

**PROJECTE D'IMPLANTACIÓ DE COMPTADORS  
DOMICILIARIS DE TELELECTURA AMB LECTURA EN  
RECORREGUT ( WALKBY) PEL MUNICIPI DE VINEBRE**



## ÍNDEX

|    |                                                                         |    |
|----|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | ANTECEDENTS I JUSTIFICACIÓ .....                                        | 3  |
| 2. | OBJECTE .....                                                           | 4  |
| 3. | SOLUCIÓ PROPOSTA DE TECNOLOGIA DE XARXA FIXA DE TELECOMUNICACIONS ..... | 5  |
| 4. | EQUIPAMENT DE COMPTADORS .....                                          | 10 |
| 5. | PLA DE TREBALL .....                                                    | 11 |
| 6. | VALORACIÓ DELS TREBALLS I PRESSUPOST .....                              | 11 |

## 1. ANTECEDENTS I JUSTIFICACIÓ

A fi de realitzar un ús més eficient de l'aigua, millorar la gestió de l'abastament i aconseguir nivells d'estalvi que siguin avaluable, resulta fonamental comptar amb informació completa i de qualitat sobre els consums reals.

En aquest sentit, els sistemes de lectura i la qualitat en la mesura dels comptadors constitueixen elements imprescindibles de qualsevol política de gestió de la demanda.

La telelectura és la lectura a distància dels comptadors d'aigua. Es recolza en un mòdul associat o integrat en el comptador, que és capaç d'emetre la informació de la seva lectura i de les alarmes associades a aquesta. Mitjançant un sistema de comunicació, es captura la informació recollida en els mòduls i es transmet als sistemes d'informació de l'empresa gestora amb un triple objectiu: el tradicional, corresponent a la recepció de la lectura de facturació i l'obtenció de lectures addicionals que permetran optimitzar la gestió de la xarxa de distribució i oferir nous serveis als clients.

La telelectura és la forma amb què podem enfrontar-nos al repte d'adequar la gestió a les necessitats socials, mediambientals i econòmiques que planteja la realitat.

### 1.1 Estalviar aigua, minimitzar fuites: Gestió eficient del servei

Els sistemes de minimització de les fuites en les xarxes de distribució d'aigua, basats en escombrats sistemàtics de la mateixa en recerca de fuites, han arribat al seu sostre d'eficiència. Només el control sistemàtic extensiu dels cabals nocturns de les xarxes va a permetre superar els nivells de rendiment de la xarxa fins a valors sistemàticament superiors al 80%.

Els sistemes basats en el control de cabals mínims nocturns necessiten realitzar balanços prou precisos de l'aigua injectada i consumida, en una àrea de la xarxa de proveïment en un període relativament curt de temps, de manera que es pugui avaluar ràpidament si un increment del cabal nocturn en un sector es deu a una fuga a la xarxa de distribució o a un canvi en la pauta de consum d'algun dels subministraments. Aquests balanços només són possibles si es disposa de sistemes de telelectura de comptadors en xarxa fixa.

Un augment del rendiment hidràulic es tradueix, principalment, en una disminució de les pèrdues d'aigua (fuites, connexions fraudulent, errors en els comptadors mal dimensionats, etc.). A més, un augment del rendiment hidràulic comporta un estalvi econòmic proporcional a l'augment d'aquest paràmetre, tan important en qualsevol instal·lació.

### 1.2 Millora del servei

Un cop s'implanta la telelectura dels comptadors, s'obren noves possibilitats de millorar el servei, entre elles:

- Evitar molèsties als usuaris del servei al no haver d'accedir als domicilis i indústries per prendre la lectura.

- Poder eliminar o reduir a nivells ínfims la facturació de consums estimats per raó d'absència de lectura, ja que s'és capaç de captar la lectura del comptador sense necessitat d'arribar fins a ell.
- Disminuir el nombre de reclamacions dels clients per errors en la lectura al millorar la qualitat de la mateixa, reduint al mínim els errors en la presa de lectura manual.
- Poder reduir el període entre que un comptador s'avaria i és substituït, ja que el comptador, si és tele-llegit, emet una alarma que és rebuda juntament amb la lectura de comptador.
- Poder ajustar els períodes de facturació a l'interès comú de l'Ajuntament i l'entitat gestora de l'abastament, ja que el cost no es dispara per llegir els comptadors amb freqüències abans impensables, com pot ser ara la lectura mensual.
- Poder alertar els clients de les anomalies en la seva pauta de consum que puguin ser degudes a fuites en la seva instal·lació interior, cosa que genera seriosos controvèrsies, ja que una fuga interior no detectada a temps, pot suposar una facturació molt elevada.

### 1.3 Conscienciació social

A totes aquestes necessitats i motivacions, cal afegir la motivació de conscienciació social i mediambiental per tal de fomentar un consum racional i sostenible d'un bé cada vegada més escàs com és l'aigua potable. El procés de lectura regular dels comptadors suposa un potent segur a l'hora de prevenir consums irracionals i fins i tot, com ja s'ha exposat en els paràgrafs precedents, a l'hora de poder detectar fuites o trencaments en les instal·lacions d'aigua.

En qualsevol dels casos, un procés ineficient de presa de lectures o un consum excessiu d'aigua, no reflecteixen situacions que estiguin alineades amb el que demana la situació econòmica actual. Avui dia entenem que tant en la societat com en l'empresa ha d'imposar-se un esperit d'estalvi, d'ajust i de millora constant de costos basada en l'ús racional dels recursos disponibles i en la millora constant de l'eficiència.

## 2. OBJECTE

L'objecte de la present memòria és seleccionar la tecnologia de comunicacions i metrologia que millor s'adapta a les necessitats de la xarxa d'aigua potable de la localitat de Vinebre, procedir a la seva posada en servei i dotar-la del programari requerit per poder accedir de manera remota a la lectura.

A més, la solució ha de ser escalable com per poder afegir sensòrica d'una altra naturalesa que permeti a la població la implantació de solucions de Smart City i ser compatible amb programari addicional que permeti realitzar estudis de balanços hídrics, facturació automàtica a abonats, optimització de consum elèctric etc... Aquests serveis addicionals no formen part de la present memòria, però la solució a implantar ha de permetre aquestes ampliacions de forma senzilla.

En concret, el parc de comptadors consta de 337 comptadors, ubicats en fornícula en la seva majoria.

Com veurem més endavant, la forma en què es troben distribuïts els comptadors en els municipis és una part important a l'hora de seleccionar la tecnologia utilitzada, a més d'altres factors que s'han de tenir en compte. Addicionalment, atès que el calibre màxim és de 80mm, tots els mòduls ràdio seran clip-on,

evitant haver d'instal·lar equips externs a el comptador per emetre les seves lectures i alarmes en el cas d'emprar determinats fabricants.

### 3. SOLUCIÓ PROPOSTA DE TECNOLOGIA DE XARXA FIXA DE TELECOMUNICACIONS

#### 3.1 Presentació tecnologies IOT LPWAN

En el passat, cada fabricant de comptador disposava d'una tecnologia de transmissió propietària. El que persegueix el present projecte, com s'indicava en l'apartat primer, és que la solució adoptada pugui ser emprada, no només per comptadors de diferents fabricants, sinó que fins i tot es puguin incloure altres sensors, maximitzant d'aquesta manera la inversió a realitzar.

Això ha motivat la decisió de seleccionar una solució IOT el més universal possible.

Observant la següent figura, l'elecció per minimitzar el nombre d'elements de xarxa necessària per abastar la màxima distància possible i atès que la velocitat i quantitat d'informació a transmetre és petita, l'elecció de tecnologia estaria entre les tecnologies ubicades al quadrant inferior dret :

- Sigfox
- LoraWan
- NB-IOT

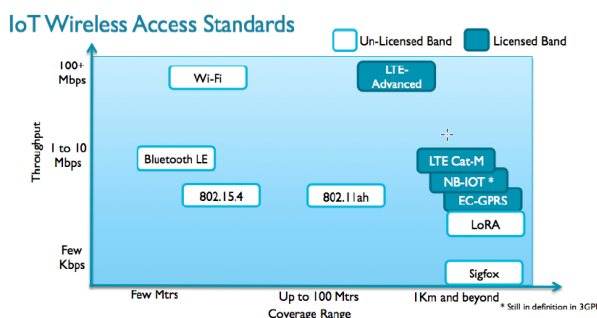


Figura 1. Tecnologies IOT

Totes les tecnologies LPWAN IOT tenen com a objectiu minimitzar el consum de bateria perquè la pila interna del comptador o mòdul clip-on o extern abasti una durada mínima de 12 anys, termini màxim de el cicle de vida útil d'un comptador d'aigua, segons la recent ordre ministerial ICT / 155/2020 de el 24 de febrer de 2020.

A més, en l'actualitat totes persegueixen disposar d'informació de consum horari, agrupant l'enviament d'informació en un, dos o quatre enviaments diaris per maximitzar la durada de la bateria, enviant diverses lectures de forma simultània (fins a 24)

Cada tecnologia té unes característiques diferencials que fan que cada projecte pugui tenir una solució diferent que s'adapta millor a les seves necessitats. Sense entrar en més aspectes tècnics, el següent quadre resum pot resumir quan una tecnologia és més apropiada en funció de les característiques de el projecte:

| REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO                                                                      |  sigfox |  LoRa |  NB-IoT |  LTE-M |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| DISPOSITIVO FINAL ES UN ACTUADOR (TELEMANDO)                                                     |         |       |        |        |
| SENSORES O MEDIDORES DENSIDAD DISPOSITIVOS BAJA                                                  |         |       |        |        |
| SENSORES O MEDIDORES DENSIDAD DISPOSITIVOS ALTA                                                  |         |       |        |        |
| SENSORES O MEDIDORES CON EQUIPOS AGRUPADOS EN UBICACIONES PRÓXIMAS (P.E. BATERÍAS DE CONTADORES) |         |       |        |        |
| PROYECTO HA DE SER LLAVE EN MANO (CONCURSO DE OBRA)                                              |         |       |        |        |

 Válida técnicamente pero cara  
  Válida, pero no la óptima  
  Mejor opción  
 Imposible  
  Posible, no recomendable  
  Posible, con limitaciones

Figura 2. Taula comparativa adequació tecnologia a tipologia de projecte

No obstant això, en el cas concret de la localitat de Vinebre, hi ha una característica definitiva per optar per la tecnologia LoraWan:

1. No hi ha comptadors en bateria, situació que fa més competitiva la solució NB-IOT al compartir una mateixa SIM diversos comptadors. No sent aquest el cas, NB-IOT perd competitivitat en costos.
2. No hi ha al mercat disponibilitat comptadors integrats amb tecnologia NB-Iot, el que encarriria la solució al necessitar comptador més element NB-IOT extern o optar per un únic fabricant que, al no disposar de competència, el preu no és el competitiu que serà en un futur proper.
3. Pel que fa a Sigfox, la cobertura no és completa i el nombre de dispositius disponibles al mercat és limitat, a més de tenir un cost de manteniment més gran.
4. Els comptadors equipats amb tecnologia LORAWAN poden ser llegits en recorregut (walkby) en un primer estadi d'implantació permetent el desenvolupament posterior d'una xarxa fixa de comunicacions. Es pot treballar en recorregut i si tens després es considera adient es pot implantar la xarxa fixa de comunicacions.

### 3.2 Descripció LoraWan

LoraWan és una aliança de diverses empreses que promouen l'ús de la xarxa de transmissió ràdio LORA, tecnologia propietària de l'empresa Semtech.

Al tractar-se d'una aliança i una xarxa no propietària que pot ser desplegada directament per l'usuari final, hi ha un creixent ecosistema de fabricants de dispositius que es poden consultar a: <https://loralliance.org>

Fa servir la mateixa freqüència de transmissió banda ISM de 868Mhz que Sigfox. Fins i tot el mecanisme d'encriptació és similar.

Utilitza tecnologies d'espectre eixamplat per adaptar la velocitat a la distància i qualitat del senyal. Amb un menor nombre de gateways es cobreix un major rang (aproximadament 2kms en àrees urbanes) el que evita instal·lar equipament intermedi en mobiliari urbà.

En l'àmbit de LoraWan aquesta tècnica se sol anomenar com Spread Factor (SF) que va de SF7 a 50 kbps a SF12 a 250bps.

La xarxa LoraWan pot ser creada directament per l'usuari final. Això aporta l'avantatge de crear cobertura allà on és necessària.

A la següent figura s'observa l'arquitectura de servidors requerits per al funcionament d'una xarxa LoraWan, així com un esbós de les claus de seguretat i procés que segueix cada dispositiu (comptador) per registrar-se a la xarxa, en el qual intervenen:

- Comptador d'aigua
- Gateway
- Network Server
- join Server
- Application Server
- 

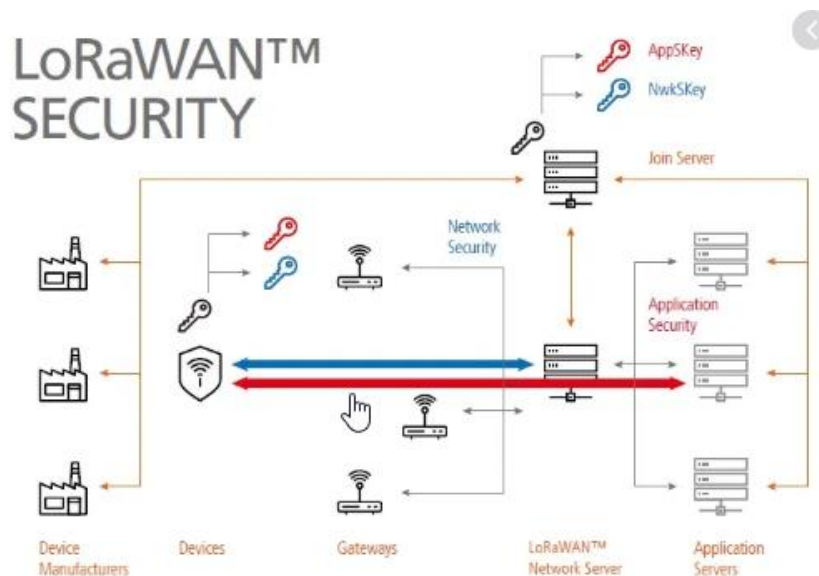


Figura 3. Esquema Xarxa LoraWan i mecanismes securització

LoraWan, com tecnologia LPWAN compleix totalment amb les 4Cs exigibles a aquesta tecnologia (per la seva definició en anglès):

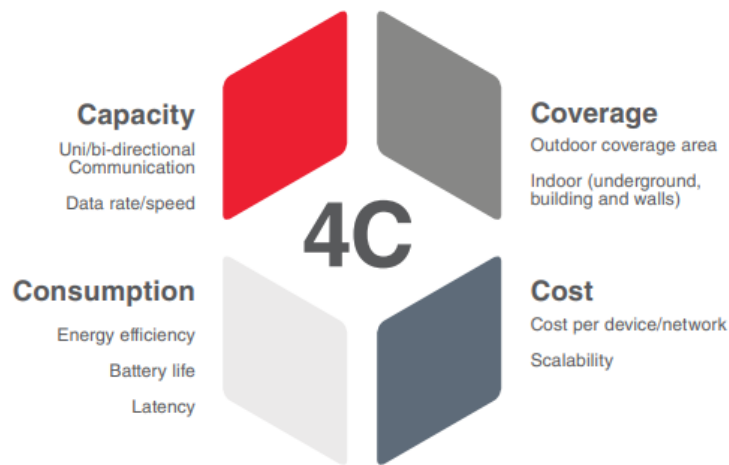


Figura 4. Característiques xarxes LPWAN

Pel que fa a **Capacitat**, els dispositius LoRaWAN tenen velocitats de transmissió d'entre 0.3 kbps i 50 kbps, depenent dels nivells de cobertura que registri cada dispositiu. A més, consta de tres classes de funcionament, depenent de les necessitats d'ús dels dispositius. Existeixen per tant mòduls classe A, B o C, que ofereixen comunicacions bidireccionals diferents en cada cas.

Pel que fa a **Cobertura** aquesta tecnologia permet aconseguir distàncies de fins a 20 km en condicions favorables. Això vol dir que, és capaç d'aconseguir dispositius situats en un segon soterrani o en una arqueta amb trapa metàl·lica. Aquesta cobertura s'aconsegueix mitjançant retransmissió i emprant tècniques de modulació que sacrifiquen velocitat a canvi de robustesa en la transmissió.



Figura 5. Exemple de comptadors LoRaWAN

En termes de **Consumo**, com s'ha esmentat anteriorment, hi ha tres classes diferents de funcionament:

- ✓ **Classe A:** La més suportada en gairebé tots els dispositius, aquest tipus de classe ofereix el major estalvi d'energia a causa de que **NOMÉS ENTRA MANERA ESCOLTA** (anomenat

finestra RX) DESPRÉS D'ENVIAR DADES CAP AL GATEWAY, per això és ideal per a dispositius que usen una bateria .

- ✓ **Classe B:** Aquest tipus de dispositius té les FINESTRES DE RECEPCIÓ AMB DURADA EN BASE A TEMPS ASSIGNATS PEL GATEWAY, aquest tipus de nodes pot usar una bateria o una font externa depenent dels temps assignats d'escolta.
- ✓ **Classe C:** Aquest tipus de classe ofereix el menor estalvi d'energia a causa de que ELS DISPOSITIUS SEMPRE ESTAN EN MANERA ESCOLTA, i només quan és necessari en mode transmetre, la recomanació és usar-lo en dispositius que compten amb una font externa d'alimentació.

Pel que fa a **Cost**, la competència entre proveïdors de Gateways LoRaWAN en el mercat espanyol i la senzillesa a l'hora d'implantar la xarxa, fan que el cost de la solució, comparat amb la inversió i costos de connectivitat i manteniment necessaris en altres tecnologies, sigui menor a molts escenaris.

Existeixen una gran quantitat de proveïdors de Gateways i mòduls LoRaWAN, que permeten disposar d'una àmplia oferta a l'hora de seleccionar els fabricants que més s'ajusten a les necessitats de el projecte.

Les principals aplicacions d'ús de la tecnologia LoRaWAN són les que es mostren a la figura 6. Com es pot observar, una d'elles fa referència a la telemesura, en el nostre cas, de comptadors d'aigua.



*Figura 6. Aplicacions de la tecnologia LoRaWAN*

Cal destacar, com ja s'ha indicat anteriorment, que una de les principals avantatges de LoRaWAN és que es pot desplegar, configurar i gestionar una xarxa propietària, sense la necessitat de disposar d'una operadora de telecomunicacions per al seu funcionament. En projectes com el que es planteja, el fet de disposar d'una xarxa IOT pròpia, redueix els costos a llarg termini a canvi de realitzar una inversió inicial, alhora que proporciona l'oportunitat d'ampliar les aplicacions per a les que s'utilitza la xarxa, convertint a la localitat en una Smart City.

### 3.2.1 Estudi cobertura LoraWan

S'ha seleccionat l'edifici de l'Ajuntament de Vinebre com a emplaçament per localitzar el Gateway amb el qual es cobriria la totalitat de la zona sota estudi, com es pot observar en les següents imatges.



Figura 7. Cobertura LoraWan amb un Gateway.

#### 4. EQUIPAMENT DE COMPTADORS

Com s'ha indicat la disponibilitat de fabricants amb comptadors que compten amb comunicació LoraWan, mitjançant Clip-on o integrada en el propi comptador, és suficient com per optar per diversos d'ells. A la següent taula es reflecteix la distribució de comptadors necessaris:

| Descripció                  | Calibre | Quantitat |
|-----------------------------|---------|-----------|
| Comptador amb mòdul LoraWan | 015     | 336       |

El projecte contempla la substitució dels comptadors existents, lectura i registre del comptador retirat per poder facturar correctament durant el període de substitució, així com l'inventariat en els sistemes informàtic dels nous equips instal·lats.

No formen part de la present memòria valorada l'obra civil, arquetes o fornícules en cas de ser necessàries, al requerir una anàlisi individual personalitzat.

La solució triada inicialment per la implantació a Vinebre es la de lectura en recorregut (walkby) de comptadors equipats amb tecnologia LoraWan. S'expliquen totes les característiques de la xarxa fixa de comunicacions i es realitza un estudi de cobertures per demostrar la viabilitat futura d'una possible implantació de la xarxa de comunicacions fixa.

## 5. PLA DE TREBALL

A continuació, es detallen i descriuen els treballs a realitzar:

1. Inspecció d'emplaçaments in-situ.
2. Aplec de material (4-6 setmanes segons fabricant).
3. Instal·lació de l'inici en la ubicació definitiva.
4. Instal·lació dels comptadors per la seva lectura en walkby.
5. Lliurament de l'obra

Es proposa inicialment el termini màxim d'execució de les obres a realitzar en 11 setmanes.

Finalment, la revisió i anàlisi de les dades reportats per la xarxa durant els dies posteriors a la seva posada en marxa permet comprovar que tot funciona correctament segons l'esperat, i realitzar algun ajust si es considera necessari.

## 6. VALORACIÓ DELS TREBALLS I PRESSUPOST

L'abast d'aquesta proposta es la instal·lació dels comptadors de telelectura, atenent a les indicacions i característiques recollides als capítols anteriors d'aquesta memòria tècnica per l'optimització del sistema d'abastament d'aigua del municipi de **Vinebre**.

| Concepte                                                                                                                                                                 | Unitats | Tarifa    | Import             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|--------------------|
| Subministrament i instal·lació comptador de velocitat o volumètric DN15 R> 160 longitud 115 amb mòdul de ràdio clip-on LoRaWAN. Inclou accessoris i activació del mòdul. | 336     | 74,9412 € | 25.180,23 €        |
| <b>Total</b>                                                                                                                                                             |         |           | <b>25.180,24 €</b> |
| <i>Despeses General 13%</i>                                                                                                                                              |         |           | <i>3.273,43 €</i>  |
| <i>Benefici Industrial 6%</i>                                                                                                                                            |         |           | <i>1.510,81 €</i>  |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                             |         |           | <b>29.964,48 €</b> |
| IVA el 21%                                                                                                                                                               |         |           | 6.292,54 €         |
| <b>TOTAL amb IVA</b>                                                                                                                                                     |         |           | <b>36.257,02 €</b> |

**C.G. D'AIGÜES DE CATALUNYA, S.A.**  
Passeig de Gràcia, 98, 3r. 1a.  
08008 Barcelona  
CIF: A-60401585

**Sergi Llasat Villalbí**  
Cap de Servei  
Aigües de Catalunya