

Informe de diagnóstico de conectividad celular

Flota de telemetría agrícola — 240 dispositivos Quectel BG95-M3
(Cat-M1 / NB-IoT)

DOCUMENTO DE MUESTRA

CLIENTE	AgroSensores del Sur S.A. (ficticio)
CASO	Caso fijo — dispositivos en instalación estacionaria
PROYECTO	Diagnóstico técnico de ~7 días hábiles — Fase única
FECHA DE EMISIÓN	2026
PREPARADO POR	IoT Austral — contacto@iotaaustral.com.ar
CLASIFICACIÓN	Confidencial — uso interno del cliente

Contenido

1. Resumen ejecutivo
2. Alcance, insumos y metodología
3. Perfil de la flota y línea de base
4. Análisis de comandos AT
 - Inventario de comandos · Interpretación · Traza del dispositivo de préstamo
5. Hallazgos — Agotamiento de batería
6. Hallazgos — Consumo de datos no explicado
7. Hallazgos — Zona sin reporte (escalamiento / cobertura)
 - Geolocalización de zonas y celda servidora
8. Evidencia consolidada
9. Causa raíz — tabla resumen
10. Plan de acción con estimación de esfuerzo
11. Guía de implementación
 - Vía A — cambios de parámetros · Vía B — elevar al operador (cobertura por categoría) · Secuencia y pruebas
12. Resultado proyectado
13. Anexo A — Traza AT completa (dispositivo de préstamo)
14. Anexo B — Glosario
15. Anexo C — Módulo celular y hoja de datos (Quectel BG95-M3)

Aviso. Este es un **documento de muestra** elaborado por IoT Austral para ilustrar el formato, la profundidad técnica y el tipo de conclusiones de un entregable real. El cliente «AgroSensores del Sur S.A.», los números de serie, las trazas AT, las métricas y los resultados son **ficticios** y fueron contruidos con fines demostrativos. Un informe real se basa exclusivamente en los datos de conectividad y los logs provistos por el cliente.

1. Resumen ejecutivo

AgroSensores del Sur opera una flota de 240 sensores de humedad de suelo y nivel de silo, con módem **Quectel BG95-M3** sobre red celular **Cat-M1** (operador «Operador A»). La flota presenta tres problemas simultáneos: autonomía de batería muy por debajo de lo proyectado, consumo de datos entre 4 y 5 veces superior al presupuestado, y un 8 % de unidades (zona «Silo Norte») que reporta de forma intermitente o nula.

3,7 m AUTONOMÍA REAL (PROYECTADA: 18 M)	22 MB DATOS/MES/DISP. (PRESUPUESTO: 5 MB)	92 % COBERTURA EFECTIVA DE LA FLOTA	22 % PROPORCIÓN DE TRÁFICO ÚTIL
--	--	--	--

Conclusión principal. Ninguna de las tres fallas tiene origen en el hardware del sensor. Las causas dominantes son:

1. **PSM no efectivo.** El dispositivo solicita un período de actualización de área (TAU) de 24 h, pero la red concede 2 h; además el firmware del módem (versión A03) no entra en PSM mientras haya un socket abierto, y la aplicación no cierra la sesión MQTT antes de dormir. El módem queda despierto de forma casi permanente.
2. **Overhead de protocolo.** El 78 % del tráfico son keepalives MQTT cada 60 s, handshakes TLS completos en cada reconexión (sin reanudación de sesión) y resolución DNS repetida.
3. **Presupuesto de enlace excedido.** Las unidades montadas dentro de silos metálicos operan a RSRP < -118 dBm con el fallback a NB-IoT deshabilitado por configuración, pese a que el dispositivo detecta portadora NB-IoT en el sitio.

Las causas 1 y 3 tienen un componente de red: se recomienda **eleva el caso al operador** pidiendo cobertura y parámetros **desagregados por categoría** (2G / 3G / 4G / Cat-M1 / NB-IoT), que no son equivalentes. Detalle en §11.2.

IMPACTO ESPERADO DE LAS CORRECCIONES

Sin cambios de hardware en el 92 % de la flota: autonomía estimada ≈ **14–16 meses**, consumo ≈ **6 MB/mes/dispositivo**, cobertura efectiva > **99 %**. Esfuerzo estimado: ≈ **7 días-persona** de desarrollo/configuración + 1 prueba de campo + una gestión con el operador (§11.2). Para las unidades de Silo Norte que no se recuperen por red, se **recomienda antena externa** (especificación a cargo de IoT Austral; provisión e instalación, del cliente).

2. Alcance, insumos y metodología

2.1 Alcance

Diagnóstico técnico orientado a aislar la **causa raíz** de las fallas de conectividad reportadas y entregar un plan accionable con estimación de esfuerzo. **No incluye** desarrollo o modificación de firmware, ejecución de las correcciones, gestión del operador en nombre del cliente, ni acceso a la infraestructura de la portadora. El trabajo se realiza del lado del dispositivo y a partir de los datos de conectividad del cliente.

2.2 Insumos recibidos

INSUMO	DETALLE	ESTADO
Acceso de solo lectura al portal de SIMs	«Operador A – IoT Manager», usuario <code>consultoria_ro</code>	OK
Logs de 3 unidades con problemas	SN 0417, SN 0592, SN 1130 – 14 días de trazas de módem + aplicación	OK
1 unidad de referencia funcional	SN 0038 – misma versión de firmware y campaña	OK
1 dispositivo de préstamo con SIM activa	SN TEST-02 – usado para captura AT en vivo durante 5 días	OK
Registros de consumo por SIM	Exportación CDR agregada, 60 días	OK

2.3 Metodología (cronograma de ~7 días hábiles)

DÍA	ACTIVIDAD	PRODUCTO
0	Llamada inicial de relevamiento (1 h)	Acta de alcance y checklist de insumos
1–2	Recolección de datos: exportación de portal, ingest de logs, puesta en marcha del dispositivo de préstamo con captura AT	Dataset consolidado
3–5	Análisis técnico: correlación de eventos de registro, sesión, PSM/eDRX, consumo; segmentación tráfico útil vs. señalización; mediciones de señal por ubicación	Matriz de hallazgos
6	Entrega del informe	Este documento
7	Presentación de resultados (1 h) y cierre	Acta de cierre + acceso a Q&A por 15 días

2.4 Herramientas

Captura AT sobre puerto de diagnóstico (115200 8N1), parser propio de trazas Quectel, correlación temporal con CDR del operador, y mediciones de RSRP/RSRQ/SINR en 4 ubicaciones indicadas por el cliente.

3. Perfil de la flota y línea de base

PARÁMETRO	VALOR	COMENTARIO
Dispositivos activos	240	4 zonas geográficas
Módem	Quectel BG95-M3	Cat-M1 / NB-IoT / EGPRS
Firmware de módem	BG95M3LAR02A03	Vigente: A07 – 4 revisiones de atraso
Alimentación	2× AA litio (Li-FeS ₂), 3,6 V nominal	Presupuesto energético: 18 meses
Periodicidad de reporte	1 muestra cada 60 min	Payload útil ≈ 46 B por muestra
Transporte	MQTT sobre TLS 1.2	Broker propio del cliente en nube pública
APN	internet.iot (perfil por defecto)	Configurado como IPv4v6
PSM solicitado	TAU 24 h / Active-Time 8 s	Ver §5
eDRX solicitado	Ciclo 81,92 s	Rechazado por la red – ver §5

DISTRIBUCIÓN POR ZONA

ZONA	DISP.	RSRP MEDIANO	ESTADO
Sede central	36	-92 dBm	Normal
Campo Este	88	-101 dBm	Normal
Campo Oeste	98	-107 dBm	Marginal – reintentos elevados
Silo Norte	18	-119 dBm	Crítico – reporte intermitente/nulo

3.1 Módulo celular

Todas las unidades montan el **Quectel BG95-M3**, módulo LPWA multimodo **LTE Cat M1 / Cat NB2 / EGPRS** con GNSS integrado (3GPP Rel-14). Es la variante correcta para el caso: soporta Cat-M1 y NB-IoT en B28, y EGPRS como última caída. La hoja de datos completa del fabricante se adjunta en el **Anexo C**.

CARACTERÍSTICA	BG95-M3	RELEVANCIA PARA EL DIAGNÓSTICO
Categorías / RAT	LTE Cat M1, Cat NB2 (NB-IoT), EGPRS	Habilita el fallback NB-IoT del §7 (hoy deshabilitado por configuración, no por hardware)
Bandas Cat-M1	B1/2/3/4/5/8/12/13/18/19/20/25/26/27/28/66/85	Incluye B28 (700 MHz) – la banda del despliegue
Bandas Cat-NB2	B1/2/3/4/5/8/12/13/18/19/20/25/28/66/71/85	

CARACTERÍSTICA	BG95-M3	RELEVANCIA PARA EL DIAGNÓSTICO
		Incluye B28 — el fallback NB es viable en la misma banda
GNSS	GPS / GLONASS / BDS / Galileo / QZSS (integrado)	No se usa en esta flota fija; disponible si se agrega geo-referencia
Ahorro de energía	PSM, eDRX; el fabricante declara -70 % de fuga en PSM y -85 % de consumo en eDRX vs. la generación previa	El potencial de ahorro existe en el módulo — el problema es que hoy PSM no es efectivo (§5)
Pila de protocolos	TCP/UDP/SSL/TLS/MQTT/LwM2M/CoAP/HTTP(S)/IPv6	Soporta las correcciones del §10 (reanudación TLS, CoAP) sin cambiar de módulo
Alimentación	3,3–4,3 V (típ. 3,8 V)	Compatible con el pack de 2× AA litio del sensor

4. Análisis de comandos AT

El análisis AT es el núcleo del diagnóstico: los comandos AT exponen el estado real de la interacción módem-red (registro, banda, calidad de señal, temporizadores PSM/eDRX otorgados, contexto PDP y contadores de datos) que no es visible desde la aplicación. A continuación, los comandos utilizados y su lectura.

4.1 Inventario de comandos e interpretación

COMANDO	QUÉ EXPONE	LECTURA EN ESTA FLOTA
AT+CGMR	Versión de firmware del módem	A03 — bug conocido de PSM con socket abierto (corregido en A06)
AT+CEREG?	Estado de registro EPS, TAC, Cell ID	Unidades con falla oscilan 2↔1 (búsqueda ↔ registrado) hasta 27 veces/día en Silo Norte
AT+COPS?	Operador y tecnología de acceso (AcT)	AcT 7 (Cat-M1) en todas; nunca cae a NB-IoT
AT+CSQ	RSSI y BER (indicador básico)	Silo Norte: +CSQ: 6, 99 → ≈ -108 dBm RSSI, BER no medible
AT+QCSQ	Modo, RSRP, RSRQ, SINR (Quectel)	Silo Norte: RSRP -119, SINR -2 → enlace inestable
AT+QNWINFO	Tecnología, banda, canal	Banda LTE B28 (700 MHz) en todas las zonas
AT+CPSMS?	Parámetros PSM <i>solicitados</i>	TAU 24 h, Active-Time 8 s
AT+QPSMS?	Parámetros PSM <i>otorgados</i> por la red	TAU 2 h , Active-Time 6 s → 12 ciclos de wake-up/día no previstos
AT+CEDRXRDP	eDRX otorgado	+CEDRXRDP: 0 → eDRX no concedido ; el módem usa DRX normal en reposo
AT+QICSGP	Configuración de contexto PDP / APN	Perfil 1 = internet.iot, tipo IPV4V6 → doble señalización de asignación de dirección
AT+QIACT?	Estado del contexto PDP	Reactivación del contexto ≈ 30 veces/día (esperado: 1-2)
AT+QGDCNT?	Contador de bytes TX/RX del módem	≈ 585 KB/día/dispositivo; sólo ≈ 128 KB corresponden a payload útil
AT+QSSLCFG	Config. TLS (versión, ciphersuite, sesión)	Reanudación de sesión deshabilitada → handshake completo en cada reconexión

4.2 Fragmento de traza — dispositivo de préstamo (SN TEST-02)

Captura en Silo Norte, 03/09/2026 04:12–04:19. Anotaciones de IoT Austral en gris.

```
// Ciclo de despertar tras PSM — se esperaba 1 TAU/día, la red fuerza uno cada 2 h
AT+CEREG?
+CEREG: 2,2,,,7 // estado 2 = buscando red (no registrado)
AT+QCSQ
+QCSQ: "CAT-M",-119,-14,-2 // RSRP -119 dBm, RSRQ -14 dB, SINR -2 dB → margen negativo
AT+COPS?
+COPS: 0,0,"Operador A",7 // AcT 7 = Cat-M1; sin intento de NB-IoT

// 41 s y 6 intentos después...
+CEREG: 2,1,"1A2F","0B3C4501",7 // registrado por fin — 6 attach fallidos, radio a plena potencia
AT+QPSMS?
+QPSMS: 1,,,"00100010","00000110" // TAU otorgado = 2 h (bits "00100010"), Active-Time = 6 s
AT+CEDRXRDP
+CEDRXRDP: 0 // eDRX NO concedido → consumo de reposo elevado
AT+QICSGP=1
+QICSGP: 1,"internet.iot","",1 // contexto IPv4v6 (1) → doble ronda de señalización
AT+QGDCNT?
+QGDCNT: 24187,11938 // 24 KB TX / 12 KB RX en ~7 min de sesión (esperado ~0,3 KB)
AT+QSSLCFG="session",1
+QSSLCFG: "session",1,0 // reanudación de sesión TLS = 0 (deshabilitada)
```

La traza completa (5 días, todas las zonas) se incluye en el **Anexo A**.

5. Hallazgos – Agotamiento de batería

Autonomía real medida sobre 14 unidades: **media 3,7 meses** (desvío 0,9); la unidad de referencia SN 0038 proyecta > 16 meses. El diferencial se explica por cuatro causas acumulativas.

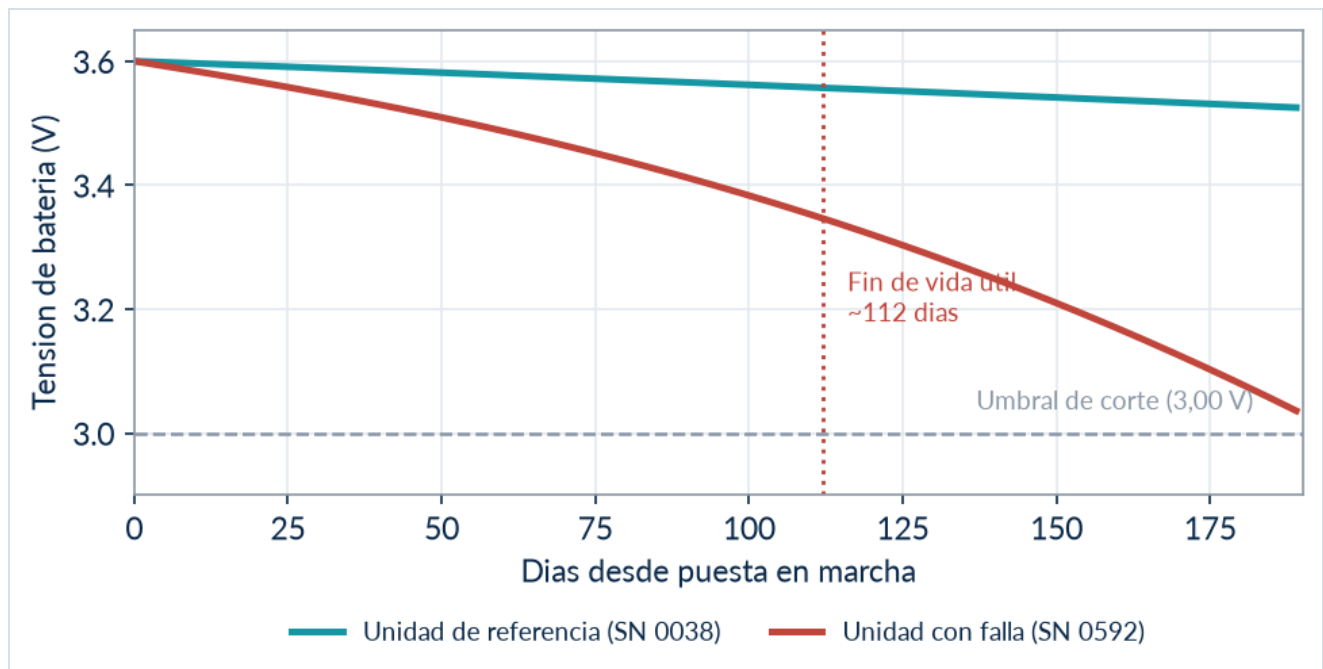


Fig. 1 — Tensión de batería vs. tiempo. La unidad con falla cruza el umbral de corte a ~112 días; la de referencia mantiene > 3,4 V.

CAUSA B-1 · PSM OTORGADO ≠ SOLICITADO (SEVERIDAD ALTA)

El dispositivo pide TAU = 24 h pero la red concede 2 h (AT+QPSMS?): 12 ciclos de *Tracking Area Update* no previstos por día, cada uno con ~6 s de radio activa más el *paging*. Estimación: **+38 % de consumo diario**.

CAUSA B-2 · FIRMWARE A03 NO ENTRA EN PSM CON SOCKET ABIERTO (SEVERIDAD ALTA)

Bug del fabricante (corregido en A06). La aplicación mantiene la sesión MQTT abierta entre reportes; con A03 el módem **nunca activa PSM** y permanece en modo conectado. Es el mayor contribuyente individual: **+120–160 %** sobre el presupuesto.

CAUSA B-3 · TORMENTAS DE REINTENTO DE REGISTRO (SEVERIDAD MEDIA, LOCALIZADA)

En Campo Oeste y Silo Norte, el RSRP marginal provoca hasta 27 secuencias de attach/día con la radio a plena potencia. Afecta a ≈ 48 unidades. **+15–60 %** según zona.

CAUSA B-4 · EDRX RECHAZADO (SEVERIDAD MEDIA)

Con +CEDRXRDP: 0, entre TAU el módem escucha en DRX normal (~1,28 s) en vez de un ciclo eDRX largo. Corriente de reposo ≈ 3–4× mayor de lo previsto.

NOTA SOBRE HARDWARE

Se descartó degradación de celda: la tensión en vacío de las baterías retiradas es normal (3,55–3,60 V) y la caída se explica íntegramente por el perfil de consumo. **No se recomienda reemplazo de baterías ni de sensores.**

6. Hallazgos – Consumo de datos no explicado

Consumo medio medido (CDR + AT+QGCNT?): **22 MB/mes/dispositivo** frente a un presupuesto de 5 MB. El payload útil representa sólo el **22 %**.

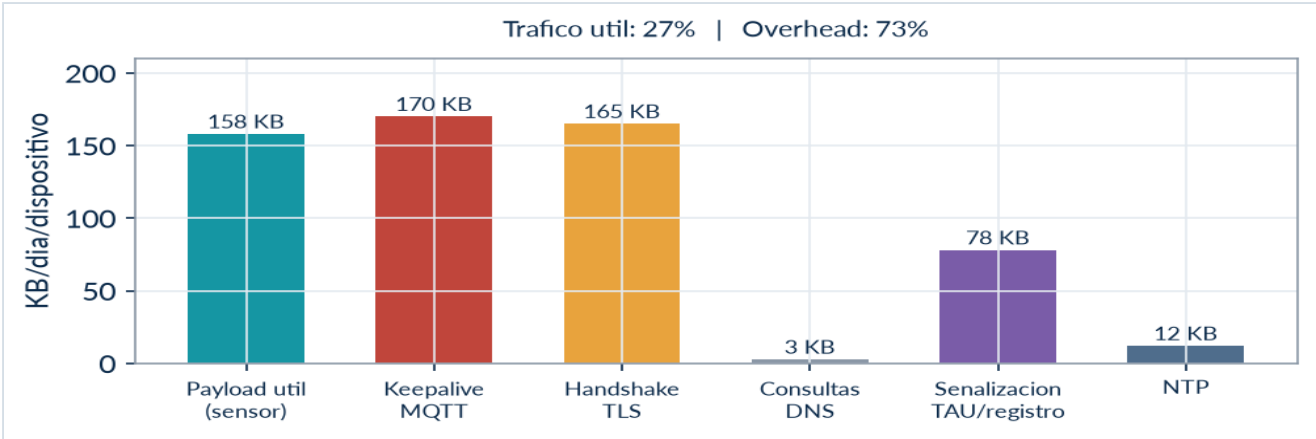


Fig. 2 – Desglose del consumo diario por tipo. Keepalive MQTT y handshake TLS juntos superan al payload útil.

CAUSA	MECANISMO	KB/DÍA	SEVERIDAD
D-1 · Keepalive MQTT a 60 s	PINGREQ/PINGRESP cada 60 s; ~120 B con overhead IP/TCP/TLS por evento	170	Alta
D-2 · Handshake TLS completo por reconexión	Sin reanudación de sesión; ~5,5 KB × ~30 reconexiones/día	165	Alta
D-3 · Señalización TAU/registro	TAU cada 2 h + reintentos de attach (ver §5)	78	Media
D-4 · Resolución DNS repetida	Hostname del broker resuelto en cada conexión, sin caché	2,7	Baja
D-5 · Sync NTP en cada arranque	Consulta completa a pool.ntp.org, 4×/día	12	Baja
D-6 · Contexto PDP IPv4v6	Doble asignación de dirección + RA/ND periódicos	incluido en D-3	Media
Payload útil	24 muestras/día × 46 B + cabeceras MQTT	158	—

INTERACCIÓN CON LA BATERÍA

D-1 y D-2 no sólo consumen datos: cada reconexión y cada PING obligan a la radio a salir de reposo. Corregir el consumo de datos también reduce el consumo energético — las acciones del §10 están priorizadas por impacto combinado.

7. Hallazgos – Zona sin reporte (escalamiento / cobertura)

Las 18 unidades de «Silo Norte» reportan de forma intermitente (7 de 18) o nula (11 de 18). No es un problema de escala de la flota sino de **presupuesto de enlace** en un emplazamiento específico.

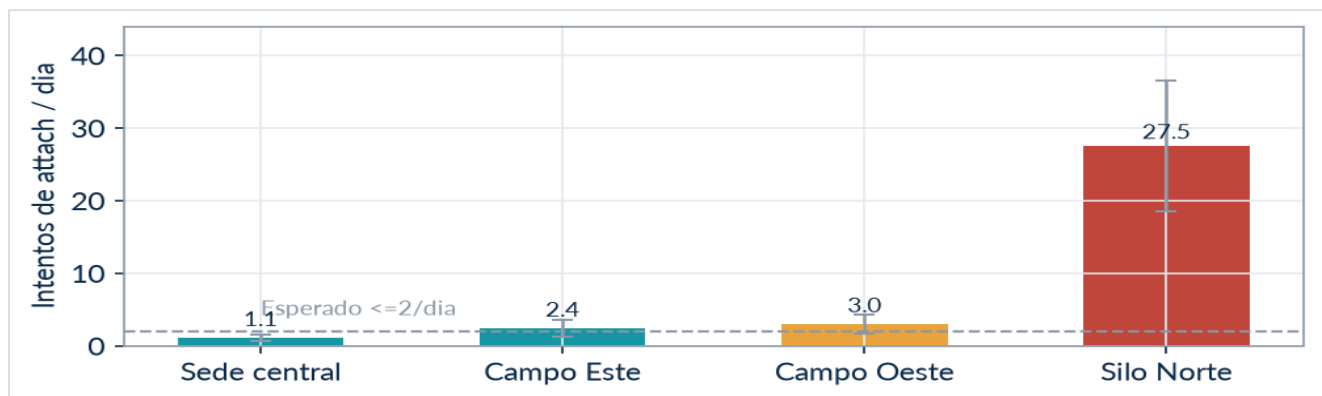
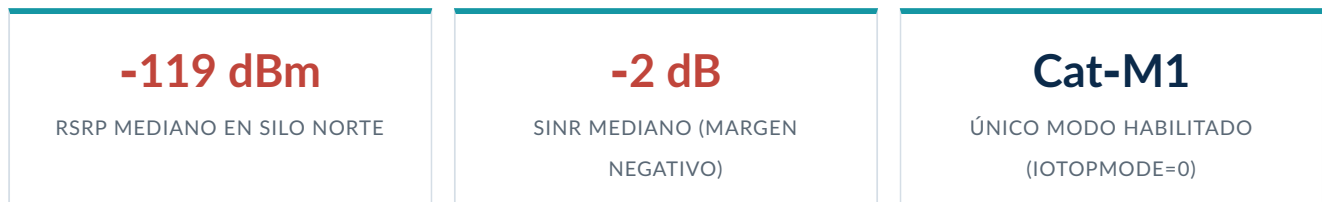


Fig. 3 – Intentos de attach por día. Silo Norte multiplica por ~14 el valor esperado.

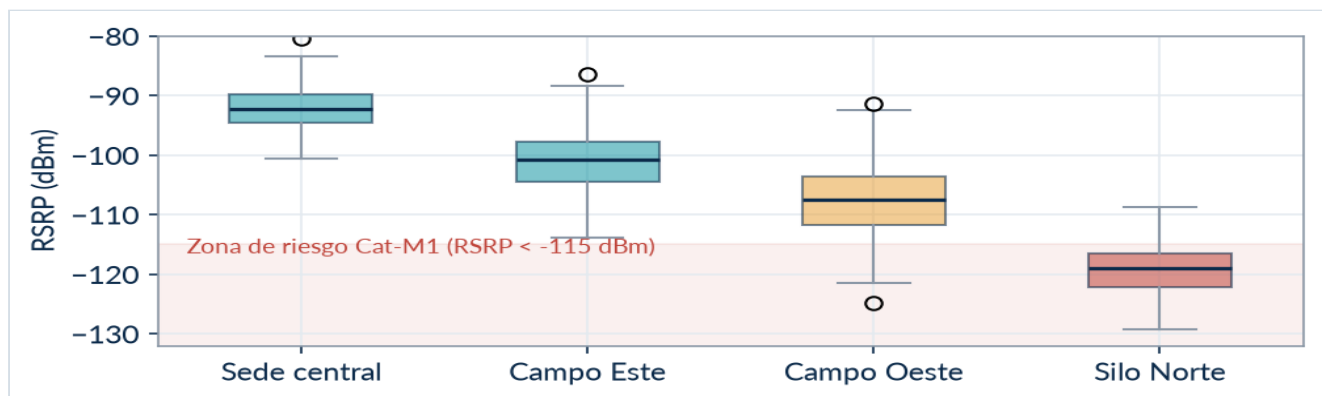


Fig. 4 – Distribución de RSRP. Silo Norte cae mayormente por debajo de -115 dBm, límite práctico de Cat-M1 sin repetición agresiva.

CAUSA Z-1 · FALLBACK A NB-IOT DESHABILITADO (SEVERIDAD ALTA)

Configuración AT+QCFG="iotopmode", 0 (sólo Cat-M1). NB-IoT tolera ~10–20 dB adicionales de pérdida de trayecto; el dispositivo de Silo Norte **detecta portadora NB-IoT B28** (EARFCN 9435) pero la configuración no le permite registrarse en ella. Habilitar el modo preferente Cat-M1 con fallback NB (iotopmode, 2 + nwscanseq) recuperaría la mayoría de las unidades — **sujeto a que el operador confirme el despliegue NB-IoT en el sitio** (§11.2, B-c).

CAUSA Z-2 · MONTAJE DENTRO DE ESTRUCTURA METÁLICA (SEVERIDAD MEDIA)

El sensor está sujeto a la pared interna del silo. Para las unidades que sigan por debajo del umbral tras Z-1 y la gestión con el operador (estimado: 18 de 18 en el peor caso, ~6 en el caso probable), se **recomienda antena**

externa con cable pasamuros — es un cambio de hardware menor, no de sensor. IoT Austral especifica el requisito (ganancia, banda, conector, pasamuros); la provisión y la instalación quedan del lado del cliente.

7.1 Geolocalización de zonas y celda servidora

Ubicación de las cuatro zonas de la flota con la **celda servidora medida por el propio dispositivo en cada una**, tal como la exponen los comandos AT: AT+CEREG? (TAC y ECI → eNB / CID), AT+QCSQ (RSRP / RSRQ / SINR), AT+QNWINFO (banda / EARFCN) y AT+COPS? (tecnología de acceso). Las tres zonas del sur registran en Cat-M1 B28 con señal utilizable; **Silo Norte** registra con RSRP -119 dBm y SINR -2 dB, con reintentos de attach, y detecta portadora **NB-IoT B28** (EARFCN 9435) que la configuración actual no habilita.

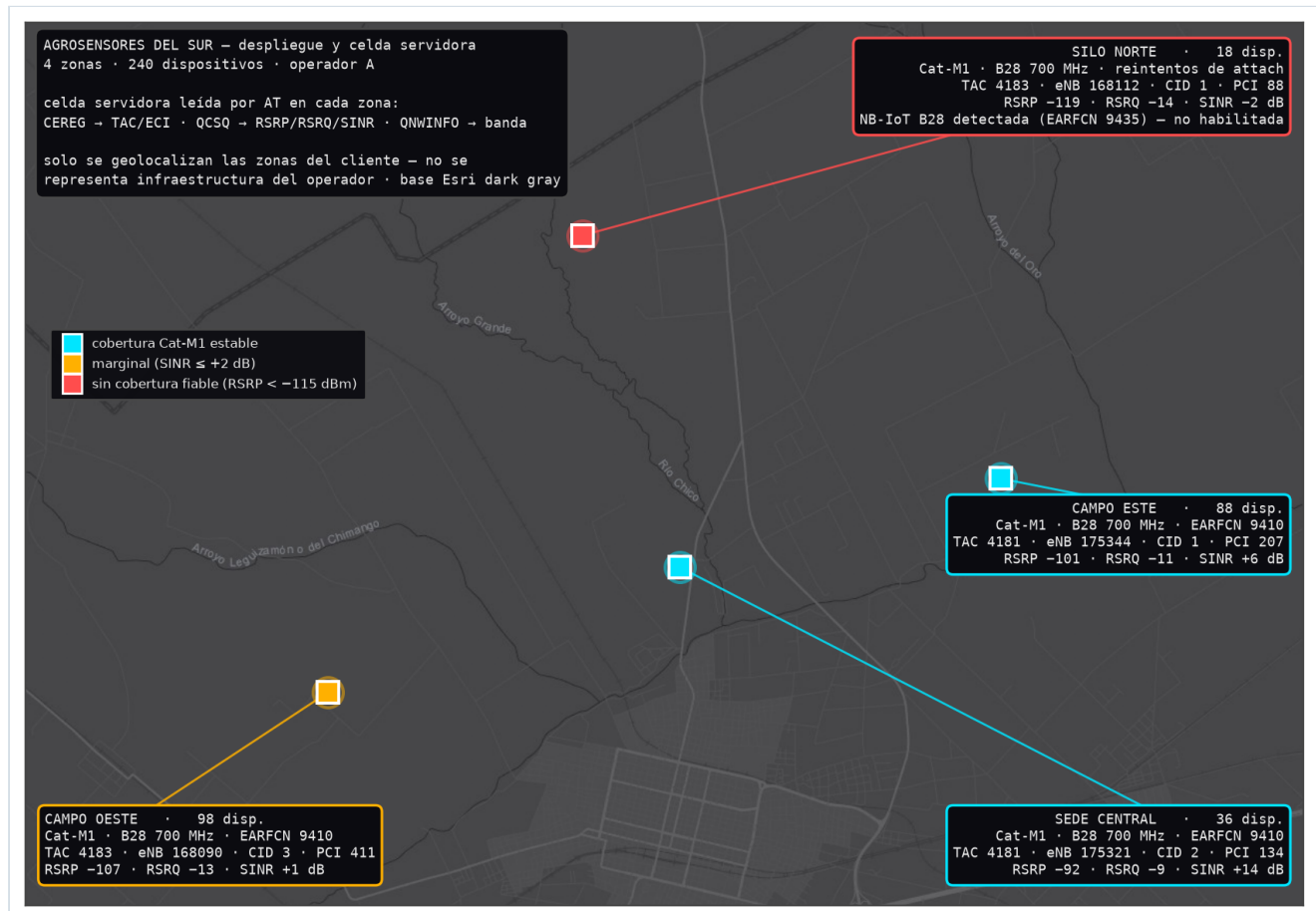


Fig. 5 — Sólo se geolocalizan las zonas del cliente; no se representa infraestructura del operador (sin ubicaciones ni identificadores de radiobase). Datos de celda servidora leídos por AT en un dispositivo de cada zona. Base cartográfica Esri dark gray. Valores ilustrativos.

8. Evidencia consolidada

OBSERVABLE	FUENTE	REFERENCIA FUNCIONAL	UNIDADES CON FALLA
Ciclos de wake-up / día	Traza AT + contador interno	1,0	12-14
Reconexiones MQTT / día	Log de aplicación	1,2	28-34
Handshakes TLS / día	Log de aplicación	1,2	28-34
Attach fallidos / día	AT+CEREG URC	0,1	2-27 (por zona)
PSM efectivo	AT+QPSMS? + corriente	Sí	No
eDRX concedido	AT+CEDRXRDP	No*	No
Bytes/día (QGDCNT)	AT+QGDCNT?	~180 KB	~585 KB
Tráfico útil / total	CDR + parser	~70 %	22 %

* La unidad de referencia tampoco obtiene eDRX, pero al tener PSM efectivo y pocas reconexiones el impacto es despreciable.

9. Causa raíz — tabla resumen

ID	CAUSA RAÍZ	FALLA QUE EXPLICA	SEVERIDAD	CONFIANZA
B-2	Firmware A03 no entra en PSM con socket MQTT abierto	Batería	Alta	Alta — bug del fabricante + medición de corriente
B-1	TAU otorgado (2 h) ≠ solicitado (24 h)	Batería · Datos	Alta	Alta — AT+QPSMS?
D-1	Keepalive MQTT a 60 s	Datos · Batería	Alta	Alta — config + CDR
D-2	Sin reanudación de sesión TLS	Datos · Batería	Alta	Alta — AT+QSSLCFG
Z-1	Fallback NB-IoT deshabilitado	Zona sin reporte	Alta	Media-alta — depende de portadora NB en sitio
B-3	Reintentos de attach por RSRP marginal	Batería	Media	Alta — AT+CEREG
B-4	eDRX rechazado por la red	Batería	Media	Media — requiere gestión con operador
D-6	Contexto PDP IPv4v6 innecesario	Datos	Media	Alta — AT+QICSGP
Z-2	Montaje del sensor dentro de silo metálico	Zona sin reporte	Media	Alta — medición in situ
D-4 / D-5	DNS sin caché · NTP en cada arranque	Datos	Baja	Alta

10. Plan de acción con estimación de esfuerzo

Ordenado por impacto combinado (batería + datos) sobre esfuerzo. El esfuerzo es de desarrollo/configuración del lado del cliente; IoT Austral acompaña con guía de implementación y revisión de resultados.

#	ACCIÓN	ABORDA	IMPACTO ESPERADO	ESFUERZO
1	Cerrar el socket MQTT antes de dormir y actualizar firmware de módem a A07	B-2, B-4	PSM efectivo; corriente de reposo -70 %	2,0 d
2	Subir keepalive MQTT de 60 s a 3600 s (alineado al reporte horario)	D-1	-170 KB/día; menos wake-ups de radio	0,5 d
3	Habilitar reanudación de sesión TLS (o PSK) en el cliente MQTT	D-2	-150 KB/día; reconexión 5× más rápida	1,0 d
4	Fijar contexto PDP a IPv4 y APN dedicado; coordinar con operador	D-6, B-3	-señalización; attach más estable	0,5 d + operador
5	Caché DNS local (TTL 24 h) o IP fija del broker; NTP 1×/semana	D-4, D-5	-15 KB/día	0,5 d
6	Alinear TAU solicitado a un valor que la red acepte (probar 4 h y 8 h) y validar con AT+QPSMS?	B-1	Menos TAU/día; ahorro directo de batería	1,0 d + pruebas
7	Habilitar modo Cat-M1 preferente con fallback NB-IoT (iotope mode, 2) y ajustar nwscanseq; prueba de campo en Silo Norte	Z-1	Recupera 7-15 de 18 unidades	1,0 d + campo
8	Elevar el caso al operador solicitando confirmación de cobertura y disponibilidad por categoría (2G / 3G / 4G / Cat-M1 / NB-IoT) y banda en las coordenadas de cada zona — ver §11.2	Z-1, B-1, B-4, D-6	Habilita o descarta soluciones de red; define si Silo Norte es viable sin hardware	0,5 d + gestión
9	Recomendar antena externa con pasamuros para las unidades que sigan bajo umbral tras las acciones 7-8	Z-2	Recupera las unidades restantes	Hardware antena a recomendar

Esfuerzo de software/configuración: ≈ 7 días-persona + 2 pruebas (bench y campo) + gestión con operador.

Acciones 1-3 concentran el ~80 % del beneficio y pueden desplegarse en un primer lote piloto de 10 unidades. La acción 9 no incluye provisión ni cotización de hardware: IoT Austral especifica el requisito de antena (ganancia, conector, tipo de pasamuros) y el cliente adquiere e instala.

11. Guía de implementación

Las soluciones se agrupan en dos vías que avanzan en paralelo: **§11.1** lo que se resuelve cambiando parámetros del dispositivo y de la aplicación (bajo control del cliente), y **§11.2** lo que depende de la red y hay que **eleva al operador**. La secuencia y el piloto están en §11.3.

11.1 Vía A – Cambios de parámetros (dispositivo y aplicación)

Cada fila indica el cambio concreto, cómo aplicarlo y con qué comando AT verificarlo *después*. Aplicar primero al lote piloto (§11.3), nunca a toda la flota de una vez.

#	CAMBIO	CÓMO SE APLICA	VALOR OBJETIVO	VERIFICACIÓN (AT)
1a	Cerrar la sesión MQTT antes de dormir	Firmware de aplicación: DISCONNECT + cierre de socket TLS antes de entrar en sleep; no dejar el contexto abierto	Socket cerrado en reposo	AT+QISTATE sin sockets; corriente de reposo < 15 µA
1b	Actualizar firmware del módem A03 → A07	OTA del fabricante (paquete delta ~2 MB) o por puerto serie en banco; una sola vez, por lotes	A07	AT+CGMR
2	Keepalive MQTT 60 s → 3600 s	Parámetro keepalive del cliente MQTT, alineado al período de reporte (1 h)	3600 s	Conteo de PINGREQ en log ≈ 24/día
3	Reanudación de sesión TLS	Activar TLS session resumption / session ticket en el cliente, o pasar a PSK-TLS si el broker lo soporta	On	AT+QSSLCFG="session" → 1
4	Contexto PDP a IPv4	AT+QICSGP=1,1,"<APN>","","",1 (tipo 1 = IPv4); requiere que el APN admita IPv4 (coordinar con operador, §11.2)	IPv4	AT+QICSGP=1
5	Caché DNS / IP fija del broker · NTP 1×/semana	Resolver el broker una vez y cachear (TTL 24 h) o fijar IP; espaciar la sincronización NTP	1 DNS/día · NTP semanal	Log de la aplicación
6	Alinear TAU (T3412) solicitado	AT+CPSMS=1,,,"<TAU>","<Active-Time>"; probar 4 h y 8 h y ver qué concede la red	El mayor valor que la red conceda	AT+QPSMS? (valor otorgado)
7	Cat-M1 preferente + fallback NB-IoT	AT+QCFG="iotopmode",2,1 y AT+QCFG="nwscanseq",020301; fijar un timeout de búsqueda para que caiga a NB si M1 no engancha	iotopmode 2	AT+QCFG="iotopmode" → 2; AT+COPS? muestra Act 9 (NB) donde corresponde

11.2 Vía B — Elevar el caso al operador

Varias causas (B-1 TAU, B-4 eDRX, D-6 APN, Z-1 disponibilidad NB-IoT) sólo se cierran del lado de la red. El punto crítico: «**hay cobertura**» **no es una respuesta útil** — el operador suele referirse a 4G para teléfono, que **no equivale** a Cat-M1 ni a NB-IoT (distinta banda, distinto presupuesto de enlace, y la *feature* puede no estar activada en ese sitio). Hay que pedir el dato desagregado.

A QUIÉN Y CÓMO

1. Canalizar por el **ejecutivo de cuenta IoT/M2M** del operador (no el soporte de líneas de consumo).
2. Presentar un cuadro con una fila por zona: nombre, **lat/lon**, rango de ICCID/IMSI de las SIM de esa zona, y las preguntas de abajo.
3. Adjuntar como evidencia las **mediciones AT del §7.1** (celda servidora, TAC/ECI, RSRP/RSRQ/SINR por zona).

QUÉ SOLICITAR, POR COORDENADA Y POR CATEGORÍA

#	SOLICITUD	POR QUÉ
B-a	Tecnologías de acceso habilitadas en el/los sitios que sirven cada zona, diferenciando 2G • 3G • 4G • LTE Cat-M1 • NB-IoT , y en qué banda(s) cada una	2G/3G pueden estar en apagado programado; Cat-M1 y NB-IoT son <i>features</i> que se activan por sitio y no siempre están en la misma banda que el 4G masivo
B-b	Nivel de señal predicho para Cat-M1 y para NB-IoT en cada coordenada (no el de 4G genérico) y el margen respecto del umbral de servicio de cada uno	NB-IoT tolera ~10–20 dB más de pérdida que Cat-M1; el margen decide si Silo Norte es viable por red o necesita antena
B-c	Para NB-IoT: modo de despliegue (standalone / in-band / guard-band), EARFCN y si está abierto a registro para el rango de SIM de la flota	Confirma que habilitar el fallback NB en el dispositivo (acción 7) tiene una portadora real contra la cual registrar
B-d	Valor de T3412 (TAU) mínimo que la red concede en ese TAC, y si se puede pactar un valor mayor para el rango de IMSI de la flota	Causa B-1: hoy la red fuerza TAU de 2 h contra las 24 h solicitadas — es el mayor drenaje de batería
B-e	Si eDRX y PSM están habilitados sin restricción para Cat-M1 / NB-IoT en esos sitios, y qué ciclos de eDRX concede	Causa B-4: hoy la red rechaza eDRX; con eDRX largo la corriente de reposo baja 3–4×
B-f	Confirmar APN correcto para IoT (no el de internet general), tipo de PDP admitido (IPv4 vs IPv4v6) y si hay NAT/firewall que corte sesiones inactivas antes del keepalive	Causas D-6 y D-1: el tipo de PDP y el timeout de NAT condicionan la señalización y el keepalive mínimo viable
B-g	Si hay steering of roaming o perfil de red que fuerce a las SIM a un PLMN o tecnología subóptima	Puede explicar registros en una tecnología peor a la disponible

Resultado esperado de la gestión: una tabla del operador, por zona, con disponibilidad y banda de Cat-M1 y NB-IoT, señal predicha de cada uno, TAU mínimo y estado de eDRX/PSM. Con eso se decide, sin ambigüedad: qué zonas se resuelven habilitando NB-IoT (acción 7), cuáles necesitan gestión de parámetros de red, y cuáles pasan a antena (acción 9).

11.3 Secuencia y plan de pruebas

1. **Semana 0.** Enviar al operador el pedido de §11.2 (no bloquea el resto).
2. **Piloto — semana 1.** Aplicar cambios 1–5 y 7 (Vía A) a 10 unidades (5 Campo Este, 5 Campo Oeste). Dejar 4 unidades sin cambios como grupo de control.
3. **Validación AT — semana 1.** Tras un ciclo completo, capturar en cada unidad piloto: AT+QPSMS?, AT+CEDRXRDP, AT+QGDCNT?, AT+QSSLCFG="session", AT+QISTATE. Criterio de éxito: PSM efectivo, QGDCNT < 250 KB/día, sin socket abierto en reposo.
4. **Medición energética — semanas 2–4.** Registrar tensión de batería cada 6 h; proyectar autonomía por regresión sobre 21 días contra el grupo de control.
5. **Cambio 6 (TAU) — semana 2.** Probar T3412 solicitado = 4 h; si la red lo concede, probar 8 h. Si la respuesta del operador (B-d) llega antes, usar el valor pactado.
6. **Silo Norte — semana 3.** Sólo si el operador confirmó portadora NB-IoT (B-c): reconfigurar 3 unidades con fallback NB, prueba de campo 72 h. Si ≥ 2 de 3 superan 95 % de entregas, extender a las 18. Las que no lleguen pasan a la acción 9 (antena a recomendar).
7. **Despliegue masivo — semanas 4–6.** OTA por lotes de 40 unidades, con ventana de rollback de 48 h por lote y validación AT de una muestra de cada lote antes de liberar el siguiente.

RIESGOS Y MITIGACIÓN

- **OTA de firmware de módem sobre red celular:** ~2 MB por unidad. Programar en ventana única y por lotes; no repetir.
- **Cambio de APN / tipo de PDP:** requiere acción del operador; coordinar la ventana para evitar corte de servicio de la flota.
- **Fallback NB-IoT:** latencia mayor y throughput menor; verificar que el timeout de publicación MQTT sea ≥ 60 s y que el payload entre en una sola transacción.
- **Respuesta del operador demorada:** la Vía A no espera a la Vía B; sólo el paso de Silo Norte queda condicionado a la confirmación de NB-IoT.

12. Resultado proyectado

14–16 m AUTONOMÍA PROYECTADA (DESDE 3,7 M)	~6 MB DATOS/MES/DISP. (DESDE 22 MB)	> 99 % COBERTURA EFECTIVA (DESDE 92 %)
--	---	---

MÉTRICA	LÍNEA DE BASE	TRAS ACCIONES 1–7	TRAS ACCIONES 1–9
Autonomía media (meses)	3,7	14–16	14–16
Consumo (MB/mes/disp.)	22	6,2	6,0
Tráfico útil	22 %	~68 %	~70 %
Unidades reportando > 95 %	221 / 240	232 / 240	239 / 240
Costo de datos mensual (índice)	100	28	27

Proyecciones basadas en el perfil de consumo medido y en los deltas observados en la unidad de referencia. Sujetas a validación en el piloto (§11).

Add-on opcional

Revisión mensual de métricas con alertas de desvío (PSM, QGDCNT, tasa de reconexión) y llamada de seguimiento. Recomendado durante los primeros 3 meses post-despliegue.

13. Anexo A — Traza AT (extracto representativo)

Dispositivo de préstamo SN TEST-02. Se reproducen 3 secuencias de las 41 capturadas. La traza completa (archivo `at_trace_TEST-02_2026-09.txt`, 2,1 MB) se entrega por separado.

A.1 — ARRANQUE EN FRÍO, SEDE CENTRAL (REFERENCIA SANA)

```
AT+CFUN=1
OK
AT+CPIN?
+CPIN: READY
AT+QCFG="iotopmode"
+QCFG: "iotopmode",0 // sólo Cat-M1
AT+COPS?
+COPS: 0,0,"Operador A",7
AT+CEREG?
+CEREG: 2,1,"1055","0A1B2C00",7 // registrado al primer intento
AT+QCSQ
+QCSQ: "CAT-M",-92,-9,14 // RSRP -92, SINR 14 → excelente
AT+QPSMS?
+QPSMS: 1,,,"00100010","00000110" // misma concesión de 2 h — afecta a toda la flota
```

A.2 — RECONEXIÓN MQTT (MUESTRA EL HANDSHAKE TLS COMPLETO)

```
AT+QMTOPEN=0,"broker.agrosensores.example",8883
+QMTOPEN: 0,0
AT+QMTCONN=0,"dev-0592"
+QMTCONN: 0,0,0
// QGDCNT antes: 402118 / 191044 — después: 407940 / 196765
// delta = 5822 TX / 5721 RX -> ~11,5 KB por reconexión (handshake TLS completo)
AT+QMTPUB=0,0,0,"sensors/0592/soil"
>["h":31.4,"t":18.2,"b":3.11}
+QMTPUB: 0,0,0 // payload util: 29 B -> relacion overhead ~1:400
```

A.3 — SILO NORTE, FALLO DE ATTACH Y AUSENCIA DE FALLBACK NB

```
AT+CEREG?
+CEREG: 2,2,,,7
// t+8s +CEREG: 2,2,,,7
// t+17s +CEREG: 2,2,,,7
// t+31s +CEREG: 2,3,,,7 // 3 = registro denegado
AT+QCSQ
+QCSQ: "CAT-M",-121,-16,-4
AT+QCFG="nwscanseq"
+QCFG: "nwscanseq",020301 // 02=Cat-M1 primero; 03=NB nunca se alcanza porque no hay timeout de caída
// t+63s +CEREG: 2,1,"1A2F","0B3C4501",7 // entra tras 63 s y ~9 intentos
```

14. Anexo B – Glosario

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Cat -M1 (LTE-M)	Categoría LTE de bajo consumo y ancho de banda moderado (~1 Mbps), pensada para IoT móvil y con voz.
NB - IoT	Banda angosta para IoT; mayor cobertura (+~10–20 dB de presupuesto de enlace) a costa de latencia y throughput.
PSM	<i>Power Saving Mode</i> . El dispositivo queda registrado pero «dormido» y no alcanzable hasta el próximo TAU o hasta que él inicie tráfico.
eDRX	<i>extended Discontinuous Reception</i> . Alarga el intervalo entre escuchas de paging en reposo, reduciendo consumo sin perder alcanzabilidad.
TAU / T3412	<i>Tracking Area Update</i> . Registro periódico con la red; su período (temporizador T3412) lo negocia la red , que puede otorgar un valor distinto al solicitado.
Active-Time / T3324	Tiempo que el módem permanece alcanzable tras finalizar tráfico, antes de entrar en PSM.
TAC	<i>Tracking Area Code</i> . Identificador del área de seguimiento en la que está registrado el dispositivo.
RSRP	<i>Reference Signal Received Power</i> (dBm). Potencia de la señal de referencia; principal métrica de cobertura. > -100 bueno, < -115 marginal para Cat-M1.
RSRQ	<i>Reference Signal Received Quality</i> (dB). Calidad relativa; sensible a la carga de la celda.
SINR	<i>Signal to Interference plus Noise Ratio</i> (dB). Margen frente a ruido e interferencia; negativo implica enlace inestable.
DRX	<i>Discontinuous Reception</i> . Ciclo de escucha de paging «normal» (~1,28 s), más consumo que eDRX en reposo.
PDP / contexto	Sesión de datos entre el dispositivo y la red (asignación de IP, APN). Reactivarla cuesta señalización.
APN	<i>Access Point Name</i> . Punto de acceso que define la pasarela de datos y las políticas aplicadas por el operador.
CDR	<i>Call Detail Record</i> . Registro de uso que exporta el portal del operador (bytes, sesiones, eventos).
Comandos AT	Conjunto de instrucciones de texto para controlar y consultar el módem (registro, señal, PSM, sockets, contadores).
URC	<i>Unsolicited Result Code</i> . Notificación que el módem emite por sí solo ante un evento (p. ej. cambio de +CEREG).

15. Anexo C – Módulo celular y hoja de datos

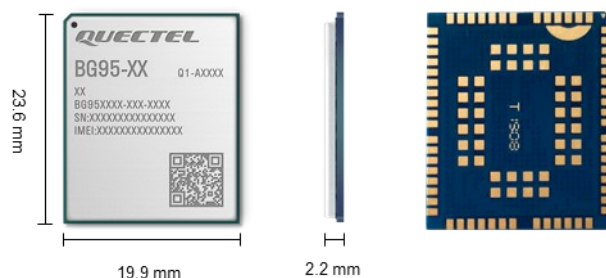
El módulo de toda la flota es el **Quectel BG95-M3** (LTE Cat M1 / Cat NB2 / EGPRS con GNSS integrado). El resumen de especificaciones está en el §3.1. A continuación se adjunta la **hoja de datos oficial del fabricante**, sin modificar.

DOCUMENTO	DETALLE
Título	Quectel BG95 Series – LTE Cat M1 / Cat NB2 / EGPRS Module – LPWA Specification
Versión	V2.0 · Released
Editor	Quectel Wireless Solutions Co., Ltd.
Fuente	developer.quectel.com – sección de descargas del producto BG95
Variante aplicable	BG95-M3 (Cat M1 + Cat NB2 + EGPRS + GNSS + GSM 850/900/1800/1900)

Las páginas siguientes reproducen la hoja de datos del fabricante y son propiedad de Quectel Wireless Solutions. Se incluyen a título informativo para identificar las capacidades del módulo referido en este informe.

Quectel BG95 Series

LTE Cat M1/ Cat NB2/ EGPRS Module



BG95 is a series of multi-mode LPWA modules supporting LTE Cat M1/Cat NB2/EGPRS and integrated GNSS. It is 3GPP Rel-14 compliant and offers maximum data rates of 588 kbps downlink and 1119 kbps uplink under LTE Cat M1. It features ultra-low power consumption by leveraging the integrated RAM/flash as well as the ARM Cortex A7 processor supporting ThreadX, achieving up to 70 % reduction in PSM leakage and 85 % reduction in eDRX current consumption compared to its predecessor.

BG95 boasts a comprehensive set of hardware-based security features and enables trusted applications to run directly on the Cortex A7 TrustZone engine. Additionally, BG95 provides pin-to-pin compatibility with Quectel LTE Cat 4 modules EG91/EG95, LTE Cat M1/Cat NB1/EGPRS module BG96, NB-IoT module BC95-G, UMTS/HSPA modules UG95/UG96 and GSM/GPRS module M95.

With a cost-effective SMT form factor of 23.6 mm × 19.9 mm × 2.2 mm and high integration level, BG95 enables integrators and developers to easily design their applications and take advantage from the module's low power consumption and mechanical intensity. Its advanced LGA package allows fully automated manufacturing for high-volume applications. A rich set of Internet protocols, industry-standard interfaces and abundant functions extend the applicability of the module to a wide range of M2M applications such as wireless POS, smart metering, tracking, wearable devices, etc.

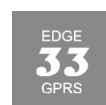


Key Features

- ✓ LTE Cat M1/Cat NB2/EGPRS module with ultra-low power consumption
- ✓ Easy migration from Quectel GSM/GPRS, UMTS/HSPA and LTE modules
- ✓ Integrated RAM/flash in the baseband chipset
- ✓ Comprehensive set of hardware-based security features
- ✓ Support VoLTE (Cat M1 only), CS voice for GSM, QuecOpen[®], eSIM, etc.
- ✓ Fast time-to-market: reference designs, evaluation tools and timely technical support minimize design-in time and development efforts
- ✓ Compact SMT form factor ideal for size-constrained applications with tight-space
- ✓ Robust mounting and interfaces



LTE Cat M1 &
Cat NB2



EGPRS



LGA Package



Embedded Abundant
Protocols



DFOTA



USB 2.0 Interface



Ultra-low Power
Consumption



Quectel Enhanced
AT Commands



Integrated RAM/
Flash in Chipset

Quectel BG95 Series

LPWA Module	BG95-M1	BG95-M2	BG95-M3	BG95-M4	BG95-M5	BG95-M6	BG95-MF	BG95-M8	BG95-M9
Region/Operator	Global	Global	Global	Global	Global	Global	Global	Global	Global
Dimensions (mm)	23.6 × 19.9 × 2.2	23.6 × 19.9 × 2.2	23.6 × 19.9 × 2.2	23.6 × 19.9 × 2.2	23.6 × 19.9 × 2.2	23.6 × 19.9 × 2.2	23.6 × 19.9 × 2.2	23.6 × 19.9 × 2.2	23.6 × 19.9 × 2.2
Temperature Range									
Operating Temperature	-35 °C to +75 °C	-35 °C to +75 °C	-35 °C to +75 °C	-35 °C to +75 °C	-35 °C to +75 °C	-35 °C to +75 °C	-35 °C to +75 °C	35 °C ~ +75 °C	-35 °C ~ +75 °C
Extended Temperature	-40 °C to +85 °C	-40 °C to +85 °C	-40 °C to +85 °C	-40 °C to +85 °C	-40 °C to +85 °C	-40 °C to +85 °C	-40 °C to +85 °C	-40 °C ~ +85 °C	-40 °C ~ +85 °C
Frequency Bands									
LTE-FDD	Cat M1 Only: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 26/ 27/ 28/ 66/ 85	Cat M1: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 26/ 27/ 28/ 66/ 85 Cat NB2: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 28/ 66/ 71/ 85	Cat M1: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 26/ 27/ 28/ 66/ 85 Cat NB2: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 28/ 66/ 71/ 85	Cat M1: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 26/ 27/ 28/ 31 ^① / 66/ 72 ^② / 73 ^③ / 85 Cat NB2: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 28/ 31 ^① / 66/ 72 ^② / 73 ^③ / 85	Cat M1: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 26/ 27/ 28/ 66/ 85 Cat NB2: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 28/ 66/ 71/ 85	Cat M1: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 26/ 27/ 28/ 66/ 85 Cat NB2: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 28/ 66/ 71/ 85	Cat M1: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 26/ 27/ 28/ 66/ 85 Cat NB2: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 28/ 66/ 71/ 85	Cat M1: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 26/ 27/ 28/ 31 ^① / 66/ 72 ^② / 73 ^③ / 85 Cat NB2: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 28/ 31 ^① / 66/ 72 ^② / 73 ^③ / 85	Cat M1: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/ 13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 26/ 27/ 28/ 31 ^① / 66/ 72 ^② / 73 ^③ / 85/ 87/ 88 Cat NB2: B1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 8/ 12/13/ 18/ 19/ 20/ 25/ 28/ 31 ^① / 66/ 72 ^② / 73 ^③ / 85/ 86/ 87/ 88
EGPRS (MHz)	-	-	GSM 850/ EGSM 900/ DCS 1800/ PCS 1900	-	GSM 850/ EGSM 900/ DCS 1800/ PCS 1900	-	-	GSM 850/ EGSM 900/ DCS 1800/ PCS 1900	-
GNSS	GPS/GLONASS/BDS/ Galileo/QZSS	GPS/GLONASS/BDS/ Galileo/QZSS	GPS/GLONASS/BDS/ Galileo/QZSS	GPS/GLONASS/BDS/ Galileo/QZSS	GPS/GLONASS/BDS/ Galileo/QZSS	GPS/GLONASS/BDS/ Galileo/QZSS	GPS/GLONASS/BDS/ Galileo/QZSS	GPS/GLONASS/BDS/ Galileo/QZSS	GPS/GLONASS/BDS/ Galileo/QZSS
Wi-Fi (For Positioning)	-	-	-	-	-	-	2.4 GHz	-	-
Data Transmission									
LTE-M Data Rate (kbps)	Cat M1: Max. 588 (DL) Max. 1119 (UL)	Cat M1: Max. 588 (DL) Max. 1119 (UL)	Cat M1: Max. 588 (DL) Max. 1119 (UL)	Cat M1: Max. 588 (DL) Max. 1119 (UL)	Cat M1: Max. 588 (DL) Max. 1119 (UL)	Cat M1: Max. 588 (DL) Max. 1119 (UL)	Cat M1: Max. 588 (DL) Max. 1119 (UL)	Cat M1: Max. 588 (DL) Max. 1119 (UL)	Cat M1: Max. 588 (DL) Max. 1119 (UL)
NB-IoT Data Rate (kbps)	-	Cat NB2: Max. 127 (DL) Max. 158.5 (UL) Cat NB1: Max. 32 (DL) Max. 70 (UL)	Cat NB2: Max. 127 (DL) Max. 158.5 (UL) Cat NB1: Max. 32 (DL) Max. 70 (UL)	Cat NB2: Max. 127 (DL) Max. 158.5 (UL) Cat NB1: Max. 32 (DL) Max. 70 (UL)	Cat NB2: Max. 127 (DL) Max. 158.5 (UL) Cat NB1: Max. 32 (DL) Max. 70 (UL)	Cat NB2: Max. 127 (DL) Max. 158.5 (UL) Cat NB1: Max. 32 (DL) Max. 70 (UL)	Cat NB2: Max. 127 (DL) Max. 158.5 (UL) Cat NB1: Max. 32 (DL) Max. 70 (UL)	Cat NB2: Max. 127 (DL) Max. 158.5 (UL) Cat NB1: Max. 32 (DL) Max. 70 (UL)	Cat NB2: Max. 127 (DL) Max. 158.5 (UL) Cat NB1: Max. 32 (DL) Max. 70 (UL)
EDGE Data Rate (kbps)	-	-	Max. 296 (DL) Max. 236.8 (UL)	-	Max. 296 (DL) Max. 236.8 (UL)	-	-	Max. 296 (DL) Max. 236.8 (UL)	-
GPRS Data Rate (kbps)	-	-	Max. 107 (DL) Max. 85.6 (UL)	-	Max. 107 (DL) Max. 85.6 (UL)	-	-	Max. 107 (DL) Max. 85.6 (UL)	-
Interfaces									
(U)SIM	× 1 (1.8 V only)	× 1 (1.8 V only)	× 1 (1.8 V only)	× 1 (1.8 V only)	× 1 (1.8 V only)	× 1 (1.8 V only)	× 1 (1.8 V only)	× 1 (1.8 V only)	× 1 (1.8 V only)
UART	× 3	× 3	× 3	× 3	× 3	× 3	× 3	× 3	× 3
USB 2.0	× 1	× 1	× 1	× 1	× 1	× 1	× 1	× 1	× 1
PCM	× 1 (for VoLTE Only)	× 1 (for VoLTE Only)	× 1 (for VoLTE Only)	× 1 (for VoLTE Only)	× 1 (for VoLTE Only)	× 1 (for VoLTE Only)	× 1 (for VoLTE* Only)	× 1 (for VoLTE* Only)	× 1 (for VoLTE* Only)
I2C	× 1 (for VoLTE Only)	× 1 (for VoLTE Only)	× 1 (for VoLTE Only)	× 1 (for VoLTE Only)	× 1 (for VoLTE Only)	× 1 (for VoLTE Only)	× 1 (for VoLTE* Only)	× 1 (for VoLTE* Only)	× 1 (for VoLTE* Only)
Antenna	× 2	× 2	× 2	× 2	× 2	× 2	× 3	× 2	× 2
GPIO	× 9	× 9	× 9	× 9	× 9	× 9	× 7	× 9	× 9
GRFC	× 2	× 2	× 2	-	× 2	× 2	× 2	-	-
Voice									
Voice	VoLTE for Cat M1	VoLTE for Cat M1	VoLTE for Cat M1 CS Voice for GSM	VoLTE for Cat M1	VoLTE for Cat M1 CS Voice for GSM	VoLTE for Cat M1	VoLTE* for Cat M1	VoLTE* for Cat M1 CS Voice* for GSM	VoLTE* for Cat M1
SMS									
SMS	Point-to-point MO/MT SMS Cell Broadcast Text and PDU Mode	Point-to-point MO/MT SMS Cell Broadcast Text and PDU Mode	Point-to-point MO/MT SMS Cell Broadcast Text and PDU Mode	Point-to-point MO/MT SMS Cell Broadcast Text and PDU Mode	Point-to-point MO/MT SMS Cell Broadcast Text and PDU Mode	Point-to-point MO/MT SMS Cell Broadcast Text and PDU Mode	Point-to-point MO/MT SMS Cell Broadcast Text and PDU Mode	Point-to-point MO/MT SMS Cell Broadcast Text and PDU Mode	Point-to-point MO/MT SMS Cell Broadcast Text and PDU Mode
Enhanced Features									
DFOTA	●	●	●	●	●	●	●	●	●
QuecOpen®	●	●	●	●	●	●	*	●	*
QuecLocator®	Cell ID Positioning	Cell ID Positioning	Cell ID Positioning	Cell ID Positioning	Cell ID Positioning	Cell ID Positioning	Cell ID Positioning Wi-Fi Positioning	Cell ID Positioning	Cell ID Positioning
SoftSIM	*	*	●	*	*	*	*	*	*
nuSIM	*	*	●	*	*	*	*	*	*
IoT Platform Access	AWS/ Azure	AWS/ Azure	AWS/ Azure	AWS/ Azure	AWS/ Azure	AWS/ Azure	AWS/ Azure	AWS/Azure	AWS/Azure

NOTE:
1. ①: LTE-FDD B31/ 72/ 73 for BG95-M4 supports Power Class 2 and Power Class 3.
2. ②: LTE-FDD B31/ 72/ 73 for BG95-M8 supports Power Class 2 (26 dBm) while other LTE bands supports Power Class 5 (21 dBm).
3. ③: LTE-FDD B31/ 72/ 73 for BG95-M9 supports Power Class 2 (26 dBm) while other LTE bands supports Power Class 3 (23 dBm).
4. ●: supported.
5. *: under development/planning.



Quectel BG95 Series

LPWA Module	BG95-M1	BG95-M2	BG95-M3	BG95-M4	BG95-M5	BG95-M6	BG95-MF	BG95-M8	BG95-M9
Software Features									
Protocols	PPP/ TCP/ UDP/ SSL/ TLS/ FTP(S)/ HTTP(S)/ NITZ/ PING/ MQTT/ LwM2M/ CoAP/ IPv6	PPP/ TCP/ UDP/ SSL/ TLS/ FTP(S)/ HTTP(S)/ NITZ/ PING/ MQTT/ LwM2M/ CoAP/ IPv6	PPP/ TCP/ UDP/ SSL/ TLS/ FTP(S)/ HTTP(S)/ NITZ/ PING/ MQTT/ LwM2M/ CoAP/ IPv6	PPP/ TCP/ UDP/ SSL/ TLS/ FTP(S)/ HTTP(S)/ NITZ/ PING/ MQTT/ LwM2M/ CoAP/ IPv6	PPP/ TCP/ UDP/ SSL/ TLS/ FTP(S)/ HTTP(S)/ NITZ/ PING/ MQTT/ LwM2M/ CoAP/ IPv6	PPP/ TCP/ UDP/ SSL/ TLS/ FTP(S)/ HTTP(S)/ NITZ/ PING/ MQTT/ LwM2M/ CoAP/ IPv6	PPP/ TCP/ UDP/ SSL/ TLS/ FTP(S)/ HTTP(S)/ NITZ/ PING/ MQTT/ LwM2M/ CoAP/ IPv6	PPP/ TCP/ UDP/ SSL/ TLS/ FTP(S)/ HTTP(S)/ NITZ/ PING/ MQTT/ LwM2M/ CoAP/ IPv6	PPP/ TCP/ UDP/ SSL/ TLS/ FTP(S)/ HTTP(S)/ NITZ/ PING/ MQTT/ LwM2M/ CoAP/ IPv6
USB Serial Driver	Windows 7/8/8.1/10/11, Linux 2.6–5.15, Android 4.x–12.x	Windows 7/8/8.1/10/11, Linux 2.6–5.15, Android 4.x–12.x	Windows 7/8/8.1/10/11, Linux 2.6–5.15, Android 4.x–12.x	Windows 7/8/8.1/10/11, Linux 2.6–5.15, Android 4.x–12.x	Windows 7/8/8.1/10/11, Linux 2.6–5.15, Android 4.x–12.x	Windows 7/8/8.1/10/11, Linux 2.6–5.15, Android 4.x–12.x	Windows 7/8/8.1/10/11, Linux 2.6–5.15, Android 4.x–12.x	Windows 7/8/8.1/10/11, Linux 2.6–5.15, Android 4.x–12.x	Windows 7/8/8.1/10/11, Linux 2.6–5.15, Android 4.x–12.x
GNSS/RIL Driver	Android 4.x–12.x	Android 4.x–12.x	Android 4.x–12.x	Android 4.x–12.x	Android 4.x–12.x	Android 4.x–12.x	Android 4.x–12.x	Android 4.x–12.x	Android 4.x–12.x
Certifications									
Carrier	Europe: Deutsche Telekom America: Verizon/AT&T/T-Mobile/ Sprint/U.S. Cellular	Europe: Vodafone/Deutsche Telekom America: Verizon/AT&T/ T-Mobile/Sprint/ U.S. Cellular Canada: Rogers/Telus	Europe: Vodafone/Deutsche Telekom/Telefónica/ Orange America: Verizon/AT&T/T-Mobile/ Sprint/U.S. Cellular Canada: Rogers/Telus Brazil: Claro	Europe: Deutsche Telekom	Europe: Vodafone/ Deutsche Telekom America: Verizon/AT&T/ T-Mobile Japan: NTT DOCOMO/KDDI Australia: Telstra Canada: Rogers	Europe: Vodafone/ Deutsche Telekom America: Verizon/AT&T/ T-Mobile South Korea: KT/SKT/LGU+ Japan: NTT DOCOMO/KDDI Australia: Telstra	Europe: Vodafone/ Deutsche Telekom America: Verizon*/AT&T*	TBD	TBD
Regulatory	Global: GCF Europe: CE North America: PTCRB America: FCC The UK: UKCA Canada: IC Japan: JATE/TELEC Australia/New Zealand: RCM	Global: GCF Europe: CE North America: PTCRB America: FCC The UK: UKCA Canada: IC Brazil: Anatel Mexico: IFETEL Japan: JATE/TELEC Australia/New Zealand: RCM Singapore: IMDA	Global: GCF Europe: CE North America: PTCRB America: FCC The UK: UKCA Canada: IC Brazil: Anatel Mexico: IFETEL Japan: JATE/TELEC Australia/New Zealand: RCM China: CCC Taiwan, China: NCC	Global: GCF Europe: CE Brazil: Anatel Australia/New Zealand: RCM	Global: GCF Europe: CE North America: PTCRB America: FCC The UK: UKCA Canada: IC Brazil: Anatel South Korea: KC Japan: JATE/TELEC Australia/New Zealand: RCM	Global: GCF Europe: CE North America: PTCRB America: FCC The UK: UKCA Canada: IC Brazil: Anatel South Korea: KC Japan: JATE/TELEC Australia/New Zealand: RCM	Global: GCF Europe: CE North America: PTCRB America: FCC Canada: IC Australia/New Zealand: RCM	Europe: CE	Europe: CE* Australia/New Zealand: RCM* Brazil: Anatel*
Others	RoHS	RoHS/ATEX	RoHS/PEN	RoHS	RoHS	RoHS	RoHS	RoHS	RoHS
Electrical Features									
Supply Voltage ^① (V)	2.6–4.8, typ. 3.3	2.6–4.8, typ. 3.3	3.3–4.3, typ. 3.8	3.2–4.2, typ. 3.8	3.3–4.3, typ. 3.8	3.3–4.3, typ. 3.8	3.3–4.3, typ. 3.8	3.3–4.3, typ. 3.8	3.2–4.2, typ. 3.8
Max Output Power (dBm)	Power Class 5 21 @ LTE Bands	Power Class 5 21 @ LTE Bands	Power Class 5 21 @ LTE Bands	Power Class 2 26 @ B31/ 72/ 73 Power Class 3 23 @ B31/ 72/ 73 Power Class 5 21 @ other LTE Bands	Power Class 3 23 @ LTE Bands	Power Class 3 23 @ LTE Bands	Power Class 5 21 @ LTE Bands	Power Class 2 26 @ B31/ 72/ 73 Power Class 5 21 @ other LTE Bands	Power Class 2 26 @ B31/ 72/ 73 Power Class 3 23 @ other LTE Bands
Power Consumption	4	3.9	3.9	4	6	5	4	3.9	4.4
Power Consumption @ LTE Cat M1 (mA)	Sleep Mode: 1.7 @ DRX = 1.28 s 0.577 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 20 @ DRX = 1.28 s 19.57 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 210 @ 21 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.68 @ DRX = 1.28 s 0.549 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 21.2 @ DRX = 1.28 s 20.6 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 212 @ 21 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.89 @ DRX = 1.28 s 0.63 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 18.9 @ DRX = 1.28 s 18.2 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 193 @ 21 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.53 @ DRX = 1.28 s 0.554 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 18.2 @ DRX = 1.28 s 17.7 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 185 @ 21 dBm, GNSS off 190 @ 23 dBm, GNSS off 226 @ 26 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.56 @ DRX = 1.28 s 0.72 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 17.3 @ DRX = 1.28 s 16.6 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 226 @ 23 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.42 @ DRX = 1.28 s 0.58 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 18.5 @ DRX = 1.28 s 18.2 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 204 @ 23 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.59 @ DRX = 1.28 s 0.58 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 18.5 @ DRX = 1.28 s 17.97 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 181 @ 21 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.56 @ DRX = 1.28 s 0.73 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 14.6 @ DRX = 1.28 s 14.1 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 183 @ 21 dBm, GNSS off 257 @ 26 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.37 @ DRX = 1.28 s 0.62 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 14.49 @ DRX = 1.28 s 13.92 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 207 @ 23 dBm, GNSS off 282 @ 26 dBm, GNSS off
Power Consumption @ LTE Cat NB1 (mA)	-	Sleep Mode: 1.55 @ DRX = 1.28 s 0.592 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 16.8 @ DRX = 1.28 s 16.4 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 162 @ 21 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.49 @ DRX = 1.28 s 0.67 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 14.8 @ DRX = 1.28 s 14.3 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 154 @ 21 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.4 @ DRX = 1.28 s 0.588 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 14.5 @ DRX = 1.28 s 14.1 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 146 @ 21 dBm, GNSS off 147 @ 23 dBm, GNSS off 195 @ 26 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.43 @ DRX = 1.28 s 0.68 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 13.5 @ DRX = 1.28 s 13.1 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 190 @ 23 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.31 @ DRX = 1.28 s 0.55 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 14.2 @ DRX = 1.28 s 14 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 173 @ 23 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.43 @ DRX = 1.28 s 0.56 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 14.2 @ DRX = 1.28 s 14.1 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 137 @ 21 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.51 @ DRX = 1.28 s 0.78 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 14.5 @ DRX = 1.28 s 14.1 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 153 @ 21 dBm, GNSS off 235 @ 26 dBm, GNSS off	Sleep Mode: 1.36 @ DRX = 1.28 s 0.72 @ e-I-DRX = 81.92 s Idle Mode: 14.78 @ DRX = 1.28 s 13.93 @ e-I-DRX = 81.92 s Active Mode: 180 @ 23 dBm, GNSS off 263 @ 26 dBm, GNSS off

NOTE:

- ^①: please refer to the hardware design manual to see more specific requirements for the power supply voltage.
- *: under development/planning.
- : supported.
- TBD: to be determined.

