

---

# ***Fog computing***

---

PID\_00247337

Màrius Montón Macián

---

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: 1 hora

---



Universitat  
Oberta  
de Catalunya

---

*Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea éste eléctrico, químico, mecánico, óptico, grabación, fotocopia, o cualquier otro, sin la previa autorización escrita de los titulares del copyright.*

# Índice

<b>Introducción</b> .....	5
<b>1. Arquitectura</b> .....	7
1.1. <i>Fog</i> jerárquica .....	8
<b>2. Ejemplos</b> .....	9
2.1. <i>Smart cities</i> .....	9
2.2. Industria 4.0 .....	10
<b>3. OpenFog Consortium</b> .....	12
<b>Conclusiones</b> .....	13
<b>Bibliografía</b> .....	14



## Introducción

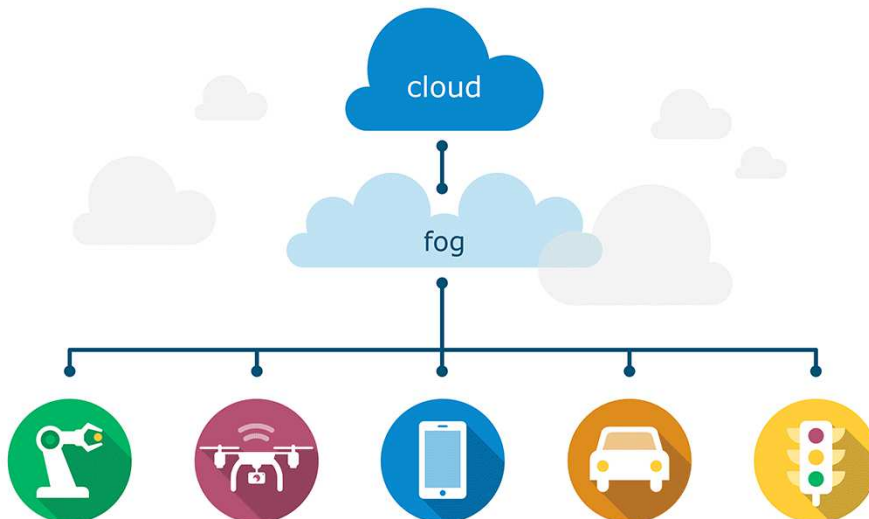
A continuación, introduciremos una nueva tendencia a medio camino entre la computación *in house* (en local) y el *Cloud*, llamada *fog computing*.

El concepto de *fog computing* (*fog* significa ‘niebla’, en inglés) se refiere a la colaboración de dispositivos cercanos para reducir, entre otras cosas, el tráfico de datos y los datos que debe almacenar la nube (figura 1). Esta colaboración entre dispositivos puede reducir la cantidad de datos que hay que enviar al *Cloud* y mejorar la usabilidad y la calidad de los datos [Cisco (2015)].

### Gateway

Una *gateway* es un dispositivo que interconecta distintas redes entre sí y, por extensión, conecta redes de corto alcance a internet.

Figura 1. La computación *fog* acerca el *Cloud* a los dispositivos.



OpenFog Reference Architecture for Fog Computing [Open Fog Consortium (2015)]

También se plantea el uso de *fog computing* para los casos en los que la latencia entre el momento en que los datos se generan y se procesan o gestionan es crítica. En casos así, se necesita acercar la infraestructura de computación al origen y destino de los datos, para evitar los tiempos que requieren las interconexiones hasta un servicio de *Cloud Computing*.

Una consecuencia de todo esto es que los costes de conexión pueden reducirse, debido a que toda la comunicación de datos se hace internamente y la cantidad de datos que hay que enviar fuera del sistema (a un sistema *Cloud*, por ejemplo) se reduce considerablemente. Esto puede habilitar que ciertas aplicaciones diseñadas para enviar datos a la nube, que hasta ahora se encontraban con casos no viables, debido a la cantidad de datos que había que enviar, puedan hacerlo, teniendo en cuenta que los datos se van a procesar de forma local.

Se estima que cerca del 40 % de los datos generados se pueden analizar cerca de los dispositivos que los han generado [IDC FutureScape (2015)].

Por último, también se propone el uso de *fog computing* para temas operativos, ya que añade una capa más de abstracción entre los dispositivos y la nube, lo que facilita las tareas de mantenimiento y gestión de la infraestructura.

#### ***Internet of everything***

*Internet of everything* es un término acuñado por Cisco, que amplía la definición de *internet of things* al conectar también personas y procesos.

## 1. Arquitectura

Así, este concepto se basa en disponer de *gateways* lo bastante inteligentes como para que distintas aplicaciones puedan coexistir y compartir datos sin tener que enviarlos a un sistema *Cloud*. Este tipo de arquitectura de red debe habilitar lo que se está dando a conocer como *internet of everything*, promovida sobre todo por la compañía Cisco.

De nuevo, un factor tecnológico clave para que se pueda hacer *fog computing* es la caída de precios de la infraestructura y la virtualización de sistemas, que permite que distintas aplicaciones de diferentes compañías compartan el mismo hardware.

Esta arquitectura se está empezando a usar en algunas pruebas piloto, para validar la tecnología y el concepto. El principal problema que surge es el de encontrar la forma de poder intercambiar datos entre distintas aplicaciones (y por tanto, de distintas compañías) y mantener la calidad de los datos y la toma de decisiones en este nivel.

Las principales ventajas respecto a los sistemas tradicionales son las siguientes.

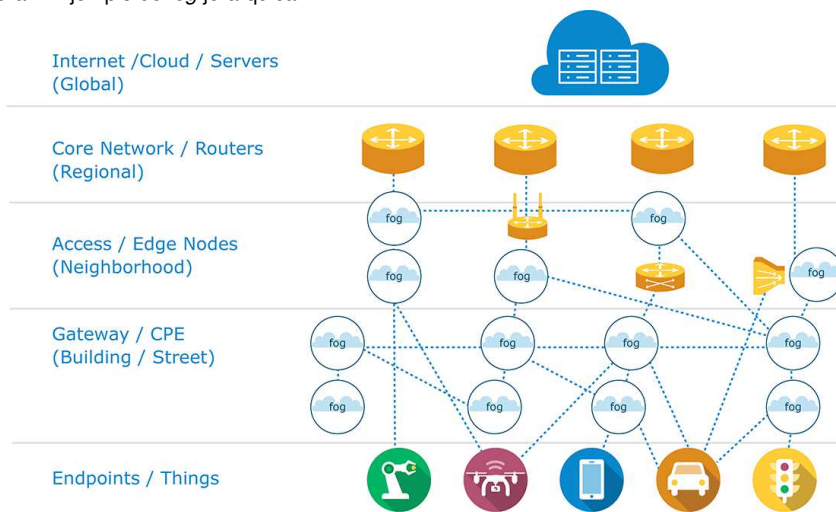
- Minimiza latencia: en instalaciones industriales, acercar el cómputo a los dispositivos que recogen los datos puede marcar la diferencia entre poder alertar de un fallo inminente o tener un fallo total de una planta de fabricación. En sistemas que recogen datos que hay que procesar en muy poco tiempo, la nube puede ser demasiado lenta.
- Reducción del ancho de banda necesario para sacar los datos del punto de obtención. Enviar según qué datos hacia la nube puede significar muchos GB o TB a la semana. Analizar los datos *in situ*, sin enviarlos fuera de la red, ahorra en costes.
- Mejora la seguridad de los datos, ya que estos no viajan por internet hacia la nube, sino que se quedan en la red cercana.
- Fiabilidad, ya que la mejora de la gestión de los datos y su mayor seguridad permiten confiar en tener mejores datos y más seguros.
- Llevar los datos al mejor sitio para procesarlos: depende, en parte, del tiempo que hay para tomar una decisión. Para entornos en los que este tiempo sea crítico, el análisis de datos debe hacerse lo más cerca posible de la obtención de datos. En cambio, el análisis de *big data* basado en el histórico de datos se puede seguir haciendo en la nube.

## 1.1. Fog jerárquica

Aunque la primera visión dada de la computación *fog* es la de una capa intermedia entre la nube y los dispositivos, puede jerarquizarse y añadir varias capas locales intermedias hasta llegar a la nube.

De esta manera, podemos tener distintas aplicaciones con *fog* separadas que, a su vez, trabajan con una capa *fog* superior que agrega ciertos datos, y así sucesivamente hasta que una última capa *fog* envía los datos significativos a la nube (figura 2).

Figura 2. Ejemplo de *fog* jerárquica.



OpenFog Reference Architecture for Fog Computing [Open Fog Consortium (2015)]

Ya sea con una jerarquía compleja o una más sencilla, otra ventaja que añade una instalación basada en *fog* es la gestión de los dispositivos. Como sabemos, los dispositivos suelen evolucionar en sus características o funcionalidades.

En una instalación de cientos o miles de dispositivos, gestionar las distintas versiones de cada dispositivo concreto, su comunicación y sus datos hacia el *Cloud* puede ser muy costoso. Sin embargo, si la instalación está basada en una infraestructura tipo *fog*, cada una de las subredes se puede gestionar de manera local. De este modo, se gestiona la problemática de las versiones de cada una por separado, gracias a las *gateways* o nodos *fog* del sistema.



## 2. Ejemplos

Para dejar más claro el concepto que hay detrás de la computación *fog*, se presentan dos ejemplos de uso de esta tecnología.

### 2.1. *Smart cities*

Como ejemplo, tomaremos un sistema de iluminación inteligente que controle las farolas de una calle, conectado al sistema de conteo de vehículos.

De esta forma, cuando el sistema de conteo detectase cierto número de coches circulando, podría enviar estos datos al sistema de iluminación para que incrementase la luz de las farolas de la calle en cuestión. Este sistema podría trabajar usando una arquitectura *fog*, tomando la decisión de incrementar la luz ambiente de forma local, y enviando solo un resumen de actividades de forma periódica al sistema *Cloud* superior. De este modo, el *Cloud* de la ciudad solo recibiría la notificación de que las luces se han encendido debido a las condiciones de tráfico y algunas otras estadísticas, pero no los datos concretos de cada uno de los pasos de vehículos (seguramente, un dato innecesario en este nivel).

En este ejemplo, y en caso de una instalación masiva de farolas en una ciudad, la reducción de costes debida a la disminución de tráfico de datos entre el sistema de iluminación y el *Cloud* es evidente.

Siguiendo con el ejemplo, denominaríamos *fog* cercana a los dispositivos que reciben los datos del conteo del paso de coches y que mantienen la comunicación con el sistema de iluminación. La *fog* de agregación, en este caso, serían los componentes que reciben los datos de los dispositivos y agregan los datos para enviar resúmenes y/o alarmas al sistema *Cloud*. De esta forma, si por alguna razón se interrumpe la comunicación con el *Cloud*, los datos se pueden almacenar en los dispositivos de agregación.

Estos dispositivos, una vez recuperada la conexión con el servicio *Cloud*, enviarán todos los datos que no estén actualizados, sin que se pierda ninguno de ellos.

Tabla 1. Ejemplos de Fog

Parámetro	Fog cercana	Fog de agregación	Cloud
Tiempo respuesta	De milisegundos a décimas de segundo	De segundos a minutos	Minutos, días o semanas
Ejemplo de aplicación	Comunicaciones M2M, <i>tactile internet</i>	Visualización, análisis de datos simple	<i>Big data, paneles de control</i>
Tiempo almacenamiento datos	Transitorio	Corta duración, horas o semanas	Meses o años
Cobertura geográfica	Muy local (planta fabricación)	Empresa multiplanta	Global

Elaboración propia a partir de [Cisco (2015)]

## 2.2. Industria 4.0

Otro ejemplo más cercano a la industria 4.0 consistiría en diseñar una planta donde todos los datos del proceso y demás parámetros de la maquinaria estén disponibles.

Para plantas muy extensas, en las que la cantidad de estos datos sea muy elevada, puede tener sentido plantearse la opción de *fog* para procesar en local los datos en crudo de toda la planta y solo enviar resúmenes, alarmas y datos agregados a un servicio *Cloud* externo.

Así, una empresa con varias plantas de fabricación podría tener un sistema *fog* en cada una de ellas, y que cada una envíe solo los datos relevantes de funcionamiento al *Cloud*.

En cada una de las plantas, el sistema *fog* podría recibir datos de cada una de las unidades de fabricación autónomas. Una vez procesados y agregados, con estos datos es posible hacer análisis tanto de rendimiento general de planta, de eficiencia de producción, etc., como análisis y predicción de posibles futuros fallos o problemas aún no detectados.

En este ejemplo, seguramente estos datos agregados y resumidos son los que tiene sentido subir al *Cloud* para su posterior análisis y mejora mediante herramientas especializadas.

En este ejemplo, se observa claramente la reducción de costes a la hora de enviar datos hacia el *Cloud*, ya que solo se enviarían los datos agregados por cada planta y no todos los detalles de cada una de las máquinas.

Además, debido a que los datos se reciben localmente y, por tanto, con poco retraso temporal, será posible actuar en el caso de que haya que tomar acciones rápidamente

(mal funcionamiento de una máquina, cuestiones de seguridad física, emergencias, etc.).

### 3. OpenFog Consortium

En el año 2015, se creó el OpenFog Consortium [Open Fog Consortium (2015)] para acelerar la implantación de sistemas *fog* en la industria. Proponía una arquitectura abierta y común para desarrollar sistemas *fog*.

En este consorcio, participan empresas líderes del sector como por ejemplo Cisco, ARM, Dell, Intel, Microsoft, AT&T, GE Digital, Fujitsu, etc.

Actualmente, el consorcio está organizado en los siguientes grupos de trabajo:

- *Architecture Framework*, encargado de proponer una arquitectura de referencia.
- *Communication*, encargado de evaluar, identificar y recomendar estándares de comunicación en todas las partes de un sistema *fog*.
- *Testbeds*. Este grupo de trabajo define los tests y campos de prueba de referencia del consorcio.
- *Software Infrastructure*. Este grupo es el responsable de la definición del modelo de composición de los nodos *fog*.
- *Security*. Grupo encargado de identificar y proponer el marco de referencia en cuanto a seguridad de un sistema *fog*.

A principios del 2017, el consorcio presentó el documento «*OpenFog Reference Architecture for Fog Computing*» [OpenFog Consortium (2017)], donde se describe toda la arquitectura de referencia para un sistema *fog* propuesto por el consorcio. En el documento, se definen un sistema *fog* y todas sus partes; se describen distintos casos de uso; se especifican los principales pilares (divididos en grupos de trabajo) que contempla la arquitectura de referencia, y se sigue con la descripción de la arquitectura en sí. Por último, el documento da como ejemplo una descripción completa de un caso, siguiendo la arquitectura propuesta.

## Conclusiones

El concepto de *fog computing* está en auge desde que Cisco acuñó el término.

Con la reducción de costes y el crecimiento del número de dispositivos que recopilan datos del entorno, surge la necesidad de gestionar los datos generados de forma local y más cercana.

Además, el hecho de añadir una capa más a las intercomunicaciones entre dispositivos y el *Cloud* permite una mejor y más fácil gestión de los dispositivos instalados.

La computación *fog* no va a sustituir al *Cloud*, sino que junto con el mismo, ayudará a las empresas a economizar sus sistemas de captación de datos y de control y, a la vez, a abrir nuevos mercados y oportunidades.

## Bibliografía

**Cisco** (2015). «Fog Computing and the Internet of Things: Extend the Cloud to Where the Things Are». Report técnico, CISCO.

URL: «[https://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/solutions/trends/Iot/docs/computing-overview.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/trends/Iot/docs/computing-overview.pdf)».

**IDC FutureScape** (2015). «Worldwide Internet of Things 2015 Predictions».

URL:«<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=252872>».

**Open Fog Consortium** (2015). «Open Fog Consortium».

URL: «<https://www.openfogconsortium.org/>».

**OpenFog Consortium** (2017). «OpenFog Reference Architecture for Fog Computing».

URL: «[https://www.openfogconsortium.org/wp-content/uploads/OpenFog\\_Reference\\_Architecture\\_2\\_09\\_17-FINAL.pdf](https://www.openfogconsortium.org/wp-content/uploads/OpenFog_Reference_Architecture_2_09_17-FINAL.pdf)»