTERNACIONAL DE  
**INTELIGENCIA ARTIFICIAL**  
ALICANTE 2019



# Detección anomalías en IoT

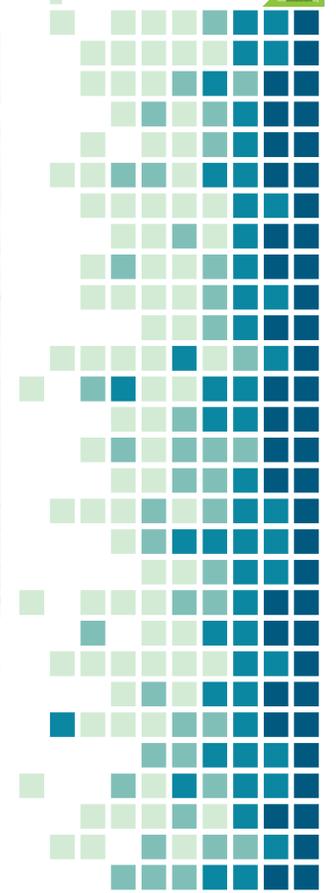


**SIEMENS**

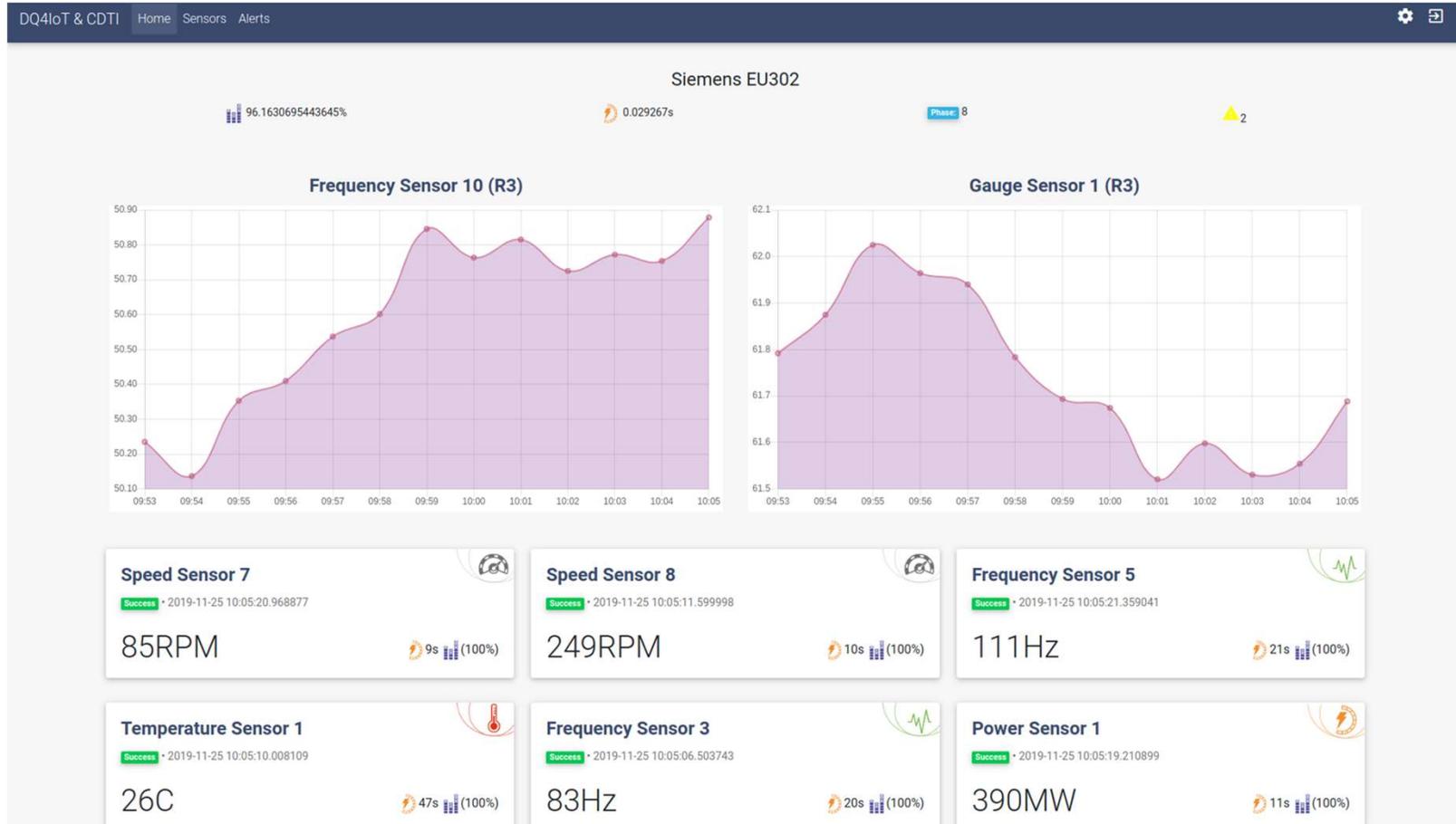


Juan Carlos Trujillo – 2019. [jtrujillo@lucentialab.es](mailto:jtrujillo@lucentialab.es)

LUCENTIA|LAB



## Toda la información crítica de un vistazo



## Paneles totalmente personalizables, elegimos los sensores y su ubicación



DQ4IoT & CDTI Home Sensors Alerts ⚙️ 🔖

### Current Settings Preview

Speed Sensor 7 (R2)  
Card  
📊

Speed Sensor 8 (R1)  
Card  
📊

Frequency Sensor 5 (R3)  
Card  
📊

Temperature Sensor 1 (R3)  
Card  
📊

Frequency Sensor 3 (R3)  
Card  
📊

Power Sensor 1 (R1)  
Card  
📊

Frequency Sensor 10 (R3)  
Chart  
📈

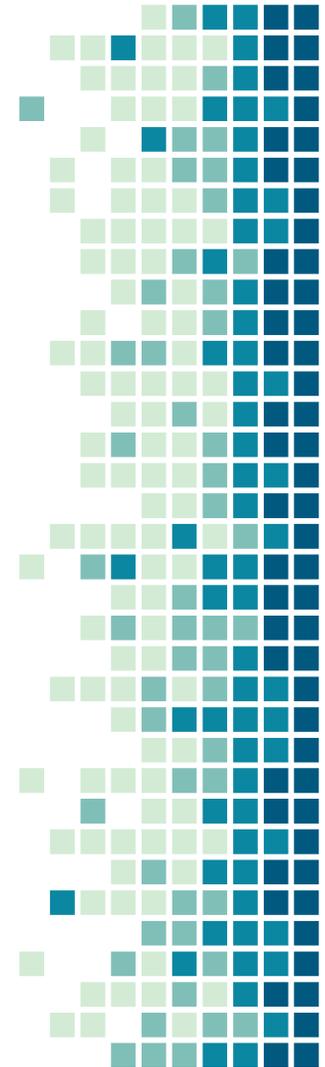
Gauge Sensor 1 (R3)  
Chart  
📈

Charts

Cards

Elegimos, de entre todos los sensores, los que queremos ver en cada momento

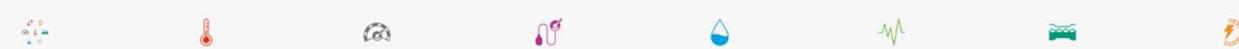
The screenshot shows a web application interface for configuring sensors. At the top, there is a navigation bar with 'DQ4IoT', 'Home', 'Sensors', and 'Alerts'. The main content area is titled 'Current Settings Preview'. It features a list of sensors on the left, with 'Frequency Sensor 2 (R1)' selected and highlighted in orange. To the right of the list, there are preview cards for 'Frequency Sensor 1 (R3)', 'Frequency Sensor 4 (R1)', 'Temperature Sensor 1 (R3)', and 'Speed Sensor 2 (R1)'. Below the sensor list, there are two rows of dropdown menus for selecting cards, and a green 'SUMMIT' button at the bottom.



# Agrupamos los sensores para facilitar su selección

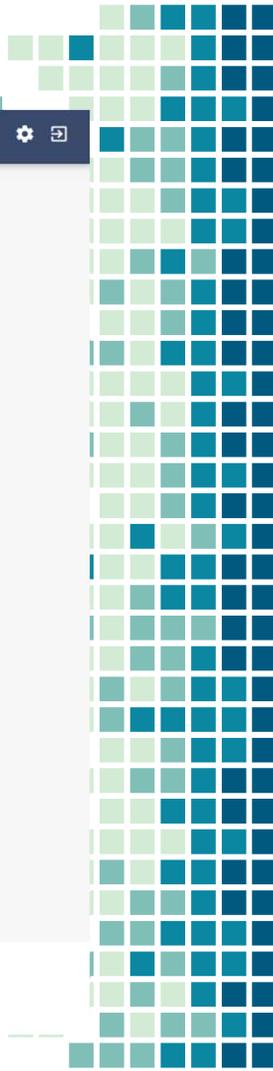
DQ4IoT & CDTI Home Sensors Alerts

Search...

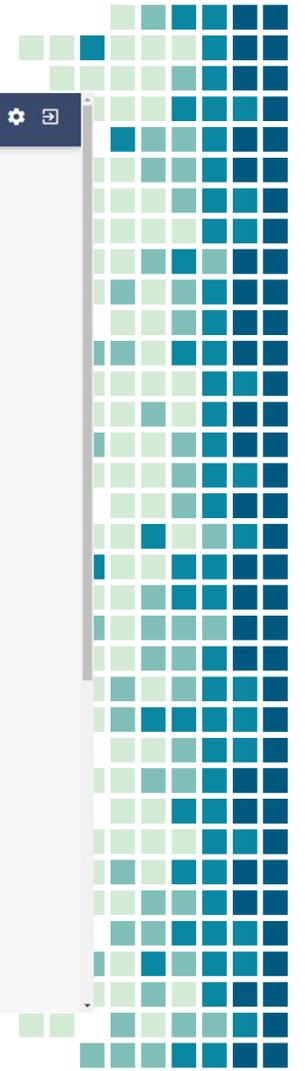
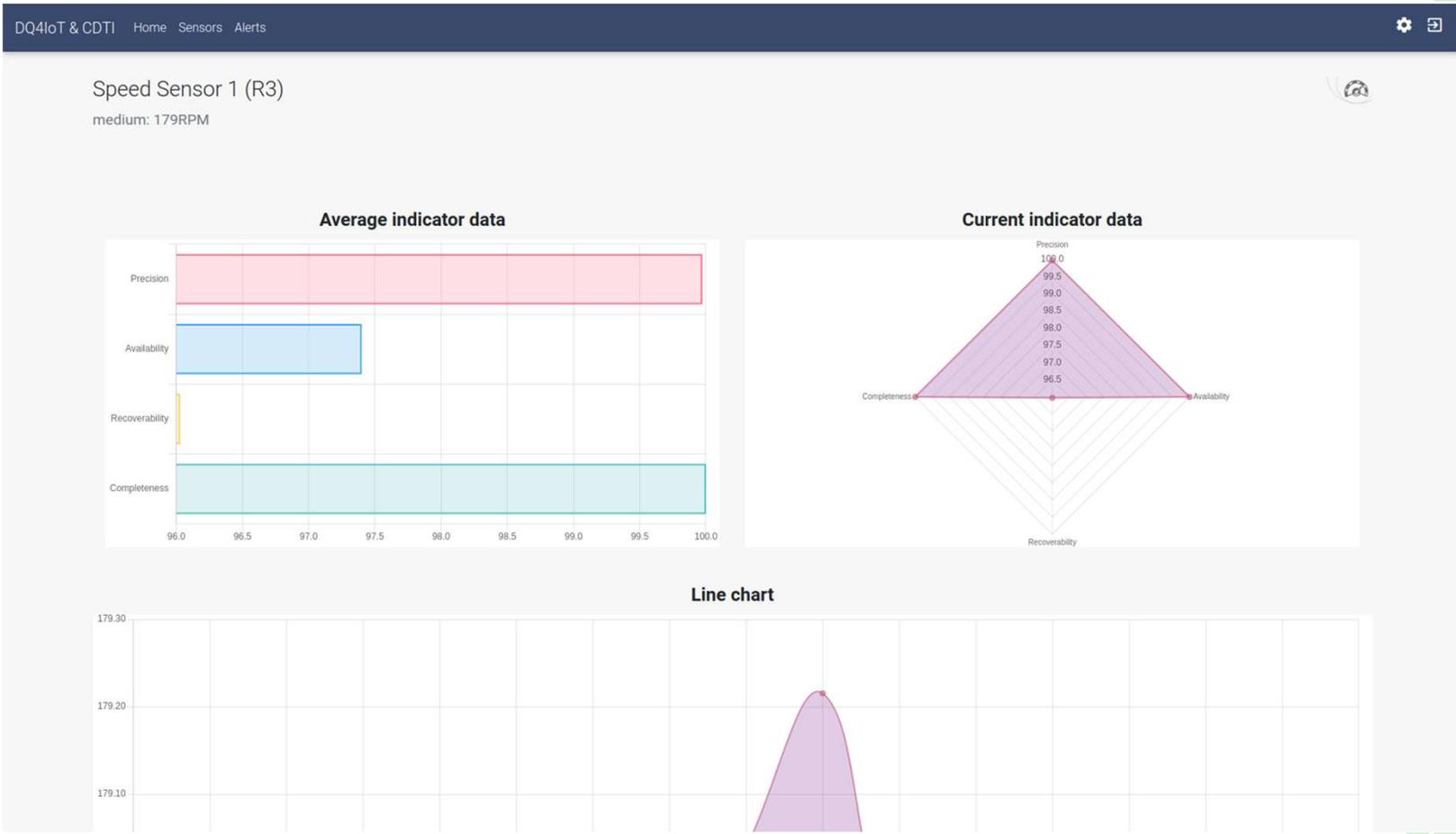


Name	Type	Unit
Frequency Sensor 10 (R1)		Hz
Frequency Sensor 10 (R2)		Hz
Frequency Sensor 10 (R3)		Hz
Frequency Sensor 1 (R1)		Hz
Frequency Sensor 1 (R2)		Hz
Frequency Sensor 1 (R3)		Hz
Frequency Sensor 2 (R1)		Hz
Frequency Sensor 2 (R2)		Hz

1 - 8 of 210 < >



# Información precisa



# Interpretación de los datos sobre el dispositivo industrial

DQ4IoT & CDTI Home Sensors Alerts

Initial date Final date Type SEARCH

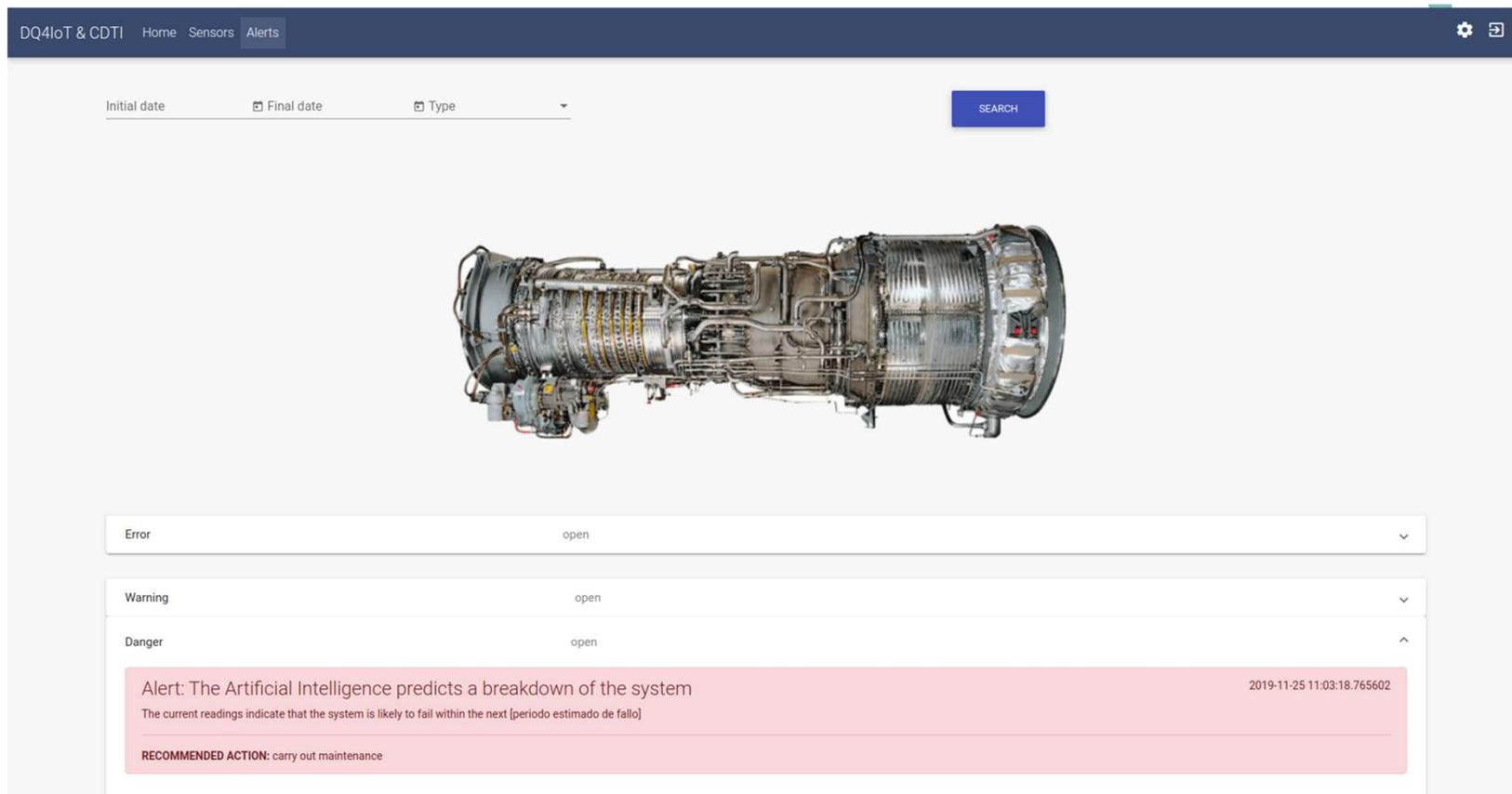
Error open

Warning open

Alert: The Artificial Intelligence has detected an abnormal situation in the system 2019-11-25 09:56:00.477646  
The current readings of the system do not match a stable state due to [abnormal reading in one sensor/abnormal state of the overall system]  
RECOMMENDED ACTION: check the system

Alert: The Artificial Intelligence has detected an abnormal situation in the system 2019-11-25 09:58:46.297651  
The current readings of the system do not match a stable state due to [abnormal reading in one sensor/abnormal state of the overall system]  
RECOMMENDED ACTION: check the system

## Alertas de diferente intensidad, en este caso **Alerta Roja**



DQ4IoT & CDTI Home Sensors Alerts

Initial date Final date Type SEARCH



Error open

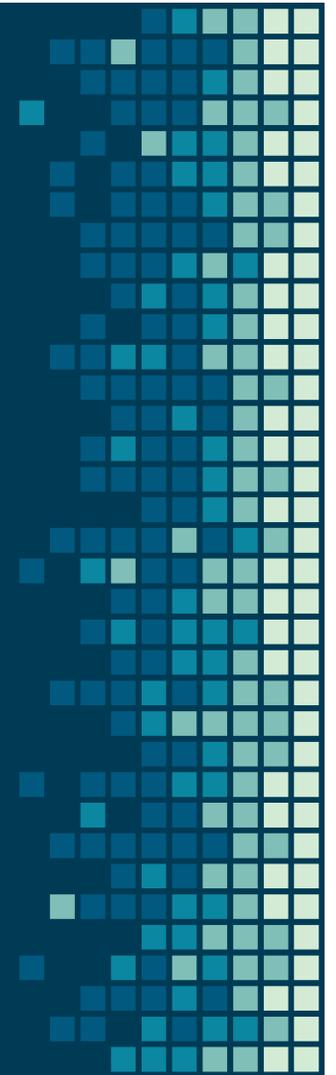
Warning open

Danger open

Alert: The Artificial Intelligence predicts a breakdown of the system 2019-11-25 11:03:18.765602  
The current readings indicate that the system is likely to fail within the next [periodo estimado de fallo]

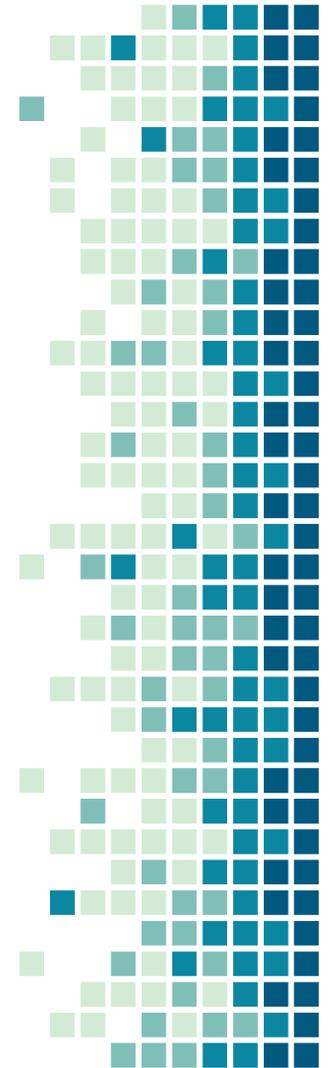
**RECOMMENDED ACTION:** carry out maintenance

# Conclusiones



# Conclusiones

- Big Data + **IoT** + Machine Learning
- Soluciones de IoT requieren un conocimiento profundo de los sensores y la solución global
- Arquitecturas escalables
- Más allá de la monitorización → **"Predicción"** con Machine Learning



# Gracias!

**Juan Carlos Trujillo**

Lucentia Research Group  
Lucentia Lab Spin-off

[jtrujillo@dlsi.ua.es](mailto:jtrujillo@dlsi.ua.es)  
[jtrujillo@lucentialab.es](mailto:jtrujillo@lucentialab.es)

