

Plec de prescripcions tècniques per al subministrament i instal·lació de la xarxa de sensors dels mercats municipals de Barcelona

1. Antecedents i motivació del contracte

El model “**Mercats de Barcelona**” aposta per desenvolupar els mercats seguint un model **mediterrani** que uneix les persones i el comerç, i que promou no tan sols la **transacció comercial**, sinó també les **relacions humanes**.

En aquest context, els mercats aconsegueixen un paper especial en la **construcció de la ciutat** i de la seva organització social, econòmica i urbana, que defineix decisivament el model comercial de cada ciutat. Per això, Barcelona basa el seu model comercial en el **comerç de proximitat**, en què els mercats s'integren amb una clara vocació de servei als ciutadans, especialment en el seu entorn més immediat, ja que exerceixen una clara **funció vertebradora del territori**.

Comprar al mercat reflecteix un estil de vida que està totalment compromès i connectat amb el model mediterrani; la majoria de les famílies tenen un mercat a menys de 10 minuts de casa. És un estil que va adquirint més adeptes cada dia, que segueixen els conceptes d'aliments saludables, la producció local i un ambient amigable.

D'aquesta manera, des dels mercats es promouen els **productes** (frescos, de qualitat i saludables, amb una oferta que aposta per la varietat), les **persones** (professionalització, tracte personalitzat, espai de trobada), els **espais** (propers i sostenibles, amb la remodelació dels edificis) i el territori (integració i cohesió social, motor econòmic, xarxa social i comercial).

Tot plegat fa del **model Barcelona** un model d'èxit i un exponent clar de **gestió publicoprivada** que s'ha convertit en un **referent internacional**.

La xarxa de Mercats de Barcelona, gestionada des de 1992 per l'Institut Municipal de Mercats de Barcelona, està formada per 43 mercats en 40 edificis o equipaments. 39 d'aquests mercats són alimentaris i 4 no alimentaris, i estan distribuïts en els 10 Districtes de la ciutat, en el cor d'una part important dels 73 barris que la componen, sent així uns referents de la compra d'alimentació fresca i de comerç de proximitat.

D'aquests 40 edificis, 30 ja han estat reformats, dos més es troben en obres i altres dos en fase de projecte. Aquesta acció reformadora portada a terme durant els darrers 26 anys té l'objectiu de modernitzar els mercats per tal que puguin ser competitius en el marc de la distribució alimentària i adaptar-se a l'evolució de les demandes dels ciutadans.

Al llarg de la seva evolució, les demandes dels ciutadans es van incorporant als serveis dels mercats, que ajuden a millorar el que ofereixen, i així contribueixen a millorar-ne la competitivitat. Així, en les darreres dècades, els mercats han adaptat les seves infraestructures, han modernitzat les parades i els serveis logístics i de gestió de residus, i han

promogut nous serveis, com el lliurament a domicili, l'estacionament o el pagament amb targeta.

Per tal de garantir el correcte funcionament i unes condicions òptimes als mercats municipals és necessari poder monitoritzar de forma centralitzada les condicions ambientals de diferents espais i equipaments dels mercats així com de diferents paràmetres de la instal·lació dels edificis.

Aquesta xarxa ha de permetre dotar als mercats de la infraestructura de sensors i de la electrònica corresponent per poder realitzar la monitorització remota dels mercats.

2. Abast

Lliurament i instal·lació dels sensors i els gateways per a la infraestructura de sensors dels mercats municipals.

Concretament en aquesta fase del projecte es volen instal·lar les següents tipologies de sensors:

- Sensors de temperatura
- Sensors de qualitat de l'aire
- Sensors d'obertura/tancament de portes
- Sensors de corrent elèctric

D'aquesta manera s'inclou a l'abast del projecte:

- Subministrar els sensors i gateways d'acord amb les característiques descrites en aquest plec així com el material d'ancoratge a les parets i el cablejat de xarxa específic que es requereixi.
- Instal·lar els sensors i gateways als espais i/o equipaments especificats dels mercats.
- Configurar els sensors i gateways segons els requeriments de configuració que defineixi l'IMMB.
- Generar la documentació de la instal·lació realitzada

Queda exclòs de l'abast d'aquest plec els dispositius de la xarxa de telecomunicacions del Mercat (ja presents) així com la infraestructura software a la que s'han de connectar els gateways i els sensors.

3. Objectius i beneficis esperats

El projecte té com a objectiu principal implementar una xarxa de sensors i gateways als mercats municipals de Barcelona per aconseguir els següents propòsits específics:

1. **Millora de la Gestió Energètica:** Optimitzar l'ús de recursos energètics als mercats, mitjançant la monitorització i gestió en temps real del consum d'energia, per tal de reduir costos operatius i impacte ambiental.
2. **Optimització de la Logística i Operacions:** Implementar sensors per al seguiment de la cadena de fred i la qualitat de l'aire, garantint així la frescor i seguretat dels

productes oferts als consumidors. Així com contribuir a una millor resposta operativa centralitzada en cas de que es detectin situacions anòmales.

3. **Millora de l'Experiència del Client:** Recollir dades sobre les condicions ambientals als mercats municipals per garantir una experiència òptima als clients dels mercats.
4. **Sostenibilitat i Responsabilitat Ambiental:** Fomentar l'ús de tecnologies sostenibles i eficients que contribueixin a la reducció de la petjada de carboni dels mercats municipals.

Beneficis Esperats

El desplegament de la xarxa de sensors espera aportar els següents beneficis als mercats municipals de Barcelona:

- **Reducció de Costos:** Disminució dels costos operacionals i energètics gràcies a una gestió més eficient dels recursos.
- **Millora de la Qualitat i Seguretat dels Productes:** Assegurar la màxima qualitat i seguretat alimentària mitjançant el control constant de la cadena de fred i la qualitat de l'aire.
- **Augment de la Competitivitat:** Millora de l'eficiència i atractiu dels mercats municipals com a destinacions de compra, incrementant la seva competitivitat en el mercat local.
- **Satisfacció del Client:** Millora de l'experiència de compra a través de l'anàlisi de dades, personalització de l'oferta i millora de l'ambient i serveis dels mercats.
- **Contribució a la Ciutat Intel·ligent:** Integració dels mercats municipals en la visió de Barcelona com a ciutat intel·ligent i sostenible, utilitzant tecnologies d'avantguarda per a la millora de la qualitat de vida dels seus ciutadans.

4. Situació actual

Actualment els mercats municipals de Barcelona disposen d'una xarxa de telecomunicacions amb diferents nodes repartits pels edificis que donen servei als diferents dispositius que requereixen connexió a Internet (TV's de contingut digital, sensors comptapersones, Lockers...).

De la mateixa manera, l'IMMB disposa ja de la plataforma per rebre i processar els missatges generats pels sensors.

5. Característiques de la nova xarxa de sensors a desplegar als mercats

En la fase actual del projecte es vol portar a terme la monitorització dels següents elements:

- Temperatura i humitat de les cambres frigorífiques

- Estat (obertura/tancament) de les portes de les cambres frigorífiques
- Condicions ambientals i qualitat de l'aire de certs espais del mercat
- Temperatura i humitat exterior
- Temperatura del rack principal
- Corrent elèctric de la il·luminació de la sala de vendes
- Corrent elèctric màquines de refrigeració

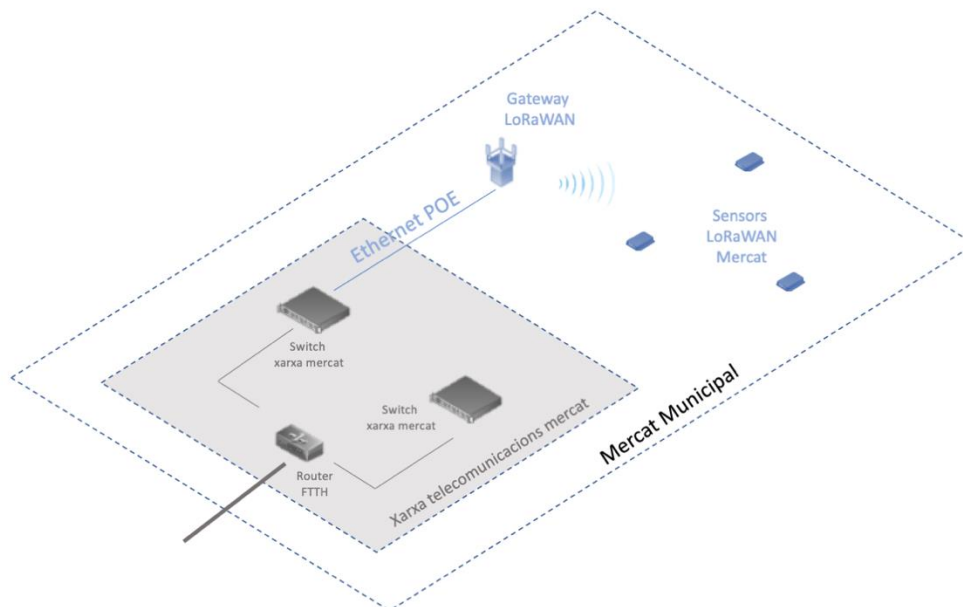
Amb l'objectiu de disminuir els costos de instal·lació i manteniment de la xarxa de sensors s'ha optat per portar a terme el desplegament de sensors utilitzant la tecnologia de comunicacions LoRaWAN.

LoRaWAN esdevé una tecnologia molt atractiva per a una àmplia gamma d'aplicacions IoT, des de la gestió de ciutats intel·ligents fins a la monitorització d'infraestructures, oferint una solució eficaç per a la comunicació a llarga distància, el baix consum d'energia i la seguretat de les dades.

L'Institut Municipal de Mercats de Barcelona ja ha portat a terme una prova pilot en un mercat per validar el funcionament d'una xarxa LoRaWAN en l'entorn dels Mercats Municipals amb resultats satisfactoris.

5.1. Topologia de la nova xarxa

D'aquesta manera, la nova xarxa haurà de seguir el següent esquema general:



L'adjudicatari haurà de subministrar els següents elements en les quantitats descrites en l'Annex 1 d'aquest Plec de Prescripcions Tècniques.

5.1.1. Gateways LoRaWAN

A cada mercat s'hi instal·laran un o més Gateways que rebin els missatges provinents dels sensors LoRaWAN i els enviïn al servidor Lorawan a través de la xarxa de telecomunicacions dels Mercats.

5.1.1.1. Gateways LoRaWAN Primari

A cada mercat s'hi instal·larà un gateway LoRaWAN principal que es connectarà a per cablejat de xarxa Ethernet i alimentat per POE a través del switch ja disponible a la xarxa de telecomunicacions del Mercat.

Les característiques tècniques que ha de tenir aquest gateway són:

Hardware
<ul style="list-style-type: none">• CPU: Quad-core 1.5 GHz, 64-bit ARM Cortex-A53• Memòria: 512 MB de RAM DDR4• Memòria Flash: 8 GB eMMC
LoRaWAN
<ul style="list-style-type: none">• Connector de l'Antena: 2 × 50 Ω Connectors Externs N-Female• Canal: 8 (Mitja/Doble-dúplex)• Banda de Freqüència: CN470/IN865/EU868/RU864/US915/AU915/KR920/AS923-1&2&3&4• Sensibilitat: -140dBm Sensibilitat @292bps• Potència de Sortida: 27dBm Màxim• Protocol: V1.0 Classe A/Classe B/Classe C i V1.0.2 Classe A/Classe B/Classe C• Suport LBT
Interfície Ethernet
<ul style="list-style-type: none">• Port: 1 × RJ45 (suporta PoE PD)• Capa Física: 10/100/1000 Base-T (IEEE 802.3)• Velocitat de Dades: 10/100/1000 Mbps (Auto-detecció)• Interfície: Auto MDI/MDIX• Mode: Dúplex complet o mitjà (Auto-detecció)
Interfície Wifi
<ul style="list-style-type: none">• Antena: Antena Interna• Estàndards: IEEE 802.11 b/g/n, 2.4GHz• Mode: Mode AP o Client• Seguretat: Autenticació WPA/WPA2, encriptació WEP/TKIP/AES 802.11b: 18 dBm +/-2.0 dBm (11 Mbps) / 802.11g: 15 dBm +/-2.0 dBm (6 Mbps) /802.11g: 15 dBm +/-2.0 dBm (54 Mbps)• Potència de Tx: 802.11n@2.4 GHz: 14 dBm +/-2.0 dBm (MCS0_HT20) / 802.11n@2.4 GHz: 14 dBm +/-2.0 dBm (MCS7_HT20) / 802.11n@2.4 GHz: 13 dBm +/-2.0 dBm (MCS0_HT40) / 802.11n@2.4 GHz: 13 dBm +/-2.0 dBm (MCS7_HT40)
Interfície Cel·lular
<ul style="list-style-type: none">• Antena: Antena Interna• Rànura SIM: 1 (mini SIM-2FF)

GPS
<ul style="list-style-type: none"> • Antena: Antena Interna • Sensibilitat: -167dBm@Seguiment, -149dBm@Adquisició, -161dBm@Re-adquisició • Precisió de Posició: <2.5m CEP
Software
<ul style="list-style-type: none"> • Protocols de Xarxa: PPPoE, SNMP v1/v2c/v3, TCP, UDP, DHCP, DDNS, HTTP, HTTPS, DNS, ARP, SNTP, Telnet, SSH, MQTT, BACnet/IP, etc. • Packet Forwarder: Semtech, Basic station, Chirpstack-Generic MQTT broker • Túnel VPN: OpenVPN/IPsec/PPTP/L2TP/GRE/DMVPN • Tallafof: ACL/DMZ/Assignació de Ports/Associació de MAC/Filtre d'URL • Gestió: Web, CLI, SMS • Aplicació: SDK de Python, Node-RED
Subministrament i Consum d'Energia
<ul style="list-style-type: none"> • Entrada d'energia: 1 × entrada 802.3 af PoE i 12 VDC amb Connector M12
Característiques Físiques
<ul style="list-style-type: none"> • Protecció d'Entrada: IP67 • Instal·lació: Muntatge en Paret o Poste

Per cada gateway principal caldrà proveir també d'un conjunt de dues antenes LoRa amb les següents característiques:

Rang de Freqüència
<ul style="list-style-type: none"> • 868MHz
Potència
<ul style="list-style-type: none"> • Guany de l'antena: 4.52 dBi • Polarització: Lineal, Vertical • VSWR: Màxim 2:0. • Resistència: 50 OHM
Connector
<ul style="list-style-type: none"> • N-mascle

El número total de gateways principals amb els respectius conjunts d'antenes que caldrà subministrar s'especifica a l'Annex 1 d'aquest document.

5.1.1.2. Gateway LoRaWAN Secundari

Alguns mercats tenen unes característiques físiques que poden fer necessari disposar d'alguns Gateways addicionals que assegurin la connectivitat d'alguns sensors. Aquests gateways

secundaris es connectaran per cablejat de xarxa Ethernet i alimentats per POE a través dels switchs ja disponibles a la xarxa de telecomunicacions del Mercat.

Les característiques tècniques que han de tenir aquests gateways secundaris són:

Hardware
<ul style="list-style-type: none"> • CPU: Dual-core 240MHz, 32-bit Xtensa® LX7 • Memòria: 8 MB PSRAM • Flash: 16 MB Flash
LoRaWAN
<ul style="list-style-type: none"> • Canal: 8 (Semidúplex) • Banda de freqüència: CN470/IN865/EU868/RU864/US915/AU915/KR920/AS923-1&2&3&4 • Sensibilitat: -140dBm Sensibilitat @292bps • Potència de sortida: 27dBm Màxim • Protocol: V1.0 Classe A/Classe B/Classe C i V1.0.2 Classe A/Classe B/Classe C
Software
<ul style="list-style-type: none"> • Protocols de xarxa PPPoE, SNMP v1/v2c/v3, TCP, UDP, DHCP, DDNS, HTTP, HTTPS, DNS, ARP, SNTP, Telnet, SSH, MQTT, etc. • Túnel VPN OpenVPN/IPsec/PPTP/L2TP/GRE/DMVPN • Gestió Web, CLI • Packet Forwarder: Semtech, Basic station, Chirpstack-Generic MQTT broker
Interfície Ethernet
<ul style="list-style-type: none"> • Port: 1 × Port RJ45 WAN • Capa física: 10/100 Base-T (IEEE 802.3) • Taxa de dades: 10/100 Mbps (Auto-detecció) • Interfície: Auto MDI/MDIX • Mode: Full o Half Duplex (Auto-detecció)
Wifi
<ul style="list-style-type: none"> • Estàndards: IEEE 802.11b/g/n, 2.4 GHz • Mode: Mode AP (Només configuració del dispositiu)
Subministrament i Consum d'Energia
<ul style="list-style-type: none"> • Entrada d'energia: 1. 5V per port Tipus-C / 2. 5~12V DC per Bloc Terminal de 2 pins de 3.5mm / 3. Entrada PoE estàndard 802.3af
Característiques Físiques
<ul style="list-style-type: none"> • Protecció d'entrada: IP30 • Instal·lació: Escriptori, Paret o Muntatge al sostre

El número total de gateways secundaris que caldrà subministrar s'especifica a l'Annex 1 d'aquest document.

5.1.2. Sensors LoRaWAN

Alguns mercats tenen unes característiques físiques que poden fer necessari disposar d'alguns Gateways addicionals que assegurin la connectivitat d'alguns sensors. Aquests gateways

En la fase actual del projecte es vol portar a terme la monitorització dels següents elements:

- Temperatura i humitat de les cambres frigorífiques
- Estat (obertura/tancament) de les portes de les cambres frigorífiques
- Condicions ambientals i qualitat de l'aire de certs espais del mercat
- Temperatura i humitat exterior
- Temperatura del rack principal
- Corrent elèctric de la il·luminació de la sala de vendes
- Corrent elèctric màquines de refrigeració

Pel que caldrà subministrar els següents sensors:

5.1.2.1. Sensor LoRaWAN de temperatura i humitat per a les cambres frigorífiques

Les característiques tècniques que han de tenir aquests sensors són:

Transmissió Sense Fils
<ul style="list-style-type: none">• Protocol: LoRaWAN®• Freqüència: CN470/IN865/RU864/EU868/US915/AU915/KR920/AS923-1&2&3&4• Potència de Transmissió (Tx Power): 16dBm (868 MHz)/20dBm(915 MHz)/19dBm(470 MHz)• Sensibilitat: -137dBm a 300bps• Mode: OTAA/ABP Classe A
Mesura
Temperatura
<ul style="list-style-type: none">• Interval: -30°C a +60°C• Precisió: +/- 0.2°C• Resolució: 0.1°C
Humitat
<ul style="list-style-type: none">• Interval: 0% a 100% RH• Precisió: +/- 2%• Resolució: 0.5% RH
Operació
<ul style="list-style-type: none">• Encès i Apagat: Configuració NFC via Aplicació Mòbil, Botó d'Encès (Intern)• Configuració: Configuració NFC via Aplicació Mòbil
Característiques Físiques
<ul style="list-style-type: none">• Subministrament d'Energia: Bateria Reemplaçable• Durada de la Bateria: ≥5 anys (interval de 10 min amb retransmissió de dades, 25°C)• Temperatura Operativa: -30°C a +60°C• Humitat Relativa: ≤95%• Material: PC + ABS (Grau Alimentari)• Protecció: IP67• Muntatge: Paret

El número total de sensors per a les cambres frigorífiques que caldrà subministrar s'especifica a l'Annex 1 d'aquest document.

5.1.2.2. Sensor LoRaWAN per a l'estat de les portes de les cambres frigorífiques

Les característiques tècniques que han de tenir aquests sensors són:

Transmissió Sense Fils
<ul style="list-style-type: none">• Protocol: LoRaWAN• Freqüència: CN470/IN865/RU864/EU868/US915/AU915/KR920/AS923-1&2&3&4• Potència de Transmissió (Tx Power): 16dBm (868 MHz)/20dBm(915 MHz)/19dBm(470 MHz)• Sensibilitat : -137dBm a 300bps• Mode: OTAA/ABP Classe A
Mesura
Imant de Porta
<ul style="list-style-type: none">• Distància de Detecció: 20-30 mm• Longitud del Cable: 1.5 m
Operació
<ul style="list-style-type: none">• Encès i Apagat: NFC, Botó d'Encès (Intern)• Configuració: Configuració NFC via Aplicació Mòbil• Característica Avançada: Emmagatzematge de Dades, Retransmissió de Dades
Característiques Físiques
<ul style="list-style-type: none">• Subministrament d'Energia: Bateria reemplaçable• Durada de la Bateria: 10 anys (interval de 10 min + 48 accionaments per dia)• Temperatura Operativa: -30°C a +70°C• Humitat Relativa: 0% a 100% (no condensant)• Protecció: IP67

El número total de sensors per a les portes de les cambres frigorífiques que caldrà subministrar s'especifica a l'Annex 1 d'aquest document.

5.1.2.3. Sensor LoRaWAN per a les condicions ambientals

Les característiques tècniques que han de tenir aquests sensors són:

Transmissió Sense Fils
<ul style="list-style-type: none">• Protocol: LoRaWAN• Freqüència: CN470/N865/RU864/EU868/US915/AU915/KR920/AS923-1&2&3&4• Potència de Tx: 16dBm(868)/20dBm(915)/19dBm(470)• Sensibilitat: -137dBm @300bps• Mode: OTAA/ABP Classe A

Sensors
Diòxid de Carboni (CO2)
<ul style="list-style-type: none"> • Tipus de Sensor: NDIR • Rang: 400 - 5000 ppm • Precisió: \pm (30 ppm + 3% de la lectura) (0°C - 50°C, 0 - 85%RH) • Resolució: 1 ppm
Temperatura
<ul style="list-style-type: none"> • Tipus de Sensor: MEMS • Rang: -30°C a +70°C • Precisió: 0°C a +70°C (+/- 0.3°C), -30°C a 0°C (+/- 0.6°C) • Resolució: 0.1°C
Humitat
<ul style="list-style-type: none"> • Tipus de Sensor: MEMS • Rang: 0% a 100% RH • Precisió: 10% a 90% RH (+/- 3%), sota del 10% i sobre del 90% RH (+/- 5%) • Resolució: 0.5% RH
Pressió Baromètrica
<ul style="list-style-type: none"> • Tipus de Sensor: MEMS • Rang: 300 - 1100 hPa (-40°C - +85°C) • Precisió: \pm1 hPa • Resolució: 0.1 hPa
Operació
<ul style="list-style-type: none"> • Encès i Apagat: NFC, Botó d'Alimentació (Intern) • Configuració: Mòbil App(via NFC) o Programari PC(via USB Tipus-C) • Característiques Avançades: Emmagatzematge de Dades (1000 peces), Retransmissió de Dades, Alarma de Llindar
Característiques Físiques
<ul style="list-style-type: none"> • Subministrament Elèctric: Bateries Reemplaçables • Vida Útil de la Bateria: 10 anys (interval de 10 min) • Temperatura Operativa: -30°C a +70°C • Humitat Relativa: 0% a 100% (no condensant) • Protecció d'Entrada: IP65
Dimensions i Instal·lació
<ul style="list-style-type: none"> • Instal·lació: Pol, Paret o Muntatge en Rail DIN

El número total de sensors per a les condicions ambientals que caldrà subministrar s'especifica a l'Annex 1 d'aquest document.

5.1.2.4. Sensor LoRaWAN per a la temperatura exterior i el rack de telecomunicacions principal

Les característiques tècniques que han de tenir aquests sensors són:

Transmissió Sense Fils
<ul style="list-style-type: none">• Protocol: LoRaWAN• Freqüència: CN470/IN865/RU864/EU868/US915/AU915/KR920/AS923-1&2&3&4• Potència de Transmissió: 16dBm(868 MHz)/20dBm(915 MHz)/19dBm(470 MHz)• Sensibilitat: -137dBm a 300bps• Mode: OTAA/ABP Classe A
Mesura
Temperatura
<ul style="list-style-type: none">• Rang: -30°C a +70°C• Precisió: 0°C a +70°C (+/- 0.3°C), -30°C a 0°C (+/- 0.6°C)• Resolució: 0.1°C
Humitat
<ul style="list-style-type: none">• Rang: 0% a 100% RH• Precisió: 10% a 90% RH (+/- 3%), per sota del 10% i per sobre del 90% RH (+/- 5%)• Resolució: 0.5% RH
Operació
<ul style="list-style-type: none">• Encès i Apagat: NFC, Botó d'Energia (Intern)• Configuració: Configuració NFC• Característica Avançada: Emmagatzematge de Dades, Retransmissió de Dades
Característiques Físiques
<ul style="list-style-type: none">• Subministrament d'Energia: Bateria reemplaçable• Durada de la Bateria: 10 anys (interval de 10 min)• Temperatura de Funcionament: -30°C a +70°C• Humitat Relativa: 0% a 100% (no condensant)• Protecció: IP67• Instal·lació: Muntatge en Paret

El número total de sensors per a la temperatura exterior i el rack de telecomunicacions principal que caldrà subministrar s'especifica a l'Annex 1 d'aquest document.

5.1.2.5.Sensor LoRaWAN per a la monitorització del corrent elèctric de la il·luminació de la sala de vendes i els aparells de ventilació

Les característiques tècniques que han de tenir aquests sensors són:

Elèctric
<ul style="list-style-type: none">• Paràmetre de Detecció: Corrent RMS• Freqüència de Mostreig: 3.3 kHz• Freqüència de Treball: 50–60 Hz• Corrent Màxim d'Entrada: 300A• Corrent Mínim d'Entrada: 2A• Precisió: $\pm 1\%$• Resolució: 1 mA
Transmissió Sense Fils
<ul style="list-style-type: none">• Protocol: LoRaWAN• Connector d'Antena: 1 x 50 Ω SMA Connector (Centre PIN: SMA Female)• Freqüència: CN470/IN865/RU864/EU868/US915/AU915/KR920/AS923-1&2&3&4• Potència de Transmissió: 16 dBm (868 MHz)/22 dBm (915 MHz)/19 dBm (470 MHz)• Sensibilitat: -137dBm• Mode: OTAA/ABP Classe A
Altres
<ul style="list-style-type: none">• Botó: 1 x Botó de Reinici• Indicador LED: 1 x Indicador d'Estat/Alarma• Configuració: USB Tipus-C o Downlink
Característiques Físiques
<ul style="list-style-type: none">• Subministrament d'Energia: Subministrament d'energia de corrent induït• Temperatura Operativa: -20°C70°C (-4°F158°F)• Temperatura d'Emmagatzematge: -25°C80°C (-13°F176°F)• Humitat Relativa: $\leq 95\%$ (No condensant)• Protecció:IP30• Instal·lació: Suspès en el Conducció elèctric

El número total de sensors per a la monitorització del corrent elèctric que caldrà subministrar s'especifica a l'Annex 1 d'aquest document.

6. Tasques a portar a terme

Adicionalment al subministrament dels elements anteriorment descrits l'adjudicatari haurà de portar a terme les següents tasques:

- Configurar els Gateways i els sensors LoRaWAN d'acord als paràmetres que especifiqui l'IMMB.
- Comunicar a l'IMMB les claus i identificadors dels sensors i gateways així com el codi dels decodificadors de cada model de sensor
- Analitzar i dissenyar la xarxa de telecomunicacions en cada mercat d'acord amb els requeriments especificats.
- Subministrar el material i l'electrònica necessària per acomplir els requeriments especificats.
- Instal·lar els diferents elements de xarxa al mercat per acomplir els requeriments especificats (Racks, enllaços de fibra, punts de xarxa, antena wifi).
- Realitzar les proves de connexió necessàries per tal d'assegurar que les instal·lacions s'han portat a terme correctament.
- Configurar els dispositius de xarxa d'acord amb el que es defineixi en la fase d'elaboració del projecte.
- Redactar un As-Buid de la instal·lació feta a cada mercat que especifiqui els elements instal·lats, la configuració realitzada i la seva localització física dins del mercat.

7. Volum i distribució en els mercats de Barcelona

En aquest projecte es vol implantar la xarxa en els 39 mercats municipals. A l'Annex 2 hi ha els noms i adreces dels mercats.

8. Pla de desplegament

El licitador haurà de presentar un pla de desplegament que permeti instal·lar la xarxa de sensors en els 39 mercats en un termini màxim de 8 mesos. El pla de desplegament haurà de contemplar les següents fases:

- **Fase de llançament:** L'objectiu d'aquesta fase és consensuar el pla de projecte, document generat pel licitant que s'haurà d'aprovar formalment per part de l'IMMB.
 - Aquesta fase tindrà una durada màxima de dues setmanes un cop formalitzat l'equip de projecte i feta la reunió de llançament i no suposarà més d'un 6% en preu de la oferta del licitador excloent el manteniment (4,5 setmanes /mes x 8 mesos =36 setmanes; $2/36 = 5,5\%$).
- **Fase d'elaboració:** L'objectiu d'aquesta fase és consensuar tots els aspectes tècnics de la instal·lació de xarxa de sensors i que han de quedar recollits en el document d'especificacions tècniques generat pel licitant i que s'haurà d'aprovar formalment per part de l'IMMB.
 - Aquesta fase tindrà una durada màxima de quatre setmanes i no suposarà més d'un 11% en preu de la oferta del licitador excloent el manteniment (4,5 setmanes /mes x 8 mesos =36 setmanes; $4/36 = 11,1\%$)

- **Fase de construcció:** En aquesta fase es porta a terme la instal·lació de la xarxa de sensors als mercats. El resultat de cada instal·lació quedarà plasmat en un document d'AsBuild generat pel licitant i aprovat formalment per part de l'IMMB.
 - Aquesta fase tindrà una durada màxima de 30 setmanes d'un 6% en preu de la oferta del licitador excloent el manteniment(4,5 setmanes /mes x 8 mesos =36 setmanes; $30/36 = 5,5\%$)
- **Fase de manteniment:** Els dos anys següents a la posada en producció de la xarxa i es basarà en la substitució de bateries i/o la reposició d'elements d'aquesta xarxa en els terminis expressats en aquest plec i amb el estoc de seguretat mínim detallat o amb el que sigui necessari quan aquest s'hagi exhaurit i prèvia adquisició per part de l'IMMB

9. Serveis associats al contracte

L'adjudicatari serà l'encarregat de:

- La direcció global extrem a extrem de les tasques del contracte.
- La interlocució amb l'IMMB.
- La coordinació dels diferents actors que intervenen al contracte.
- La supervisió i seguiment de les tasques detallades en aquest plec.

L'adjudicatari haurà de posar a disposició del projecte alguna eina de seguiment del projecte, JIRA o similar, sent el seu ús obligatori per part de l'adjudicatari i assumint l'adjudicatari els costos que se'n derivin.

També serà responsable de dotar el contracte amb els recursos necessaris, tant humans com materials, que permetin el correcte desenvolupament d'aquestes tasques, des de la direcció del contracte fins a la posada en operació de la xarxa de sensors de forma integral.

De la mateixa manera, i tal i com s'especifica en els anteriors punts, l'adjudicatari serà el responsable de:

- Subministrar els dispositius i materials descrits.
- Portar a terme la instal·lació dels elements de xarxa de sensors.
- Portar a terme les tasques de configuració dels dispositius de xarxa de sensors.
- Elaborar la documentació del projecte descrita als punts anteriors.
- Portar a terme les tasques associades a la posada en producció del sistema (formació, traspàs d'informació)

De la mateixa manera, l'adjudicatari haurà de prestar un servei de suport durant els dos anys següents a la posada en funcionament de l'aplicació, segons el que s'especifica al següent apartat d'aquest plec.

9.1. Manteniment de la xarxa i els sistemes de gestió vinculats

L'adjudicatari serà el responsable d'aplicar les mesures preventives i correctives necessàries per tal de subsanar qualsevol incidència en el funcionament de la xarxa de sensors.

Aquest manteniment inclourà la correcció d'errors detectats posteriorment per mal funcionament o perquè no s'han cobert les especificacions requerides, que es posin de

manifest en el funcionament de la xarxa de sensors o que es descobreixin posteriorment, així com la correcció de la que tingui deficiències.

La resolució d'incidències relacionades amb el manteniment es farà segons els següents nivells de servei.

Resolució d'incidències	Temps de resposta	Temps de diagnòstic	Temps de resolució
Incidència crítica	1 hora	4 hores	8 hores
Incidència greu	2 hores	8 hores	22 hores
Incidència normal	4 hores	16 hores	40 hores

Tipus d'incidències:

- **Incidència crítica:** La xarxa de sensors no funciona o una de les funcionalitats bàsiques no funciona. Implica una aturada en l'operativa normal de funcionament de la xarxa de sensors.
- **Incidència greu:** La xarxa de sensors o un dels seus components té una anomalia important però no impedeix l'operativa normal de la xarxa de sensors.
- **Incidència normal:** El sistema o un dels seus components té una incidència normal

Franges de temps:

- **Temps de resposta.** És el temps transcorregut des de que la incidència és comunicada a l'adjudicatari fins que un tècnic qualificat es posa en contacte amb el responsable de l'aplicació o la persona que es designi.
- **Temps de diagnòstic.** És el temps transcorregut des de que la incidència és comunicada a l'adjudicatari fins que l'adjudicatari fa un diagnòstic del problema.
- **Temps de resolució.** És el temps transcorregut des de que la incidència és comunicada a l'adjudicatari fins que es considera tancada pel responsable de l'aplicació o la persona que es designi.

El temps de resposta, diagnòstic i resolució es compta sobre l'horari de 8:00 a 18:00 de dilluns a divendres. Notar que en el cas de les incidències, el temps de resposta és acumulatiu: és a dir, que tots els temps comencen a comptar des de l'inici de la comunicació de la incidència. En aquest cas, una millor resposta en un temps, dona més marge en els temps de resposta posterior.

Per tal de resoldre amb la major celeritat les possibles incidències derivades del malfuncionament dels diferents equips electrònics (Gateways, Sensors, Bateries), el proveïdor haurà de tenir un estoc suficient d'aquests elements per tal de substituir-los d'acord amb la relació que s'assenyala a continuació:

L'adjudicatari disposarà i enmagatzemarà a les seves instal·lacions un estoc equivalent a un 10% del material necessari per cadascun dels capítols assenyalats en l'annex:

- 4 gateways primaris
- 2 gateways secundaris
- 9 sensors de temperatura cambres frigorífiques
- 9 sensors obertura cambres frigorífiques
- 4 sensors ambientals
- 4 sensors temperatura exterior
- 4 sensors temperatura rack principal
- 4 sensors elèctrics il·luminació planta de vendes
- 8 sensors elèctrics consum de refrigeració

Annex 1: Topologia per mercat

Nom del mercat	Núm. Gateways Primaris	Núm Gateways Secundaris	Núm sensors de temperatura cambres frigorífiques	Núm sensors obertura cambres frigorífiques	Núm sensors Ambientals	Sensors Temperatura exteriors	Sensor Temperatura Rack Principal	Sensor Elèctric Il·luminació Planta Vendes	Sensor Elèctric Consum Refrigeració	
Abaceria Central	1		4	4		1	1	1	2	
Besòs	1		3	3		1	1	1	2	
Boqueria	1	1	4	4		1	1	1	2	
Carmel	1		3	3		1	1	1	2	
Clot	1		3	3		1	1	1	2	
Estrella	1		3	3		1	1	1	2	
Fort Pienc	1		0	0		1	1	1	2	
Guinardó	1		0	0		1	1	1	2	
Horta (Provision	1		4	4		1	1	1	2	
Les Corts	1		4	4		1	1	1	2	
Libertat	1		0	0		1	1	1	2	
La Mercè	1	1	3	3		1	1	1	2	
Ninot	1		0	0		1	1	1	2	
Poblenou	1		0	0		1	1	1	2	
Sagrada Família	1	1	6	6		1	1	1	2	
Sant Antoni	1	1	4	4		1	1	1	2	
Sant Martí	1		3	3		1	1	1	2	
Sants	1	1	4	4		1	1	1	2	
Tres Torres	1		0	0		1	1	1	2	
Vall d'Hebrón	1		2	2		1	1	1	2	
Barceloneta	1		0	0		1	1	1	2	
Bon Pastor	1		3	3		1	1	1	2	
Canyelles	1		3	3		1	1	1	2	
Ciutat Meridiana	1		3	3		1	1	1	2	
Concepció	1	1	1	1		1	1	1	2	
Felip II	1	1	4	4		1	1	1	2	
Galvany	1		4	4		1	1	1	2	
Guineueta	1		4	4		1	1	1	2	
Hostafrancs	1		4	4		1	1	1	2	
Lesseps	1		0	0		1	1	1	2	
Marina	1		0	0		1	1	1	2	
Montserrat	1		4	4		1	1	1	2	
Provençals	1		2	2		1	1	1	2	
Sant Andreu	1		0	0		1	1	1	2	
Sant Gervasi	1		3	3		1	1	1	2	
Santa Caterina	1		0	0		1	1	1	2	
Sarrià	1		3	3		1	1	1	2	
Trinitat	1		3	3		1	1	1	2	
Encants	1		0	0		0	1	1		
TOTALS	39	7	91	91		38	39	39	38	76

Annex 2: Llista de Mercats

Nom Mercat	Adreça
Encants-Bellcaire	c/ Castillejos 145
Mercat Abaceria	Passeig de Sant Joan, 168
Barceloneta	Plaça Poeta Boscà, 1-2
Boqueria	Rambla, 89 bis
Concepció	c/ Aragó 311 bis
Estrella	c/ Pi i Maragall 73-75
Fort Pienc	Plaça de Fort Pienc, 3
Galvany	c/ Santaló, 65
Hostafrancs	c/ Creu Coberta, 93
La Marina	Pg. Zona Franca, 178-180
Les Corts	Trav. De les Corts, 215
Lesseps	c/ Verdi, 200-210
Llibertat	Plaça Llibertat, 27
Ninot	c/ Mallorca, 133
Sant Antoni	c/ Compte Urgell, 1
Sant Gervasi	Plaça Joaquim Folguera, 6

Santa Caterina	Av. Fraces Cambó, 16
Sants	c/ Sant Jordi, 6
Sarrià	c/ Reina Elisenda Montcada, 8
Tres Torres	c/ Els Vergós, 2
Besòs	c/ Jaume Huguet, 38
Bon Pastor	c/ Sant Adrià, 154-162
Canyelles	c/ Antonio Machado, 10
Carmel	c/ Llobregós, 149
Ciutat Meridiana	c/ Costabona, 4
Clot	Plaça del Mercat, 26
Felip II	c/ Felip II, 120
Guinardó	c/Teodor Llorente, 10
Guineueta	Pg. Valldaura, 186-190
Horta	c/Tajo, 75
Mercè	Pg. Fabra i Puig, 270
Montserrat	Via Favència, 241
Poble Nou-Unió	Plaça Unió, 25
Provençals	c/Menorca, 19
Sagrada Família	c/ Padilla, 255
Sant Andreu	c/Sant Adrià, 20

Sant Martí	c/ Puigcerdà, 206-212
Trinitat	c/ La Pedrosa, 21
Vall d'Hebron	Pg, Vall d'Hebron, 130-134