Edge, fog i mist

Passes la targeta pel validador del bus i fa un xiulet a l'instant, fins i tot dins un túnel sense cobertura. El teu mòbil es desbloqueja amb la cara en una fracció de segon, també en mode avió. Cap dels dos no ha demanat permís a un centre de dades de Madrid o de Frankfurt. Per què no, si el núvol és tan potent?

Perquè el núvol és lluny, i la distància costa temps. Un aerogenerador que s'ha d'aturar quan una ràfega es torna perillosa, una bomba que s'ha d'aturar abans que rebenti una canonada, la porta d'un hotel que s'ha d'obrir quan internet cau: cap d'ells no pot esperar. Avui mesuraràs aquesta distància amb el teu propi navegador, i aprendràs on es prenen les decisions que no poden esperar.

Què aprendràs

- Mesurar la **latència** fins a centres de dades reals i explicar per què limita el que pot fer el núvol tot sol
- Descriure l'**edge computing** i com funciona **amb** el núvol, no en contra
- Definir **fog** i **mist** i ordenar les quatre capes, del sensor al núvol
- Decidir, en una planta real, quina tasca va a cada capa i per què
- Evitar la trampa: "l'edge substitueix el núvol"

A quina distància és el núvol?

> La **latència** és el retard entre enviar una petició i rebre'n la resposta. Depèn sobretot de la distància i del nombre de xarxes que travessen les dades. Es mesura en mil·lisegons (ms).

La pots mesurar ara mateix. GCPing s'obre al navegador, sense compte, i mesura quant tarda el teu ordinador a obtenir resposta de cada regió de Google Cloud. Cerca Madrid (`europe-southwest1`), després una regió dels Estats Units i una d'Àsia. Les xifres canvien cada dia i d'una xarxa a una altra, així que fia't de les que veus, no d'una xifra d'un llibre. El patró és sempre el mateix: com més lluny, més tarda.

Per a una pel·lícula, unes quantes desenes de mil·lisegons no importen. Per a una màquina que ha de reaccionar, sí que poden importar. I si la connexió cau, el núvol no és lent: simplement és inaccessible.

Edge computing: decidir a prop de les dades

> L'**edge computing** (computació a la vora) vol dir processar les dades **a prop d'on es produeixen** (al mateix dispositiu, a la mateixa sala o al mateix edifici) en lloc d'enviar-ho tot a un centre de dades llunyà.

Al joc de construir ciutats, el núvol és la gran central de la companyia a l'altra punta del mapa. Mai no li demanaries que canviàs cada semàfor. Per això instal·les **subestacions locals** a prop dels barris, i elles s'encarreguen del que ha de passar ara.

	Edge	Núvol
On	Al costat dels dispositius: una passarel·la, un petit servidor local, el mateix dispositiu	Els centres de dades remots del proveïdor
Latència	Molt baixa	Més alta: depèn de la distància i de la xarxa
Potència i capacitat	Limitades	Molt grans i ampliables
Sense connexió	Pot continuar funcionant	No s'hi pot arribar
Dades	Les filtra i les resumeix; només envia el que cal	Rep el resum, el guarda i l'analitza a fons
Tasques típiques	Reaccionar a l'instant, filtrar, decidir en local	Historial, anàlisi global, entrenar models, coordinar molts llocs

Per què no enviar-ho tot al núvol? Quatre raons: la **latència**, l'**amplada de banda** (enviar-ho tot costa doblers i xarxa), **funcionar sense connexió** i la **privadesa** (algunes dades val més que no surtin mai de l'edifici).

Ja dus edge computing a la butxaca. Apple diu que les dades de Face ID no surten mai de l'iPhone: la cara es comprova dins el telèfon. Les teves fotos, en canvi, se sincronitzen amb el núvol. Els webs també fan servir l'edge: una **CDN** (*content delivery network*, xarxa de distribució de continguts) guarda còpies d'un web en servidors repartits per tot el món, perquè cada visitant l'obtengui des d'un punt proper. El teu web de GitHub Pages se serveix així.

> **Compte: "l'edge substitueix el núvol"**
> No. Es reparteixen la feina. L'edge **reacciona** i **filtra**; el núvol **recorda**, **analitza** i **coordina**, i torna cap avall el que ha après: regles noves, configuracions, actualitzacions. Decisions ràpides a l'edge; decisions intel·ligents al núvol.

Fog i mist: les capes del mig

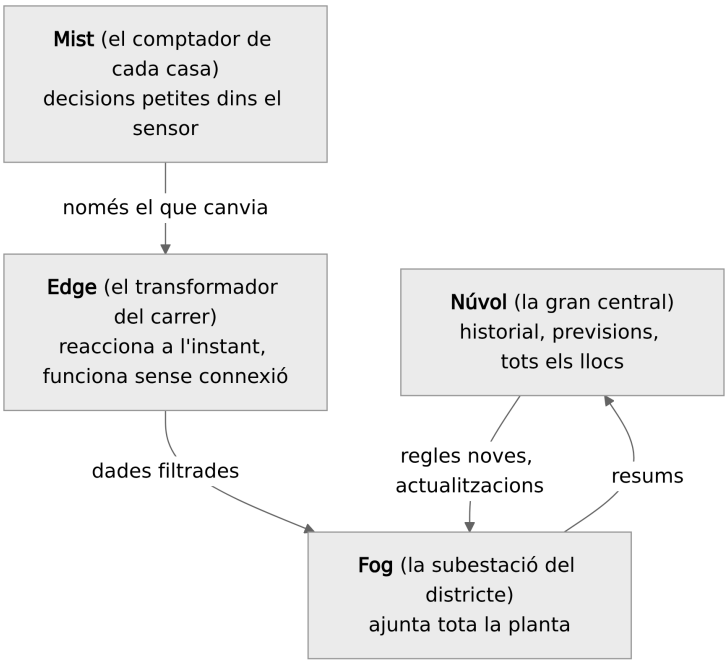
Entre el sensor i el núvol hi pot haver més d'un graó.

> El **fog computing** és una capa intermèdia a la xarxa local, entre els dispositius edge i el núvol, que ajunta i processa les dades de molts punts abans de decidir què puja. El **mist computing** és la capa més lleugera, dins els mateixos sensors i actuadors, en microcontroladors de molt baix consum.

Una manera de recordar-ho: el núvol és amunt al cel; el **fog** (la boira) és un núvol que toca a terra; el **mist** (la boirina) és encara més fi i just arran de terra. Com més avall vas, més a prop del sensor, menys potència i resposta més ràpida.

Les mateixes quatre capes en tres tipus reals de planta (són exemples didàctics, no la descripció d'una instal·lació concreta):

Capa	On viu	Parc eòlic	Empresa d'aigües	Hotel
Mist	Dins els sensors i actuadors	Un sensor de vibració d'un aerogenerador només avisa quan supera un llindar	Un cabalímetre envia una lectura cada pocs minuts, o a l'instant si fa un salt	Un sensor de temperatura de l'habitació només informa dels canvis



Capa	On viu	Parc eòlic	Empresa d'aigües	Hotel
Edge	Al costat dels dispositius	El controlador de cada aerogenerador orienta les pales i l'atura amb vent perillós	El controlador de l'estació de bombament atura la bomba si la pressió es dispara	El controlador de cada planta obre portes i regula l'aire condicionat
Fog	A la xarxa local del lloc	El servidor de la subestació del parc ajunta tots els aerogeneradors	El centre de control ajunta totes les estacions d'una zona	El servidor de l'hotel ajunta totes les plantes i gestiona l'energia de l'edifici
Núvol	Centres de dades remots	Historial de tots els parcs, previsions de producció, manteniment predictiu	Consum de tota la ciutat, detecció de fuites per zones, informes	La cadena compara tots els seus hotels i prediu l'ocupació

Fonts diferents, fronteres diferents

L'ordre **mist → edge → fog → núvol** és la convenció d'aquest mòdul. No totes les fonts hi coincideixen. El *Fog Computing Conceptual Model* del NIST (SP 500-325, 2018) diu que no hi ha consens: situa el fog entre els dispositius finals i el núvol i el mist com una forma més lleugera de fog a prop dels dispositius, però anomena **edge** la capa dels mateixos dispositius finals. Si en algun lloc ho llegeixes així, no t'equivoques. El que importa és que sàpigues ordenar les capes i dir **què fa cadascuna**.

A classe: on ho processem?

Individualment o en parelles. Fes servir la planta de l'empresa del teu projecte (la part OT del L1). Si no en té, tria'n una de les tres de la taula: un parc eòlic o solar, l'empresa d'aigües d'un municipi (per exemple EMAYA a Palma) o un hotel. **Sense IA generativa**: aquesta activitat s'avalua (feina de classe, 30%).

Pas	Fes això	Hauries d'obtenir
1	Mesura la latència amb GCPing: apunta la regió més ràpida i la més lenta, amb els seus mil·lisegons	Dues xifres i una data
2	**Recerca guiada:** troba **una font real** que digui quins equips, sensors o sistemes de control té aquesta planta (o una de semblant): web de l'empresa, nota de premsa, informe anual, licitació pública, fitxa del fabricant	Una cita: títol, organització, enllaç, data de consulta i la frase que ho diu
3	Escriu **sis tasques** que es fan amb les dades de la planta (aturar una màquina, filtrar lectures, ajuntar les dades de tota la planta, informe mensual, predir avaries...)	Sis tasques
4	Situa cada tasca a **mist, edge, fog o núvol** i dona'n la **raó**: latència, funcionar sense connexió, volum de dades, privadesa o potència de càlcul	Una taula de sis files
5	Anomena **una dada que no enviaries mai al núvol**, i per què	Una frase
6	Dibuixa les quatre capes i les fletxes del flux de dades amb diagrams.net o Mermaid Live (sense compte) i exporta-ho com a imatge	Un diagrama

Lliura a Classroom la cita, la taula i el diagrama.

Per al teu projecte

Aquesta lliçó alimenta el Lliurament 3 · Arquitectura al núvol:

Feina d'avui	Es converteix en	Criteri
Les sis tasques a les seves capes, amb les raons i la font real	Secció C: edge, fog i mist a la planta	c, d
El diagrama de les quatre capes	La base del diagrama d'arquitectura del grup	Part de grup

Idees clau

- La **latència** és el retard entre una petició i la seva resposta; creix amb la distància, i sense connexió no es pot arribar al núvol de cap manera.
- L'**edge computing** processa les dades a prop d'on es produeixen, per reaccionar ràpid, funcionar sense connexió, estalviar amplada de banda i protegir la privadesa.
- L'edge i el núvol **es reparteixen la feina**: l'edge reacciona i filtra; el núvol recorda, analitza i coordina.
- El **fog** és la capa intermèdia que ajunta tot un lloc; el **mist** viu dins els mateixos sensors.
- En aquest mòdul, del sensor cap amunt: **mist → edge → fog → núvol**. Les fonts dibuixen les fronteres de manera diferent; el que compta és què fa cada capa.

Comprovació ràpida

1 Què és la latència?

A La quantitat de dades que pot transportar una connexió per segon
B El retard entre enviar una petició i rebre'n la resposta
C El temps que un servidor està encès
D La distància en quilòmetres fins al centre de dades

2 Què és l'edge computing?

- **A** Passar tot el processament al centre de dades més gran disponible
- **B** Processar les dades a prop d'on es produeixen
- **C** Un tipus de SaaS per a petites empreses
- **D** Guardar còpies de seguretat a la frontera entre dos països

3 Un aerogenerador s'ha d'aturar a l'instant si una ràfega es torna perillosa, encara que internet hagi caigut. On s'ha de prendre aquesta decisió?

- **A** Al núvol, que té més potència de càlcul
- **B** A l'edge, al mateix controlador de l'aerogenerador
- **C** Al centre de dades del proveïdor més proper al parc
- **D** No importa, sempre que les dades es guardin

4 Segons la convenció d'aquest mòdul, quin és l'ordre des del més proper al sensor fins al més llunyà?

- **A** Edge → mist → núvol → fog
- **B** Fog → mist → edge → núvol
- **C** Mist → edge → fog → núvol
- **D** Núvol → fog → edge → mist

5 Quina afirmació és certa?

- **A** L'edge computing substitueix completament el núvol
- **B** Filtrar les dades a l'edge redueix el volum que s'envia al núvol
- **C** El mist computing funciona al centre de dades del proveïdor
- **D** El fog computing és el mateix que una CDN

6 Quina tasca encaixa millor al núvol?

- **A** Obrir la porta d'una habitació d'hotel quan el client hi acosta la targeta
- **B** Aturar una bomba quan la pressió es dispara
- **C** Comparar el consum d'energia de tots els hotels d'una cadena al llarg de cinc anys
- **D** Enviar una lectura de temperatura només quan canvia

7 Les caixes registradores d'una cadena de supermercats han de continuar venent quan falla la connexió, i la central vol saber les vendes de cada botiga cada nit. Quin disseny encaixa?

- **A** Tot al núvol, perquè és més barat
- **B** Tot a cada botiga, sense cap núvol
- **C** Cada botiga ven i registra en local (edge) i envia el resum del dia al núvol per a la central
- **D** Cada venda espera que el núvol l'aprovi

Ara ja saps on es pren cada decisió. Queda una pregunta: de qui és la central, i quina llei s'aplica al que guarda? A continuació: Avantatges i sobirania.

Solucions

1. B · La **latència** és un retard, mesurat en mil·lisegons. Depèn sobretot de la distància i de les xarxes travessades; quantes dades hi caben per segon és l'**amplada de banda**.

2. B · L'**edge computing** processa les dades a prop del seu origen (dispositiu, sala o edifici) perquè la resposta arribi ràpid i funcioni sense connexió.

3. B · La decisió no pot esperar la xarxa i ha de funcionar **sense connexió**: li correspon l'**edge**.

4. C · El **mist** dins el sensor, l'**edge** al costat dels dispositius, el **fog** a la xarxa local del lloc, el **núvol** lluny.

5. B · L'edge **filtra** i **resumeix**, així que pugen moltes menys dades. El núvol continua sent necessari per guardar, analitzar i coordinar.

6. C · Un historial llarg i molts llocs necessiten **emmagatzematge i potència de càlcul**: això és feina del núvol. Les altres tres són tasques d'edge o de mist.

7. C · El mateix repartiment que al parc eòlic: **reaccionar en local** perquè la botiga no s'aturi mai, i **enviar resums** cap amunt perquè el núvol pugui comparar totes les botigues.