

5G

Reptes i oportunitats de la 5G als municipis

Realitzat el desembre de 2020.
Actualitzat l'octubre de 2021.

Elaboració: l'informe "**Reptes i oportunitats de la 5G als municipis**" ha estat elaborat per un equip de redacció format pels següents professionals:

- **Joan Gil**, enginyer de telecomunicació, expert en telefonia mòbil
- **Claudi Berenguer**, enginyer de telecomunicació, expert en telefonia mòbil
- **Olga Diaz**, cap de l'Àrea Jurídica del Consorci Localret
- **Andreu Francisco**, director general del Consorci Localret

També hi han participat - amb les seves indicacions i/o recomanacions - els següents experts:

- **Anna Cristina Campillo**, enginyera de telecomunicació i subdirectora d'Infraestructures Digitals i Comunicacions Electròniques de la Generalitat de Catalunya
- **Xavier Flores**, enginyer electrònic i gestor de projectes al CTTI
- **Llorenç Guzmán**, enginyer de telecomunicació i secretari de Telecoms.cat
- **Eva Gujjarro**, cap de l'Àrea de Coneixement i Tecnologia del Consorci Localret
- **Alain Jordà**, MBA i enginyer de telecomunicació, expert en desenvolupament local
- **Pep Jordana**, enginyer de telecomunicació del Servei de Telecomunicacions de la Generalitat
- **Pedro Linares**, enginyer de telecomunicació i president de Telecoms.cat
- **Jordi López**, enginyer de telecomunicació
- **Sònia Maza**, periodista i cap de Comunicació de Telecoms.cat
- **Salvador Ramon**, enginyer de telecomunicació i director de Telecoms.cat
- **Carles Salvadó**, enginyer de telecomunicació i cap del Servei de Telecomunicacions de la Generalitat
- **Laia Sauret**, enginyera electrònica i tècnica del Servei de Telecomunicacions de la Generalitat
- **Mauro Soto**, cap de l'Àrea d'Infraestructures del Consorci Localret
- **Josep Ventosa**, enginyer de telecomunicació i membre de la Junta Directiva de Telecoms.cat

Disseny i maquetació: www.guillermobejarano.com

5G

REPTES I OPORTUNITATS DE LA 5G ALS MUNICIPIS

TAULA DE CONTINGUTS

06 1 INTRODUCCIÓ

- 1.1 LA 5G. UNA OPORTUNITAT PER ALS MUNICIPIS
- 1.2 OBJECTIU

10 2 PER QUÈ 5G? EL QUE APORTA

- 2.1 PRESTACIONS I CASOS D'ÚS
 - 2.1.1 Banda ampla mòbil
 - 2.1.2 Molt baixa latència (temps de resposta molt curt) i alta fiabilitat
 - 2.1.3 Connectivitat ubiqua per a un gran nombre de dispositius
 - 2.1.4 Impacte en verticals
 - 2.1.5 Sinopsi gràfica dels serveis de 5G

20 3 CARACTERÍSTIQUES TÈCNiques DE LA TECNOLOGIA 5G

- 3.1 COBERTURA, CAPACITAT, QUALITAT
- 3.2 COBERTURES: BANDES DE FREQUÈNCIES I DENSIFICACIÓ DE XARXES
- 3.3 TIPUS DE NODES
- 3.4 PRINCIPALS ASPECTES DIFERENCIALS DE LA TECNOLOGIA 5G

30 4 MARC DE REGULACIÓ

- 4.1 INTRODUCCIÓ
- 4.2 MARC NORMATIU APLICABLE AL DESPLEGAMENT DE LES XARXES 5G
 - 4.2.1 Estacions base radioelèctriques (*macrocells*)
 - 4.2.2 Punts d'accés sense fils per a petites àrees ("Small-Area Wireless Access Points" o "SAWAPs")

38 5 REQUERIMENTS PER DUR A TERME EL DESPLEGAMENT 5G A UN MUNICIPI

- 5.1 REQUISITS TÈCNICS
 - 5.1.1 Espais/Ubicacions
 - 5.1.2 Alimentació i consums
 - 5.1.3 Connectivitat de *backhaul*
 - 5.1.4 Fiabilitat del sistema
- 5.2 PREVISIÓ DE DESPLEGAMENT

46 6 IMPACTES DE LA 5G AL MUNICIPI

- 6.1 IMPACTE EN EL DESENVOLUPAMENT ECONÒMIC
- 6.2 IMPACTE PER A LA CIUTADANIA
- 6.3 IMPACTE EN LA GESTIÓ MUNICIPAL
- 6.4 IMPACTES VISUALS I URBANÍSTICS

60 7 EXPOSICIÓ A CAMPS ELECTROMAGNÈTICS

7.1 QUÈ SÓN ELS CAMPS ELECTROMAGNÈTICS

7.2 5G I SALUT

7.3 EXPOSICIÓ A CAMPS ELECTROMAGNÈTICS A CATALUNYA. XARXA SMRF

7.4 LEGISLACIÓ

7.5 ALTRES ASPECTES

68 8 RESUM DE L'ENQUESTA I TIPOLOGIA DE MUNICIPIS

8.1 RESUM DE L'ENQUESTA ALS MUNICIPIS

8.1.1 Metodologia i mostra

8.1.2 Caracterització de municipis

8.1.3 Infraestructures de telecomunicacions

8.2 TIPOLOGIA DE MUNICIPIS

76 9 GUIA DE RECOMANACIONS DAVANT DE LA 5G PER ALS DIFERENTS PERFILS DE MUNICIPI A CATALUNYA

9.1 BONES PRÀCTIQUES GENÈRIQUES

9.2 COBERTURA ALS PETITS MUNICIPIS

9.2.1 Introducció

9.2.2 Recomanacions

9.3 ACCÉS A INFRASTRUCTURES FÍSiques DE TITULARITAT MUNICIPAL

9.3.1 Introducció

9.3.2 Recomanacions

9.4 GESTIÓ DE L'EVENTUAL ALARMA SOCIAL

9.4.1 Introducció

9.4.2 Recomanacions

84 10 CONCLUSIONS**88 REFERÈNCIES I DOCUMENTS D'INTERÈS****92 GLOSSARI**

1

INTRODUCCIÓ



1.1 La 5G. Una oportunitat per als municipis

Des de mitjans dels anys noranta hem vist la introducció de diferents tecnologies que ens han canviat la manera de fer les coses, de com treballem i de com ens relacionem.

Aquests canvis també han impactat en els ajuntaments: en com s'organitzen i treballen, com ofereixen els seus serveis i com es relacionen amb la ciutadania i les empreses.

La tecnologia 5G arriba per produir a mitjà termini un nou salt evolutiu en com ens desenvolupem com a persones, organitzacions i societat. Les seves característiques de velocitat de connexió, de qualitat de les comunicacions i de quantitat de dispositius que s'hi poden connectar produiran serveis i aplicacions que una vegada més transformaran el que fem i com ho fem.

L'impacte que tindrà la 5G no es pot veure aïlladament, sinó en el marc de les TIC (tecnologies de la informació i les comunicacions), la IoT (internet de les coses), l'AI (intel·ligència artificial) i el *Big Data* (tractament de dades a gran escala), on la 5G actuarà d'acceleradora dels canvis.

Amb la 5G es podrà connectar tot amb tot. Dispositius que ja existeixen i dispositius que estan per inventar, que permetran obtenir un volum de dades molt gran i de naturalesa molt diversa, necessàries per a unes aplicacions incipients que estem començant a veure en els àmbits de la Indústria 4.0, la salut, l'educació, la mobilitat, el turisme, la gestió dels municipis, i per a aplicacions ara inimaginables basades en les tecnologies mencionades abans.

Una oportunitat per als ajuntaments per accelerar la transformació del seu poble o ciutat en un municipi digital. Un municipi on els seus veïns i veïnes es puguin desenvolupar de manera plena personalment i professionalment, en l'era digital en la qual estem vivint.

Més enllà de facilitar el seu desplegament (que haurà de ser ordenat i avantposant l'interès públic), com a ajuntaments sorgiran oportunitats per a la gestió de la mobilitat i l'espai públic, possibilitats de fer més eficient la manera de treballar i noves maneres de relacionar-se amb la ciutadania i les empreses.

Les diferents tecnologies que han anat apareixent al llarg de la història han fet evolucionar les societats. I en aquest país, i en diferents èpoques, el paper de l'Administració ha estat fonamental per tal de fer-les arribar arreu. La Mancomunitat de Catalunya fa ara cent anys va decidir fer arribar el telèfon a tots i cadascun dels municipis del país. Una de les màximes d'Enric Prat de la Riba, que en va ser impulsor i president, fou: «Que no hi hagi un sol ajuntament de Catalunya que deixi de tenir, a part dels serveis de policia, la seva escola, la seva biblioteca, el seu telèfon i la seva carretera.»

Malgrat que la legislació vigent deixi en mans de la iniciativa privada el seu desplegament, l'actualització als nostres dies d'aquella frase seria: «Que no hi hagi ni un sol ajuntament de Catalunya que deixi de tenir fibra òptica i cobertura 5G.»

La fibra òptica i la cobertura 5G són complementàries, com també ho són autopistes i carreteres. La 5G permetrà una més gran capil·laritat de les comunicacions de banda ampla.

Però ni les autopistes, ni les carreteres, ni la fibra òptica, ni la 5G per si soles produeixen riquesa. Totes són valuoses en tant que infraestructures facilitadores d'activitat generadora de riquesa i d'activitat, la qual cosa suposa una aportació de valor públic a la comunitat.

Una oportunitat per fer avançar els nostres municipis, millorant i fent més eficients els serveis que oferim a la ciutadania i, consegüentment, millorant la seva qualitat de vida.

1.2 Objectiu

Aquest document s'ha d'entendre en el marc de les polítiques públiques de la Generalitat de Catalunya per a la 5G (Estratègia 5G de Catalunya), on les institucions, i entre aquestes els ajuntaments, formen part dels agents implicats en la cadena de valor de la 5G.

Dins d'aquest marc, l'objectiu del present document és posar en mans dels responsables municipals la informació bàsica necessària per entendre la 5G, junt amb una sèrie de recomanacions que donin eines a aquests responsables per portar a terme les accions que requereix el seu rol, i, a més a més, que ho puguin fer de manera proactiva, a fi i efecte d'aprofitar les oportunitats que la 5G oferirà als municipis.

Es tracta doncs de donar una visió global dels temes que interessin als municipis, una visió de conjunt (s'hi inclouen també abundants referències per a qui estigui interessat a aprofundir en algun assumpte en concret), que posa en context una sèrie de recomanacions que es presenten al final d'aquest document. Dins d'aquesta visió global, es tracten temes com què ofereix la 5G, una pinzellada de tecnologia, aspectes jurídics, el que requereix el desplegament de la xarxa i els impactes que la 5G tindrà tant en la gestió municipal com en ciutadans i empreses.

Es tracta doncs de donar una visió global dels temes que interessin als municipis, una visió de conjunt (s'hi inclouen també abundants referències).

Els capítols més descriptius contenen un quadre de síntesi a la primera pàgina.

2

Per què 5G?

El que aporta



La tecnologia 5G permet ampliar dràsticament la gamma de serveis de connectivitat en mobilitat, amb l'adaptació a diferents perfils de demanda de manera eficaç i eficient. És una peça clau en l'evolució cap a una societat cada cop més digital i el seu impacte en les nostres vides, ciutats i empreses es preveu que serà decisiu.

Tecnologies com el *Big Data*, la IoT, el *Cloud Computing*, la intel·ligència artificial, el teletreball, i moltes més, necessitaran el suport de la 5G per a la comunicació de dades.

La Comunitat Europea i la Generalitat de Catalunya entenen la importància estratègica d'aquesta tecnologia per al desenvolupament econòmic i social, i estan disposades a facilitar-ne el desplegament perquè arribi a tot arreu del territori.

La tecnologia 5G permet una gran flexibilitat per adaptar-se a diferents requeriments quant a banda ampla mòbil (eMBB, enhanced Mobile Broad Band), molt baix temps de resposta i alta fiabilitat (URLLC, ultra Reliable Low Latency Communications) i connectivitat massiva màquina (mMTC, massive Machine Type Communications), així com la possibilitat de crear xarxes específiques per servei virtualitzades sobre una única xarxa física (network slicing).

CASOS D'ÚS

Diferents tipus d'aplicacions requereixen diferents graus de connectivitat, amplada de banda i latència.

Requereixen **banda ampla mòbil (eMBB)** aquelles aplicacions que necessiten mantenir una alta velocitat de transmissió de dades, com poden ser: Vídeo Ultra HD i 3D per a entreteniment, realitat augmentada, realitat virtual o les reunions per videoconferència usades en teletreball.

Requereixen una **baixa latència i alta fiabilitat (URLCC)** aquelles aplicacions que no admeten demora ni indisponibilitat. Entre aquestes, processos de control industrial, control de robots, diagnosi remota, contenció d'emergències, cirurgia remota, entreteniment immersiu, jocs en línia, aplicacions d'assistència en conducció, seguretat millorada, vehicle autònom, gestió del trànsit, comunicacions vehicle-vehicle (V2V), vehicle-infraestructura (V2I) o vehicle-dispositiu (V2D), i també *smart grids* o xarxes elèctriques intel·ligents.

Requereixen **connectivitat massiva (mMTC)** les xarxes de sensors i actuadors emprades en IoT (internet de les coses) per aplicacions de ciutats intel·ligents processos industrials 4.0, edificis intel·ligents, xarxes elèctriques intel·ligents, agricultura de precisió, vehicle connectat, etc.

Altres usos també requeriran crear xarxes privades virtuals per a serveis crítics, com els d'emergències, que garanteixin les comunicacions malgrat el col·lapse de la resta de serveis.

EVOLUCIÓ I IMPACTE

Les diferents funcionalitats de la 5G aniran entrant gradualment en servei a mesura que es vagin llicenciant les diferents bandes de freqüència que utilitzarà i a mesura que ho demani el mercat. S'espera que les xarxes 5G arribin a la maduresa cap a l'any 2023.

Per entendre l'impacte de les noves aplicacions basades en 5G en els camps mencionats abans, només cal girar la vista enrere 10 o 15 anys i veure si llavors algú es podia imaginar l'ús intensiu que ara s'està fent de les aplicacions basades en un telèfon mòbil intel·ligent.

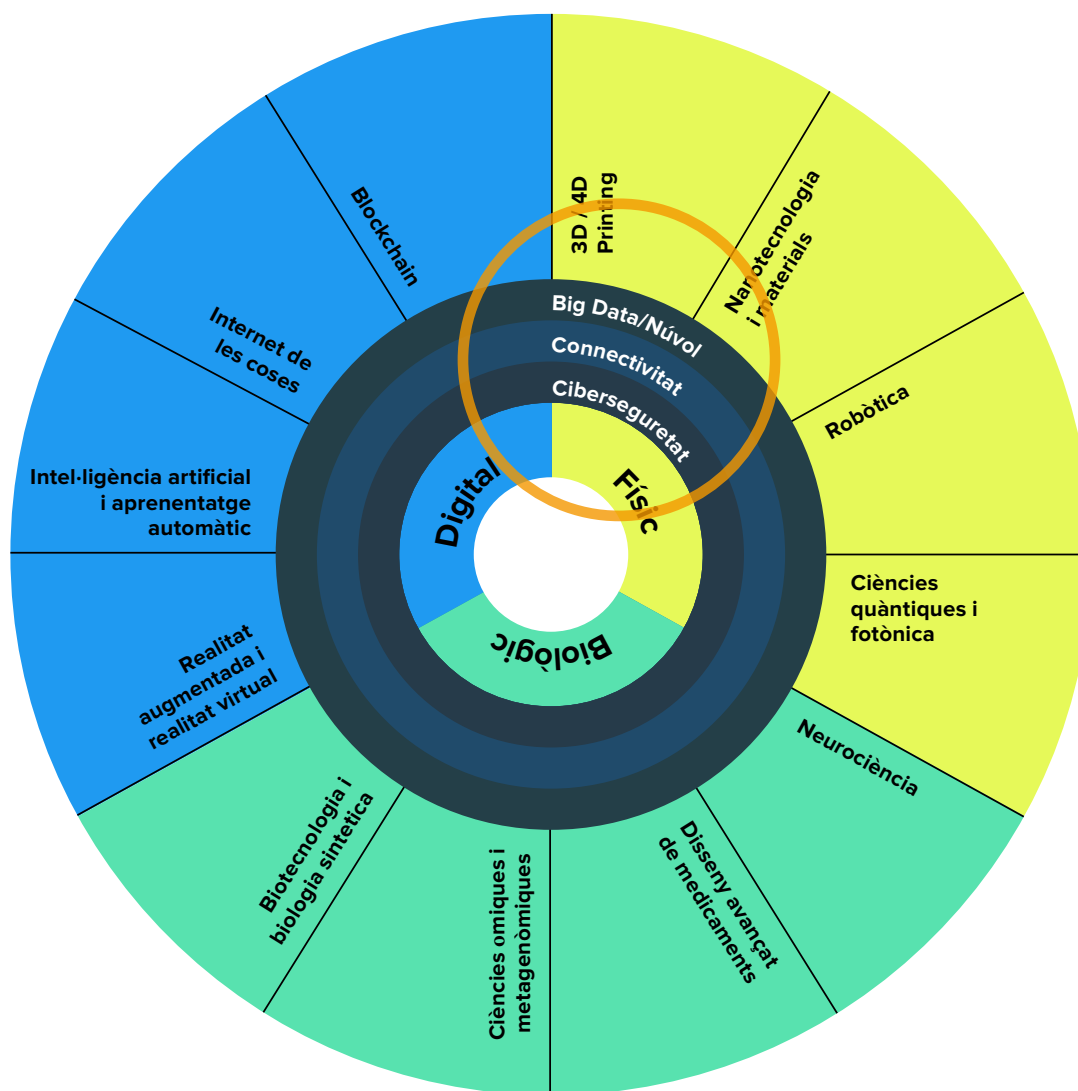
Al llarg de la història, les civilitzacions i el progrés s'han anat desenvolupant al voltant dels nodes de comunicacions, i qui s'ha quedat desconnectat d'aquests nodes s'ha quedat enrere o ha desaparegut. Així va passar al segle XX amb molts nuclis rurals als quals no arribava la carretera.

El segle XXI és el de les comunicacions electròniques, i en aquest moment la 5G és la tecnologia que està a punt per fer un salt qualitatiu a aquestes comunicacions, al voltant de les quals s'estan desenvolupant un munt de noves tecnologies com el *Big Data*, la IoT, el *Cloud Computing*, la intel·ligència artificial, el teletreball, etc.

La tecnologia 5G és una peça clau en la societat digital del segle XXI, en tant que és una tecnologia que permet oferir serveis amb diferents requeriments de manera integrada i sense fils. Així, mentre que les xarxes de telefonia mòbil actuals estan orientades principalment als serveis que trobem en un telèfon intel·ligent (veu, web, correu electrònic, missatgeria, reproducció en continu — streaming —), la 5G està concebuda en origen per ser capaç d'oferir eficaçment i eficientment qualsevol tipus de servei de comunicació.

La 5G proporcionarà connectivitat, que juntament amb el *Big Data*, el "núvol" i la ciberseguretat és a la base de les noves tecnologies, com es pot veure a la figura següent.

La connectivitat com a element transversal en la innovació ▼



Font: La 5G a Catalunya. Informe tecnològic. Octubre de 2018

Per això perdre el tren d'aquesta tecnologia tindria un impacte molt important en totes les altres. A la Comunitat Europea això s'ha entès molt bé, i s'estan desenvolupant iniciatives, començant per desenvolupar un marc normatiu adequat.

Per la seva banda, el Govern de la Generalitat sempre ha estat atent a les oportunitats que ens obren les noves tecnologies per fer del nostre un país econòmicament més dinàmic i amb una economia més diversificada i d'alt valor afegit, que es pugui comparar als millors motors d'Europa¹.

Les conseqüències de la COVID-19, sobretot en el sector turístic, reforcen aquest enfocament².

Però com s'ho farà la 5G per ser aquesta eina de comunicació tan transversal que s'ha acabat d'apuntar? Com s'ho farà per atendre requeriments tan diferents com poden tenir les diverses aplicacions?

Per a cada tipus de servei, la 5G és capaç d'adaptar-se a diferents requeriments pel que fa a connectivitat, amplada de banda (capacitat o velocitat de transmissió/recepció) i latència (temps de resposta). La 5G millorarà els actuals serveis de veu i banda ampla mòbil (eMBB, enhanced Mobile Broad Band), permetrà oferir serveis de dades d'alta fiabilitat en temps real (URLLC, Ultra Reliable Low Latency Connections): cotxe connectat, realitat augmentada, operació remota de maquinària...) i de comunicació massiva de màquines (mMTC, massive Machine Type Communications): xarxa ubíqua de sensors i actuadors). A més, permetrà la virtualització de xarxes per serveis específics públics o privats, en analogia a com el "núvol" (*Cloud*) permet virtualitzar la computació.

Seguidament es presenta una llista de casos d'ús en relació amb prestacions de xarxa.

¹ GenCat "Agenda Digital per a Catalunya 2020"

http://smartcatalonia.gencat.cat/web/.content/01_SmartCAT/documents/Agenda-Digital-per-a-Catalunya-2020.pdf

² La UE ja ha posat en marxa els "Fons de Recuperació Next Generation EU", destinats a ajudar a superar els efectes econòmics de la COVID-19 i a transformar l'economia. Els fons destinats a Espanya es distribuïran d'acord amb el "Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia" del Govern d'Espanya, i s'hi fa referència explícita al desplegament de 5G. Per a més informació: <http://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/innovacio/innovacio-empresarial-i-rd/eu-recovery-plan/index.html>
<https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Paginas/2020/espana-puede.aspx>

2.1 Prestacions i casos d'ús

2.1.1 Banda ampla mòbil

Aquest tipus de serveis són els que actualment ja dona principalment la xarxa 4G³. La 5G, mitjançant l'ús de noves bandes i millores en l'eficiència (bits d'informació per unitat de recurs), millora el servei de banda ampla mòbil (eMMB) en capacitat i qualitat, la qual cosa farà possibles noves aplicacions.

Uns exemples d'aplicacions molt lligades a l'amplada de banda millorada, poden ser:

- Vídeo Ultra HD i 3D. Són aplicacions esperades en el sector del consum per als vídeos immersius en 4K.
- Realitat augmentada (RA), o combinació en temps real del món real i del món virtual. Per exemple, a través del dispositiu mòbil es pot enfocar un edifici real i al seu costat pot aparèixer una anotació amb l'any de construcció, l'alçària o l'arquitecte, o bé un usuari que miri una peça d'un museu en pot veure al seu costat un text amb la seva història o el seu significat.
- Realitat virtual. El dispositiu mostra un món virtual. Es pot utilitzar per a entrenaments, ensenyament i lleure.

Quan aquestes aplicacions es fan interactives, necessiten també baixa latència.

- **Teletreball.** És una aplicació que s'anava a implantar de mica en mica, però que amb les conseqüències derivades de la COVID-19 s'ha implantat de cop. Normalment aquesta aplicació no té grans necessitats d'amplada de banda ni de latència, però en les reunions telemàtiques sí que ho necessita. Aquesta aplicació pot tenir moltes repercussions positives en la qualitat de vida de les persones i també en l'equilibri territorial.

2.1.2 Molt baixa latència (temps de resposta molt curt) i alta fiabilitat

Per a aplicacions crítiques, la 5G oferirà temps de latència (temps de resposta de la xarxa) de l'ordre d'1 ms. Les latències actuals de 4G estan sempre per sobre dels 15 ms (latència de la mateixa xarxa mòbil, és a dir, descomptant la de l'enllaç d'aquesta amb el proveïdor del servei). Per a aquesta millora, la 5G incorporarà l'"Edge Computing", que consisteix en el processament de dades tant a prop com sigui possible d'on es troba el dispositiu mòbil.

Es tracta d'aplicacions que funcionen en temps real, que requereixen una molt alta disponibilitat del sistema i un temps de resposta immediat. Com per exemple les següents:

En la indústria:

- Processos de control industrial
- Control de robots
- Comunicacions crítiques màquina a màquina

Aquests processos es caracteritzen per un ús intensiu dels sensors.

En la medicina i la salut:

- Diagnosi remota
- Contenció d'emergències
- Cirurgia remota

³ La 5G en mode NSA (*Non Stand Alone*) fa servir les infraestructures 4G. Amb els canals de ràdio adequats pot millorar l'amplada de banda, però no pot millorar ni la latència ni una densitat massiva de dispositius IoT. La funcionalitat completa s'aconsegueix amb una xarxa totalment 5G, en mode SA (*Stand Alone*).

D'aquestes aplicacions, la més crítica podria ser la cirurgia remota. Segons els casos, pot ser més o menys necessària l'amplada de banda o la connectivitat.

En la indústria del lleure i en l'ensenyament:

- Entreteniment immersiu
- Jocs en línia

Com s'ha dit en els exemples de banda ampla de mòbil, la baixa latència és necessària en aplicacions interactives, que poden ser de lleure però també de docència o per entrenar treballadors en tasques crítiques.

En el sector del transport:

- Aplicacions d'assistència a la conducció
- Seguretat millorada
- Vehicle autònom
- Gestió del trànsit

Una altra vegada són aplicacions en temps real que no admeten demora ni fallades de disponibilitat. A mesura que es consolidin estàndards s'aniran estenent les comunicacions vehicle-vehicle (V2V), vehicle-infraestructura (V2I) o vehicle-dispositiu (V2D).

En el sector energètic

- *Smart Grids* o xarxes elèctriques intel·ligents, que permetran optimitzar la gestió dels diferents fluxos d'energia elèctrica provinents dels generadors cap als consumidors i dels que són les dues coses (consumidors proactius: productors-consumidors), de manera eficient, sostenible i segura. És a dir, que trenquen el sistema clàssic de distribució d'energia unidireccional i en forma d'arbre des d'un gran productor cap a molts consumidors, i permeten l'aprofitament dels excedents d'energies renovables per part dels consumidors. Un dels reptes d'aquestes xarxes és que a la variabilitat del consum cal afegir-hi la variabilitat de la producció renovable.
- *Smart Energy*. Mentre que el concepte *smart grids* es refereix únicament a les xarxes d'energia elèctrica, el terme *smart energy* és més ampli i es refereix a l'energia en general incloent-hi l'eficiència en tot el procés entre producció i consum.

Per fer possible l'*Smart Energy*, incloses les *smart grids*, cal poder mesurar múltiples paràmetres d'estat de la xarxa i fluxos d'energia a través d'una xarxa de sensors que requeriran sobretot connectivitat.

2.1.3 Connectivitat ubiqua per a un gran nombre de dispositius

La 5G permetrà connectar sense fils, de manera molt més eficient, grans quantitats de dispositius relativament simples i també farà possible la connexió de dispositius que requereixin molt baixa latència i alta fiabilitat. Aquestes millores faran viable la prestació de nous serveis que fins ara les tecnologies prèvies a la 5G no permetien.

D'altra banda, el tractament de les dades generades per mitjà de les tecnologies de *Big Data* i intel·ligència artificial farà que la 5G i aquestes tecnologies es potenciïn recíprocament.

Aplicacions molt lligades a la connectivitat poden ser totes aquelles que es basin en dades que es puguin obtenir per mitjà de sensors. Uns exemples:

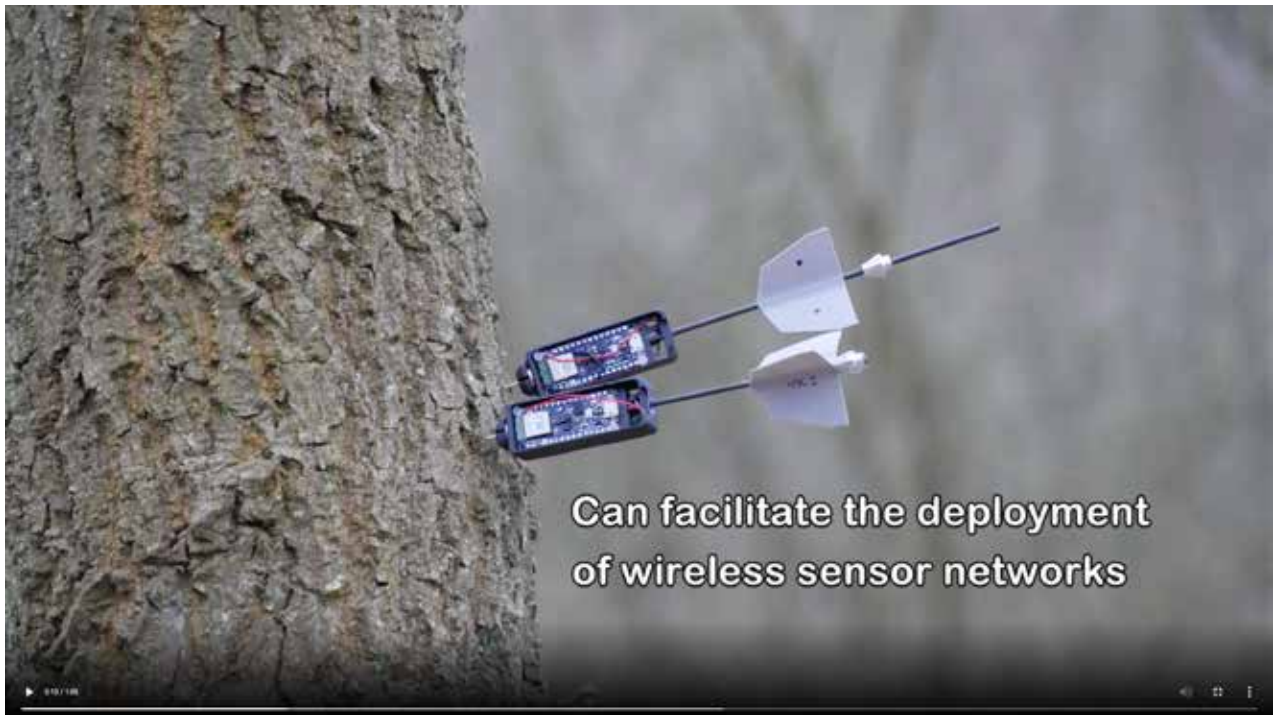
- *Smart Cities* (o ciutats intel·ligents). A 'Ciudades 5G: un futuro inteligente' (Observatorio Nacional 5G, juliol de 2019) es defineix la ciutat intel·ligent com «la que utilitza tots els mitjans possibles, contextualitzats en la seva època i circumstàncies, per proporcionar a la ciutadania la millor qualitat de

vida en termes d'economia, accés als serveis i sostenibilitat del territori»⁴. Uns exemples de casos d'aplicació que requeririen molta sensorització i molta connectivitat però a la vegada portarien molts estalvis són:

- Gestió d'aparcaments (control de pagament i panells informatius a l'entrada de la ciutat que indiquin places buides en diferents zones).
- Gestió de la xarxa d'aprovisionament, tractament i distribució d'aigua potable (cabal, puresa, presència de contaminants, estat dels dipòsits, control de pous, control d'estacions de bombament, fuites, etc.).
- Gestió de les xarxes de recollida i tractament d'aigües residuals (cabals, estacions de bombament, planta depuradora, qualitat de l'aigua a la sortida, etc.).
- Gestió de l'enllumenat públic (control de la intensitat, control punt a punt adaptable a les necessitats, etc.).
- Gestió de les xarxes de transport públic (optimització).
- Gestió de la circulació (regulació de la xarxa semafòrica).
- Gestió de la recollida de residus urbans (optimització del recorregut del camió de recollida, evitar desbordaments).
- Control de sorolls (per al compliment de les ordenances a cada zona).
- Control de la qualitat ambiental (per al compliment de les ordenances).
- Processos industrials 4.0. Se n'ha parlat abans. Per fer possible el control de processos industrials, incloent-hi robots, és necessària la connectivitat de múltiples sensors a fi i efecte de proporcionar la informació i d'actuadors a fi i efecte d'executar les ordres. El tractament adequat de les dades recollides, per mitjà d'aplicacions d'intel·ligència artificial, pot permetre fer un manteniment predictiu i evitar aturades de la cadena de producció i lots defectuosos.
- Edificis intel·ligents. Són possibles aplicacions de control climàtic per mitjà de les dades proporcionades per sensors que llegeixen la llum, la radiació solar, la temperatura, la humitat i altres paràmetres, i d'actuadors distribuïts pels diversos elements a controlar, que poden aconseguir millores de qualitat climàtica i estalvi energètic. A això es pot afegir la gestió d'energies renovables generades a l'edifici, l'emmagatzematge i l'energia provinent de la xarxa, o aspectes de seguretat.
- Cases intel·ligents. Amb aplicacions de domòtica similars a les dels edificis intel·ligents i d'altres més específiques, com la nevera que fa la compra, o el control remot d'electrodomèstics a fi i efecte d'aplanar els consums elèctrics.
- *Smart grids* o xarxes elèctriques intel·ligents. Ja descrites abans des del punt de vista de fiabilitat i latència.
- Agricultura de precisió. Lectura en temps real de la humitat, la temperatura o el pH del terreny, control del creixement dels cultius, etc.
- Ramaderia. Es podran reunir més dades de quan un animal menja o beu, de com es mou, de les seves constants vitals o les condicions climàtiques dels seus estables.
- Vehicle connectat. Ja se n'ha parlat des del punt de vista de fiabilitat i latència. També necessita un alt grau d'interconnexió, amb vehicles propers (V2V) i amb les infraestructures (V2I).

⁴ Aquesta visió contrasta amb l'excessivament tecnificada que ens ve al cap en parlar de ciutats intel·ligents. Podríem dir que l'urbs romana ja era una ciutat intel·ligent, pel fet de disposar d'instal·lacions sanitàries i que els seus habitants tinguessin els serveis a prop del seu domicili.

Sensors disparats a un arbre per un dron ▼



Farinha, R. Zufferey, P. Zheng, S. F. Armanini and M. Kovac, "Unmanned Aerial Sensor Placement for Cluttered Environments," in *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 5, no. 4, pp. 6623–6630, Oct. 2020, doi:10.1109/LRA.2020.3015459.

2.1.4 Impacte en verticals

En aquest context, vertical és un terme de màrqueting per fer referència a sectors d'activitat econòmica que requereixen serveis especialitzats o de nínxol. Exemples poden ser les comunicacions internes d'una gran planta industrial o un servei de cotxe connectat que pugui oferir un fabricant d'automòbils en els seus vehicles. En aquest aspecte, la tecnologia 5G permetrà virtualitzar xarxes de verticals sobre la xarxa d'un operador de telefonia mòbil.

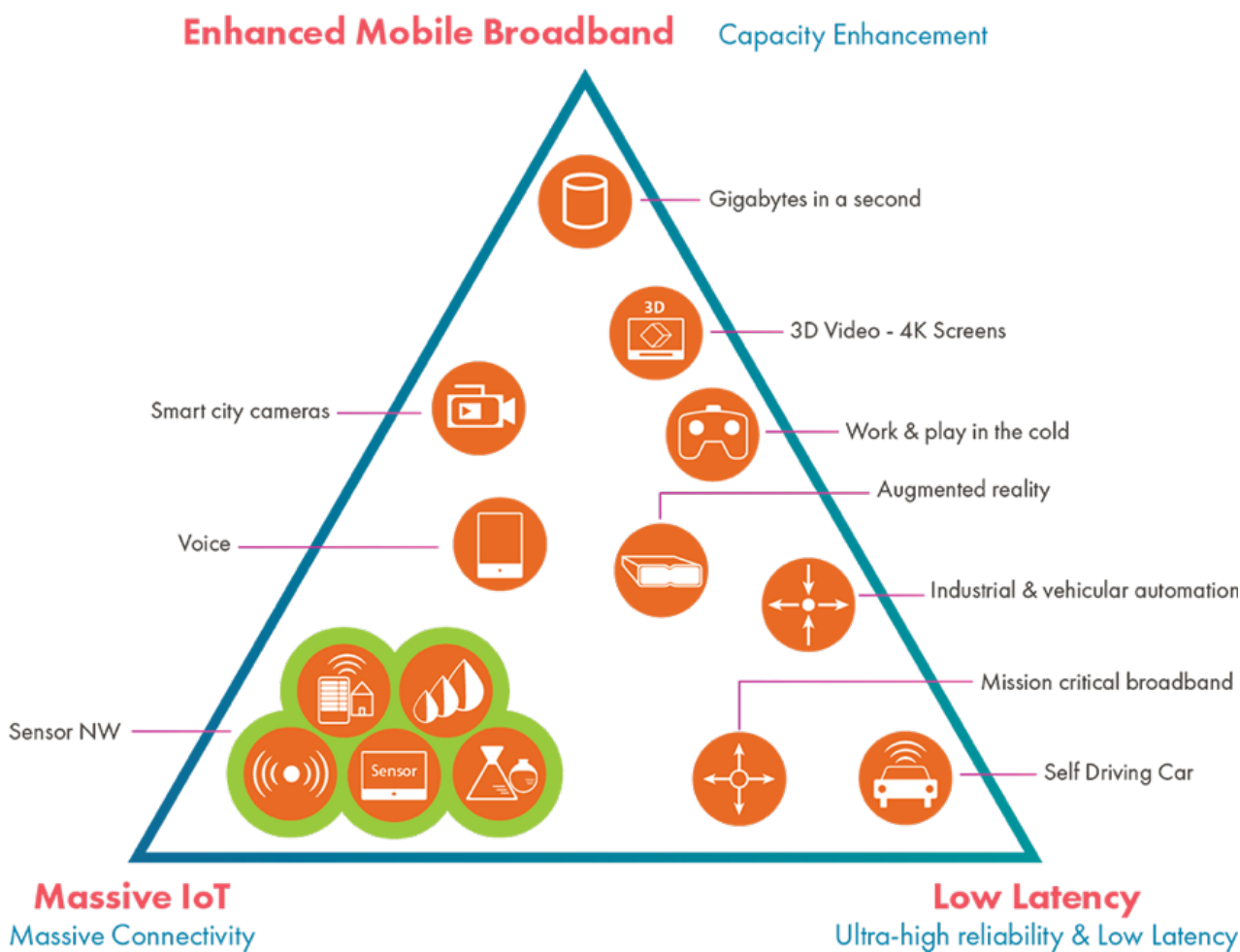
En els processos de concessió de noves freqüències, una part de la banda 5G es licita fora de l'esquema tradicional de repartiment de l'espectre entre operadores per a què els verticals interessats puguin desplegar les seves pròpies xarxes 5G privades, amb freqüències privades, a priori en àrees geogràfiques definides, com una planta industrial, per exemple. A Espanya això està previst en la banda de 26 GHz (FR2); l'assignació de freqüències en aquesta banda es preveu per la primera meitat de 2022.

Des d'R16 (juny 2020), l'estàndard 5G suporta també l'operació en bandes lliures.

2.1.5 Sinopsi gràfica dels serveis de 5G

A la següent imatge es mostra l'icònic triangle de 5G creat per la ITU-R que mostra el posicionament de diferents serveis en funció de la mesura en què els seus requeriments s'acosten als tres tipus de serveis bàsics enunciats més amunt.

La 5G farà possible oferir diferents serveis amb requeriments diferents sobre una mateixa xarxa ▼



Font: ITU-R

3

Característiques tècniques de la tecnologia 5G

En una xarxa de telefonia mòbil la **cobertura** (disposar de senyal), la **capacitat** (nombre d'usuaris que es poden suportar) i la **qualitat** (qualitat de la veu, temps de resposta i velocitat) **estan lligades**. Si falta cobertura, la capacitat i la qualitat se'n ressenten. Si es vol donar molta capacitat, s'ha de reduir l'àrea de cobertura per node i/o la qualitat. I si es vol una qualitat molt alta es requereix reduir l'àrea de cobertura per node i baixar la capacitat. El nombre de nodes de la xarxa, la seva ubicació geogràfica i el seu disseny, que inclou el dimensionament de capacitat i del sistema radiant (antenes), són determinants. Vegeu l'apartat 3.1.

Tots els sistemes de telefonia mòbil tenen bandes en freqüències baixes per donar cobertura i bandes en freqüències altes per donar capacitat. La 5G disposa de tres noves bandes, una de baixa (**700 MHz**), una d'alta (**3.500 MHz**) i una de molt alta (**26.000 MHz**). Actualment estan llicenciades (adjudicades a operadores de telefonia mòbil) les dues primeres. Vegeu l'apartat 3.2.

El desplegament de 5G en la banda de 3.500 MHz està tenint lloc a les principals ciutats. El desplegament de 5G també és possible en compartició dinàmica amb 4G, a les seves actuals bandes, fent servir **DSS**. Vegeu l'apartat 3.2.

5G és una evolució de 4G, de manera que les dues tecnologies poden conviure fàcilment. El desplegament actual de 5G és una extensió de 4G i millora el servei de banda ampla mòbil. És el que s'anomena desplegament **NSA (Non Stand Alone)**. Quan la tecnologia 5G sigui més madura, previsiblement entre 2022 i 2023, el mode **SA (Stand Alone)**, en què els nodes 5G són independents de 4G, haurà agafat el protagonisme. En conseqüència es podrà desplegar la gamma de nous serveis que la 5G permet (serveis d'alta fiabilitat en temps real i comunicació massiva entre màquines). Vegeu l'apartat 3.2.

A les xarxes de telefonia mòbil es distingeixen dos tipus de nodes (vegeu l'apartat 3.3):

- **Macros:** donen cobertura a una àrea relativament àmplia i s'ubiquen a terrats o en torres. El desplegament de 5G comença per les macros en què ja existeix 4G. Per al desplegament en la banda de 3.500 MHz s'afegeixen antenes actives, habitualment 3, amb unes mides aproximades de 100 cm d'alt per 50 cm d'amplada. Per a la banda de 700 MHz s'empren antenes passives, preexistents en molts casos.
- **Small cells** (també anomenades micros): tenen la funció d'afegir capacitat quan no és suficient amb els nodes macro o de millorar la cobertura a l'interior dels edificis. La seva àrea de cobertura és reduïda i disposen d'antenes més petites que les macros i de baixa potència. La Comissió Europea està desenvolupant un marc regulador en el qual es defineix el concepte de **SAWAP (Small Area Wireless Access Point)**. De fet, concreta un tipus d'*small cell* per tal d'agilitzar el desplegament i fa accessibles a les empreses de telecomunicacions elements del mobiliari urbà per a la seva instal·lació. En 5G SA (*Stand Alone*, 5G amb totes les seves capacitats) la capa *small cell* cobrarà importància respecte a la que té a les xarxes actuals.

Entre les principals innovacions que aporta la 5G en l'àmbit tecnològic hi ha (vegeu l'apartat 3.4):

- **Massive MIMO**
- **Bandes mil·limètriques**
- **Network slicing**
- **Virtualització**
- **Mobile Edge Computing (MEC)**
- **Open RAN**

3.1 Cobertura, Capacitat, Qualitat

Primer de tot és convenient definir els tres paràmetres que defineixen el servei de telefonia mòbil:

- **Cobertura:** es refereix a la mesura en què el terminal té suficient nivell de senyal per poder gaudir d'un determinat servei.
- **Capacitat:** es refereix a la disponibilitat de recursos suficients a la xarxa per a poder oferir el servei al conjunt de terminals.
- **Qualitat:** es refereix al grau en què se satisfan les expectatives del servei.

Els tres aspectes estan relacionats:

- Una mateixa comunicació d'un determinat servei consumeix més recursos del node (potència, banda, capacitat de procés) pels terminals en cobertura deficient que no pas pels terminals en bona cobertura. Això té un impacte en la capacitat, ja que donats uns recursos es podran servir menys comunicacions si la cobertura és pitjor. També té un impacte en la qualitat, donat que la mala cobertura produeix una taxa alta d'errors en la recepció, la qual cosa provoca pèrdua de velocitat o talls en la comunicació.
- Els nodes de telefonia mòbil estan dissenyats per servir al màxim nombre d'usuaris. És per aquest motiu que quan arriben al límit de capacitat donen menys recursos per terminal per tal de poder-los servir a tots, la qual cosa provoca que els que estan en poca cobertura no en tinguin suficients per mantenir el servei i que la resta vegin degradada la seva qualitat.
- A una xarxa amb mala qualitat, per exemple perquè està interferida, la velocitat mitjana de les comunicacions baixa, la qual cosa fa que es trigui més temps a servir cada usuari i que per tant es facin servir més recursos per connexió i usuari, amb la minva de la capacitat i la cobertura efectiva.

Perquè la xarxa de telefonia mòbil disposi de bones prestacions en una zona —bona cobertura, bona capacitat i bona qualitat— és condició *sine qua non* que disposi del nombre adequat de nodes ubicats òptimament:

- A més densitat d'usuaris es requereix més densitat de nodes.
- La gran majoria del trànsit de veu i dades es genera a l'interior d'edificis. En àrees urbanes denses les pèrdues de penetració del senyal a l'interior són molt altes, per la qual cosa es necessita proximitat dels nodes.
- La ubicació de les antenes ha de ser tal que no tinguin barreres que impedeixin cobrir l'àrea objectiu i alhora no interferir la resta de nodes.

3.2 Cobertures: bandes de freqüències i densificació de xarxes

Com més baixa és la banda de freqüència, millor és la propagació del senyal —més cobertura— però l'amplada de banda és inferior (menys capacitat).

En les xarxes 2G, 3G i 4G existents s'empren dues bandes baixes (les de 800 i 900 MHz) i tres de mitjanes (1.800, 2.100 i 2.600 MHz). Les bandes baixes estan distribuïdes per tot el territori, donat que són de cobertura, i el nombre de bandes mitjanes en cada node depèn de la capacitat requerida a la seva àrea de cobertura.

Amb la 5G s'introdueixen tres noves bandes, dues en *Frequency Range 1* (FR1 o sub-6G, sub 6 GigaHertz) i una en *Frequency Range 2*:

- **Banda de 700 MHz** (FR1 *Low Band*, n28 en terminologia 5G, FDD):
 - És més baixa que les dues baixes existents (bandes de 800 i 900 MHz), motiu pel qual conjuntament amb les millores en l'eficiència espectral de 5G donarà millor cobertura que les tecnologies actuals. Serà la capa de cobertura de 5G. El desplegament començarà pels principals nuclis urbans i a les principals infraestructures portuàries, aeroportuàries, de ferrocarril i de carreteres.
 - Per tal de poder-la obtenir s'ha realitzat un segon dividend digital, amb la reubicació de les freqüències de TDT. La subhasta va tenir lloc el 21 de juliol de 2021. A les condicions s'especifiquen obligacions genèriques i específiques de cobertura (Ordre ETD/534/2021, clàusules 24 i 25)
- **Banda de 3.500 MHz** (FR1 *Mid Band*, n78 en terminologia 5G, també anomenada banda C, inclou B42 i B43, TDD):
 - És una banda per sobre de les tres mitjanes existents, per la qual cosa la seva capacitat de propagació és inferior, encara que es compensa en part per la capacitat de *beam-forming* de les antenes actives. El *beam-forming* permet al node apuntar un feix estret en la direcció del terminal, motiu pel qual hi ha un rendiment superior de la potència en la transmissió i es filtra interferència en la recepció.
 - La seva amplada de banda pot ser de fins a 100 MHz TDD (a les mitjanes actuals el màxim són 20+20 MHz FDD), al qual cosa conjuntament amb les millores en eficiència espectral de 5G (*massiveMIMO*, reducció dels senyals de pilot, filtres més selectius) permet una capacitat molt més alta que en 4G.
 - En aquesta banda es va començar el desplegament 5G el 2019. És una banda de capacitat i el seu desplegament actual és principalment en àrees d'alt trànsit de veu i dades de nuclis urbans.
- **Banda de 26 GHz** (FR2 *mmWave*, TDD):
 - Fins al 5G aquesta banda no s'havia considerat útil per a la telefonia mòbil donades les seves altes pèrdues de propagació. La capacitat de *beam-forming* de 5G la fa viable.
 - La seva amplada de banda de portadora és molt gran —400 MHz—, la qual cosa permetrà velocitats de fins a 10 Gpbs.
 - La concessió de la banda tindrà lloc la primera meitat de 2022. Inclourà una part de l'espectre assignada per a verticals, per a què la puguin emprar en les seves xarxes privades 5G.
 - És una banda molt apropiada per a URLLC (comunicacions de molt baixa latència).
 - També és una banda molt apropiada per a FWA (*Fixed Wireless Access*), ja que permetrà donar unes prestacions comparables a la fibra òptica en condicions de visió directa (LoS).

La 5G coexistirà íntimament lligada amb la 4G, en tant que n'és una evolució i hi és interoperable. La primera fase de desplegament 5G s'està fent en mode **NSA** (*Non Stand Alone*). Això té els següents avantatges:

- 5G i 4G agreguen portadors **CA** (*Carrier Aggregation*). Agregar portadors és fer servir diverses bandes simultàniament en una mateixa comunicació. Això permet que, en la fase de desplegament de la 5G, es pugui treure profit de la cobertura de 4G, donat que ja està extensament desplegada, i que la 4G pugui treure profit de la capacitat de 5G, donat que la descarrega. El desplegament inicial de 5G té lloc a zones de trànsit de veu i dades alt o mitjà.
- **DSS** (*Dynamic Spectrum Sharing*) permet a 5G i 4G compartir portadora, és a dir, fer servir la mateixa banda. Això permet un desplegament 5G molt ràpid, sense haver de canviar antenes als nodes 4G ja existents.

El desplegament de 5G en mode **SA** (*Stand Alone*), en què el node 5G gestiona el pla de control i el pla d'usuari, ja és possible. Amb aquest es podrà començar a desenvolupar el potencial de 5G, encara que perquè això passi haurà de madurar primer la tecnologia de nucli i el mercat.

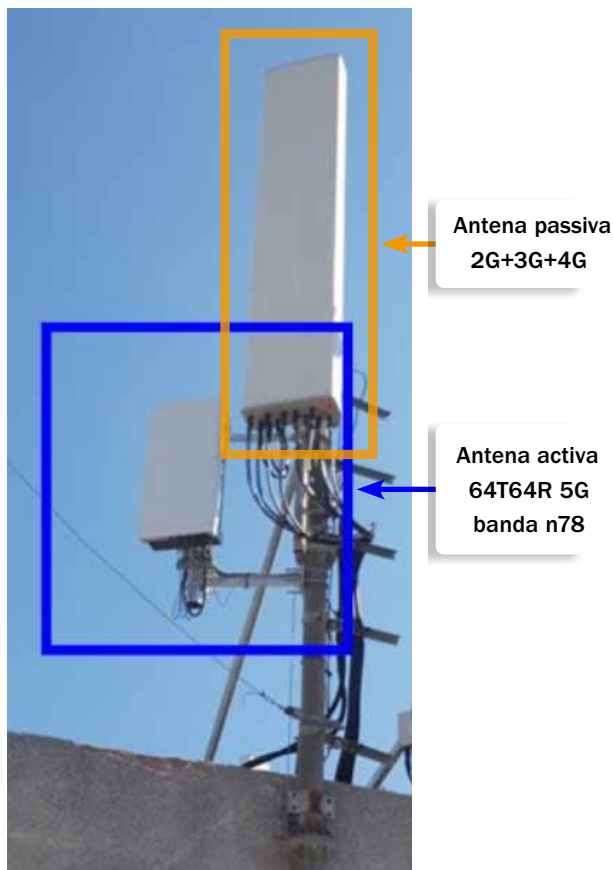
Si bé el desplegament de nodes només 5G en noves ubicacions no s'està donant ara mateix, quan comenci seria convenient que aquest no fos obstaculitzat per elements externs a la mateixa tecnologia que no estiguessin preparats per rebre-la.

3.3 Tipus de nodes

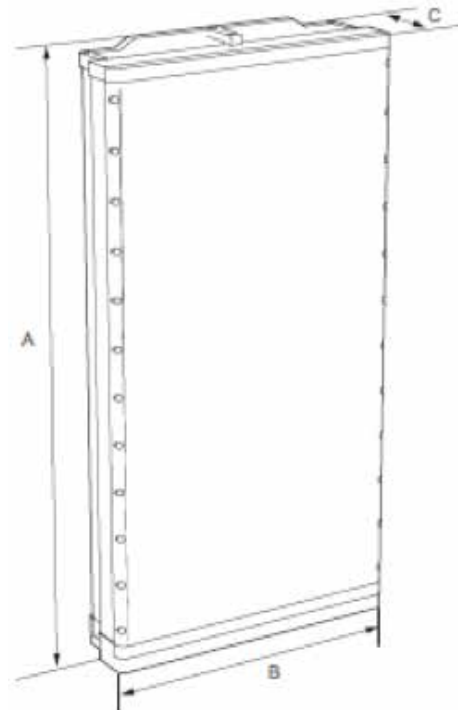
Bàsicament hi ha dos tipus de nodes:

- **Nodes tipus *macrocell*:**
 - Són els nodes que s'instal·len a terrats o a torres i tenen la funció de donar servei a una àrea extensa. El seu radi de cobertura pot anar des d'uns 250 m en un entorn urbà a fins a 30 km en un entorn estrictament rural.
 - Les antenes s'ubiquen en màstils per tal d'evitar la difracció en obstacles propers (evitar ombres).
 - Una antena és més gran com més directiva és. Una antena és més gran com més baixa és la freqüència que serveix. Les freqüències baixes es propaguen millor. És per això que les antenes passives de les *macrocells* han de ser relativament grans, d'entre 2 i 3 metres d'alçària.
 - Amb l'arribada de la 5G als nodes macro hi haurà dos tipus d'antenes: les antenes passives, que seguiran servint 2G, 3G, 4G i 5G en bandes baixes, i les antenes actives, que serviran 5G en FR1 *mid band*. Les antenes actives permeten *massive MIMO*, una funcionalitat inherent a la 5G que permet guanyar capacitat i cobertura per uns mateixos recursos de potència i amplada de banda, de manera que fa més eficient l'ús dels recursos del node i del terminal. Els nodes de 5G habitualment s'instal·len amb una petita antena de GPS per al sincronisme.
 - A curt i mitjà termini (fins a 2022 o 2023) la gran majoria dels nodes *macrocell* 5G s'instal·laran en ubicacions que ja disposen de 4G.

Antenes macrocell ▼



Antena activa 5G Ericsson AIR 6468 ▼



HEIGHT (A)	WIDTH (B)	DEPTH (C)
988 mm	520 mm	187 mm

- **Nodes tipus *small cell*:**

- Són nodes de petites dimensions amb una àrea de cobertura reduïda. S'instal·len en àrees d'alta densitat de trànsit de veu i dades, com zones comercials, estadis de futbol i edificis singulars (com estacions de tren, aeroports, grans hotels, edificis d'oficines, centres comercials, etc).
- Tenen antenes petites, poc directives, i s'integren fàcilment a l'entorn. Aquest tipus d'antenes habitualment s'instal·len a la façana o a la cantonada i es preveu que en el futur s'ubiquin també en elements del mobiliari urbà o que per si mateixes en formin part.
- El seu desplegament massiu no tindrà lloc en una primera fase i serà a les bandes de 3.500 MHz o de 26 GHz.
- En el context del Codi europeu de comunicacions electròniques s'hi fa referència com a SAWAP (*Small Area Wireless Access Point*). En virtut d'aquest reglament, segons l'article 57, han de quedar exempts de permís d'urbanisme individual i seguir un règim d'implantació simplificat per tal de fer-ne més fàcil el desplegament.

Small cell ▼

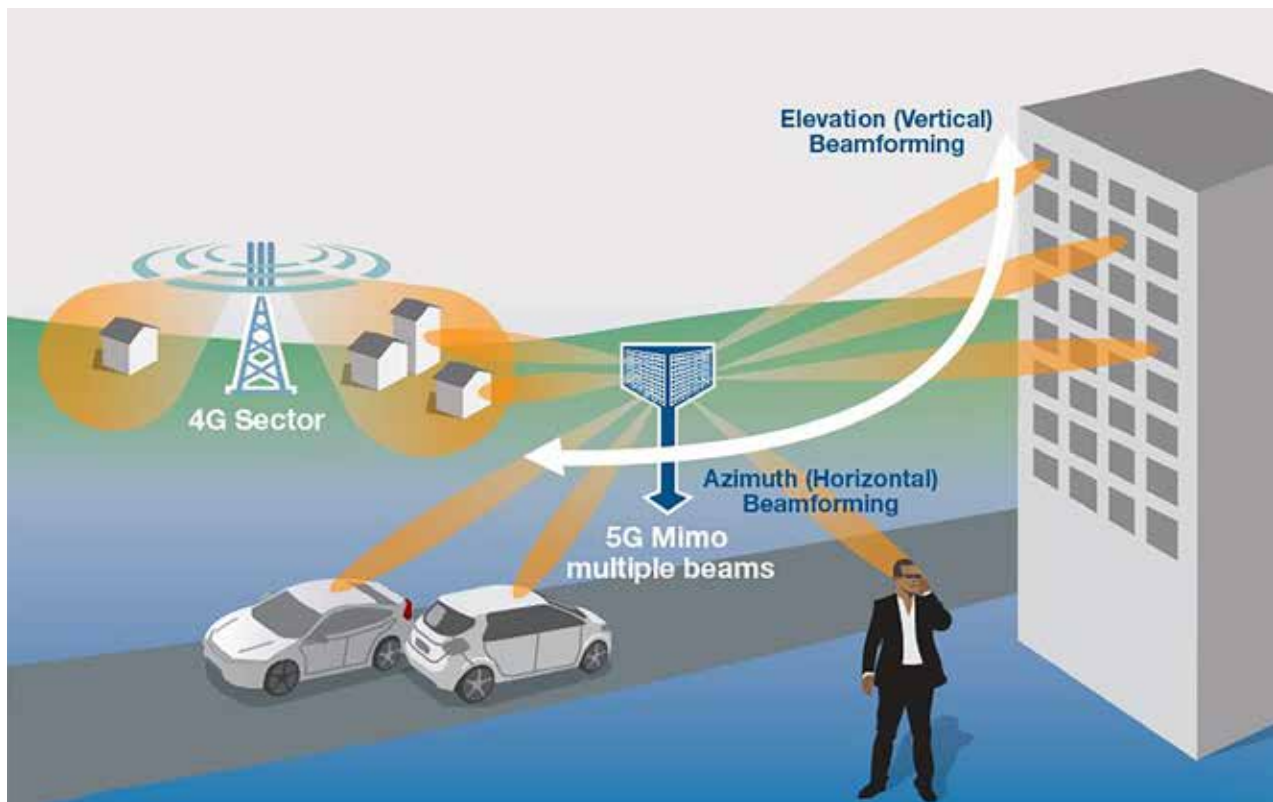


3.4 Principals aspectes diferencials de la tecnologia 5G

En el que segueix es resumeixen de manera molt breu els principals aspectes que són diferencials en 5G.

- **massiveMIMO** : MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) és una tècnica de transmissió-recepció en la qual hi ha diverses antenes transmissores i diverses de receptores per a una mateixa connexió, de manera que es pot enviar informació en paral·lel (al mateix temps i en les mateixes freqüències) per les diferents antenes i augmentar la velocitat de transmissió. MIMO és part intrínseca de la 4G. Al nombre de fluxos d'informació paral·lels se'ls anomena capes. Una antena ve definida pel seu feix de radiació, que és la zona de l'espai en què concentra el senyal en transmissió i en què és més sensible en recepció. *massive MIMO* és una evolució de MIMO en què les diferents capes també poden servir diferents terminals alhora i per tant augmenta la capacitat. En una sola antena es generen diversos feixos de radiació alhora, la qual cosa és equivalent a tenir diverses antenes. Els feixos que transmeten/reben les capes d'un terminal determinat apunten en la direcció des d'on arriba el senyal d'aquell terminal. Això últim és el que s'anomena **beam-forming**. *Beam-forming* també millora la cobertura, optimitza la potència de transmissió i disminueix la interferència en tant que es produeixen feixos estrets en la direcció del terminal i s'evita consumir potència i generar/rebre interferència a/de la resta de terminals.

massive MIMO ▼



Font: ITU-T Series K Supplement

- **Bandes mil·limètriques:** són bandes de freqüències en les desenes de GHz. Donada la seva alta freqüència, s'han emprat per a ràdioenllaços punt a punt, amb visió directa entre antenes. Fins a l'arribada de la 5G no s'han considerat útils per a la telefonia mòbil (punt a multipunt sense visió directa), però la disponibilitat de *beam-forming* ho fa possible, encara que sempre serà una banda de curt abast. En bandes mil·limètriques hi ha amplades de banda molt grans, de fins a 400 MHz per portadora, la qual cosa permetrà velocitats molt elevades i latències molt petites.
- **Network slicing:** serveis diferents requereixen diferents característiques i funcions a la xarxa. *Network slicing*, per mitjà d'**SDN** (*Software Defined Networks*), permetrà crear xarxes virtuals independents optimitzades per al servei sobre una única xarxa física. Un terminal podrà estar connectat a fins a 8 *slices*, les quals poden ser de serveis públics o privats. SDN és possible gràcies a la separació de plans de control i d'usuari (CUPS). A banda d'oferir serveis de la mateixa operadora, *Network slicing* suportarà serveis oferts o autoproveïts per tercers (**verticals**).
- **Virtualització:** en 5G, les funcions de xarxa —elements que autèntiquen, autoritzen, registren, estableixen i tanquen connexions, encaminen trànsit, gestionen mobilitat, interconnexió, etc.— seran virtualitzades, és a dir, que no s'implementaran en un maquinari (*hardware*) específic, sinó que es desplegaran en hardware de propòsit general, al núvol. A això es fa referència com a **VNF** (*Virtual Network Functions*). La virtualització facilita l'escalat de la xarxa i la implementació de nous serveis, en tant que la xarxa tendeix a esdevenir una entitat de programari (*software*) no lligada a protocols específics i localitzacions predeterminades. Aquesta desvinculació de les funcions de xarxa del maquinari subjacent requereix una estandardització real d'interfases obertes. Es fa ús d'una arquitectura de tipus SOA (*Service Oriented Architecture*) que permet una relació de tipus client/servidor entre VNFs, la qual cosa allibera les parts dels detalls d'implementació. Aquest procés de virtualització va més enllà del nucli i inclou la xarxa d'accés amb projectes com l'**Open RAN**.
- **MEC (*Mobile Edge Computing*):** per a aplicacions locals basades en dades mòbils que són intenses en volum o que tenen alts requeriments de latència, no és eficient que el trànsit de dades hagi de travessar tot el nucli mòbil fins al servidor primer de pujada i després de baixada. MEC obre el pla d'usuari per mitjà d'una interfase d'APIs a prop d'on es genera el tràfic, en tant que es pot crear una *slice* amb la UPF -funció de nucli que encamina el trànsit d'usuari- al CPD on hi ha el MEC. Exemples de casos d'ús de MEC són cotxes connectats, localització en interiors, provisió de continguts o processos industrials.
- **Open RAN:** encara que no és una part específica de la 5G, paral·lelament s'està desenvolupant l'*Open RAN*, que és una iniciativa participada per multitud d'operadores de telefonia mòbil i fabricants d'equips de xarxa per tal d'oferir solucions basades en maquinari neutral i interfases i programari oberts. Això es preveu que permeti una facilitat més gran d'interconnexió i una simplificació en general en el desplegament de xarxes més heterogènies.

4

Marc de regulació

La Comissió Europea pretén facilitar el desplegament de les xarxes de molt alta velocitat i en especial de les 5G, ja que les considera fonamentals per al desenvolupament socioeconòmic i la lluita contra la bretxa digital, la despoblació i el canvi climàtic. Per aquest motiu, la regulació europea, que ha de ser transposada en la nova Llei general de telecomunicacions, persegueix aconseguir un desplegament homogeni a tot el territori de la Unió, amb l'impuls de mesures per a l'assignació de l'espectre radioelèctric, l'eliminació al màxim dels obstacles i l'afavoriment de la simplificació administrativa d'aquest desplegament.

Aquesta regulació posa un èmfasi especial a facilitar el desplegament dels denominats “punts d'accés per a petites àrees” o “Small-Area Wireless Access Points” (SAWAPs), que són claus per a aquesta tecnologia, especialment en zones densament poblades, i que s'instal·laran fonamentalment en el mobiliari urbà. Així, la implantació dels SAWAPs que compleixin determinades característiques físiques i tècniques, i que no estiguin ubicats en emplaçaments protegits, quedarà sotmesa a un “règim d'implantació simplificat”, exempt de permisos previs.

Pel que fa al desplegament d'estacions base radioelèctriques, en una primera fase està previst que els operadors majoritàriament utilitzin estacions base existents, en règim de coubicació amb altres tecnologies ja desplegades. Aquestes actuacions es podran qualificar en molts casos, llevat que impliquin obra civil, com a “actuacions d'innovació tecnològica o adaptació tècnica”, que, per tant, no requeriran realitzar cap sol·licitud de llicència ni declaració responsable o comunicació a les autoritats locals.

Per tant, i tenint en compte que la competència per a la determinació, el control i la inspecció dels nivells d'emissió radioelèctrica és estatal, la intervenció de les administracions locals en el desplegament de la 5G se centrarà bàsicament en tot allò relacionat amb l'accés a les infraestructures físiques de titularitat municipal i, en concret i pel que fa als SAWAPs, als elements del mobiliari urbà, per part dels operadors. Aquest accés a infraestructures és un element clau per al desplegament de les xarxes d'alta i molt alta capacitat, i en especial de la 5G.

4.1 Introducció

A l'hora d'abordar el marc regulador del desplegament de la tecnologia 5G des del vessant municipal, és important tenir en compte que la competència en matèria de telecomunicacions correspon a l'Estat amb caràcter exclusiu (art. 149.1.21a de la Constitució espanyola) i, si bé és cert que en els processos d'implantació de les infraestructures de telecomunicacions concorren una sèrie de títols competencials que habiliten les administracions territorials a adoptar certes mesures per vetllar pel desplegament ordenat d'aquestes infraestructures, és fonamental tenir present que aquestes mesures han de respectar, en tot cas, els criteris de proporcionalitat i efectivitat del servei, i que la normativa sectorial estatal limita considerablement aquesta capacitat d'intervenció.

La vigent Llei 9/2014, de 9 de maig, general de telecomunicacions (en endavant, LGTel), preveu que la instal·lació i el desplegament de les xarxes de comunicacions electròniques constitueixen obres d'interès general i les administracions públiques tenen l'obligació de facilitar aquest desplegament en el seu àmbit territorial (art. 35.4 LGTel). En aquest sentit, es preveu (art. 34.3 LGTel) que la normativa o els instruments de planificació que aprovin les administracions públiques, entre les quals les locals, no podran establir restriccions absolutes o desproporcionades al dret d'ocupació del domini públic i privat dels operadors, ni imposar solucions tecnològiques concretes, itineraris o ubicacions concretes en què instal·lar infraestructures de xarxa de comunicacions electròniques, i en tot cas hauran de respectar els paràmetres i requisits tècnics essencials que fixi l'Estat reglamentàriament.

Aquesta competència estatal en matèria de telecomunicacions inclou la facultat per determinar⁵, controlar i inspeccionar⁶ els nivells únics d'emissió radioelèctrica tolerable i que no suposin un perill per a la salut pública. Aquests límits han de ser respectats per la resta d'administracions públiques, autonòmiques i locals (art. 61 LGTel).

S'ha de destacar que en el moment del tancament d'aquest informe l'avantprojecte de la nova Llei general de telecomunicacions⁷ ha estat sotmès a audiència i informació pública. La nova Llei general de telecomunicacions té l'objectiu fonamental de transposar a l'ordenament jurídic espanyol la Directiva (UE) 2018/1972 del Parlament Europeu i del Consell, d'11 de desembre de 2018, per la qual s'estableix el Codi europeu de les comunicacions electròniques⁸ (en endavant, el Codi europeu).

⁵ Tal com s'explica en l'apartat 6.5, la normativa estatal en matèria de nivells d'emissions radioelèctriques es desplega, entre altres, a través del Reglament sobre l'ús del domini públic radioelèctric, aprovat pel Reial decret 123/2017, de 24 de febrer, i del Reglament que estableix condicions de protecció del domini públic radioelèctric, restriccions a les emissions radioelèctriques i mesures de protecció sanitària davant d'emissions radioelèctriques, aprovat pel Reial decret 1066/2001, de 28 de setembre (aquest últim segueix els criteris de la Unió Europea que estableix la Recomanació 1999/519/EC, de 12 de juliol de 1999, relativa a l'exposició del públic en general a camps electromagnètics des de 0 Hz a 300 GHz).

⁶ En relació amb aquests nivells únics d'emissió radioelèctrica permesos, és el Ministeri d'Afers Econòmics i Transformació Digital qui té la competència exclusiva per realitzar la inspecció de telecomunicacions en els següents àmbits:

1. La inspecció i el control de les instal·lacions radioelèctriques.
2. El reconeixement tècnic de les instal·lacions previ a la posada en servei.
3. El control de l'ús del domini públic radioelèctric.
4. La localització, identificació i eliminació d'interferències perjudicials.
5. El mesurament i el control de nivells d'exposició a les emissions radioelèctriques.
6. La inspecció dels serveis i de les xarxes de telecomunicacions.
7. El control dels nivells de qualitat en l'exploració de xarxes i la prestació de serveis de comunicacions electròniques.
8. La vigilància de mercat d'equips de telecomunicació.

⁷ <https://avancedigital.gob.es/es-es/Participacion/Paginas/DetalleParticipacionPublica.aspx?k=346m6>

⁸ El Codi suposa la refosa en un text del paquet de directives comunitàries de l'any 2002, modificades l'any 2009 (directives d'accés, autorització, marc i servei universal), a la vegada que s'actualitza segons les directrius de la Unió establertes en l'Estratègia de Mercat Únic Digital de l'any 2015.

4.2 Marc normatiu aplicable al desplegament de les xarxes 5G

Les xarxes i serveis 5G no són només una nova generació de tecnologia mòbil, sinó que han de permetre el desenvolupament de nous serveis que beneficiaran l'economia i la societat en el seu conjunt. Així mateix, la tecnologia 5G permetrà ampliar la cobertura de banda ampla d'alta velocitat a zones rurals i aïllades del territori, i contribuirà a la reducció de la bretxa digital i a la disponibilitat de serveis públics digitals en tota la nostra geografia.

La Comissió Europea considera el desplegament de les xarxes 5G com una peça clau per al desenvolupament socioeconòmic d'Europa i per a la seva transformació digital i ecològica. És per aquest motiu que, durant els darrers anys, ha estat impulsant una sèrie de mesures i normatives dirigides a incentivar, simplificar i accelerar el desplegament de les xarxes 5G.

El Pla d'Acció 5G per a Europa⁹, adoptat l'any 2016, ja va fixar l'objectiu d'establir un full de ruta comú per aconseguir un desplegament homogeni de la 5G en el territori de la Unió, amb l'afavoriment de la coordinació entre els estats membres per millorar la competitivitat europea en el desenvolupament d'aquesta tecnologia.

La raó és que la Comissió Europea considera que per garantir l'èxit de la 5G és necessària la continuïtat del servei en territoris d'extensió considerable, fins i tot més enllà de les fronteres nacionals. Per això destaca la importància del fet que els estats membres adoptin mesures apropiades per promoure el desplegament a tot el seu territori, incloses les zones rurals i remotes, i cooperin entre si en el desplegament de la 5G a les zones transfrontereres.

En aquesta línia, el Codi europeu reconeix la importància estratègica de les xarxes d'alta capacitat i pretén afavorir-ne el seu desplegament, especialment de les xarxes 5G, i en aquest sentit impulsa mesures relatives a l'assignació de l'espectre radioelèctric, incentivus a la inversió i la creació d'unes condicions reguladores més favorables, amb un èmfasi especial en el desplegament dels denominats "punts d'accés per a petites àrees" o "Small-Area Wireless Access Points" (SAWAPs), que són necessaris i claus per a aquesta tecnologia, especialment en zones densament poblades.

Pel que fa a la normativa sectorial estatal, la vigent Llei general de telecomunicacions (LGTel 2014) no conté referències específiques a la 5G, però la seva regulació facilita i incentiva clarament el desplegament de xarxes d'alta capacitat. En la mateixa línia va l'avantprojecte de la nova Llei general de telecomunicacions, que, com a novetat, en relació amb la tecnologia 5G incorpora mesures per evitar restriccions indegudes a la implantació de punts d'accés sense fils per a petites àrees", tant en relació amb l'assignació de l'espectre radioelèctric, com en relació amb el règim d'intervenció administrativa.

Atès que les qüestions relacionades amb l'assignació de l'espectre radioelèctric han estat tractades en l'apartat 3.2 i els aspectes relacionats amb les emissions radioelèctriques al capítol 7, en aquest apartat s'abordan les qüestions relacionades amb el desplegament de les xarxes 5G en el territori i, en concret, les implicacions que aquest desplegament presenta per a les autoritats locals.

En aquest sentit, cal partir de la distinció entre els diferents tipus d'infraestructures en què es basarà aquest desplegament, que, com s'analitza en el capítol 3.3, consistirà bàsicament en estacions base (macro), mitjançant la utilització, majoritàriament, de les estacions base ja existents, i en *small cells*, i dins d'aquestes últimes caldrà distingir els denominats "punts d'accés per a petites àrees" o SAWAPs que compleixin una sèrie de característiques tècniques i físiques.

⁹ <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/ES/1-2016-588-ES-F1-1.PDF>

4.2.1 Estacions base radioelèctriques (*macrocells*)

Tal com s'ha comentat anteriorment en l'apartat 3.3, en una primera fase del desplegament els operadors acudirán majoritàriament a la utilització d'estacions base existents, en règim de coubicació amb altres tecnologies ja desplegades.

Aquestes actuacions es podran considerar en la majoria dels casos com a "actuacions d'innovació tecnològica o adaptació tècnica", regulades per l'article 34.7 LGTel¹⁰. D'acord amb aquest precepte, si aquestes actuacions suposen la incorporació d'un nou equipament o la realització de noves emissions en l'tres bandes de freqüència, però no impliquen la variació del màstil o d'elements d'obra civil, no requeriran cap tipus d'autorització o llicència, ni la comunicació o declaració responsable davant de les autoritats municipals (sense perjudici de les corresponents autoritzacions per l'ús del domini públic, quan s'escaigui).

Per contra, si es tracta de la instal·lació de noves estacions base o d'actuacions d'innovació tecnològica que impliquin la variació del màstil o d'elements d'obra civil, caldrà atènyer-se al règim d'intervenció que deriva de la normativa estatal sectorial, autonòmica i, si és el cas, municipal.

Cal recordar, en aquest sentit, que l'article 34.6 de la vigent LGTel¹¹ estableix, en relació amb les estacions radioelèctriques que presten serveis disponibles al públic, la substitució, llevat d'algunes excepcions, de les eventuais llicències d'instal·lació, funcionament o activitat pel règim de declaració responsable.

En el cas de les estacions radioelèctriques en domini privat diferents de les anteriors, aquesta substitució opera prèvia presentació i aprovació d'un pla d'implantació.

En tot cas, cal tenir en compte que a Catalunya la Llei 3/2015, d'11 març, de mesures fiscals, financeres i administratives, va excloure les instal·lacions de radiocomunicació dels annexos de la Llei 20/2009, de 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats, que, per tant, queden excloses del règim d'intervenció ambiental.

Pel que fa a les obres, l'article 187^{11b} del text refós de la Llei d'urbanisme (TRLU) subjecta a llicència urbanística "n) La instal·lació d'infraestructures de serveis de subministrament d'energia, d'aigua, de sanejament, de telefonia o altres serveis similars, i la col·locació d'antenes o dispositius de telecomunicacions, excepte les infraestructures relatives a les xarxes públiques de comunicacions electròniques que, d'acord amb la legislació sobre telecomunicacions, estiguin subjectes al règim de declaració responsable que s'hi estableix".

En aquest sentit, s'ha de tenir en compte que estan subjectes a declaració responsable les obres d'instal·lació d'infraestructures radioelèctriques en edificacions de domini privat, d'acord amb disposició addicional vuitena de la Llei 38/1999, de 5 de novembre, d'ordenació de l'edificació¹².

Es manté, per tant, la possibilitat d'exigir llicència d'obres per a aquelles actuacions relatives a obres d'instal·lació d'estacions radioelèctriques en el domini públic, o bé si es tracta d'instal·lacions que no es realitzin sobre edificacions, que afectin el patrimoni històric, etc., d'acord amb el que disposin les respectives ordenances municipals.

Cal recordar en aquest punt que les estacions radioelèctriques, prèviament a la seva posada en funcionament, hauran d'obtenir l'autorització del Ministeri, tal com s'explica en l'apartat 7.4 d'aquest informe.

¹⁰ 34.7 LGTel: "En el caso de que sobre una infraestructura de red pública de comunicaciones electrónicas, fija o móvil, incluidas las estaciones radioeléctricas de comunicaciones electrónicas, ya esté ubicada en dominio público o privado, se realicen actuaciones de innovación tecnológica o adaptación técnica que supongan la incorporación de nuevo equipamiento o la realización de emisiones radioeléctricas en nuevas bandas de frecuencias o con otras tecnologías, sin variar los elementos de obra civil y mástil, no se requerirá ningún tipo de concesión, autorización o licencia nueva o modificación de la existente o declaración responsable o comunicación previa a las administraciones públicas competentes por razones de ordenación del territorio, urbanismo o medioambientales".

¹¹ En idèntic sentit, l'art. 44.9 de l'avantprojecte d'LGTel.

^{11b} La Llei 18/2020, del 28 de desembre, de facilitació de l'activitat econòmica, incorpora en l'article 187 bis (Actes subjectes a comunicació prèvia) l'apartat i; "Les obres de connexió, substitució, sondatges de comprovació i reparació d'avaries de les d'infraestructures de serveis tècnics a què fa referència la lletra a de l'article 34.5 bis, excepte les que estiguin subjectes al règim de declaració responsable que estableix la legislació de telecomunicacions."

¹² Introduïda per la disposició final tercera de l'LGTel.

4.2.2 Punts d'accés sense fils per a petites àrees ("Small-Area Wireless Access Points" o "SAWAPs")

Com s'ha exposat anteriorment, la Comissió Europea posa un èmfasi especial a afavorir el desplegament dels denominats "punts d'accés per a petites àrees" o "*Small-Area Wireless Access Points*" (SAWAPs).

Així, el Codi europeu, en l'article 57, obliga els estats membres a garantir que la normativa aplicable a la implantació de "punts d'accés sense fils per a petites àrees" guardi coherència en l'àmbit nacional, i impedeix subjectar la seva implantació a taxes ni càrregues, llevat de les taxes administratives¹³.

En aquest sentit, disposa que les autoritats competents no podran restringir indegudament la implantació d'aquests punts d'accés i, en concret, no podran sotmetre aquesta implantació a cap "permís d'urbanisme individual o d'altres autoritzacions individuals anteriors", quan aquests punts reuneixin les característiques tècniques i físiques que es determinin. Queden exceptuades i, per tant, les autoritats competents sí que podran exigir autoritzacions per als punts d'accés que s'instal·lin en edificis o emplaçaments amb valor arquitectònic, històric o natural, protegits per la legislació nacional, o si concorren motius de seguretat pública.

Llevat d'aquestes excepcions, per tant, quedaran sotmesos a un "règim d'implantació simplificat" ("*Light deployment regime for small-area wireless access points*") els punts d'accés que compleixin amb determinades característiques físiques i tècniques (relatives al volum màxim, el pes i la potència d'emissió), que han estat especificades en el Reglament d'execució (UE) 2020/1070 de la Comissió, de 20 de juliol¹⁴.

D'acord amb aquest Reglament, per quedar inclosos en aquest règim d'implantació simplificat, els SAWAPs o bé hauran d'integrar-se totalment i de manera segura i ser invisibles al públic, o bé, si són visibles, hauran de complir una sèrie de condicions, entre d'altres, ocupar un espai màxim de 30 litres. Els punts d'accés que no compleixin amb aquestes característiques quedarien subjectes, per tant, al règim general que sigui aplicable. Aquestes condicions seran analitzades amb més detall en l'apartat 6.4, dedicat als "Impactes visuals i urbanístics", del present informe.

És important destacar que el Reglament, aplicable a partir de la mateixa data que el Codi europeu, és a dir, del 21 de desembre de 2020, no inclou els SAWAPs que incorporin un sistema d'antenes actives, i només és aplicable a les classes d'instal·lació E0 (productes certificats sense distància de protecció, que a compleixen amb la IEC 62479), E2 (productes certificats sense distància de protecció o d'uns pocs centímetres, PIRE de fins a 2 W) i E10 (a ubicar a una altura mínima de 2,2 m, PIRE de fins a 10 W) de la norma EN 62232:2017.

Pel que fa a les emissions, es remet als límits d'exposició establerts en la Recomanació 1999/519/CE del Consell. Malgrat això, preveu que els estats membres puguin determinar els nivells acumulats de camps electro-magnètics resultants de l'agrupació o l'acumulació en una àrea local de SAWAPs i per garantir el compliment dels límits d'exposició acumulats per mitjans diferents que les autoritzacions individuals.

En relació amb el denominat "règim d'implantació simplificat", el reglament europeu només preveu que, pel que fa als SAWAPs de les classes E2 o E10, s'haurà d'informar l'"autoritat nacional competent" en un termini de dues setmanes des de la seva implantació. Per tant, caldrà estar atent a la transposició que es faci en la nova Llei general de telecomunicacions¹⁵.

¹³ L'avantprojecte d'LGTEL, en el mateix sentit, només fa referència a la taxa general d'operadors.

¹⁴ <https://www.boe.es/doue/2020/234/L00011-00015.pdf>

¹⁵ L'avantprojecte d'LGTEL preveu en l'article 49.10: "Para la instalación o explotación de los puntos de acceso inalámbrico para pequeñas áreas, en los términos definidos por la normativa europea, no se requerirá ningún tipo de concesión, autorización o licencia nueva o modificación de la existente o declaración responsable o comunicación previa a las administraciones públicas competentes por razones de ordenación del territorio o urbanismo, salvo en los supuestos de edificios o lugares de valor arquitectónico, histórico o natural que estén protegidos de acuerdo con la legislación nacional o, en su caso, por motivos de seguridad pública o seguridad nacional. La instalación de los puntos de acceso inalámbrico para pequeñas áreas no está sujeta a la exigencia de tributos por ninguna administración pública, excepto la tasa general de operadores."

En tot cas, i amb independència d'aquest règim, la intervenció de l'ajuntament s'haurà de produir en relació amb l'atorgament de les corresponents autoritzacions per a l'ocupació del domini públic local pels SAWAPs que s'hagin d'instal·lar en aquest domini.

Aquesta qüestió té una rellevància especial en relació amb els SAWAPs que pretenguin instal·lar-se en els elements del mobiliari urbà, tals com pals d'enllumenat, semàfors, tanques publicitàries, parades d'autobús i de tramvia i estacions de metro. L'apartat 4 de l'article 57 del Codi europeu obliga les autoritats competents a satisfer les sol·licituds raonables d'accés dels operadors a qualsevol infraestructura física apta per acollir els SAWAPs o que sigui necessària per connectar-los a una xarxa troncal, i, en particular, el mobiliari urbà, en el marc d'unes condicions justes, raonables, transparents i no discriminatòries, que hauran de publicar-se en el punt d'informació únic. En aquest sentit, per tant, es remet i amplia l'àmbit d'aplicació de la Directiva 2014/61/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 15 de maig de 2014, relativa a mesures per reduir el cost del desplegament de les xarxes de comunicacions electròniques d'alta velocitat (també coneguda com a Directiva BBCost), que en el nostre ordenament ha estat transposada pel Reial decret 330/2016, de 9 de setembre.

D'acord amb aquesta normativa, els operadors hauran de formular sol·licituds per accedir a les infraestructures físiques de titularitat municipal susceptibles d'allotjar una xarxa de comunicacions electròniques d'alta velocitat, i l'administració, com a subjecte obligat, haurà de resoldre aquestes sol·licituds en dos mesos, i només podrà denegar-les per les causes taxades en aquesta normativa, entre les quals destaquen: la falta d'idoneïtat tècnica de la infraestructura física, la falta de disponibilitat d'espai, els riscos d'interferències greus dels serveis de comunicacions electròniques previstos amb la prestació dels serveis que es presten en aquesta mateixa infraestructura física, etc.¹⁶

Aquest accés a les infraestructures físiques de titularitat municipal i, en concret, l'accés als elements del mobiliari urbà es considera un element clau per al desplegament de les xarxes d'alta i molt alta capacitat i, en especial, de la 5G i previsiblement tindrà una incidència important en algunes ciutats durant els pròxims anys. En l'apartat 9 d'aquest informe s'hi farà més referència.

¹⁶ L'avantprojecte d'LGTEL transposa l'article 57.4 del Codi europeu en el seu article 52.5 i incorpora part del contingut de l'RD 330/2016. Art 52.5: "En particular, se garantiza que los operadores de redes públicas de comunicaciones electrónicas tengan derecho a acceder a cualquier infraestructura física controlada por las administraciones públicas que sea técnicamente apta para acoger puntos de acceso inalámbrico para pequeñas áreas o que sea necesaria para conectar dichos puntos de acceso a una red troncal, en particular mobiliario urbano, como postes de luz, señales viales, semáforos, vallas publicitarias, paradas de autobús y de tranvía y estaciones de metro. Las autoridades públicas satisfarán todas las solicitudes razonables de acceso en el marco de unas condiciones justas, razonables, transparentes y no discriminatorias, que serán hechas públicas en el punto de información único a que se refiere el apartado 13 de este artículo."

5

Requeriments per dur a terme el desplegament 5G a un municipi

El servei de 5G necessita una amplia xarxa d'estacions base repartides pel territori que comuniquin amb els terminals mòbils dels usuaris propers. Hi ha dos tipus d'estacions base: les **macrocells** i les **small cells**. Les primeres són necessàries per cobrir territori i s'ubiquen en terrats o torres. Les segones són necessàries per donar capacitat en punts d'alta demanda, poden estar ubicades al carrer o en interiors i les seves antenes són petites (vegeu capítol 3).

En les **small cells** hi ha una subclasse, els SAWAPs, que estan limitats en volum i potència i tindran un règim simplificat d'implantació d'acord amb el Codi europeu de comunicacions electròniques i de la legislació estatal que el transposi (futura LGTel). Es preveu que molts d'aquests SAWAPs s'instal·lin principalment en mobiliari urbà.

Els elements principals d'una estació base són: els equips de processament, els equips de radiofreqüència i les antenes. La resta és per donar-los suport, com per exemple alimentació elèctrica, mitjans de connexió amb la resta de nodes de xarxa, torre o estructures de suport per a les antenes, allotjament per als equips i eventualment climatització.

Sobretot en **macrocells**, la ubicació i orientació de les antenes, i per tant l'emplaçament de l'estació base, és el factor més rellevant per obtenir una bona qualitat de servei i ser capaç d'atendre una alta demanda simultània. En 5G la velocitat i la qualitat de cobertura van associades.

En la instal·lació d'equips i antenes s'han de tenir en compte uns requeriments a fi i efecte de garantir la seva seguretat elèctrica i estructural i unes condicions òptimes de treball (bàsicament condicions climàtiques i d'accés als equips). Per a les antenes és important la ubicació, la maniobrabilitat i l'acompliment dels nivells d'exposició a camps electromagnètics en les zones properes (RD 1066/2001).

Els consums poden ser molt variables, en funció de la capacitat i el nombre de bandes a què es doni servei, i també del trànsit de veu i dades que s'estigui cursant en cada moment. Els consums màxims es poden situar entre els següents marges:

- Equips ràdio macro: de 750 W a 1.500 W per equip
- Equips ràdio micro: de 220 a 260 W
- Antenes actives: de 360 W a 1.400 W

La major part de la potència la consumeix l'electrònica dels equips, i la potència radiada és entre el 15% i el 5% de la consumida, depenent de l'equip en concret.

Per als serveis URLLC es preveu una disponibilitat del 99,999%. Per mantenir aquesta disponibilitat s'ha d'assegurar tota la cadena des del nucli de la xarxa fins als extrems connectats. L'alta disponibilitat s'aconseguirà amb una combinació de manteniment proactiu i de redundància entre bandes i sistemes que tindrà com a base algorismes predictius.

Encara que per la normativa sectorial de telecomunicacions les administracions locals tenen una capacitat d'actuació limitada en relació amb el desplegament de les infraestructures i xarxes de comunicacions electròniques (vegeu l'apartat 4 del present informe), és important conèixer les necessitats dels operadors de cara a entendre i facilitar, en la mesura del possible, aquest desplegament.

5.1 Requisits tècnics

Les estacions base es poden diferenciar en dos tipus: *macrocell* i *small cell*. Les primeres s'ubiquen a terrats o en torres i les segones, de petites dimensions, a peu de carrer, en l'interior d'edificis o en els elements del mobiliari urbà. Per a més detall vegeu l'apartat 3.3.2.

Sigui quin sigui el tipus, totes requereixen:

- Alimentació elèctrica.
- Connectivitat amb la resta de nodes de la xarxa (transmissió): aquesta connexió, en la majoria de casos, és per connexió de fibra òptica directament a la xarxa de transport —no s'ha de confondre amb la fibra a la llar, FTTH, que és una xarxa d'accés que substitueix la de coure en el bucle local—. En cas que no sigui possible arribar amb fibra, habitualment en emplaçaments molt aïllats al camp, la transmissió pot ser per radioenllaç.
- Equip de procés: el que es coneix com a banda base, que du a terme el processament del senyal.
- Equips de ràdio: transmeten/reben el senyal de radiofreqüència. Estan connectats a les antenes, tan aprop d'aquestes com sigui possible. Els nous equips de ràdio són pràcticament tots del tipus RRU (*Remote Radio Unit*) i van connectats a l'equip de banda base per fibra.
- Antenes: en el cas de les macrocells acostumen a ser d'entre 2 i 3 m d'alçària i en les *small cells* de poques desenes de centímetres.
- Suports per a les antenes: en *small cells* poden ser façanes o elements del mobiliari urbà i en macros màstils a terrats o torres.
- Allotjament d'equips: a les *small cells* és mínim i a les macrocells poden ser casetes amb aire condicionat o armaris d'intempèrie. Seguidament se'n detallen els requisits.

5.1.1 Espais/Ubicacions

En tots els casos, però sobretot en exterior i més concretament en macros, la ubicació i orientació de les antenes és el factor més important per obtenir una bona cobertura, minimitzar interferències i augmentar la qualitat, la qual cosa es tradueix a poder obtenir un millor servei a l'usuari amb uns *throughputs* (velocitat) més elevats. Per això és fonamental poder aconseguir un bon emplaçament.

Seguidament es detalla per tipus d'instal·lació.

EQUIPS MACRO (*macrocells*)

Destinats a obtenir cobertures àmplies, una de les coses que es demana per a la ubicació de les antenes dels equips macro és ubicar-les en un punt dominant en un radi d'uns 250 m en ciutat i més gran conforme la densitat de població del voltant de l'antena baixa. Això s'aconseguirà amb torres, si és en un mitjà rústic, o en terrats o cobertes, si és dins de les poblacions. Tècnicament els millors terrats acostumen a ser els d'edificis que superen l'alçària reguladora.

A fi i efecte d'evitar interferències, cal evitar que dins del camp de visió de l'antena quedin exposades zones allunyades del que és l'àrea de servei projectada, mentre que també cal evitar que dins d'aquesta àrea quedin llocs molt amagats on hi hauria forats de cobertura.

En funció d'on s'ubiquin les antenes dels equips macro, s'ubicaran els mòduls de ràdio, els de banda base i *backhaul*, que aniran junts. Els mòduls de ràdio (*Remote Radio Units*) és convenient ubicar-los tan a prop de les antenes com sigui possible, per tal de minimitzar les tirades de cable coaxial i així minimitzar les pèrdues de potència als cables.

EQUIPS MICRO (*microcells o small cells*)

Per tal de proporcionar alta capacitat, qualitat i cobertura, en 5G es preveu que la *small cell* guanyi protagonisme vers la que tenia en tecnologies anteriors. Normalment aquestes *small cells* consistiran en equips petits i antenes integrades en l'equip o antenes exteriors però de petites dimensions.

Per motius de qualitat de servei, les *small cell* han de tenir àrees de cobertura petites i sense forats i no causar interferències a cèl·lules veïnes. Això s'aconsegueix amb una ubicació estratègica que depèn del traçat de la malla urbana i ubicant les antenes a partir de 2,2 metres d'alçària sobre la calçada i per sota l'alçària dels edificis. En espais oberts, si l'operador necessita restringir la cobertura, pot necessitar prendre altres mesures, entre les quals utilitzar una antena directiva i per tant més voluminosa.

Atesos els criteris acabats d'esmentar, en exterior les *small cells* es poden ubicar a:

- Elements de mobiliari urbà, com pals d'enllumenat, semàfors, tanques publicitàries, parades d'autobús i de tramvia i estacions de metro.
- Façanes dels edificis. De la mateixa manera com es farà en elements de mobiliari urbà, el disseny de l'*small cell* serà tal que permeti que aquesta s'integri en el paisatge urbà.
- Altres emplaçaments que reuneixin els criteris.

En tot cas, més que ser 'invisibles', el que s'haurà de buscar és que siguin instal·lacions ben acabades i que en colors, mides i formes quedin harmonitzades amb la resta d'elements del mobiliari urbà.

En interiors, la instal·lació es regirà per altres criteris, amb l'adaptació a les necessitats i a les característiques de l'espai a cobrir, i s'intentarà que cap persona pugui acostar-se a menys de 30-60 cm de l'antena. Les situacions poden ser tan diverses que en cada cas han de ser avaluades per un tècnic expert.

SAWAPs (*Small Area Wireless Access Points*)

La normativa europea regula un perfil de d'*small cells* anomenat SAWAPs (*Small Area Wireless Access Points*). Els criteris de selecció d'emplaçaments són els mateixos de la resta de d'*small cells*.

Com s'ha explicat en el capítol 4, els SAWAPs que acompleixin determinades característiques físiques i tècniques, quedaran sotmesos a un règim d'implantació simplificat, exempt de permisos. D'acord amb el reglament que regula aquestes característiques, aquests SAWAPs o bé hauran d'integrar-se totalment i de manera segura i ser invisibles al públic, o bé, si són visibles, hauran de complir una sèrie de condicions, entre d'altres, ocupar un espai màxim de 30 litres. En el capítol 6 s'analitzen aquestes condicions físiques i tècniques.

Les autoritats locals hauran de permetre l'ús d'elements de mobiliari urbà (pals d'enllumenat, semàfors, tanques publicitàries, parades d'autobús i de tramvia i estacions de metro) per a la implantació dels SAWAPs.

En exterior, d'acord amb la norma tècnica aplicable¹⁷, la part radiant més baixa d'una antena de la classe E10 ha de tenir una alçària mínima de 2,2 metres per sobre de la via pública general per garantir una distància d'almenys 20 cm entre el lòbul principal de l'antena i el cos d'una persona de 2 metres d'alçada.

En interior, d'acord amb el Reglament UE 2020/1070, els SAWAPs de la classe E10 (10 W) de la norma EN 62232:2017 únicament s'instal·laran en espais exteriors o en zones àmplies en interiors (com museus, estadis, palaus de congressos, aeroports, estacions de metro, estacions de ferrocarril o centres comercials) que tinguin una alçària de sostre mínima de 4 metres. Això no s'aplica per a les classes E2 i E0, que es corresponen amb equips de baixa o molt baixa potència i que no tenen associat un perímetre per al nivell d'exposició o és d'uns pocs centímetres. Es corresponen a les antenes que són habituals a l'interior de botigues, hotels i oficines.

¹⁷ Quadre 2 de l'apartat 6.2.4 de la norma EN 62232:2017

SOBRE LA INSTAL·LACIÓ DELS EQUIPS

De cara a cercar un espai per als equips i dimensionar-lo, cal tenir en compte alguns aspectes bàsics:

- Tots els equips necessiten un espai lliure al seu voltant, ja sigui per ventilar, per a l'entrada i sortida de cables o per obrir una porta o tapa i fer operacions de manteniment. Així i tot, avui dia ja hi ha equips al mercat que estan pensats per encabir-se en espais reduïts, com pot ser a l'interior de pals de llum o interior de rètols publicitaris.
- Els equips produeixen calor i, per tant, quan es tria la seva ubicació s'ha de preveure com es podrà dissipar; no són equips que produeixin grans quantitats de calor, però si no es dissipa i s'acumula els fa malbé.
- Un altre aspecte important és tenir en compte l'accessibilitat dels equips per tal de no complicar o demorar les tasques de manteniment.
- Com és ben sabut, els equips electrònics són sensibles a les humitats, que fàcilment poden destruir-los.
- Els colors clars absorbeixen menys calor que els foscos, motiu pel qual a les nostres latituds a priori són millors els colors clars per a les carcasses i els allotjaments d'equips.
- Els equips necessitaran alimentació elèctrica, connexió de *backhaul* i sortida de cables de fibra o d'RF cap a les antenes, segons sigui el cas.

SOBRE LES ANTENES

Perquè una antena realitzi bé la seva funció cal que sigui visible des de l'àrea que ha de cobrir i no ser-ho des de la resta de llocs. Per això és tan important l'emplaçament i com s'instal·la l'antena. A més d'oferir la cobertura desitjada, en el disseny també s'han de tenir en compte aspectes d'impacte visual i d'acompliment de la normativa d'exposició a camps electromagnètics.

Tenint en compte els tres considerants, resulta que com més amunt sobre el terrat es muntin les antenes, millor per a la cobertura i millor per a l'exposició a camps electromagnètics al terrat, tot i que es poden percebre com a quelcom que desentona amb l'entorn. D'altra banda, com més baixes es muntin, pitjor és per a la cobertura i més difícil és aconseguir els nivells d'exposició al terrat, tot i que així destaquen menys a l'entorn. Així i tot, avui dia el disseny de les antenes i els seus suports ha evolucionat molt des dels primers desplegaments, de manera que, fora de casos excepcionals, l'impacte visual no és un problema.

ACCESSOS I DISPONIBILITAT DE SUBMINISTRAMENT ELÈCTRIC I DE *BACKHAUL*

En emplaçaments urbans l'accés a l'estació base, la disponibilitat d'escomesa elèctrica i la disponibilitat de fibra òptica s'han de tenir en compte, però no acostumen a presentar cap dificultat rellevant.

En emplaçaments en zona rústica, s'ha de preveure que hi hagi camí i que hi hagi escomesa elèctrica amb suficient potència, o bé que arribin ben a prop. També que hi hagi algun mitjà per a la connexió de l'estació a la xarxa (*backhaul*). Si aquestes infraestructures no estan disponibles, poden comportar un cost econòmic elevat i també d'impacte ambiental.

5.1.2 Alimentació i consums

La majoria d'equips poden alimentar-se en corrent continu de -48 V, o en corrent altern monofàsic, quan s'instal·len fonts d'alimentació o rectificadors.

Encara que no siguin pròpiament alimentació, també s'han de preveure les connexions de terra, a fi i efecte de protegir equips i persones en cas de descàrregues atmosfèriques o simples avaries que posin en contacte algun conductor amb la carcassa.

Els consums poden ser molt variables en funció de si es tracta d'una macrocèl·lula o d'una microcèl·lula, de la quantitat de portadores, del trànsit de veu i dades que estiguin cursant, etc. El dimensionament es du a terme pels consums màxims de pic, que són considerablement més alts que el consum mitjà i encara més que la potència de ràdio emesa.

Els valors de dimensionament depenen del tipus d'equip en concret, però a mode de guia es pot parlar de les següents forquilles de valors:

- Equips ràdio macro: de 750 W a 1.500 W per equip.
- Equips ràdio micro: de 220 a 260 W.
- Antenes amb ràdio incorporada: de 360 W a 1.400 W.

5.1.3 Connectivitat de *backhaul*

La connectivitat per fibra òptica és l'opció preferida i la més habitual. Els nodes de telefonia mòbil es connecten a la xarxa de transport, no a FTTH, que és una xarxa d'accés, de manera que no necessàriament una zona ha de disposar d'FTTH —fibra a la llar— perquè es pugui disposar de fibra per als nodes de xarxa mòbil. De fet, una de les capacitats de 4G i 5G és oferir serveis d'accés de banda ampla fixa per ràdio —l'enaminador (*router*) de la casa té sortida per ràdio en lloc de per fibra—.

Hi ha casos en què no és possible la connexió per fibra, normalment en torres aïllades al camp. En aquests casos la connectivitat es du a terme per radioenllaç.

5.1.4 Fiabilitat del sistema

Actualment, la indisponibilitat del sistema ve donada principalment per 3 causes:

- Problemes amb l'alimentació elèctrica. Les *macrocells* disposen de bateries amb una autonomia d'unes poques hores. A les *small cells*, en ser equips de capacitat, la seva indisponibilitat és menys greu per al servei i s'instal·len amb bateries només en situacions particulars.
- Problemes de refrigeració als equips macro, sobretot a l'estiu en aquells instal·lats en espais tancats, com casetes al terrat, per problemes amb l'aire condicionat.
- Indisponibilitat per treballs al node.

La tendència és situar els equips de radiofreqüència fora de la caseta —instal·lació d'RRUs—, amb la qual cosa els requeriments de refrigeració disminueixen considerablement.

Per al servei de URLLC es preveu una disponibilitat del 99,999%. Aquests tipus de serveis encara no s'estan implantant de manera generalitzada; es podria preveure el seu desplegament entre 2022 i 2023. La disponibilitat fa referència al servei, no a un node en concret; l'alta disponibilitat s'aconseguirà amb una combinació de manteniment proactiu i de redundància entre bandes i sistemes que tindrà com a base algorismes predictius; abans que es doni la indisponibilitat, el sistema serà capaç de detectar que té una alta probabilitat de donar-se, de manera que automàticament decidirà accions, com passar les connexions existents a un altre node.

5.2 Previsió de desplegament

La Comissió Europea va assenyalar com a prioritat estratègica per al període 2021-2027 el desenvolupament d'una Europa adaptada a l'era digital. A febrer de 2020, la Comissió Europea va adoptar l'estratègia per al període 2020-2025, 'Configurando el futuro digital de Europa', que té entre les seves principals metes la d'impulsar de manera decidida la implantació i generalització de les tecnologies 5G.

Pel que fa al context estratègic de la 5G a Espanya, a juliol de 2020 es va presentar 'España Digital 2025', que conté entre els seus eixos estratègics l'impuls de la tecnologia 5G, el desplegament del qual es concreta en la publicació el desembre de 2020 de 'Estrategia de Impulso de la Tecnología 5G'.

Al 'Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia' del Govern d'Espanya es preveu d'invertir 1.500 milions d'euros fins a l'any 2025 per tal de potenciar desplegaments 5G, sobretot en zones rurals. També es buscarà finançar projectes que facin ús d'aquesta tecnologia i de les millores que aporta.

El desplegament de 5G es troba a dia d'avui en fase encara inicial. El desplegament de la banda de 3.500 MHz (altrament anomenada n78 o FR1 *mid band*) se centra en nuclis urbans, on hi ha més densitat de trànsit, donat que es tracta d'una banda de capacitat. El 21 de juliol de 2021 es va llicenciar la banda de 700 MHz (també anomenada n28 o FR1 *low band*). Aquesta és la banda de cobertura de 5G; el seu desplegament començarà també pels nuclis urbans i les principals infraestructures de transport del país. En l'Ordre ETD/534/2021, de 26 de maig, del BOE es detallen, a les clàusules 24 i 25, una sèrie d'obligacions de desplegament que les concessionàries de la banda han d'acomplir fins al juny de 2025. Les concessionàries són Telefónica, Orange i Vodafone, la primera amb concessió demanial de tipus 1.

5G també s'està desplegant en mode DSS (*Dynamic Spectrum Sharing*) als nodes 4G. DSS permet la compartició dinàmica de recursos entre 4G i 5G dins d'una mateixa banda, ja sigui a una de les bandes actualment emprades per 4G o a la banda de 700. Té l'avantatge de permetre un desplegament ràpid de 5G i també de donar capacitat a la 4G on està saturada; 4G segueix sent de llarg la tecnologia que suporta el trànsit de veu i dades. Cal comentar que els terminals empren 4G i 5G de manera simultània, i passen de manera automàtica a la tecnologia que pot donar un millor servei en cada moment i agreguen les capacitats de les dues (*Carrier Aggregation*) quan les dues estan disponibles.

El desplegament de la capa macro de 5G es du a terme principalment a torres o terrats on ja hi ha un node de 4G. Per al desplegament en la banda de 3.500 MHz això suposa la instal·lació de fins a tres antenes actives (una antena per sector), que en general són més petites que les existents. El desplegament de la banda de 700 es du a terme en antenes passives, com les existents —sovint es fan servir les existents o es canvien per unes de semblants que suportin la nova banda.

Es preveu que la capa micro (capa *small cell*) sigui substancialment més rellevant en 5G que en altres tecnologies. A aquest efecte s'està desenvolupant una normativa que en faciliti el desplegament. Tot i així, el desplegament massiu de la capa micro de 5G no es preveu que tingui lloc abans que la tecnologia de nucli 5G estigui madura i implantada, la qual cosa succeirà entre 2022 i 2023.

Dels tres tipus de serveis bàsics 5G (eMBB, URLLC, mMTC) actualment s'està donant el primer, és a dir, el d'amplada de banda mòbil millorada, que és una millora del servei 4G actual. Actualment els nodes de 5G funcionen com una extensió de nodes 4G (sistema NSA, *Non Stand Alone*). El principal benefici és un increment de capacitat, i és per això que el seu desplegament té sentit principalment en àrees d'alta densitat de trànsit que acostumen a estar ubicades a les grans ciutats. Els altres dos tipus de serveis són propis d'un sistema SA (*Stand Alone*), on els nodes 5G passen a estar connectats a nucli 5G, fet que, com s'ha dit abans, es preveu que tindrà lloc entre 2022 i 2023.

Actualment s'estan duent a terme diversos pilots i anàlisis de varietat de casos d'ús de 5G. En una primera fase, on es traurà més profit dels nous serveis 5G serà en l'àmbit del món productiu i dels serveis públics (empreses i administracions públiques).

6

Impactes de la 5G al municipi

L'activitat econòmica de cada dia fa un ús més intensiu de les tecnologies de la informació, motiu pel qual la seva disponibilitat és un facilitador a l'hora de captar inversions. La 5G farà possibles noves oportunitats de negoci basades en la tecnologia. Algunes de les principals innovacions que ajudarà a materialitzar són: **Indústria 4.0**, **smart grids** (xarxes de distribució elèctrica intel·ligents), més flexibilitat en la creació de **xarxes de verticals**, **optimització de processos de logística**, **manteniment preventiu**, **agricultura i ramaderia de precisió** (millora en la presa de decisions a partir de dades reportades per sensors).

La digitalització de la societat és un procés sense marxa enrere. Un dels aspectes principals n'és el **teletreball**. Uns serveis de telecomunicacions de qualitat poden **ajudar les petites localitats a l'hora de combatre el despoblament** i la pèrdua de serveis que això comporta, per mitjà de la captació de residents amb professions que permeten el teletreball.

Els principals àmbits en què la 5G comportarà un impacte per a la **ciutadania**, en tant que facilita el procés de digitalització, són: **teletreball**, **educació**, **salut**, **lleure** i **vehicle connectat**.

En la **gestió municipal**, la tecnologia 5G pot donar un nou impuls al concepte de **ciutat intel·ligent** en facilitar la interconnexió sense fils d'un gran nombre de dispositius. Això permetrà disposar d'informació amb temps, detall i precisió suficients per permetre la millora en l'eficàcia de la presa de decisions i l'eficiència de les operacions, principalment en els següents àmbits: **manteniment** (xarxa de sensors i actuadors en la xarxa d'enllumenat, d'aigües, etc.), **mobilitat** (trànsit), **qualitat mediambiental** (captació d'informació a través de la xarxa de sensors), **turisme** (millora de l'experiència, per exemple fent accessible informació per la via de la realitat augmentada).

Pel que fa als **impactes visual i urbanístic**, la 5G suposarà una densificació del desplegament, en particular mitjançant petites cel·les (*small cells*). Segons la Comissió Europea, en els pròxims anys les operadores de telefonia mòbil implantaran unes 200 cel·les per quilòmetre quadrat en entorns de trànsit de veu i dades dens (principalment centres urbans). Per tal de facilitar el desplegament i evitar problemes d'impacte visual, la Comissió Europea ha definit un tipus d'*small cell* (punts d'accés sense fils per a petites àrees o SAWAPs) que han de complir unes característiques físiques i tècniques detallades en el Reglament d'execució UE 2020/1070, de 20 de juliol. El desplegament macro (instal·lacions a terrats i torres) tindrà fonamentalment lloc com una ampliació tecnològica dels nodes 4G existents, per la qual cosa no comportarà un impacte visual i urbanístic significatiu.

Les característiques de la tecnologia permetran generar tot un seguit de noves aplicacions que impactaran sobre la societat i l'economia.

En el curt termini veurem millores o evolucions de serveis o tendències que actualment ja s'estan usant sobre la 4G. A mitjà i llarg termini apareixeran noves aplicacions que produiran disrupció en el dia a dia de la ciutadania, empreses i administracions.

6.1 Impacte en el desenvolupament econòmic

FIXACIÓ DE CIUTADANIA ALS MUNICIPIS MÉS PETITS



Quan la tecnologia 5G arribi als municipis més petits, de manera complementària o alternativa a la fibra òptica, permetrà fixar la població existent i incrementar el nombre de persones que hi viuen per les possibilitats que generaran les condicions de connectivitat d'alta capacitat necessàries per al bon desenvolupament del teletreball. Respecte de la fibra, la 5G té l'avantatge de poder arribar fins a nuclis i habitatges dispersos sense cap infraestructura sempre que hi hagi visibilitat amb l'antena.

COMPETITIVITAT EN LA CAPTACIÓ D'EMPRESSES

L'element de la connectivitat d'alta capacitat, proveïda per la fibra òptica i ben aviat per la tecnologia 5G, serà del tot determinant en la presa de decisions empresarials respecte de la implantació de les seves dependències. Aquesta competència serà a escala local, regional i mundial. Aquells territoris que puguin proveir aquesta connectivitat són els que partiran amb avantatge per a la captació d'inversions empresarials, no com a element de decisió exclusiu, però sí exclouent.



GENERACIÓ DE NOVES OPORTUNITATS DE NEGOCI BASADES EN LA TECNOLOGIA



Les innovacions i millores en la connectivitat que aporta la 5G contribuiran a canviar com es presten alguns serveis o fins i tot com són alguns productes, la qual cosa farà obsolets alguns models de negoci i alhora en farà possibles de nous, és a dir, sorgiran noves oportunitats de negoci basades en la nova tecnologia. Un altre aspecte que possiblement canviarà la millora en la connectivitat és fer possible una desvinculació més gran de la ubicació física de seues empresarials i talent, la qual cosa fa possible que els pols d'activitat econòmica adquireixin una topologia més distribuïda.

INDÚSTRIA 4.0



En el cas del sector industrial, l'arribada de la 5G permetrà la interconnexió de màquines, objectes i dispositius i oferirà elevats nivells de rendiment i eficiència.

La quarta revolució industrial engloba tecnologies com la internet de les coses, la robòtica i la intel·ligència artificial. Tots aquests avenços, que ja són una realitat per a algunes empreses industrials, seran potenciats exponencialment mitjançant la comunicació sense fils 5G. En concret afectarà principalment les àrees d'automatització de processos i el control de les operacions.

VERTICALS

Quan es parla de verticals ens referim a sectors d'activitat econòmica. Hi haurà verticals que faran un ús especial de la tecnologia 5G amb xarxes pròpies o virtuals. L'automoció, l'energia, la fabricació o la seguretat en són alguns d'aquests. Les generacions anteriors de tecnologies mòbils satisfien principalment les comunicacions humanes en forma de veu, dades i internet. Amb la 5G, els operadors tradicionals de telecomunicacions deixaran de ser els únics que ofereixin els seus serveis mitjançant aquesta tecnologia. En l'àmbit de l'automoció, per exemple, i pel que fa a la possible conducció automatitzada, ens podem trobar en escenaris en els quals seran les empreses d'automoció les que oferiran el seu propi servei de connectivitat, i es podrà produir un canvi en el seu model de negoci.

En la 5G els verticals podran oferir serveis específics i/o proveir-se'n internament, per mitjà de dos models diferents:

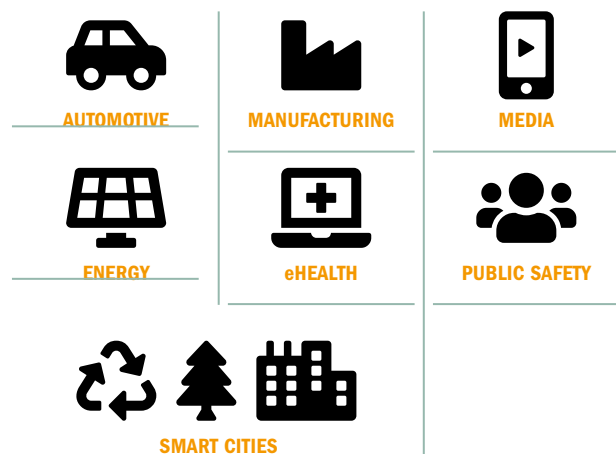
- Un serà per *network slicing* (vegeu 3.4), que permetrà virtualitzar una xarxa privada d'extrem a extrem dins la xarxa d'un operador de telecomunicacions. Amb la virtualització, el vertical disposarà d'una xarxa —pròpia privada— però suportada en una infraestructura pública; és el mateix concepte pel qual en el núvol es virtualitzen servidors propis. Aquest model és útil tant per proveir serveis (per exemple, en el cotxe connectat, el fabricant pot oferir serveis d'assistència als seus clients), com per proveir-se d'aquests (també en el cotxe connectat, el fabricant pot recollir dades del comportament dels vehicles per tal de millorar el producte).

- L'altre consisteix en el fet que el vertical, en determinades àrees geogràfiques —com una planta industrial, per exemple— desplegui la seva pròpia xarxa 5G privada; conceptualment és el mateix que disposar de servidors físics a les seves instal·lacions.

Aquestes xarxes privades poden ser possibles per mitjà d'un nou esquema de licitació. Per exemple, a Alemanya, on part de l'FR1 *mid band* es licita localment d'una manera semblant a com es liciten les freqüències de les emissores de ràdio, una planta industrial pot desplegar la seva pròpia xarxa. Un altre exemple és la banda CBRS als Estats Units, en la que hi ha un esquema de compartició dinàmica de banda basat en prioritats.

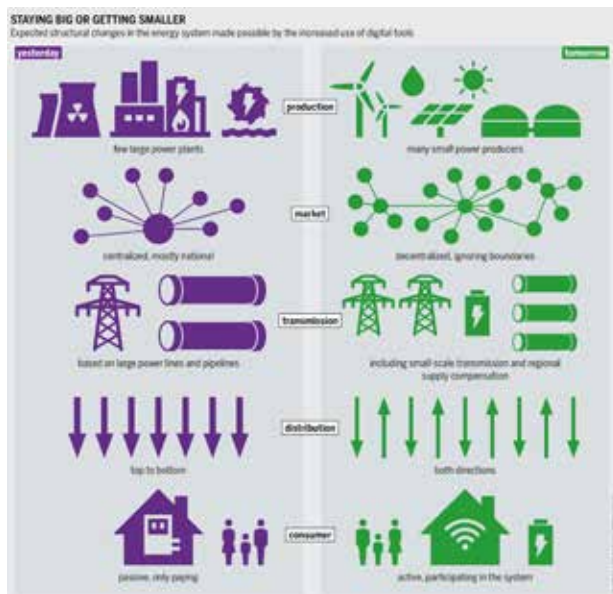
A Esàmya aquest tipus de licitació tindrà lloc en el marc de l'assignació de freqüències en al banda de 26 GHz (FR2), que tindrà lloc la primera meitat de 2022.

- En Release 16 de l'estàndard, del juny de 2020, 5G també permet l'operació en bandes lliures.



SMART GRIDS

La baixa latència i la possibilitat de virtualitzar d'extrem a extrem xarxes especialitzades per servei (*network slicing*) de la tecnologia 5G permetran la gestió més eficient de les *smart grids* o xarxes intel·ligents. Les *smart grids* són xarxes elèctriques que permeten un flux bidireccional d'electricitat i dades amb tecnologia de comunicacions digitals que aconseguen la màxima eficiència energètica, reduint costos, augmentant la fiabilitat i la seguretat en la producció, el subministrament i el consum, alhora que detecten, reaccionen i actuen davant canvis d'ús i problemes múltiples. Permeten als consumidors convertir-se en participants actius.



LOGÍSTICA



Un dels sectors on s'estima un impacte més gran és la indústria de la logística. Es preveu que la 5G obrirà noves oportunitats d'innovació en els processos operacionals de la cadena de subministraments, on la comunicació constant d'extrem a extrem i en temps real facilitarà millors dades per al monitoratge, l'automatització i el lliurament de serveis avui complexos.

La 5G pot ser de gran ajuda per poder automatitzar flotes de vehicles autònoms i permetrà implementar una sèrie de sensors amb un cost relativament més baix que permeti que s'etiqueti i es rastregi cada article. Això permetrà augmentar la visibilitat d'extrem a extrem esmentada i ajudarà a evitar les pèrdues.

MANTENIMENT PREDICTIU

Fins ara el manteniment de la maquinària industrial s'ha realitzat o bé de manera correctiva, reparant la màquina un cop es produeix l'avaria, o bé de manera preventiva, és a dir, fent manteniments periòdics a partir de models estadístics.

L'aplicació de la 5G i la internet de les coses habilitaran el monitoratge continu del funcionament de les màquines que conformen un procés productiu i permetran la creació de models matemàtics que en determinaran el funcionament en condicions de treball normal. A partir d'aquí, qualsevol desviació dels paràmetres de funcionament respecte del model de treball establert serà un indicador que permetrà estimar la probabilitat que succeeixi una fallada acotada en temps i impacte, la qual cosa farà possible una planificació de manteniment preventiu acurada.



ACTIVITAT AGRÍCOLA I RAMADERA



En l'àmbit de l'agricultura, la sensorització o l'ús de drons permetran donar accés en temps real a dades dels conreus per identificar problemes.

Una aplicació per a la ramaderia podrà ser el control del ramat mitjançant sensors IoT i acceleròmetres instal·lats en els seus collars. Patrons d'alimentació, salut i fertilitat seran informacions de les quals els ramaders podran disposar en línia.

La gestió forestal també es podrà beneficiar de l'ús dels drons connectats mitjançant la 5G.

6.2 Impacte per a la ciutadania

TELETREBALL

L'any 2020 s'ha produït l'acceleració en la pràctica del teletreball a conseqüència de la crisi sanitària. Aquesta ha estat una oportunitat per interioritzar els avantatges i els elements a millorar per a la majoria de les organitzacions públiques i privades. Les característiques tècniques de la 5G permetran incrementar-ne les possibilitats.



EDUCACIÓ



Amb el confinament derivat de la crisi sanitària del 2020 es va produir un salt bruscat de l'ensenyament a distància. Com en altres àmbits, s'ha produït una acceleració en la seva introducció que caldrà veure com acaba consolidant-se. En tot cas, la 5G en permetrà la realització amb normalitat tecnològica.

L'aprenentatge immersiu mitjançant l'ús de la realitat virtual podrà traslladar els alumnes a entorns diferents com altres espais o països, per exemple, amb l'objectiu d'obtenir un coneixement més concret de la temàtica estudiada. Aquesta experiència es podrà complementar amb la internet tàctil i es podran simular operacions complexes per a la seva pràctica en entorns virtuals segurs.

SALUT

La capacitat més gran de connexió de dispositius a les xarxes 5G permetrà un desplegament massiu de sensors amb els quals, mitjançant dispositius com rellotges o polseres, es podran monitorar els pacients que ho necessitin per poder fer-los un seguiment dels tractaments o el desenvolupament de malalties de manera personalitzada i sense la necessitat de desplaçament a un centre mèdic.

Com en el cas de l'ensenyament, la crisi sanitària del 2020 ha comportat en alguns casos la posada en pràctica de les consultes mèdiques a distància. Amb l'arribada de la 5G, l'estandardització de la fiabilitat de les transmissions i les videoconferències en alta resolució entre la població permetrà la virtualització d'una part de les consultes mèdiques, la qual cosa significarà un estalvi en desplaçaments i temps d'espera.

Operacions quirúrgiques a distància. El vídeo en ul-

tra alta definició i la reducció de la latència que posarà a disposició la 5G permetrà la cirurgia remota mitjançant l'ús de braços robòtics i el guiatge i supervisió per part d'especialistes situats en altres ubicacions geogràfiques. Malgrat que això ja es pot realitzar mitjançant la connexió de dos centres per fibra òptica, la introducció de la 5G permetrà l'extensió d'aquesta possibilitat a vehicles de servei d'emergències mèdiques.



LLEURE



El consum de vídeo en ultra alta definició millorarà la qualitat de la imatge que es rep en els dispositius i, amb la introducció de la realitat virtual, es podran oferir experiències immersives de consum de continguts en els quals se situa l'espectador enmig de l'escena.

La possibilitat que ja existeix en alguns videojocs s'estendrà i es crearan experiències en les quals el jugador viurà el videojoc com si formés part del món virtual on es desenvolupa.

En l'àmbit del comerç es podran visualitzar els articles mitjançant la realitat augmentada per veure com ens queda un article sobre el cos real o veure com encaixa un moble sense la necessitat de desplaçar-se a l'establiment.

CASES INTEL·LIGENTS. LA DOMÒTICA

Com en altres àmbits, en els darrers temps s'han anat introduint a les llars diferents elements intel·ligents com bombetes, càmeres, termòstats o aspiradors connectats mitjançant la xarxa wifi local a Internet i, en molts casos, als assistents virtuals com Alexa, Siri o Google Assistant. Amb la 5G la internet de les coses esdevindrà ubíqua i massiva i farà que, per exemple, molts dels electrodomèstics tinguin la característica de la connectivitat.



VEHICLES AUTÒNOMS / VEHICLES CONNECTATS

El cotxe estarà connectat a estacions de telefonia o a aparells ubicats al costat de la via pública i tindrà connexió a Internet en temps real. Hi haurà una connectivitat tan massiva i ràpida que el cotxe tindrà informació de les condicions de la via i de les accions que duen a terme altres vehicles en temps real. Tots els sensors que portarà detectaran obstacles, tant dins com fora de la carretera, i advertiran de condicions adverses, com ara gel, sots o accions imprevistes, com frenades brusques un centenar de metres més enllà.

També es busca un cotxe connectat que es pugui conduir sol. Abans d'arribar al cotxe autotripulat, es passarà per diferents graus d'autonomia, des de la conducció assistida fins a una conducció en què el vehicle autònomament portarà les persones fins al lloc indicat.



6.3 Impacte en la gestió municipal

La 5G pot donar un nou impuls al concepte de ciutat intel·ligent en permetre la interconnexió sense fils d'un gran nombre de dispositius amb una baixa latència, la connexió dels els diferents sensors entre si en temps real i l'augment de l'eficiència en la presa de decisions per part dels responsables municipals.

MANTENIMENT



El monitoratge de diferents serveis urbans per poder prendre decisions amb informació en temps real, per exemple respecte de l'estat dels contenidors, pot permetre optimitzar les ubicacions i el nombre de contenidors i generar eficiències en les rutes de recollida, més enllà de poder saber qui i com diposita els residus.

En el manteniment, amb la sensorització dels diferents elements de la via pública i xarxes de servei, es podrà conèixer el seu estat per poder intervenir-hi amb una resposta immediata o preventivament. L'ús de la realitat augmentada vinculada a elements de l'espai públic pot permetre accedir a informació sobre aquests i a protocols d'actuació per a la seva reparació.

Un exemple de possible millora d'eficiència el podem trobar en la gestió de la xarxa d'aigua. La combinació de mesuradors de cabal amb sensors d'humitat i pluja, i també amb sensors de productes químics, permetrà de passar de detectar fuites a aconseguir un ús més ajustat i intel·ligent de l'aigua.

La gestió dels edificis municipals (ja és possible amb la tecnologia actual la gestió del clima i la il·luminació dels diferents equipaments municipals) amb la combinació de sensorització i intel·ligència artificial podrà millorar l'eficiència del consum energètic.

MOBILITAT

La 5G permetrà connectar un gran xarxa de sensors i dispositius que donaran en temps real una informació molt completa i detallada de l'estat i les condicions del trànsit, amb la qual, amb l'aplicació d'algoritmes d'intel·ligència artificial, es podrà aconseguir un trànsit més fluid i eficient, prendre les mesures adequades per anticipar-se a possibles problemes i informar de manera automàtica els vehicles de les incidències. Aplicant la mateixa informació a la gestió del transport públic i sumant-hi la d'ocupació de vehicles i de gent que espera a les parades, també serà possible una optimització del servei amb l'adaptació d'horaris i trajectes a les necessitats de cada moment.



SEGURETAT



En l'àmbit de la seguretat, les característiques de la 5G permetran un ús més extensiu de les càmeres de seguretat en temps real i alta definició, tant en punts fixos com en diferents tipus de vehicles.

Network slicing permetrà la creació de xarxes de comunicació segures i privades (crítiques), per als serveis d'emergència i de policia, amb accés prioritari als recursos de la xarxa pública.

Fins i tot, en casos d'emergències, podria ser possible enviar un dron per avançat per conèixer-ne l'abast.

QUALITAT MEDIAMBIENTAL

La sensorització també ha de permetre la generació de dades necessàries per facilitar la presa de decisions respecte de la qualitat de l'aire i l'acústica. Un dels possibles casos d'aplicació pot ser la instal·lació de dispositius en autobusos que facilitarien dades dinàmiques per calcular amb més precisió l'índex de qualitat de l'aire. O desplegar sonòmetres en les zones d'oci més concorregudes per disposar d'una mesura del nivell de soroll, així com poder prendre decisions en temps real en el moment en què es detectin nivells de soroll elevats de manera sostinguda en el temps.

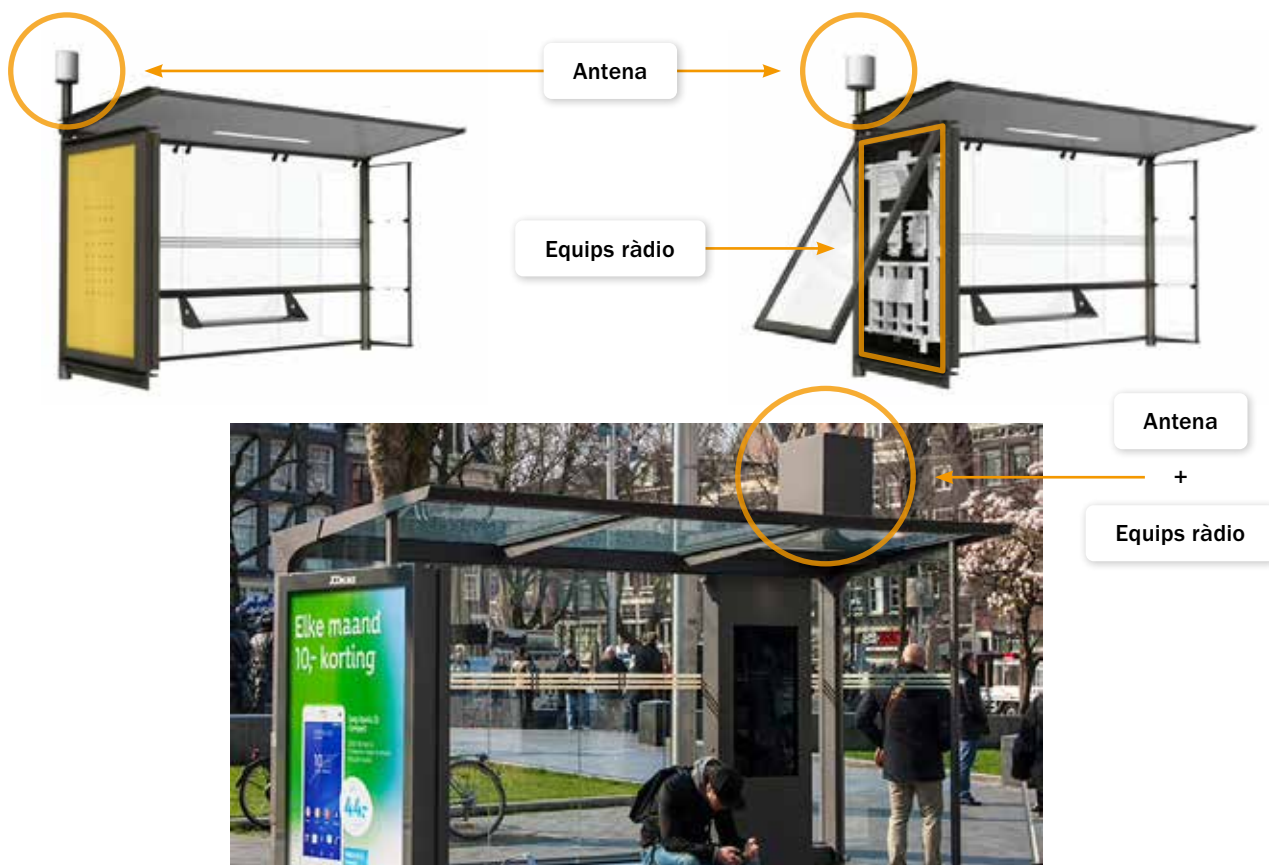


- El SAWAP haurà de tenir coherència visual amb l'estructura que el sustenti (forma coherent, colors neutres concordants i cables ocults) i una mida proporcionada en relació amb la mida global d'aquesta estructura.
- No es crearà una contaminació visual suplementària conjuntament amb d'altres SAWAPs ja instal·lats en el mateix emplaçament o emplaçaments adjacents.
- El pes i la forma del SAWAP no exigirà un reforç estructural de l'element on s'implanti.
- Els SAWAPs de la classe E10 (10 W) de la norma EN 62232:2017 únicament s'instal·laran en espais exteriors o en zones àmplies en interiors (com museus, estadis, palaus de congressos, aeroports, estacions de metro, estacions de ferrocarril o centres comercials) que tinguin una alçària de sostre mínima de 4 metres. A la resta de classes de la norma, això és l'E2 i l'E0, que es corresponen a instal·lacions de baixa o molt baixa potència en què la distància de protecció és zero o d'uns pocs centímetres, aquesta restricció d'alçària no s'aplica. Aquestes classes es refereixen a les antenes avui dia ja molt habituals en interiors com oficines, hotels o botigues.

Així mateix s'estableix que els SAWAPs hauran de complir els requisits de la norma europea EN 62232:2017: «Determinación de la intensidad del campo de RF, densidad de potencia y SAR en la proximidad de las estaciones base de radiocomunicaciones con el fin de evaluar la exposición humana», i la seva implantació s'efectuarà d'acord amb les classes d'instal·lació E0, E2 i E10 del quadre 2 de l'article 6.2.4 d'aquesta norma, que implica que la part radiant més baixa d'una antena de la classe E10 ha de tenir una alçària mínima de 2,2 metres per sobre de la via pública general per garantir una distància de com a mínim 20 cm entre el lòbul principal de l'antena i el cos d'una persona de 2 metres d'alçada.

Seguidament es mostren alguns exemples de l'aspecte que tindran els SAWAPs ubicats a la via pública.

SAWAPs a marquesines de parada d'autobús ▼

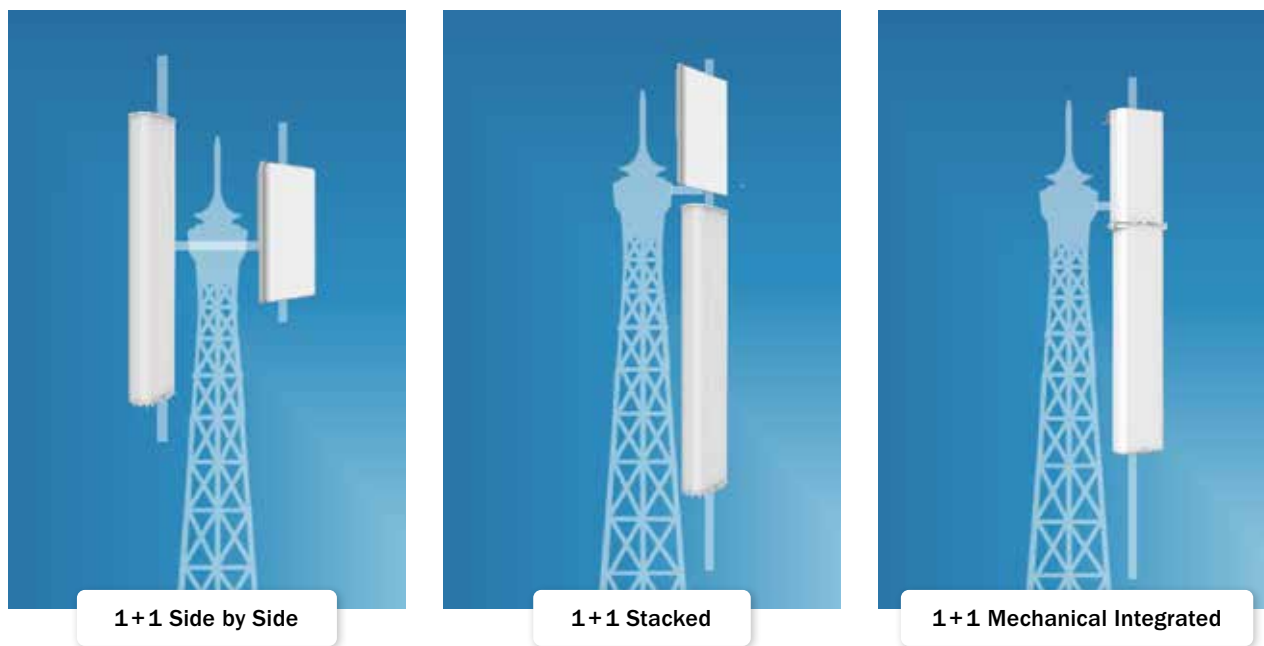


SAWAPs ubicats a fanals ▼



En relació amb les estacions base (macros) que puguin implantar-se per al desplegament de la tecnologia 5G, no es preveuen modificacions significatives en l'aspecte visual en relació amb les estacions base actualment existents. En la majoria dels casos es duren a terme actuacions d'innovació tecnològica o adaptació tècnica d'estacions base existents, mitjançant la incorporació d'una antena activa 5G. Per a la banda FR1 *low band* (banda 700 MHz), pot comportar un canvi de l'antena passiva actual, encara que hi ha alguns models d'antena ja instal·lats que la suporten. Per a la banda FR2 *mid band* (banda 3.500 MHz, s'afegirà una antena activa. La ubicació d'aquesta antena es farà bàsicament de tres maneres, depenent de les particularitats de l'emplaçament, tal com es mostra a sota.

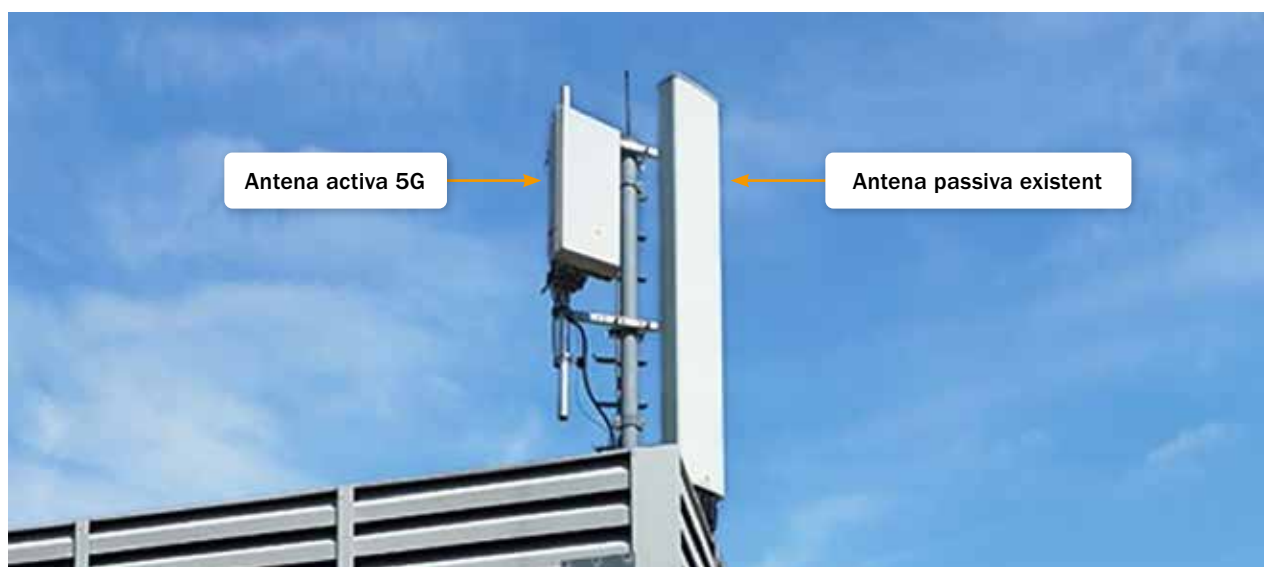
Maneres d'ubicar l'antena activa de banda n78 ▼



Font: Huawei

A la següent imatge es mostra en un emplaçament existent l'antena passiva i l'activa d'FR1 *mid band*.

Maneres d'ubicar l'antena activa de banda n78 ▼



Font: Huawei

7

Exposició a camps electromagnètics



Els camps electromagnètics (CEM de radiofreqüència pertanyen, com la llum visible, a la categoria de radiacions **no ionitzants**. Per tant, no són capaços de causar alteracions en l'estructura de la matèria i els seus efectes no van més enllà dels tèrmics. Com en les altres tecnologies de telefonia mòbil, l'acompliment de la **normativa d'emissions** està regulada per l'Estat en harmonia amb les recomanacions de la UE, que garanteixen que no hi hagi cap risc per a la salut. Qualsevol nou node de telefonia mòbil, o la modificació d'un d'existent, és aprovat individualment per l'autoritat competent (Secretaria d'Estat de Telecomunicacions i Infraestructures Digitals).

La legislació estatal ([Reial decret 1066/2001](#), [Reial decret 123/2017](#), [ordre CTE 23/2002](#)) estableix els límits d'exposició i els procediments de verificació del seu compliment, amb revisions anuals. La Generalitat de Catalunya, a través de l'SMRF (Sistema de Monitoratge de radiofreqüència), porta un control continu dels nivells de CEM en més de 300 punts de 184 municipis. En ambdós casos els resultats són públics.

Els límits d'exposició esmentats es basen en les recomanacions de la ICNIRP i l'ICES, que són el resultat de l'anàlisi exhaustiva de nombrosos informes científics per part d'equips internacionals i multidisciplinaris.

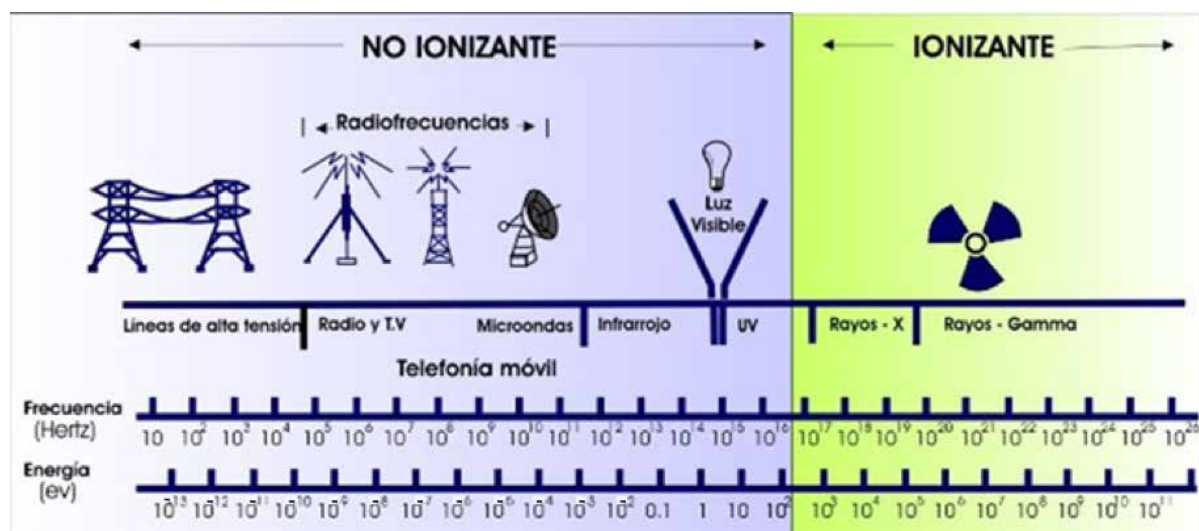


7.1 Què són els camps electromagnètics

El **camp electromagnètic** és un camp produït per la presència d'objectes carregats elèctricament. Aquest camp s'estén indefinidament a través de l'espai i afecta el comportament dels objectes. Les seves propietats difereixen en funció de les seves freqüències²¹.

A efectes de salut, cal distingir entre radiacions **ionitzants** i radiacions **no ionitzants**. La diferència és que els fotons de les ionitzants²² tenen prou energia per trencar enllaços moleculars, és a dir, ionitzar. Els serveis de **radiocomunicació** (com per exemple la telefonia mòbil) empen freqüències **no ionitzants**.

Radiacions ionitzants i no ionitzants ▼



Font: UIB (Universitat Illes Balears)

Així doncs:

- Les radiacions ionitzants (raigs UV, raigs X o gamma) tenen potencial per danyar el material genètic d'un ésser viu, i per tant suposen un risc de desencadenar un càncer.
- Les ones radioelèctriques utilitzades en 5G NO són ionitzants, i estan molt lluny de ser-ho. Les seves freqüències són molt més baixes que la llum visible (entre 1 i 10 milions de vegades més baixes), que tampoc és ionitzant.
- Existeix radiació electromagnètica natural en tot l'espectre. Per exemple, el Sol emet una gran quantitat de radiació electromagnètica centrada en els raigs infrarojos i la llum visible. A la latitud de Catalunya un migdia d'estiu es poden rebre uns 900 W/m² de radiació solar²³, molts més que el màxim de 10 W/m² que es pot rebre de la telefonia mòbil, que es correspon al límit fixat per la normativa; és més, al mateix terrat on hi ha les antenes, a la majoria de punts no se superen les poques centenes de mW/m² (mil·liwatt: mil·lèsima part d'un watt) i al carrer i a l'interior d'edificis la potència va des de poques centenes de uW/m² (microwatt: milionèsima part d'un watt) a desenes de nW/m² (nanowatt: mil milionèsima part d'un watt).

²¹ Una ona genèrica està composta per una suma d'ones sinusoidals, que tenen una freqüència determinada. Des del punt de vista de l'electrodinàmica clàssica, el camp electromagnètic seria un camp continu i uniforme que es propaga com una ona. En canvi, des del punt de vista de la mecànica quàntica, el camp electromagnètic estaria compost per unitats discretes, els fotons.

²² L'energia del fotó és directament proporcional a la freqüència de l'ona sinusoidal associada. Només els fotons de molta alta energia tenen longituds d'ona associada properes a la mida de les molècules i per tant hi poden incidir (longitud d'ona: distància que recorre l'ona en un cicle; la freqüència és l'invers de la duració del cicle: freqüència molt alta, longitud d'ona molt curta).

²³ "Atlas de Radiació Solar a Catalunya". Institut Català de l'Energia. ICAEN 2000. Pàgina 13: "...a Catalunya, el valor màxim d'irradiància és al voltant de 1.000 W/m²." <http://icaen.gencat.cat/ca/detalls/publicacio/Atlas-de-radiacio-solar-a-Catalunya-00003>

7.2 5G i salut

El principal referent mundial sobre aquesta matèria és la ICNIRP²⁴ (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*). En les recomanacions indicades en el document “*Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz)*”²⁵, a l’apèndix B “*health risk assessment literature*” s’expliquen els estudis avaluats sobre possibles afectacions sobre diferents sistemes i malalties, inclòs el càncer. La conclusió final és que no hi ha evidència d’efectes adversos sobre la salut a nivells d’exposició inferiors als nivells recomanats a les recomanacions ICNIRP (1998), ni tampoc cap evidència del fet que per sota d’aquests nivells pugui haver-hi un mecanisme d’interacció que predigui que es pugui produir cap efecte advers sobre la salut.

Al març de 2020 es van publicar les noves recomanacions de la ICNIRP, que incorporen alguns canvis sobre les recomanacions de 1998 que s’aniran traslladant a les legislacions, encara que cap d’aquests canvis afecta les freqüències utilitzades per la 5G²⁶.

Un altre referent important és l’IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) a través de l’ICES (*International Committee on Electromagnetic Safety*), amb l’estàndard C95.1-2019 “*IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz*”²⁷. A la taula 7 sobre els “Nivells restrictius per a l’exposició de tot el cos de persones en entorns sense restriccions (100 kHz a 300 GHz)”, coincideixen amb els recomanats per la ICNIRP en les freqüències utilitzades en 5G, mentre que a l’annex B.1.5 s’afirma que no hi ha proves justificades de malalties o lesions derivades de l’exposició a l’energia electromagnètica de radiofreqüència quan les exposicions es troben dins dels límits de l’estàndard.

A la seva web, l’OMS (WHO en anglès) hi té una pàgina dedicada a la 5G amb el títol “Xarxes mòbils 5G i salut”. Sobre els potencials riscos sobre la salut indica:

“Fins ara i després de moltes investigacions realitzades, no s’ha relacionat causalment cap efecte advers sobre la salut amb l’exposició a tecnologies sense fils. Les conclusions relacionades amb la salut s’extreuen d’estudis realitzats a tot l’espectre radiofònic, però, fins ara, només s’han dut a terme alguns estudis a les freqüències que hauria d’utilitzar la 5G.

L’escalfament de teixits és el principal mecanisme d’interacció entre els camps de radiofreqüència i el cos humà. Els nivells d’exposició a radiofreqüència de les tecnologies actuals produeixen un augment de la temperatura insignificant al cos humà.

A mesura que augmenta la freqüència, hi ha menys penetració en els teixits del cos i l’absorció de l’energia es redueix a la superfície del cos (pell i ull). Sempre que l’exposició global es mantingui per sota de les recomanacions internacionals, no es preveuen conseqüències per a la salut pública.”

Les freqüències que farà servir la 5G a la banda de 26 GHz estan en el cas que explica l’OMS en el darrer paràgraf.

²⁴ ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), una organització no governamental amb seu a Munic, que aconsella organismes tals com l’OMS, l’OIT o la Comissió Europea. Tal com diu a la seva web, el seu objectiu és protegir les persones i el medi ambient contra els efectes adversos de les radiacions no ionitzants (en anglès NIR). Les seves recomanacions es basen en l’evidència científica i per això disposa d’un elenc d’experts propis i externs, de diferents països i disciplines, com la biologia, l’epidemiologia, la medicina, la física i la química, que treballen conjuntament per avaluar el risc d’exposició a les NIR i proporcionar orientacions sobre l’exposició. Els experts de la ICNIRP basen les seves recomanacions en publicacions científiques sobre efectes biològics i mecanismes d’acció de la radiació per a tot el rang de freqüències NIR. Aquestes es poden consultar a <https://www.icnirp.org/>

²⁵ “ICNIRP guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 KHZ TO 300 GHZ)” Març de 2020.

<https://www.icnirp.org/en/activities/news/news-article/rf-guidelines-2020-published.html>

²⁶ “Differences between the ICNIRP (2020) and previous guidelines” <https://www.icnirp.org/en/differences.html>

²⁷ “IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, 0 Hz to 300 GHz”. IEEE-ICES

https://standards.ieee.org/standard/C95_1-2019.html

²⁸ WHO. 5G mobile networks and health <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health>

A continuació també s'indica:

“Actualment, l'exposició de les infraestructures 5G a uns 3,5 GHz és similar a la de les estacions base de telèfons mòbils existents. Amb l'ús de diversos feixos de les antenes 5G, l'exposició podria ser més variable en funció de la ubicació dels usuaris i del seu ús. Atès que la tecnologia 5G es troba actualment en una fase inicial de desplegament, encara s'està investigant l'abast de qualsevol canvi en l'exposició als camps de radiofreqüència.”

Això fa referència a la tecnologia *massive MIMO*, clau en 5G. En tant que el diagrama de radiació és variable (dinàmic), els mateixos amplificadors de ràdio de tots els fabricants incorporen un sistema que regula de manera dinàmica la potència per tal de complir la normativa d'emissions en totes les direccions de l'espai i en tot moment.

Al lloc web del Departament de Polítiques Digitals de la Generalitat de Catalunya, a la part de governança radioelèctrica, estudis i informes²⁹, es pot consultar una àmplia informació sobre aquests temes entre els quals hi ha l'“Informe anual 2019 del nivell d'exposició a camps electromagnètics de radiofreqüència a Catalunya”, de juny de 2020, que indica l'evolució temporal dels nivells d'exposició.

Entre aquesta informació també es pot destacar l'“Informe sobre radiofrecuencias y salud (2016-2019)”³⁰ del CCARS, i “Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos”³¹, publicat a la web de l'OMS i que explica de manera molt senzilla què són els camps electromagnètics, aborda el tema de la percepció del risc i dona consells per a la seva gestió.

7.3 Exposició a camps electromagnètics a Catalunya. Xarxa SMRF

Fins aquí s'ha vist què són els camps electromagnètics i en quines condicions són segurs. Ara s'abordarà quins nivells hi ha i com es controla que estiguin dins dels marges considerats segurs.

Per a això, Catalunya disposa de la xarxa SMRF (Sistema de Monitoratge de Radiofreqüència), d'equips de monitoratge de mesura contínua del nivell de CEM de RF més gran del món, amb més de 300 equips instal·lats a 184 municipis de Catalunya, molts dels quals es van instal·lar en el marc del projecte LIFE09 “Radioelectric governance: environment and electronic communication policies for deployment of radiocom infrastructures”, cofinançat per la Comissió Europea. Aquests equips mesuren de manera contínua el nivell de CEM i envien les mesures automàticament a un centre de control propietat de la Generalitat de Catalunya³².

Al punt 4.1 de l'informe anual 2019, s'indica que “tots els nivells mesurats amb els equips de monitoratge de la xarxa SMRF, que mesuren tant el nivell de CEM d'RF de la banda de telefonia mòbil de 900 MHz, 1.800 MHz i 2.100 MHz, com de tota la banda de freqüències de 100 kHz a 8 GHz, han estat inferiors als nivells restrictius indicats a la normativa”. Donat que la normativa pel que fa a nivells s'ajusta a les recomanacions de la ICNIRP, d'acord amb aquest organisme no hi hauria evidència científica que els nivells detectats en aquests punts puguin ser perjudicials per a les persones.

D'altra banda, al punt 7.1 del mateix informe (“Comparativa dels nivells mesurats pels equips de monitoratge entre els anys 2013 i 2019”) es presenten tres gràfiques d'evolució en el període indicat i hi ha anys que els nivells mesurats han baixat, com es veu en la figura de baix, que és la més representativa de la telefonia mòbil. En tot cas, els nivells mesurats estan molt per sota dels nivells restrictius malgrat que els equips són a llocs molt més exposats del que ho estan les persones en general.

²⁹ Polítiques digitals, governança radioelèctrica, estudis i informes <http://politiquesdigitals.gencat.cat/ca/tic/governanca/estudis/>

³⁰ “INFORME SOBRE RADIOFRECUENCIAS Y SALUD (2016-2019)” CCARS 2020 [https://ccars.org.es/attachments/article/264/Informe%20sobre%20Radiofrecuencias%20y%20Salud%202016-2019%20\(CCARS\).c.pdf](https://ccars.org.es/attachments/article/264/Informe%20sobre%20Radiofrecuencias%20y%20Salud%202016-2019%20(CCARS).c.pdf)

³¹ “Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos”. INICTEL 2002 <https://www.who.int/peh-emf/publications/riskspanish/en/>

Comparativa dels nivells mesurats pels equips de monitoratge entre els anys 2013 i 2019 ▾



Font: Xarxa SMRF

7.4 Legislació

Tal com s'ha explicat al capítol 4, dedicat al marc regulador, la competència en matèria de “telecomunicacions” correspon a l'Estat amb caràcter exclusiu, i aquesta competència inclou la facultat de determinar, controlar i inspeccionar els nivells únics d'emissió radioelèctrica tolerable i que no suposin un perill per a la salut pública. Aquests límits han de ser respectats per la resta d'administracions públiques, autonòmiques i locals (art. 61 LGTel), i, per tant, ni la Generalitat ni els ajuntaments poden regular límits diferents.

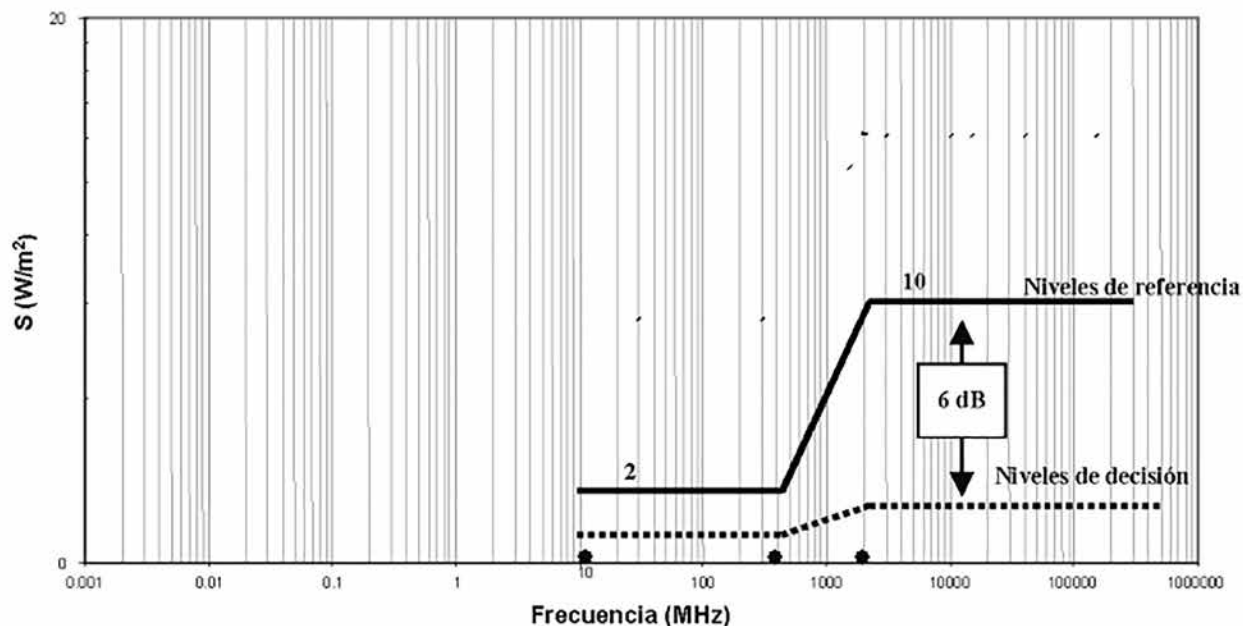
En aquest sentit, la normativa vigent en relació amb l'exposició a camps electromagnètics en tot l'Estat és l'RD 1066/2001³³, de 28 de setembre, pel qual s'aprova el Reglament que estableix condicions de protecció del domini públic radioelèctric, restriccions a les emissions radioelèctriques i mesures de protecció sanitària davant d'emissions radioelèctriques; mentre que a l'Ordre ministerial CTE/23/2002³⁴, d'11 de gener, per la qual s'estableixen condicions per a la presentació de determinats estudis i certificacions per operadors de serveis de radiocomunicacions, es determinen els procediments per calcular, realitzar mesures, aplicar distàncies de seguretat i reportar els informes al Ministeri. Els nivells restrictius indicats a l'RD 1066/2001³⁵ són els indicats a la Recomanació europea 1999/519/CE, de 12 de juliol de 1999, relativa a l'exposició del públic en general a camps electromagnètics (0 Hz a 300 GHz), que a la vegada es basa en les recomanacions científiques establertes per la ICNIRP.

³³ A conseqüència de les noves recomanacions de la ICNIRP de 2020, s'espera que en algun moment els nivells especificats en aquest decret s'actualitzin, tot i que en les freqüències de 5G no hi ha d'haver canvis als nivells de referència.

³⁴ Ordre ministerial CTE/23/2002 consolidada: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-694>

³⁵ Reial decret 1066/2001 consolidat: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-18256>

Nivells de referència en les bandes de 5G ▼



Font: Ordre ministerial CTE/23/2002

També cal tenir en compte el Reglament sobre l'ús del domini públic radioelèctric, aprovat pel Reial decret 123/2017, de 24 de febrer, que modifica les dues normes anteriors i estableix, entre d'altres, el procediment per a l'autorització de les estacions radioelèctriques.

Per obtenir aquesta autorització, els projectes tècnics hauran d'incloure un estudi detallat, signat per un tècnic competent, dels nivells d'exposició en àrees en què puguin romandre habitualment les persones³⁶. En aquest estudi es té en compte la nova estació i també les emissions existents en l'entorn, per comprovar que en el seu conjunt no se superen els límits previstos per la normativa.

L'autorització de la posada en servei de l'estació requerirà, a més, un acte de reconeixement tècnic per verificar que no se superen els nivells restrictius de la normativa vigent, que d'acord amb els supòsits establerts en la Resolució de 4 de maig de 2017 i el Reial decret 391/2019, de 21 de juny, es realitzarà mitjançant una certificació substitutiva de l'acte de reconeixement. En aquest cas, la sol·licitud de l'autorització per a la posada en servei haurà d'incloure una certificació de nivells d'exposició signada per un tècnic competent seguint el procediment de l'Ordre CTE/23/2002.

En el portal Infoantenas³⁷ poden trobar-se totes les estacions de telefonia mòbil de l'Estat incloses les de 5G. Un cop autoritzades, les estacions radioelèctriques han de passar un control periòdic dels nivells d'emissió. En aquest sentit, els titulars de drets d'ús del domini públic radioelèctric estan obligats a presentar, en el primer trimestre de cada any, una certificació emesa per un tècnic competent, que declari que durant l'any anterior ha respectat els límits establerts per la normativa, en àrees properes on puguin romandre les persones.

L'Ordre CTE/23/2002 estableix diferents tipologies d'estació radioelèctrica segons la seva potència i si estan en un entorn urbà o no. En cada cas hi ha diferències en la documentació que cal aportar al projecte.

³⁶ Es tindran en compte els "punts sensibles" a 100 m al voltant de l'estació. S'entenen per punts sensibles les escoles bressol, els centres d'educació infantil i primària, els centres d'ensenyament obligatori, els centres de salut, els hospitals, els parcs públics i les residències o centres geriàtrics.

³⁷ Portal Infoantenas: <https://geportal.minetur.gob.es/VCTEL/vcne.do>

7.5 Altres aspectes

Finalment, dos apunts a fi i efecte d'ajudar a filtrar la molta informació que avui dia pot arribar a mans dels ciutadans, i d'aquí als ajuntaments:

- Per a què d'un estudi s'en puguin obtenir resultats concloents, aquest s'ha de realitzar seguint mètodes i criteris rigorosos i ha de poder ser validat per altres grups de treball independents aplicant els mateixos mètodes i criteris, tal com estableix la metodologia científica.
- Radiació no equival a radioactivitat. Per exemple: els radiadors de calefacció que hi ha a les cases no són radioactius. Si cerquem al diccionari de l'IEC, aquestes podrien ser les definicions de radiació més adients als efectes d'aquest document:
 - 1.2 f. [FIF] Raig o rajos de llum, de calor, etc., radiats.
 - f. [FIF] [ME] [EL] Emissió i transferència d'energia en forma d'ones electromagnètiques o partícules.
 - 2.8 [FIA] Radiació electromagnètica. Conjunt d'ones elèctriques i magnètiques acoblades que viatgen a la velocitat de la llum i difereixen en longitud d'ona o freqüència en funció de la seva energia.

8

Resum de l'enquesta i tipologia de municipis



L'objectiu era tenir una aproximació de l'estat de les coses respecte del desplegament actual de fibra òptica i telefonia mòbil, i de l'aplicació de les tecnologies sense fils als municipis, i conèixer accions i percepcions sobre el futur desplegament de la 5G.

El present informe s'ha elaborat a partir de les dades de 444 ajuntaments d'un total de 947 municipis catalans, la qual cosa suposa un nivell de representativitat de gairebé el 50%.

Només 81 municipis, el 18% dels enquestats, manifesten no tenir cap de les dificultats habituals que presenta el desplegament de la telefonia mòbil respecte a la facilitat de desplegament i rendibilitat de les estacions base de telefonia mòbil, que són: una orografia complicada, la baixa densitat i la dispersió de la població.

El 40% dels enquestats (175 del total) disposa de fibra òptica a la totalitat del municipi, un 37% (161 del total) en disposa parcialment i un 23% (98 del total) no en disposa en absolut, aquests últims tots en el grup de menys de 15.000 habitants.

Respecte a les torres de telefonia mòbil privades, el desplegament tampoc és uniforme: 62 municipis diuen no disposar de cap infraestructura i 73 no en tenen coneixement, probablement perquè tampoc en tenen. Un 20% de la mostra únicament té una torre, un 40% té entre 1 i 5 torres, i només un 9% té més de 5 torres. Majoritàriament aquests últims corresponen a municipis de més de 15.000 habitants. Aquestes infraestructures permeten als operadors de telefonia mòbil oferir cobertura i donar servei als ciutadans.

Gairebé un 50% dels enquestats (220 municipis) diu tenir una xarxa wifi de titularitat municipal que proporciona servei d'accés a Internet gratuït, mentre que prop del 14% (62 municipis) la té privada.

Ja fa temps que als mitjans de comunicació es fa referència a la 5G i així el 90% dels municipis ha sentit a parlar d'aquesta nova tecnologia.

Un 10% dels enquestats diu haver tingut o tenir conflictes relacionats amb el desplegament d'antenes de telefonia mòbil o moviments ciutadans contraris a la 5G. Si ens cenyim als de més de 40.000 habitants, el percentatge puja al 42%.

Pel que fa a les expectatives per la tecnologia 5G, un 20% de la mostra manifesta no esperar-ne res i l'altre 80% n'espera majoritàriament una millora dels serveis de les comunicacions, que funcionin millor i més ràpid.

Es va formular als municipis de menys de 40.000 habitants la pregunta de si estarien disposats a fer una inversió per tal que la 5G arribés al municipi. La resposta va ser afirmativa en un 53% dels casos.

Les proves pilot que s'estan duent a terme a diferents ajuntaments del país són minoritàries. Nou dels enquestats participen en alguna d'aquestes però fins a 88 municipis estarien disposats a impulsar-ne alguna: 71 municipis petits, 10 de mitjans i 7 ciutats.

Finalment, es fa una classificació de diferents tipologies de municipis en funció de la demanda, de les infraestructures de telecomunicacions ja desplegades, i de components específics: territorial, econòmic singular o de desplegament negatiu.

8.1 Resum de l'enquesta als municipis

8.1.1 Metodologia i mostra

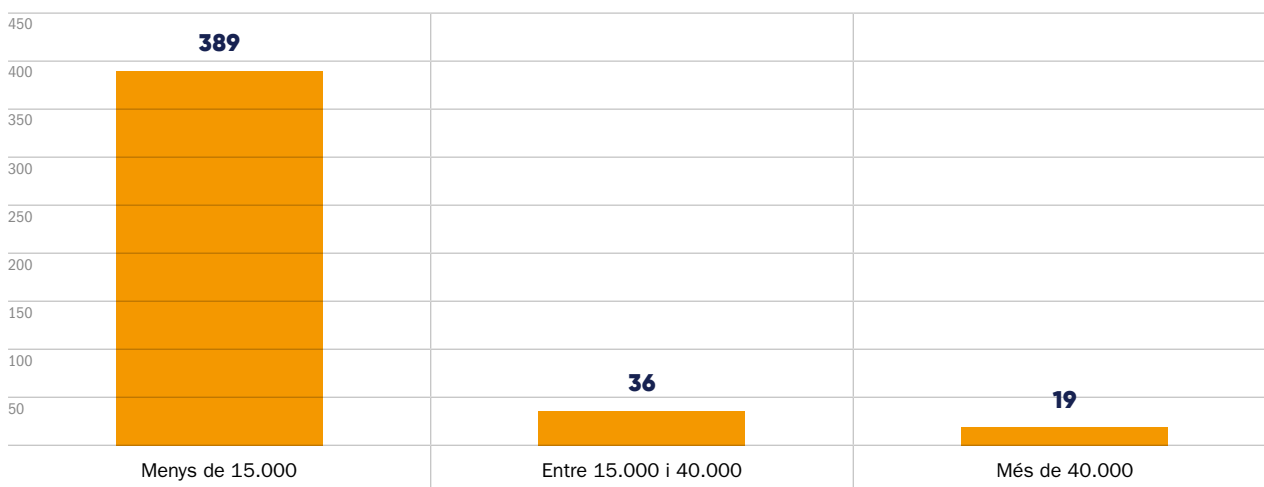
Entre els dies 28 d'octubre i 6 de novembre de 2020 es va dur a terme una enquesta entre responsables municipals dels ajuntaments membres del Consorci Localret amb l'objectiu de complementar el contingut d'aquest informe. L'objectiu era tenir una aproximació de l'estat de les coses respecte del desplegament actual de fibra òptica i telefonia mòbil, i de l'aplicació de les tecnologies sense fils als municipis, així com conèixer accions i percepcions sobre el futur desplegament de la 5G.

El present informe s'ha elaborat a partir de les dades de 444 ajuntaments d'un total de 947 municipis catalans, la qual cosa suposa un nivell de representativitat de gairebé el 50%.

Es va establir el criteri de dividir els municipis en tres grups en funció del seu nombre d'habitants: menys de 15.000, entre 15.000 i 40.000, i més de 40.000 habitants, sobre el pressupòsit que els condicionants i les realitats del desplegament de la 5G seran similars en els municipis de cada grup.

De la informació rebuda, i respecte del darrer grup, s'han pogut analitzar complementàriament les franges d'entre 5.000 i 15.000, de 1.000 a 5.000 i de menys de 1.000 habitants, per veure si es produïen diferents comportaments. No s'ha observat cap gran variació de resposta entre aquests tres subgrups.

Gràfic 1. Mostra dels ajuntaments que han respost l'enquesta ▼



8.1.2 Caracterització de municipis

Dels 444 municipis que han donat resposta, el 88% són de menys de 15.000 habitants, el 8% d'entre 15.000 i 40.000, i només un 4% es corresponen a ciutats de més de 40.000 habitants.

El grau de resposta ha estat superior en els municipis de més habitants. El 68% dels de més de 40.000, el 59% de la franja intermèdia, i el 45% dels de menys de 15.000 habitants.

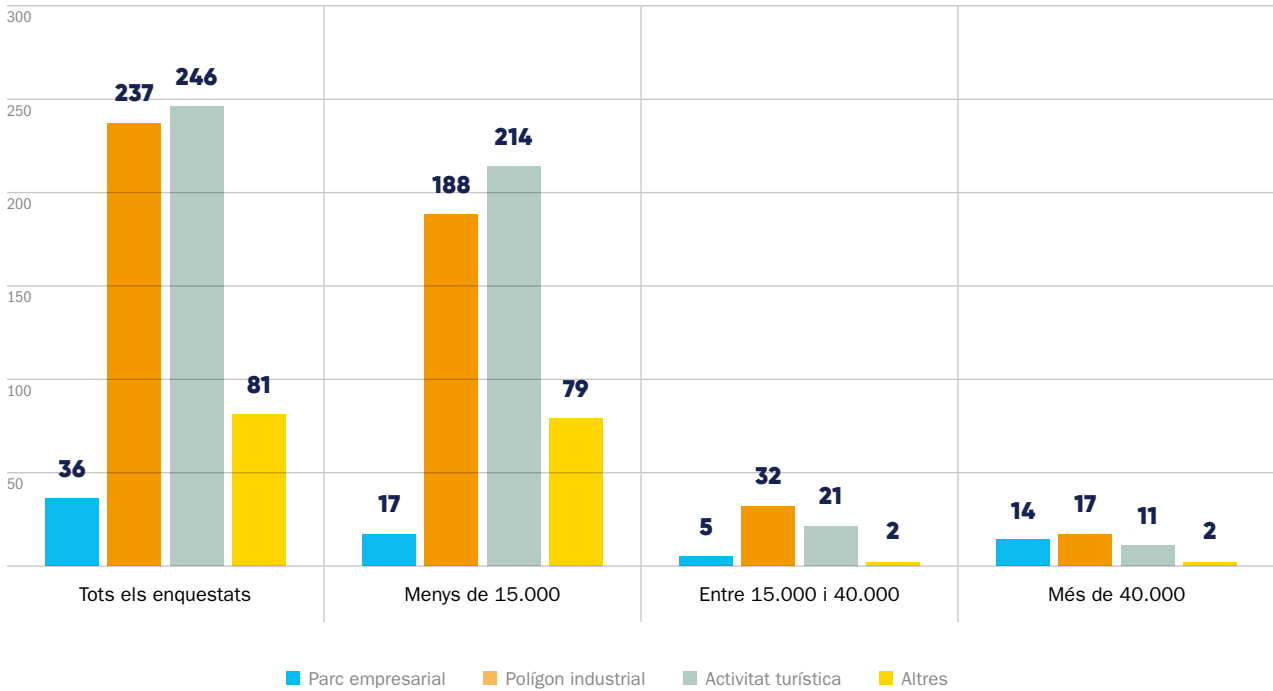
Només 81 municipis, el 18% dels enquestats, manifesten no tenir cap de les dificultats habituals que presenta el desplegament de la telefonia mòbil sobre la facilitat de desplegament i rendibilitat de les estacions base de telefonia mòbil, que són: una orografia complicada, la baixa densitat i la dispersió de la població.

Els percentatges de presència d'aquests elements de dificultat augmenten a mesura que es redueix el nombre d'habitants dels municipis. La resposta de baixa densitat es concentra fonamentalment en els municipis de menys de 1.000 habitants.

Les activitats econòmiques principals dels enquestats són l'activitat turística amb un 56% de resposta i els polígons industrials amb un 53%. Les segueixen els parcs empresarials (8%) i altres (18%). Només 136 municipis (31%) tenen més d'una activitat.

Els parcs empresarials són més presents a les ciutats de més de 40.000 habitants, amb molta diferència percentual, i els polígons industrials tenen una presència bastant igualada en el territori, a excepció dels municipis de menys de 1.000 habitants que en tenen molta menys.

Gràfic 2. Activitats econòmiques dels enquestats per mida de municipi ▼



8.1.3 Infraestructures de telecomunicacions

En aquest bloc de preguntes s'ha fet un estudi de la connectivitat a Internet que tenen els ajuntaments enquestats. S'ha analitzat, d'una banda, el nivell de desplegament d'infraestructura de fibra òptica i, de l'altra, la cobertura de telefonia mòbil.

El 40% dels enquestats (175 del total) disposa de fibra òptica a la totalitat del municipi, un 37% (161 del total) en disposa parcialment i un 23% (98 del total) no en disposa en absolut, aquests últims tots en el grup de menys de 15.000 habitants.

Els percentatges de respostes Sí a tot el municipi i el Sí exceptuant polígons industrials decreixen amb el nombre d'habitants del municipi. El NO és gairebé insignificant en totes les franges de població, exceptuant les poblacions de menys de 1.000 habitants, on ha obtingut un 53% de les respostes.

Els operadors que ofereixen servei de fibra als municipis enquestats són: Movistar a 194, Adamo a 88, Masmovil a 58, Orange a 54, Goufone a 46, Vodafone a 33, i fins a 56 operadors més.

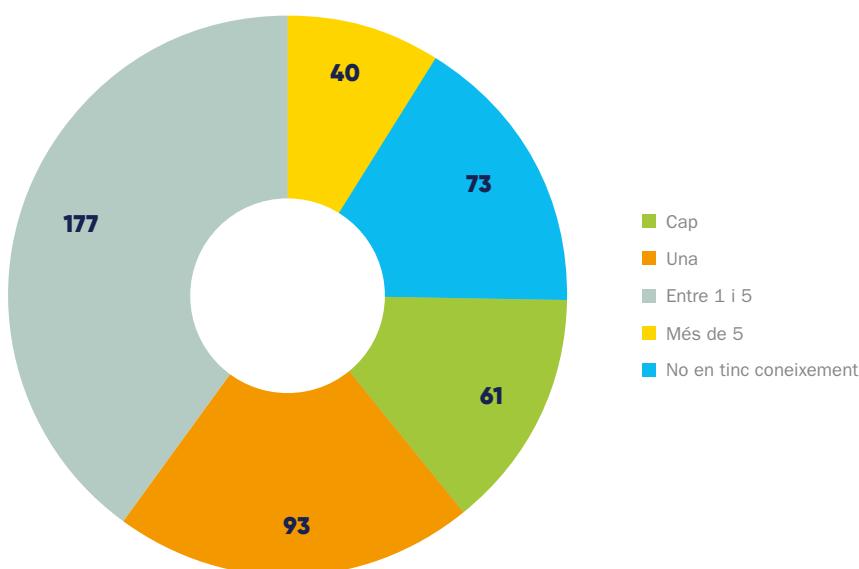
Respecte a les torres de telefonia mòbil privades, el desplegament tampoc és uniforme: 62 municipis diuen no disposar de cap infraestructura i 73 no en tenen coneixement, probablement perquè tampoc en tenen. Un 20% de la mostra únicament té una torre, un 40% té entre 1 i 5 torres, i només un 9% té més de 5 torres. Majoritàriament aquests últims corresponen a municipis de més de 15.000 habitants. Aquestes infraestructures permeten als operadors de telefonia mòbil oferir cobertura i donar servei als ciutadans.

A les respostes obtingudes, 13 dels municipis, tots de menys de 1.000 habitants, manifesten no tenir cobertura de cap operadora i només 117 diuen tenir bona cobertura de tres o més operadors (436 cobertura Movistar, 379 Vodafone, 384 Orange, 17 Yoigo). A la mostra únicament es considera la cobertura de les operadores que han desplegat xarxa, però els enquestats han manifestat disposar de servei d'un nombre considerable d'operadors mòbils virtuals que fan ús d'aquestes xarxes (Yoigo es troba a cavall entre els dos tipus d'operadors, i disposa d'un acord d'itinerància preferentment amb Orange).

Gairebé un 50% dels enquestats (220 municipis) diu tenir una xarxa wifi de titularitat municipal que proporciona servei d'accés a Internet gratuït, mentre que prop del 14% (62 municipis) la té privada. El 36% no disposa de cap xarxa sense fils amb la qual puguin prestar aquest servei a la ciutadania.

La tecnologia sense fils no està sent utilitzada de manera general pels municipis a l'hora de gestionar els elements de la via pública (fanals, càmeres, contenidors, parades de bus). Només el 34% de la mostra afirma utilitzar tecnologia WiMAX o targetes SIM per a aquesta gestió de la via pública.

Gràfic 3. Torres de telefonia mòbil desplegades al municipi ▼



L'arribada de la nova 5G fa temps que és anunciada i així el 90% dels municipis ha sentit a parlar d'aquesta nova tecnologia.

Però l'arribada de la 5G ve precedida per alguns conflictes veïnals que s'oposen al desplegament d'antenes de telefonia mòbil i a l'arribada d'aquesta nova tecnologia. Un 10% dels enquestats diu haver tingut o tenir conflictes relacionats amb el desplegament d'antenes de telefonia mòbil o moviments ciutadans contraris a la 5G. En aquest cas, són els municipis de més població, el 42% dels de més de 40.000 habitants, els que en una mesura més gran han tingut o tenen obert algun conflicte. Per als municipis de població inferior, el percentatge baixa entorn del 10%.

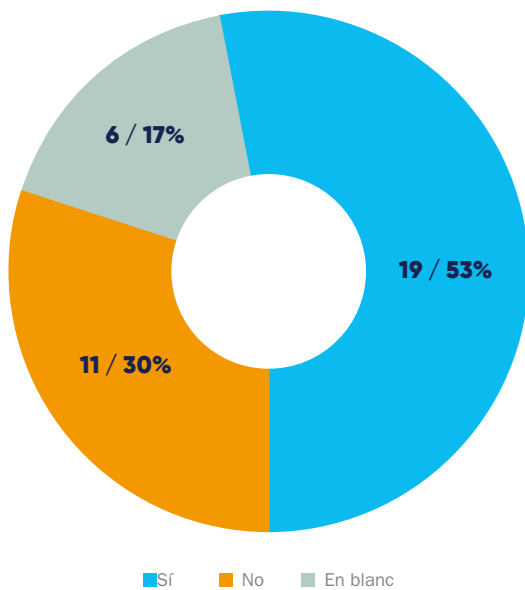
El 90% de la mostra manifesta haver sentit a parlar de la tecnologia 5G, però quan se'ls demana què en coneixen les respostes són molt diverses: un 30% manifesta el seu desconeixement de la tecnologia, un 20% estan ben informats i coneixen els detalls en profunditat, i un 50% ha sentit a parlar dels avantatges de velocitat i capacitat que comporta. Les característiques més mencionades són: més velocitat, més fiabilitat, la possibilitat de connectar més dispositius, millor cobertura que la 4G, menys latència, més ample de banda i més serveis i que el nombre d'antenes haurà de ser superior a l'actual.

Pel que fa a les expectatives per la tecnologia 5G, un 20% de la mostra manifesta no esperar-ne res i l'altre 80% n'espera majoritàriament una millora dels serveis de les comunicacions, que funcionin millor i més ràpid. Les respostes més comunes són: millores de cobertura, servei, possibilitat de teletreballar, més velocitat de les dades, desenvolupament econòmic i més fiabilitat.

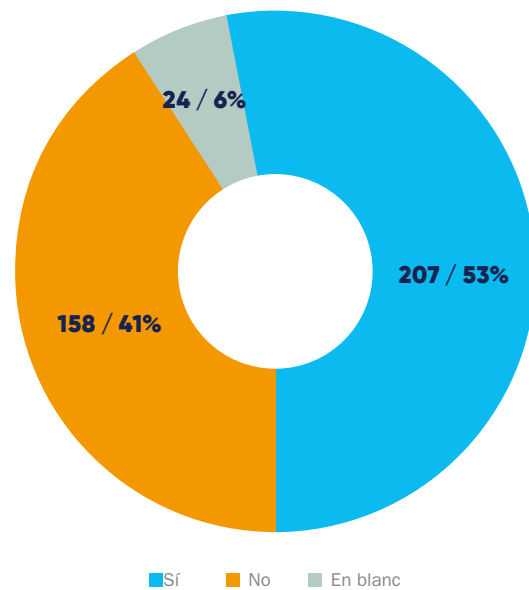
El desplegament de la 5G comportarà fortes inversions de les operadores, que prioritzaran allà on el retorn d'aquesta sigui favorable. En aquest sentit, es va formular als municipis de menys de 40.000 habitants la pregunta de si estarien disposats a fer una inversió per tal que la 5G arribés al municipi. La resposta va ser afirmativa en un 53% en la franja de menys de 1.000 hab., un 53% de 1.000 hab. a 5.000 hab., un 60% de 5.000 hab. a 15.000 hab., i un 63% de 15.000 hab. a 40.000 hab..

Gràfic 4. Disposats a fer una inversió per tal d'aconseguir cobertura 5G als municipis ▼

Municipis d'entre 15.000 i 40.000 habitants ▼



Municipis de menys de 15.000 habitants ▼



Les proves pilot que s'estan duent a terme a diferents ajuntaments del país són minoritàries. Nou dels enquestats participen en alguna d'aquestes, però fins a 88 municipis estarien disposats a impulsar-ne alguna: 71 municipis petits, 10 mitjans i 7 ciutats.

En aquest sentit, s'ha aprofundit en quines iniciatives existeixen als nostres municipis i en quins àmbits es voldrien fer proves. Una mostra de les propostes són: poder-ho provar en el parc empresarial i polígons industrials; connexió de càmeres; en nuclis on no arribarà la fibra a curt termini provar la cobertura 5G; en la gestió de la recollida de residus amb rebuts a mida per família o persona; en aplicacions de turisme, rutes, gastronomia; connexió d'elements Smart IoT, com a *back up* de connexions a edificis municipals; telemetria de consums d'aigua, gestió remota d'il·luminació municipal i calefacció d'espais públics; en l'àmbit de la seguretat; etc.

Les empreses podran fer ús de la tecnologia 5G per incrementar la seva productivitat. En aquest sentit, un 28% dels municipis de la mostra té empreses que han manifestat la necessitat de connexió al 5G. D'aquest 28%, gairebé el 60% disposa de polígon industrial al seu municipi.

La normativa obligarà les administracions a posar a disposició de les empreses de telecomunicacions que despleguin SAWAPs (punts d'accés per a petites àrees), que són necessaris per a la tecnologia 5G, els elements del mobiliari urbà, com pals d'enllumenat, semàfors, tanques publicitàries o parades d'autobús. Els municipis enquestats veuen problemes o inconvenients de caràcter pràctic que consideren que pot generar aquesta cessió, com poden ser: problemes amb el manteniment, coordinació amb els operadors, contradiccions en la normativa, rebuig veïnal, l'escomesa elèctrica, la connectivitat, la responsabilitat civil, l'ús indiscriminat sense pagar, l'impacte visual.

8.2 TIPOLOGIA DE MUNICIPIS

El desplegament de la tecnologia 5G per part de les operadores de telecomunicacions molt segurament serà diferent pel que fa a calendari i intensitat en funció de les característiques de cada municipi. Les prioritats d'implantació de les operadores venen condicionades per l'expectativa de demanda de serveis que requereixin 5G per ser prestats, el volum de trànsit d'amplada de banda mòbil, i les condicions de terminis i percentatge de població coberta en la concessió de les bandes de freqüència.

El primer dels elements que determinarà el desplegament, i que consegüentment serà un dels factors clau a l'hora de distingir diferents tipus de municipi, serà la demanda. Les zones amb més volum de població i densitat seran aquelles en les quals les operadores començaran el seu desplegament 5G, com d'altra banda ha succeït amb totes les anteriors tecnologies mòbils.

Així doncs, farem una primera determinació de cinc grups de municipis pel seu volum de **població**:

- Ciutats
- Municipis d'entre 40.000 i 15.000 habitants
- Municipis d'entre 15.000 i 5.000 habitants
- Municipis d'entre 5.000 i 1.000 habitants
- Municipis de menys de 1.000 habitants

Tot i que per a la realització de l'enquesta es va determinar agrupar els municipis de fins a 15.000 habitants en un únic grup perquè enteníem que, sense entrar al detall, els condicionants eren assimilables, és possible que el tall en el primer desplegament es trobi de manera generalitzada en els municipis de més de 5.000 habitants. Per als municipis de menys de 5.000 habitants caldria tenir en compte aquells que disposen de components específics: territorials, econòmic singular o de desplegament negatiu.

Amb un component territorial específic:

- amb orografia complicada
- amb baixa densitat de població
- amb població dispersa

Amb un component econòmic singular:

- amb alt grau d'activitat econòmica i/o turística

Amb un component de desplegament negatiu:

- amb una cobertura de xarxes de fibra òptica deficient
- amb una cobertura mòbil 3G/4G deficient
- sense infraestructures que facilitin el desplegament

9

Guia de recomanacions davant de la 5G per als diferents perfils de municipi a Catalunya



9.1 Bones pràctiques genèriques

Es consideren bones pràctiques el conjunt d'acords, regles i procediments reeixits que, aplicats a la instal·lació i a la resta del cicle de vida de la 5G (o de les anteriors tecnologies), permeten millorar i optimitzar el desplegament, la cobertura i la qualitat del servei de la 5G, alhora que es garanteix la qualitat visual del nostre entorn i la tranquil·litat de la ciutadania.

Sense perjudici de les recomanacions que es desenvoluparan en els apartats següents, amb caràcter general, es poden considerar com a bones pràctiques:

- Per part de les empreses de telecomunicacions
 - Realitzar les sol·licituds als ajuntaments dins el termini i en la forma legal, per tal que les deficiències documentals no siguin una causa de retard del procediment.
 - Dur a terme instal·lacions ben concebudes i acabades amb cura de no degradar l'aspecte de la via pública.
 - Promoure la compartició.
 - Intentar minimitzar els impactes visuals i urbanístics del desplegament.
 - Intentar harmonitzar els calendaris de desplegament en una mateixa zona.
 - Transparència en el subministrament d'informació.
- Per part dels ajuntaments
 - Anticipar-se al desplegament de la 5G, preveient com gestionar peticions i infraestructura susceptible de ser posada a l'abast dels operadors.
 - Informar-se dels casos d'ús i dels avantatges que pot aportar la 5G al municipi i fer-ne difusió.
 - Ser proactius a detectar les àrees de millora en les infraestructures de comunicacions al municipi.
 - Agilitat en la tramitació de peticions.
 - Actitud facilitadora.

9.2 Cobertura als petits municipis

9.2.1 Introducció

Els municipis petits són els que des del punt de vista de la cobertura de telefonia mòbil pateixen els inconvenients d'orografia difícil, població dispersa i sobretot baixa densitat de població, que dificulten la viabilitat de qualsevol instal·lació per part de les operadores. Amb la informació de la qual es disposa a dia d'avui, de cara al desplegament de la 5G, no es preveu que les circumstàncies canviïn.

A la vegada, aquests municipis necessiten bones infraestructures de telecomunicacions, ja sigui tant de fibra òptica com de cobertura mòbil de 5G, per tal de poder retenir i atreure població, i invertir així el procés de despoblament en molts d'aquells. També és fonamental, per tal de captar nova activitat econòmica, que sigui amb persones que puguin teletreballar o amb empreses que necessitin connectivitat d'alta capacitat.

Segons l'enquesta, la situació dels municipis de menys de 1.000 habitants és la següent:

- Orografia difícil: 54,3%; baixa densitat de població: 83,2%; població dispersa: 54,9%.
- No tenen fibra òptica: 53%.
- Tenen problemes de cobertura mòbil: 83,7% (no contesta un 13,6%).
- Tenen empreses que demanen 5G: 24,5%.
- Estarien disposats a fer una inversió: 50,5% (no contesta 6,5%).

En general, per donar servei a aquests municipis serien necessàries estacions de tipus macrocèl·lula en punts dominants, que requereixen infraestructures de cost elevat per ubicar els equips i sobretot per portar les antenes (torres generalment). Per a la banda de 700 MHz les antenes poden tenir entre 2,5 i 3 metres d'alçària cadascuna.

La situació generalitzada es concreta en pocs usuaris reals i potencials i una inversió important, la qual cosa dificulta la inversió privada per donar cobertura 5G.



9.2.2 Recomanacions

Donada la situació de no prioritització de la inversió per part dels operadors privats en els territoris menys densament poblats, els ajuntaments sense amb cobertura o cobertura deficient poden:

- Buscar la col·laboració d'administracions supramunicipals per tal de:
 - Identificar els forats de cobertura i les prioritats.
 - Conèixer els plans de desplegament dels operadors privats a mitjà termini.
 - Determinar si existeix alguna intervenció pública planificada per tal de facilitar el desplegament, i contribuir al reequilibri territorial i a la igualtat de drets de la ciutadania.

En el passat, s'han portat a terme diversos desplegaments de xarxes de telefonia mòbil en entorns rurals impulsats per diverses administracions, amb més o menys grau d'impacte. Amb la 5G també és possible que això succeeixi i cal estar preparats per aprofitar-ho.

- Una altra actuació a dur a terme per aquells municipis amb dèficits de cobertura és la localització d'emplaçaments i d'infraestructures físiques de titularitat pública, susceptibles de ser utilitzats pels operadors per al desplegament de la seva xarxa.

En aquest sentit, es poden estudiar formes de col·laboració i/o foment per facilitar el desplegament d'infraestructures, d'acord amb les possibilitats que ofereix la normativa sectorial de telecomunicacions.

- En el cas possible que algun ajuntament o agrupació d'ajuntaments es pugui plantejar intentar accelerar el procés de cobertura en el seu territori d'una manera més proactiva i tinguin empreses interessades a tenir cobertura 5G, a part de les recomanacions fetes fins aquí, poden cercar el suport d'aquestes empreses.

La participació d'empreses pot facilitar el diàleg amb els operadors i eixamplar el ventall de possibilitats que ofereix la normativa sectorial de telecomunicacions als ajuntaments.

En tot cas, els ajuntaments membres del Consorci Localret el tenen a la seva disposició per tal d'oferir-los assessorament en l'àmbit de les infraestructures de les telecomunicacions, entre d'altres.

9.3 Accés a infraestructures físiques de titularitat municipal

9.3.1 Introducció

Com s'ha explicat en el capítol 4, la normativa europea i estatal³⁸ obliga les administracions públiques³⁹ que siguin titulars d'infraestructures físiques susceptibles d'allotjar xarxes de comunicacions electròniques d'alta velocitat (com pals d'enllumenat, per exemple), a facilitar-ne l'accés en condicions objectives, de transparència i de no-discriminació als operadors que instal·lin o explotin xarxes públiques de comunicacions electròniques d'alta velocitat.

Als efectes d'aquesta normativa, s'entén per “infraestructura física” qualsevol element d'una xarxa pensat per contenir altres elements d'una xarxa sense arribar a ser-ne un element actiu, com ara les canalitzacions, els pals i les torres (no s'hi inclouen els cables, ni la fibra fosca). Tanmateix, com s'ha explicat, el Codi europeu amplia l'àmbit d'aplicació de la Directiva 2014/61/UE, i també obliga les autoritats competents a satisfer les sol·licituds raonables d'accés dels operadors a qualsevol infraestructura física apta per acollir els SAWAPs o que sigui necessària per connectar-los a una xarxa troncal, i en particular al mobiliari urbà (com pals d'enllumenat, semàfors, tanques publicitàries, parades d'autobús i tramvia i estacions de metro).

La importància d'aquest accés a infraestructures de titularitat pública és tal per al desplegament de la tecnologia 5G que recentment la Comissió Europea ha aprovat la Recomanació (UE) 2020/1307, de 18 de setembre de 2020⁴⁰, que, entre altres objectius, pretén desenvolupar un conjunt de “millors pràctiques”, denominades “conjunt d'instruments” (o “Toolbox”), en l'àmbit de tota la Unió. Una de les tres àrees d'objectius té relació precisament amb la reducció de costos del desplegament de xarxes, especialment de molt alta capacitat, amb la millora de l'accés a la infraestructura física controlada pels organismes del sector públic i la insistència en la importància de l'accés a una informació completa, precisa i actualitzada⁴¹ per tal de garantir l'ús eficient de la infraestructura existent i la coordinació adequada de les obres civils.

En aquest context normatiu, els ajuntaments poden optar per tractar el fet de posar a disposició infraestructures físiques només com una obligació, o poden adoptar una actitud proactiva i dur a terme un conjunt d'actuacions.

Atès que algunes de les qüestions apuntades per la Recomanació europea ja estan regulades en el Reial decret 330/2016, i sense perjudici de les millors pràctiques que puguin resultar en l'àmbit europeu i/o estatal, a continuació es proposen una sèrie de recomanacions en aquest sentit.

³⁸ Directiva 2014/61/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 15 de maig de 2014, relativa a mesures per reduir el cost del desplegament de les xarxes de comunicacions electròniques d'alta velocitat (Directiva BBCost), transposada en l'ordenament jurídic espanyol per l'article 37 de la Llei 9/2014 (LGTel) i el Reial decret 330/2016, de 9 de setembre, relatiu a mesures per reduir el cost del desplegament de les xarxes de comunicacions electròniques d'alta velocitat.

³⁹ D'acord amb l'RD 330/2016 es consideren “subjectes obligats”, a més de les administracions públiques, els següents propietaris, gestors o titulars de drets d'utilització d'infraestructures físiques susceptibles d'allotjar xarxes públiques de comunicacions electròniques d'alta velocitat:

- Operadors de xarxes que proporcionin una infraestructura física destinada a prestar un servei de producció, transport o distribució de:
 - I. Gas.
 - II. Electricitat, inclosa la il·luminació pública.
 - III. Calefacció.
 - IV. Aigua, inclosos els sistemes de sanejament: evacuació o tractament d'aigües residuals i el clavegueram i els sistemes de drenatge. No s'inclouen dins d'aquesta definició els elements de xarxes utilitzats per al transport d'aigua destinada al consum humà, definida aquesta última segons el que estableix el Reial decret 140/2003, de 7 de febrer, pel qual s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà.
- Operadors que instal·lin o explotin xarxes públiques de comunicacions electròniques disponibles per al públic. Queden expressament excloses de l'àmbit d'aquest Reial decret les xarxes privades de comunicacions electròniques.
- Empreses que proporcionin infraestructures físiques destinades a prestar serveis de transport, inclosos els ferrocarrils, les carreteres, els ports i els aeroports, incloent-hi les entitats o societats encarregades de la gestió d'infraestructures de transport de competència estatal.

⁴⁰ Recomanació (UE) 2020/1307 de la Comissió, de 18 de setembre de 2020, relativa a un conjunt d'instruments comuns de la Unió per reduir el cost del desplegament de xarxes de molt alta capacitat i garantir un accés a l'espectre radioelèctric 5G oportú i favorable a la inversió, a fi de fomentar la connectivitat i posar-la al servei de la recuperació econòmica a la Unió després de la crisi de la COVID-19.

La recomanació se centra en tres àrees d'objectius: dos d'aquests estan relacionats amb l'assignació de l'espectre radioelèctric i el tercer està relacionat amb la reducció de costos del desplegament de xarxes.

⁴¹ Destaca la funció del “punt d'informació únic” en aquest sentit.

9.3.2 Recomanacions

- Localitzar i disposar d'un inventari d'infraestructures físiques susceptibles d'allotjar xarxes de comunicacions electròniques d'alta velocitat de titularitat municipal.

L'RD 330/2016 defineix la “infraestructura física” com “qualsevol element d'una xarxa pensat per contenir altres elements d'una xarxa sense arribar a ser-ne un element actiu, com canonades, pals, conductes, cambres d'accés, boques d'inspecció, distribuïdors, edificis o entrades a edificis, instal·lacions d'antenes i torres. No s'hi inclouen els cables (tampoc la fibra fosca), ni els elements de xarxes utilitzats per al transport d'aigua destinada al consum humà”.

Per tant, una bona pràctica podria consistir a tenir localitzades i inventariades les infraestructures municipals que podrien posar-se a disposició dels operadors per al desplegament de les seves xarxes.

De fet, d'acord amb l'article 5 de l'RD 330/2016, els operadors de comunicacions electròniques tenen dret a obtenir informació mínima⁴² relativa a infraestructures físiques susceptibles d'allotjar xarxes de comunicacions electròniques, existents en una zona determinada en què pretenguin fer el desplegament i l'administració ha d'atorgar l'accés a aquesta informació en el termini de dos mesos.

En la mesura del possible seria recomanable, per tant, avançar-se a aquestes possibles sol·licituds per tal de reduir els terminis i facilitar el desplegament.

En concret, pel que fa als municipis petits i/o sense infraestructures físiques, aquesta localització es podria produir en relació amb emplaçaments de titularitat pública, susceptibles de ser utilitzats pels operadors per a la instal·lació d'estacions base.

Per la seva banda, als municipis amb una certa densitat de població, i que per tant poden resultar d'interès per als operadors a l'efecte de desplegar SAWAPs en els elements de mobiliari urbà, seria recomanable fer una valoració i anàlisi d'aquests elements per tal de tenir detectats possibles requeriments i/o incompatibilitats tècniques.

- Establiment dels procediments per resoldre les sol·licituds d'accés a les infraestructures físiques:
 - Tal com s'ha explicat, les administracions públiques titulars de les infraestructures físiques han de facilitar l'accés a aquestes infraestructures en condicions objectives, de transparència i de no-discriminació als operadors que instal·lin o explotin xarxes públiques de comunicacions electròniques. La normativa estableix que en cap cas es poden establir drets preferents o exclusius i prohibeix de manera expressa que l'accés a aquestes infraestructures s'atorgui mitjançant procediments de licitació.
 - D'acord amb l'article 37 LGTel 2014, les parts poden negociar lliurement els acords d'accés, i les administracions públiques titulars de les infraestructures tindran dret a establir les compensacions econòmiques que corresponguin.
 - És recomanable, per tant, tenir clars els procediments aplicables d'acord amb la normativa sectorial, especialment l'RD 330/2016, i la normativa sobre patrimoni dels ens locals i, en aquest sentit, disposar de models de conveni per articular la cessió, models d'autoritacions per a l'ús del domini públic local, així com tenir actualitzades les corresponents ordenances fiscals⁴³.
- També és important tenir present la regulació sobre la “coordinació d'obres civils” prevista en l'RD 330/2016, que obliga els subjectes (entre d'altres les administracions) que portin a terme directament o indirectament obres civils, finançades totalment o parcialment amb recursos públics, a atendre i negociar les sol·licituds dels operadors de comunicacions electròniques de coordinació d'aquestes obres civils, amb l'objecte de facilitar el desplegament de xarxes de comunicacions electròniques d'alta velocitat. D'altra banda, també es preveu en relació amb les obres civils finançades totalment o parcialment amb recursos públics (art. 36 LGTel) l'obligació de reservar capacitat per al desplegament de xarxes públiques de

⁴² Aquesta informació s'ha de facilitar mitjançant el Punt d'informació únic (art. 3.1 de l'Ordre ECE/529/2019, de 26 d'abril, per la qual es posa en funcionament el Punt d'informació únic establert en el Reial decret 330/2016).

⁴³ En relació amb aquesta qüestió, caldrà estar atent al que finalment disposi la nova Llei de telecomunicacions.

comunicacions electròniques, independentment de l'existència o no de sol·licituds de coordinació d'obra civil. Aquestes infraestructures d'obra civil s'hauran de posar a disposició dels operadors interessats en condicions d'igualtat, transparència i no-discriminació.

- Detectar els edificis o emplaçaments amb valor arquitectònic, històric o natural, protegits per la legislació, o en què concorrin motius de seguretat pública, en els quals no es podran implantar SAWAPs mitjançant el règim simplificat.
- Seguir les millors pràctiques que s'impulsin des de la Comissió Europea (*Toolbox*) o des del mateix Ministeri.

9.4 Gestió de l'eventual alarma social

9.4.1 Introducció

Si bé les administracions locals no tenen competències per establir ni controlar els nivells d'emissions radioelèctriques tolerables en el seu territori, és un fet que els ajuntaments, com a administració més propera a la ciutadania, són els principals destinataris de les seves queixes i sovint han de gestionar complicats escenaris d'alarma social.

El desplegament de la tecnologia 5G no ha escapat a la polèmica que van patir les seves predecessores. Ja abans de la seva arribada ha estat objecte de nombroses notícies falses que la mateixa OMS ha qualificat d'"infodèmia". Un exemple d'això són les 'notícies' absurdes que assenyalen la 5G com a propagadora de la COVID-19.

En aquest apartat, es tractaran diferents recomanacions sobre com abordar la gestió dels possibles focus d'alarma social al municipi.

9.4.2 Recomanacions

- Tenir clar un argumentari per fer front i donar resposta a les queixes ciutadanes. Aquest argumentari hauria de transmetre a la ciutadania que la legislació fixa uns nivells restrictius d'exposició electromagnètica per a totes les emissions de radiofreqüència, incloses les de la 5G, el compliment dels quals es controla periòdicament, i que per sota d'aquests nivells restrictius no hi ha perill per a la salut tal com avalen els múltiples estudis científics que han servit de base per fixar-los i que no entra dins de les atribucions municipals regular el desplegament de la tecnologia 5G al territori.
- A l'apartat 6.5 d'aquest document es tracten arguments objectius i es fa referència a diferents estudis, com per exemple "*Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos*"⁴⁴, que poden contribuir a elaborar aquest argumentari.
- Fer pedagogia sobre els avantatges que aporta la tecnologia 5G als habitants del municipi. Enunciar aspectes tangibles, com la telemedicina, la supervisió a distància de persones que necessiten assistència (com la gent gran), el teletreball, etc., i el cost que tindria perdre l'oportunitat de disposar d'aquesta tecnologia.
- Sol·licitar la col·laboració d'altres organismes i institucions, com ara la Secretaria de Polítiques Digitals de la Generalitat, que té mitjans al seu abast per realitzar mesures i tranquil·litzar la població.

⁴⁴ "Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos". Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (INICTEL) de Perú. <https://www.who.int/peh-emf/publications/riskspanish/en/>

10

Conclusions



El món està canviant a gran velocitat impulsat per la tecnologia. Les xarxes d'alta i molt alta velocitat, com ara les xarxes 5G i les de fibra òptica, són les vies de comunicació del segle XXI i seran la palanca de canvi de la nova revolució tecnològica.

En aquest sentit, la crisi sanitària generada per la COVID-19 ha posat de relleu la seva importància, alhora que també ha suposat un toc d'atenció sobre les debilitats del vell paradigma. Davant d'una situació sense precedents, les xarxes de telecomunicacions han permès mantenir en funcionament molts sectors econòmics, inclòs el sector públic, i han suportat amb nota l'increment de demanda, i s'ha demostrat que una altra organització de la feina amb menys necessitat de mobilitat és possible. En aquest context, les xarxes de molt alta velocitat, i en especial les 5G, esdevenen fonamentals en la lluita contra la bretxa digital, la despoblació i el canvi climàtic, i aplanen el camí cap a l' "European Green Deal"⁴⁵.

Des d'aquesta perspectiva, la Comissió Europea considera el desplegament de les xarxes 5G com una peça fonamental per al desenvolupament socioeconòmic d'Europa i pretén aconseguir un desplegament homogeni en el territori de la Unió, tot afavorint la coordinació entre els estats membres per millorar la competitivitat europea en el desenvolupament d'aquesta tecnologia. Aquesta coordinació passa per l'eliminació dels obstacles i la simplificació administrativa en el desplegament de la 5G, especialment pel que fa al desplegament dels denominats "punts d'accés per a petites àrees" o "Small-Area Wireless Access Points" (SAWAPs), que són claus per a aquesta tecnologia, especialment en zones densament poblades.

De la mateixa manera que la Comissió Europea ho entén el Govern de la Generalitat, que ha aprovat l'Estratègia 5G de Catalunya per fer del país un referent tecnològic mundial en aquesta tecnologia, amb el desplegament d'un programa d'actuacions al voltant de cinc eixos: promoció, infraestructura, innovació, ecosistema i talent. D'altra banda, al "Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia"⁴⁷ del Govern d'Espanya, emmarcat en el "Fons de Recuperació Next Generation EU", es fa referència explícita al desplegament de la 5G.

El desplegament de la 5G es troba a dia d'avui en fase inicial i complementa la 4G per millorar el servei de banda ampla mòbil. En aquest moment està tenint lloc a nuclis urbans d'una certa entitat. Una operadora va tancar el 2020 amb cobertura 5G al conjunt de nuclis que sumen el 75% de la població espanyola, emprant DSS (compartició dinàmica d'espectre 4G amb 5G). La licitació de la banda baixa (banda de 700 MHz) el juny de 2021 suposa un impuls al desplegament, que es durà a terme inicialment a nuclis urbans i principals infraestructures de transport.

La raó de ser de la 5G és poder oferir una gamma de serveis que va més enllà de la banda ampla mòbil, serveis que o tenen un component de comunicacions massives màquina a màquina o de molt baixa latència (resposta molt ràpida) i alta fiabilitat. Actualment, s'estan duent a terme multitud de pilots per perfilar els casos d'ús i negoci d'aquests nous serveis. Inicialment aquests casos d'ús estan bàsicament enfocats al món de l'empresa (serveis per a empreses) i les administracions públiques (ciutats intel·ligents). Més endavant, amb la popularització d'equipament amb connectivitat 5G, apareixeran nous serveis per al gran públic. Aquests serveis necessiten una maduresa més gran en les xarxes 5G, que, ara per ara, es preveu que es produeixi en l'àmbit tecnològic entre 2022 i 2023.

La 5G serà una peça clau de la societat digital i implicarà canvis que afectaran molts aspectes de la nostra vida, des del món del treball i l'empresa, al del lleure, passant per l'educació o la medicina, només per esmentar-ne uns quants. És ara, quan s'està duent a terme el seu desplegament a escala mundial, que és important a escala local facilitar-ne el desplegament i planificar com treure'n el màxim profit.

⁴⁵ "Communication From The Commission To The European Parliament, The European Council, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions" (Brussels, 27.5.2020) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1590732521013&uri=COM:2020:456:FIN>

⁴⁶ L'Estratègia 5G de Catalunya <https://politiquesdigitals.gencat.cat/ca/tic/5g/>

⁴⁷ Govern d'Espanya, "Plan de Transformación, Recuperación y Resiliencia" https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/plan_de_recuperacion.pdf

Els municipis petits es poden veure molt beneficiats d'una bona cobertura de 5G que permeti el teletreball en les mateixes condicions que en municipis més grans, així com atreure empreses, o modernitzar els sectors agrícola, ramader o forestal, de manera que aquests municipis puguin retenir i captar població. Per això hauran d'organitzar-se per compensar alguns problemes inherents a aquest tipus de municipis, que frenen les inversions.

Els municipis més grans tindran més a l'abast les noves aplicacions de ciutat intel·ligent. La 5G facilitarà el desplegament de noves solucions amb tecnologia estàndard, que a mitjà termini permetran oferir més i millors serveis. La 5G posarà a l'abast la informació necessària per a una òptima gestió de les xarxes d'aigua potable i d'aigües residuals, gestió d'enllumenat, gestió de residus, aparcaments, etc. És el moment que els ajuntaments es plantegin la reorganització i l'automatització dels serveis que ofereixen per aprofitar l'impuls de la 5G.

Les principals conclusions extretes de l'enquesta són:

- Els dèficits de cobertura tant de fibra òptica com de telefonia mòbil es concentren sobretot en municipis de menys de 1.000 habitants, tot i que hi ha nuclis grans de població, que no han reportat problemes a l'enquesta, que se sap que tenen zones amb una cobertura 4G o 5G que no permet serveis de banda ampla.
- Els problemes amb grups “antiantenes” són més freqüents en municipis grans, i sovint són l'origen de les zones amb mala cobertura dins del casc nucli urbà d'aquests municipis.
- Entre els municipis de menys de 40.000 habitants, més d'un 50% estarien disposats a invertir per tenir cobertura 5G. En molts casos els ho sol·liciten les empreses que hi radiquen. Alguns municipis estarien disposats a portar a terme proves pilot.

En tot cas, cal tenir present que un element clau per al desplegament de les xarxes d'alta i molt alta capacitat, i en especial de la 5G, serà l'accés a les infraestructures físiques de titularitat municipal i, en concret i pel que fa als SAWAPs, l'accés als elements del mobiliari urbà.

En definitiva, la 5G serà una palanca de vertebració territorial i un element d'impuls per a la transformació digital i ecològica del país, i, en aquest sentit, una oportunitat per al conjunt dels municipis.

Referències i documents d'interès

PUBLICACIONS DISPONIBLES A LA GENERALITAT DE CATALUNYA

GENERALITAT DE CATALUNYA. **L'ESTRATÈGIA 5G DE CATALUNYA.**

DEPARTAMENT DE POLÍTIQUES DIGITALS I ADMINISTRACIÓ PÚBLICA

DISPONIBLE A: <https://politiquesdigitals.gencat.cat/ca/tic/5g/>

GENERALITAT DE CATALUNYA. **LA 5G A CATALUNYA: INFORME TECNOLÒGIC.**

UNITAT D'ESTRATÈGIA I INTEL·LIGÈNCIA COMPETITIVA D'ACCIÓ I SECRETARIA DE POLÍTIQUES DIGITALS

DISPONIBLE A: <https://www.accio.gencat.cat/web/.content/banconeixement/documents/pindoles/pindola-tecnologica-5G.pdf>

GENERALITAT DE CATALUNYA. **IMPACTE DE LA 5G A LES CIUTATS.**

UNITAT D'ESTRATÈGIA I INTEL·LIGÈNCIA COMPETITIVA D'ACCIÓ I SECRETARIA DE POLÍTIQUES DIGITALS

DISPONIBLE A: <https://politiquesdigitals.gencat.cat/web/.content/Telecomunicacions/5G/Impacte-de-la-5G-a-les-Ciutats.pdf>

GENERALITAT DE CATALUNYA. **AGENDA DIGITAL PER A CATALUNYA 2020.**

DISPONIBLE A: http://smartcatalonia.gencat.cat/web/.content/01_SmartCAT/documents/Agenda-Digital-per-a-Catalunya-2020.pdf

ESTUDIS I INFORMES SOBRE LA 5G

OBSERVATORIO NACIONAL 5G. **INFORME DE ESTANDARIZACIÓN Y DESPLIEGUE DEL 5G.**

DISPONIBLE A: https://digitalfuturesociety.com/app/uploads/sites/10/2020/09/INFORME_REGULACION_DESPLIEGUE_5G-ok-1.pdf

OBSERVATORIO NACIONAL 5G. **CIUDADES 5G: UN FUTURO INTELIGENTE.**

DISPONIBLE A: https://digitalfuturesociety.com/app/uploads/sites/10/2020/09/DOSSIER-ON5G_Smart-Cities.pdf

INSTITUT CERDÀ. **DENSIFICACIÓN Y RACIONALIZACIÓN DE LAS REDES MÓVILES 5G EN EL TERRITORIO.**

DISPONIBLE A: <https://www.icerda.org/es/producto/densificacion-y-racionalizacion-de-las-redes-5g-en-el-territorio-pdf/>

AEIC. **IMPACTE DE LA TECNOLOGIA 5G A LA SOCIETAT.**

GRUP TRANSVERSAL SMART CITIES (GTSC)

DISPONIBLE A: <https://www.eic.cat/sites/default/files/5G.pdf>

ESTUDIS I NORMATIVA RELACIONADA AMB ELS SAWAPs

EUROPEAN COMMISSION. **LIGHT DEPLOYMENT REGIME FOR SMALL-AREA WIRELESS ACCESS POINTS (SAWAPs).**

CFASSOCIATES LTD, SIMON FORGE, ROBERT HORVITZ, COLIN BLACKMAN AND ERIK BOHLIN

DISPONIBLE A: <https://op.europa.eu/s/ou9P>

DIARI OFICIAL DE LA UNIÓ EUROPEA. **REGLAMENT D'EXECUCIÓ (UE) 2020/1070 DE LA COMISSIÓ, DE 20 DE JULIOL DE 2020.**

DISPONIBLE A: <https://www.boe.es/doue/2020/234/L00011-00015.pdf>

COMISSIÓ EUROPEA. **DIRECTIVA (UE) 2018/1972 DEL PARLAMENT EUROPEU I DEL CONSELL, D'11 DE DESEMBRE DE 2018, PER LA QUAL S'ESTABLEIX EL CODI EUROPEU DE COMUNICACIONS ELECTRÒNIQUES**

DISPONIBLE A: <https://www.boe.es/doue/2018/321/L00036-00214.pdf>

EXEMPLES D'INSTAL·LACIONS DE TIPUS SAWAP

FIERCEWIRELESS. **AMERICAN TOWER, PHILIPS LIGHTING TEAM UP TO HIDE SMALL CELLS INSIDE STREET LIGHTS.**

DISPONIBLE A: <https://www.fiercewireless.com/tech/american-tower-philips-lighting-team-up-to-hide-small-cells-inside-street-lights>

ERICSSON. **REUSING EXISTING INFRASTRUCTURE FOR NEW SMALL CELL SITES.**

DISPONIBLE A: <https://www.ericsson.com/en/networks/offerings/urban-wireless/invisible-sites>

NORMATIVA SOBRE L'ACCÉS A INFRAESTRUCTURES

CONSELL EUROPEU. **DIRECTIVA 2014/61/UE DEL PARLAMENT EUROPEU I DEL CONSELL, DE 15 DE MAIG DE 2014, RELATIVA A MESURES PER REDUIR EL COST DEL DESPLEGAMENT DE LES XARXES DE COMUNICACIONS ELECTRÒNIQUES D'ALTA VELOCITAT.**

DISPONIBLE A: <https://www.boe.es/doue/2014/155/L00001-00014.pdf>

BOE. **REIAL DECRET 330/2016, DE 9 DE SETEMBRE, RELATIU A MESURES PER REDUIR EL COST DEL DESPLEGAMENT DE LES XARXES DE COMUNICACIONS ELECTRÒNIQUES D'ALTA VELOCITAT.**

DISPONIBLE A: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2016-8429

DOCUMENTACIÓ SOBRE L'EXPOSICIÓ A CAMPS ELECTROMAGNÈTICS

GENERALITAT DE CATALUNYA. **POLÍTIQUES DIGITALS, GOVERNANÇA RADIOELÈCTRICA, ESTUDIS I INFORMES.**

DISPONIBLE A: <http://politiquesdigitals.gencat.cat/ca/tic/governanca/estudis/>

GENERALITAT DE CATALUNYA. **INFORME ANUAL 2019 DEL NIVELL D'EXPOSICIÓ A CAMPS ELECTROMAGNÈTICS DE RADIOFREQUÈNCIA A CATALUNYA. JUNY DE 2020.**

DISPONIBLE A: <https://politiquesdigitals.gencat.cat/web/.content/Telecomunicacions/governanca/estudis/2019-Informe-Anual-CAT-vfinal.pdf>

CCARS. **INFORME SOBRE RADIOFRECUENCIAS Y SALUD (2016-2019).**

DISPONIBLE A: [https://ccars.org.es/attachments/article/264/Informe%20sobre%20Radiofrecuencias%20y%20Salud%202016-2019%20\(CCARS\)_c.pdf](https://ccars.org.es/attachments/article/264/Informe%20sobre%20Radiofrecuencias%20y%20Salud%202016-2019%20(CCARS)_c.pdf)

ICNIRP. **RF EMF GUIDELINES 2020.**

DISPONIBLE A: <https://www.icnirp.org/en/activities/news/news-article/rf-guidelines-2020-published.html>

ICNIRP. **DIFFERENCES BETWEEN THE ICNIRP (2020) AND PREVIOUS GUIDELINES.**

DISPONIBLE A: <https://www.icnirp.org/en/differences.html>

IEEE. **IEEE STANDARD FOR SAFETY LEVELS WITH RESPECT TO HUMAN EXPOSURE TO ELECTRIC, MAGNETIC, AND ELECTROMAGNETIC FIELDS, 0 Hz TO 300 GHz.**

DISPONIBLE A: https://standards.ieee.org/standard/C95_1-2019.html

WHO. **5G MOBILE NETWORKS AND HEALTH.**

DISPONIBLE A: <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health>

WHO. **FRAMEWORK FOR DEVELOPING HEALTH-BASED EMF STANDARDS.**

DISPONIBLE A: <http://www.who.int/peh-emf/en/>

OMS. **ESTABLECIENDO UN DIÁLOGO SOBRE LOS RIESGOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.**
INICTEL

DISPONIBLE A: <https://www.who.int/peh-emf/publications/riskspanish/en/>

NORMATIVA I LEGISLACIÓ APLICABLE SOBRE L'EXPOSICIÓ A CAMPS ELECTROMAGNÈTICS

BOE. REIAL DECRET 1066/2001, DE 28 DE SETEMBRE.

DISPONIBLE A: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-18256f>

BOE. ORDRE CTE/23/2002, DE 11 DE GENER.

DISPONIBLE A: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-694>

UNE. UNE-EN 62232:2017 (RATIFICADA) DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DEL CAMPO DE RF, DENSIDAD DE POTENCIA Y SAR EN LA PROXIMIDAD DE LAS ESTACIONES BASE DE RADIOCOMUNICACIONES CON EL FIN DE EVALUAR LA EXPOSICIÓN HUMANA.

DISPONIBLE A: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90792d49-9792-4adc-a69c-085eb5148427/sist-en-62232-2019>

BOE. REGLAMENT SOBRE L'ÚS DEL DOMINI PÚBLIC RADIOELÈCTRIC, APROVAT PEL REIAL DECRET 123/2017, DE 24 DE FEBRER

DISPONIBLE A: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-2460>

CONSELL EUROPEU. REGLAMENT SOBRE L'ÚS DEL DOMINI PÚBLIC RADIOELÈCTRIC, APROVAT PEL REIAL DECRET 123/2017, DE 24 DE FEBRER.

DISPONIBLE A: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1999H0519:19990712:ES:PDF>

BOE. LLEI 9/2014, DE 9 DE MAIG, GENERAL DE TELECOMUNICACIONS.

DISPONIBLE A: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2014-4950>

INFORMACIÓ SOBRE VERTICALS I NOVES FORMES DE GESTIÓ DE L'ESPECTRE

GSMA. MOBILE NETWORKS FOR INDUSTRY VERTICALS: SPECTRUM BEST PRACTICE.

DISPONIBLE A: <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2020/11/Mobile-Networks-for-Industry-Verticals.pdf>

5GPPP. 5G EMPOWERING VERTICAL INDUSTRIES (5G VERTICAL SECTORS).

DISPONIBLE A: https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2016/02/BROCHURE_5PPP_BAT2_PL.pdf

VENTUREBEAT. GERMANY OPENS DOOR TO PRIVATE 5G NETWORKS WITH 3.7-3.8GHZ LICENSES.

DISPONIBLE A: <https://venturebeat.com/2019/11/21/germany-opens-door-to-private-5g-networks-with-3-7-3-8ghz-licenses/>

WIKIPEDIA. CITIZENS BROADBAND RADIO SERVICE.

DISPONIBLE A: https://en.wikipedia.org/wiki/Citizens_Broadband_Radio_Service

QUALCOMM. HOW DOES SUPPORT FOR UNLICENSED SPECTRUM WITH NR-U TRANSFORM WHAT 5G CAN DO FOR YOU?

DISPONIBLE A: <https://www.qualcomm.com/news/onq/2020/06/11/how-does-support-unlicensed-spectrum-nr-u-transform-what-5g-can-do-you>

INVERTIA. EL GOBIERNO TENDRÁ LISTO ANTES DE FIN DE AÑO SU PLAN PARA LA BANDA DE 26 GHz, CON ESPECTRO RESERVADO PARA EL USO INDUSTRIAL.

DISPONIBLE A: https://www.elespanol.com/invertia/disruptores-innovadores/politica-digital/espana/20210902/gobierno-listo-banda-ghz-espectro-reservado-industrial/608939793_0.amp.html#amp_tf=De%3A%20%251%24s&aoh=16372159907622&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com

INFORMACIÓ SOBRE PROGRAMES DE DESPLEGAMENT

MINISTERI D'AFERS ECONÒMICS I TRANSFORMACIÓ DIGITAL. **ORDRE ETD/534/2021, DE 26 DE MAIG.**

DISPONIBLE A: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-9060

MINISTERI D'AFERS ECONÒMICS I TRANSFORMACIÓ DIGITAL. **PROGRAMA PARA EXTENDER BANDA ANCHA ULTRA RÁPIDA AL 100% DEL TERRITORIO ESPAÑOL (UNICO).**

DISPONIBLE A: https://portal.mineco.gob.es/es-es/comunicacion/Paginas/210614_np_unico.aspx

COMISSIÓ EUROPEA. **CONFIGURANDO EL FUTURO DIGITAL DE EUROPA.**

DISPONIBLE A: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future_es

MINISTERI D'AFERS ECONÒMICS I TRANSFORMACIÓ DIGITAL. **ESPAÑA DIGITAL 2025.**

DISPONIBLE A: <https://avancedigital.mineco.gob.es/programas-avance-digital/Paginas/espana-digital-2025.aspx>

MINISTERI D'AFERS ECONÒMICS I TRANSFORMACIÓ DIGITAL. **ESTRATEGIA DE IMPULSO DE LA TECNOLOGÍA 5G.**

DISPONIBLE A: https://portal.mineco.gob.es/RecursosNoticia/mineco/prensa/noticias/2020/201201_np_impulso5G.pdf

INFORMACIÓ SOBRE L'IMPACTE ECONÒMIC DE LA 5G

CBS INTERACTIVE. **HOW 5G WILL TRANSFORM BUSINESS.**

ZDNet & TechRepublic 2019

DISPONIBLE A: <https://www.zdnet.com/topic/how-5g-will-transform-business/>

PWC 2021. **THE GLOBAL ECONOMIC IMPACT OF 5G.**

DISPONIBLE A: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/economic-impact-5g.html>

Glossari

Backhaul: és la connexió del node amb la resta de la xarxa. Habitualment és per fibra, però també pot ser mitjançant radioenllaços d'alta capacitat.

Big Data: es refereix al fet que les dades són tan grans, ràpides i complexes (les 3 Vs: volum, velocitat, variabilitat) que és difícil o impossible processar-les amb els mètodes tradicionals. El *Big Data* alimenta els algoritmes de *Machine Learning*, que entrenen les màquines amb aquestes dades i d'aquesta manera són capaces d'aprendre a actuar segons les dades de cara a obtenir els resultats esperats.

eMBB (*enhanced Mobile Broad Band*): servei de banda ampla mòbil millorat, és a dir, una millora de prestacions en els serveis que ja presta la 4G amb més alta capacitat i velocitat.

Estació base (de telefonia mòbil): és el conjunt d'infraestructura de suport, equips i antenes, que permeten l'accés per ràdio dels terminals mòbils a les xarxes de comunicació.

FTTH (*Fiber To The Home*): les xarxes FTTH són xarxes d'accés passives de fibra òptica que interconnecten el client amb una central local, substituint el bucle local de coure.

IoT (*Internet of things*): és la internet de les coses. Bàsicament consisteix en connectar sensors al núvol, que es pot fer massivament. Això abstreu la dada del maquinari, la qual cosa en facilita molt el tractament. El tractament dels grans volums de dades que es poden obtenir requereix funcionalitats de *Big Data*.

MacroCell: estació base destinada a cobrir àrees d'un radi igual o superior als 200 metres. S'instal·len a terrats o a torres i les antenes poden ser voluminoses.

Microcell, microcèl·lula *small cell* o SAWAP: es refereix a estacions base de mida petita i baixa potència destinades a absorbir trànsit de veu i dades en punts d'alta densitat de demanda i a millorar la cobertura a l'interior d'edificis.

MIMO (*Multiple Input Multiple Output*): sistema de transmissió en què intervenen múltiples antenes al transmissor (*input*) i múltiples antenes al receptor (*output*). Permet un ús més eficient de l'espectre radioelèctric, en tant que permet augmentar la capacitat en situacions de bona cobertura i millorar la cobertura en condicions de mala recepció.

mMTC (*massive Machine Type Communications*): comunicació massiva entre màquines. Xarxes de sensors.

Network slicing: consisteix a virtualitzar una xarxa privada d'extrem a extrem dins la xarxa d'un operador de telecomunicacions. Amb la virtualització es disposa d'una xarxa pròpia —privada— però suportada en una infraestructura pública; és el mateix concepte pel qual al núvol (el *cloud*) es virtualitzen servidors propis.

Node de xarxa: és un element de les xarxes de comunicació, com una central telefònica, una estació base, un centre de control, etc.

NGC (*New Generation Core*): és el nucli de xarxa 5G. Està compost per les funcions que estan per sobre de l'accés ràdio en la jerarquia de la xarxa. Els seus equips estan ubicats en CPD's (centres de processament de dades)

NR (*New Radio*): és el nom que rep la xarxa d'accés ràdio 5G. Està composta per les antenes i els equips adjacents.

NSA (None Stand Alone): en NSA el node de 5G només proveeix pla d'usuari, el pla de control és proveït per un node de 4G. Permet a l'usuari de 5G mantenir prestacions quan la cobertura de 5G s'acaba, ja que en paral·lel també fa servir el pla d'usuari de 4G, alhora que permet afegir 5G quan està disponible de nou, la qual cosa és convenient en l'actual primera fase del desplegament en què la cobertura de 5G no és contínua.

RAN (Radio Access Network): és la xarxa d'accés ràdio, la que dona accés a la xarxa als terminals mòbils.

SA (Stand Alone): en SA el node de 5G proveeix tant pla de control com d'usuari i està connectat a un nucli 5G. És en SA que es podran oferir les principals innovacions de 5G pel que fa a serveis.

SAWAP (Small Area Wireless Access Point) o punt d'accés sense fils per a petites àrees: Igual que els termes **Small-cell**, **Micro-cell** o **Micro-cèl·lula** es refereix a estacions base de mida petita i baixa potència destinades a absorbir tràfic de dades en punts d'alta densitat de demanda i a millorar la cobertura a l'interior d'edificis.

Small-Cell, SAWAP, Micro-cell o Micro-cèl·lula: Es refereixen a estacions base de mida petita i baixa potència destinades a absorbir tràfic de dades en punts d'alta densitat de demanda i a millorar la cobertura a l'interior d'edificis.

Throughput: Velocitat o taxa de transmissió de bits expressada en bits per segon o els seus múltiples (kbps, Mbps, Gbps: respectivament, mil bits per segon, un milió de bits per segon, mil milions de bits per segon).

uRLLC (ultra Reliable Low Latency Communications): Serveis de dades en temps real i alta fiabilitat.





Generalitat de Catalunya
**Departament de la Vicepresidència
i de Polítiques Digitals i Territori**



telecos.cat
enginyers de telecomunicació,
electrònica i multimèdia-audiovisual

LOCALRET