

ASSE I – RICERCA, INNOVAZIONE E SVILUPPO TECNOLOGICO del
PO FESR 2014-2020- Azione 1B.1.2.1

PROGETTO MOBAS 4.0

Mobilità sOstenibile in BASilicata 4.0

Work Package 4

**“REALIZZAZIONE DI SERVIZI A SUPPORTO DELLA MOBILITA’ PER
LA DIVERSA ABILITA’”**

Deliverable 4.1

**“REPORT SULLA PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA PER
IL MONITORAGGIO DEL FUNZIONAMENTO
CORRETTO DELLA CARROZZINA”**

Stato di avanzamento n. 2 dal 01/01/2023 al 31/12/2023

Data	Redazione a cura di:	Persona di contatto per il progetto:
28/02/2023	Coing Scarl Altri partner: Digimat	Mario Zagaria COM SCPA E-mail: mario.zagaria@com-scpa.it telefono: 0972 460130

Sommario

1	IL PROGETTO MOBAS 4.0	4
2	ANALISI E CARATTERIZZAZIONE DELLA CARROZZINA	7
3	COMPONENTI PRINCIPALI DELLA CARROZZINA ELETTRICA TECNOLOGICAMENTE AVANZATA	11
3.1	COMPONENTE GATEWAY - GTW	12
3.1.1	I BLOCCHI FUNZIONALI DEL GATEWAY	12
3.1.2	LA MECCANICA, L'HARDWARE E IL FIRMWARE DEL GATEWAY	14
3.2	COMPONENTE GPS T/U	17
3.3	DALLA CARROZZINA AL CLOUD	21

Indice delle Figure

<i>Figura 1. Tipologie diverse di carrozzine</i>	8
<i>Figura 2. Evoluzioni delle carrozzine</i>	9
<i>Figura 3. Architettura della carrozzina elettrica tecnologicamente avanzata</i>	11
<i>Figura 4. Schema a blocchi del Gateway (GTW)</i>	13
<i>Figura 5. Meccanica del componente gateway della carrozzina</i>	15
<i>Figura 6. Dettaglio del fissaggio per la Meccanica del componente gateway della carrozzina</i>	15
<i>Figura 7. Dettaglio dimensioni della Meccanica del componente gateway della carrozzina</i>	16
<i>Figura 8. Hardware realizzato inserito nella meccanica di riferimento</i>	16
<i>Figura 9. Modulo GPS</i>	17
<i>Figura 10. Meccanica del modulo GPS</i>	18
<i>Figura 11. Hardware del modulo GPS</i>	19
<i>Figura 12. Meccanica del modulo T/U</i>	20
<i>Figura 13. Hardware del modulo T/U</i>	20

1 Il Progetto MOBAS 4.0

Il progetto MOBAS 4.0 si sviluppa all'interno dell'area di specializzazione Automotive, e declina in diversi aspetti il concetto di mobilità sostenibile nella regione Basilicata, consentendo alle PMI e alle GI aderenti al "Cluster regionale Automotive e Fabbrica Intelligente" (di seguito Cluster Automotive) ed operanti nel settore, di ampliare il proprio know-how diversificando le rispettive produzioni ed aprendo alle nuove tecnologie. In accordo con la Strategia regionale per l'innovazione e la specializzazione intelligente 2014-2020 (S3), il progetto MOBAS 4.0 ha l'obiettivo di supportare, sviluppare e sperimentare nuove strategie in grado di anticipare i cambiamenti del settore Automotive e intervenire sui fattori principi della competitività (a livello di impresa, di settore e di territorio). Attraverso l'esperienza di questo progetto, i partner coinvolti potranno migliorare la loro competitività in un settore, quello della mobilità, in cui il processo di avanzamento tecnologico e sostenibile comprende anche specifici campi operativi quali l'ICT (Information Communications Technology) ed i servizi legati all'IoT (Internet of Things), che lo sviluppo di reti di comunicazioni sempre più veloci metteranno a disposizione dei cittadini e delle imprese in un futuro oramai prossimo.

Obiettivo generale del progetto è quello di sviluppare nuove soluzioni tecnologiche connesse al settore Automotive volte a migliorare i servizi della mobilità sostenibile pubblica e privata, creando così i presupposti di una più rafforzata competitività del sistema produttivo Lucano. L'impatto dei risultati attesi del progetto sul territorio e sui cittadini lucani, rappresentano infatti un elemento qualificante del progetto MOBAS 4.0 che prevede anche la realizzazione di dimostratori su scala regionale.

Il progetto si sviluppa attraverso 7 obiettivi realizzativi:

WP1 – COORDINAMENTO

WP2 - REALIZZAZIONE DI SERVIZI E TECNOLOGIE PER IL POTENZIAMENTO DELL'INFRASTRUTTURA A SUPPORTO DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE NEL TERRITORIO LUCANO

WP3 - REALIZZAZIONE DI SERVIZI A SUPPORTO DELLA MOBILITÀ' CONDIVISA

WP4 - REALIZZAZIONE DI SERVIZI A SUPPORTO DELLA MOBILITÀ PER LA DIVERSA ABILITÀ

WP5 - MOBILITÀ' SOSTENIBILE PER IL TRASPORTO PUBBLICO URBANO

WP6 - GESTIONE INTEGRATA DELLE BATTERIE DEI VEICOLI ELETTRICI SECONDO I PARADIGMI DELL'ECONOMIA CIRCOLARE

WP7 – DISSEMINAZIONE

Questo documento presenta e riassume il primo deliverable previsto nell'ambito del WP4

WP 4 - Realizzazione di servizi a supporto della mobilità per la diversa abilità

Il WP4 prevede la progettazione e la realizzazione di un prototipo di carrozzina elettrica tecnologicamente avanzata, dotata di opportuna sensoristica in grado di controllare il movimento del mezzo, di registrare le condizioni di salute dell'utente, di trasmettere i dati ad una centrale di controllo per analizzarli ed interpretarli e, nel caso, di trasmettere eventuali warning.

Le tecnologie impiegate a bordo della carrozzina dovranno rispondere a particolari esigenze:

- a) monitorare il funzionamento corretto da un punto di vista meccanico ed elettrico;
- b) aumentare la sicurezza degli utenti rispetto alla presenza di ostacoli o altri impedimenti al normale movimento del mezzo;
- c) consentire la localizzazione costante della carrozzina;
- d) definire un sistema di sensori in grado di raccogliere dati sullo stato di salute dell'utente, in accordo con le più recenti Wearable Health Technologies (WHT);
- e) realizzare un sistema in grado di pre-elaborare i dati raccolti e trasmetterli ad un cloud dove potranno essere resi disponibili al medico di base e/o ai centri medici collegati alla piattaforma.

Il sistema sarà in grado di allertare, inoltre, gli utenti accreditati in una white-list nel caso di superamento di valori critici di uno o più parametri vitali, consentendo un pronto e più efficace intervento degli operatori sanitari.

2.1 Obiettivi

Il WP4 si pone l'obiettivo generale di migliorare la qualità di vita di persone con disabilità, fornendo loro uno mezzo per una mobilità più agevole e sicura. Nel dettaglio gli obiettivi specifici saranno due: 1) la realizzazione del prototipo di carrozzina elettrica; 2) la realizzazione del sistema di controllo centralizzato in grado di "dialogare" con il prototipo.

2.2 Attività

A.R.4.1 - Progettazione di un sistema per il monitoraggio del corretto funzionamento del prototipo di carrozzina

A.R.4.2 - Progettazione di un sistema per una mobilità in sicurezza del prototipo di carrozzina

A.R.4.3 - Progettazione di sistema dedicato per il monitoraggio dello stato di salute di chi utilizza la carrozzina

A.R.4.4 - Studio di una rete salvavita

A.R.4.5 - Realizzazione ed integrazione delle soluzioni individuate su un prototipo di carrozzina

A.R. 4.6 - Verifica sperimentale del prototipo di carrozzina elettrica

Nel presente documento vengono descritti i risultati ottenuti nell'attività 4.1 del progetto MOBAS 4.0, relativamente alla progettazione di un sistema per una mobilità in sicurezza del prototipo di carrozzina.

2 Analisi e caratterizzazione della carrozzina

Nella prima fase dell'attività è stata eseguita un'analisi dedicata alla caratterizzazione delle carrozzine elettriche in maniera da avere chiaro il contesto in cui integrare le tecnologie avanzate che permetteranno di acquisire parametri di interesse. In particolare sono stati puntualizzati gli elementi che influenzano la scelta di chi utilizza la carrozzina, dalla robustezza, sicurezza, qualità e leggerezza del materiale, tipologia delle ruote, ergonomia ecc... Sulla base dei risultati ottenuti nella prima fase di lavoro, si è proceduto con la definizione architettonica del sistema tecnologico avanzato da integrare sulla carrozzina e l'individuazione dei principali componenti. In particolare vi è il radar, utilizzato per definire la posizione degli ostacoli rispetto alla carrozzina, che dovrà interfacciarsi ad un centro di calcolo per l'elaborazione delle informazioni e la valutazione della presenza degli ostacoli. Per l'acquisizione dei parametri relativi allo stato di salute (indice di stress, inclinazione del busto, temperatura corporea...) del soggetto che usa la carrozzina, viene introdotta la maglietta smart anch'essa interfacciata al centro di calcolo. Quest'ultimo dovrà interfacciarsi con un Gateway dedicato per la raccolta dei dati e il loro trasferimento in cloud verso un sistema di gestione centrale per permettere l'elaborazione di processi decisionali. Il gateway potrà interfacciarsi a componenti specifici del sistema per la rilevazione delle coordinate GPS e della temperatura e umidità dell'ambiente in cui si muove la carrozzina, così da poter mettere in correlazione anche queste ulteriori informazioni utili per l'elaborazione.

Nell'ambito del progetto di ricerca e sviluppo MOBAS 4.0 "Mobilità Sostenibile in Basilicata 4.0" il gruppo di lavoro dedicato alla progettazione e realizzazione di un prototipo di carrozzina, ha in primo luogo proceduto alla caratterizzazione delle carrozzine commercialmente disponibili.

Le carrozzine elettriche, nate dopo la seconda guerra mondiale, sono state pensate inizialmente per aiutare negli spostamenti i veterani feriti. Durante gli anni ci sono stati costanti evoluzioni che hanno consentito di migliorare le dimensioni, il peso, l'ergonomia, funzionalità e adattarsi sempre più alle esigenze del particolare soggetto. In generale, le carrozzine elettriche permettono di svolgere regolarmente e con efficienza le attività quotidiane a tutti gli individui con mobilità ridotta, come possono essere gli anziani o chi è incorso in incidenti, che hanno necessità di supporto negli spostamenti nelle proprie case e all'esterno, ma anche all'interno di ospedali, case di cura, centri sanitari, ecc.

Il gruppo di lavoro oltre a eseguire varie ricerche su Internet e a confrontarsi con le aziende produttrici di carrozzine elettriche, ha svolto anche delle interviste coinvolgendo alcune persone che vivono giornalmente la loro disabilità, al fine di definire le principali caratteristiche delle carrozzine sulle quali il soggetto interessato si basa per determinare le proprie scelte.



Figura 1. Tipologie diverse di carrozzine

Nei punti di seguito si riporta quanto è emerso:

- Robustezza, sicurezza, qualità e leggerezza del materiale di fabbricazione (si consiglia alluminio rinforzato), comodità, semplicità nell'utilizzo.
- Freni elettromagnetici.
- Ammortizzazione posteriore e ruote ad alta aderenza e trazione per un maggiore confort.
- Ruotini antiribaltamento incorporati.
- Diverse cinture di sicurezza anche per la zona gambe.
- Joystick adattabile per destri e mancini con funzione di clacson, regolatore di velocità ed indicatore di carica della batteria.
- Potenza del caricabatteria a 3Ah e della batteria a litio estraibile, tempo di carica e tenuta della batteria devono essere impeccabili.
- Tasca portadocumenti posteriore e cestino portaoggetti nella parte inferiore.
- Comodità per chi viaggia, anche in aereo. Facile da piegare e compatta, adatta a qualunque bagagliaio standard.
- Seduta ergonomica per coloro con disabilità più accentuata.
- Un prodotto che si adatti alla corporatura di tutti, magari lasciando i fianchi liberi, con carichi massimi fino a 180kg.
- Poggia braccia elevabili.
- Poggiapiedi più larghi nonché pieghevoli.
- Ruote un morbide per attutire eventuali dissesti stradali.
- Facile da piegare e compatta, adatta a qualunque bagagliaio standard.
- Prevedere la possibilità di modifiche per portare i comandi dietro nel caso in cui chi usa la sedia non può usarli per il suo handicap quindi la guida è dell'accompagnatore.
- Oltre alla modalità elettrica, prevedere una modalità manuale che può essere azionata tramite una leva, con la quale l'accompagnatore può facilmente dirigere la sedia, se necessario, senza necessità di cambiare sedia.

Premesso tutte le caratteristiche e accessori di cui ai punti precedenti, la scelta di una carrozzina passa anche dal costo. Tra i principali elementi che ne determinano il valore vi è il materiale utilizzato per il telaio, che può essere alluminio rinforzato o alluminio semplice, le caratteristiche delle ruote, in particolare quelle posteriori, per le misure larghezza e profondità della seduta e altezza dello schienale.

Sulla base di quanto è emerso nella fase di analisi, il contesto relativo alle carrozzine elettriche risulta essere molto dinamico e molte sono le innovazioni in corso che coinvolgono diversi aspetti.

Alcune linee di ricerca si stanno occupando del design ergonomico delle carrozzine per renderle non solo più comode, funzionali e compatte, ma anche belle e il più possibile personalizzabili secondo le proprie esigenze. Un elemento sul quale è sempre alta l'attenzione è quello della sicurezza della carrozzina. Nel tempo tale aspetto sta acquisendo nuove sfumature che portano ad affiancare alla prevenzione degli incidenti e un utilizzo più confortevole della carrozzina, anche il monitoraggio della salute dell'utente di chi la usa, in modo da ottenere assistenza in caso di emergenza. Altra considerazione importante da tenere presente nel percorso di progettazione dell'innovativa carrozzina è legata all'eterogeneità delle esigenze di chi usa la carrozzina che implica una eterogeneità delle caratteristiche richieste alla carrozzina. Questo induce ad assumere un approccio modulare nella progettazione e nell'uso delle tecnologie avanzate, in maniera tale che un determinato apparato possa essere sfruttato su diverse carrozzine con caratteristiche che possono essere anche molto differenti fra loro.



Figura 2. Evoluzioni delle carrozzine

Un'altra osservazione di interesse progettuale, emersa dall'analisi eseguita, è che i pericoli più importanti arrivano nell'utilizzo della carrozzina in ambienti esterni. Infatti in ambiente esterno, in primo luogo, vi è la variabile velocità che è normalmente più elevata che all'interno, inoltre le superfici stradali tipicamente sono irregolari (le strade e marciapiedi possono avere crepe, buche o altre irregolarità che possono rendere difficile il passaggio con una carrozzina elettrica, ci sono ostacoli, discese, salite, ecc). L'utente che circola all'esterno con la carrozzina può incorrere in condizioni meteorologiche avverse, così la pioggia, neve o ghiaccio possono aumentare i pericoli. All'esterno è di norma presente il traffico, ci si sposta su attraversamenti stradali ed è possibile che le carrozzine possano essere coinvolte in incidenti stradali anche perché, a volte, vi è carenza di segnaletica adeguata o dispositivi di sicurezza sui percorsi pedonali o ciclabili. Quando l'utente è all'esterno può inoltre essere esposto al sole e al caldo comportando il rischio di disidratazione o colpi di calore.

Facendo sintesi di quanto esposto, nei punti di seguito si riportano le peculiarità ritenute rilevanti per una carrozzina elettrica tecnologicamente avanzata:

- **Modularità:** la realizzazione del sistema con un approccio modulare permette di adeguare la soluzione tecnologica in diversi scenari applicativi.

- Geolocalizzazione e navigazione: L'integrazione di GPS e sistemi di navigazione avanzati può aiutare gli utenti a pianificare percorsi sicuri e ottimizzati.
- Tecnologia di rilevamento degli ostacoli: dotare la carrozzina di sensori avanzati per rilevare gli ostacoli nell'ambiente circostante può aiutare a prevenire collisioni e fornire all'utente un feedback in tempo reale.
- Telemedicina e monitoraggio: l'integrazione con sistemi di telemedicina e di monitoraggio della salute consente all'utente di monitorare la propria salute e di ottenere assistenza in caso di emergenza.
- Monitoraggio parametri ambientali: la conoscenza dei parametri ambientali (es. Temperatura e umidità) dell'area nella quale si trova l'utente con la carrozzina, messi a sistema con altri parametri relativi allo stato di salute, possono fornire indicazioni utili sulle azioni operative da fare in caso di assistenza.

3 Componenti principali della carrozzina elettrica tecnologicamente avanzata

Partendo da quanto è emerso dal lavoro della caratterizzazione delle carrozzine si è proceduto a definire l'architettura tecnologica con i vari componenti che dovranno consentire di rilevare e mettere a sistema i dati di interesse ed in particolare:

- la posizione degli ostacoli rispetto alla carrozzina
- le coordinate GPS del punto in cui si trova quando la carrozzina è all'esterno e la temperatura e umidità dell'ambiente in cui si muove
- alcuni parametri relativi allo stato di salute di chi utilizza la carrozzina, rilevabili tramite sensori indossabili (Maglietta smart).

Tali dati, dovranno essere resi disponibili su una piattaforma cloud ad un sistema di gestione centrale, per permettere l'elaborazione di processi decisionali per la valutazione dello stato delle cose, del rischio, della sicurezza e fornire un supporto importante per migliorare la qualità della vita degli utilizzatori delle carrozzine. Le considerazioni fatte conducono all'architettura tecnologica rappresentata nello schema a blocchi della prossima figura

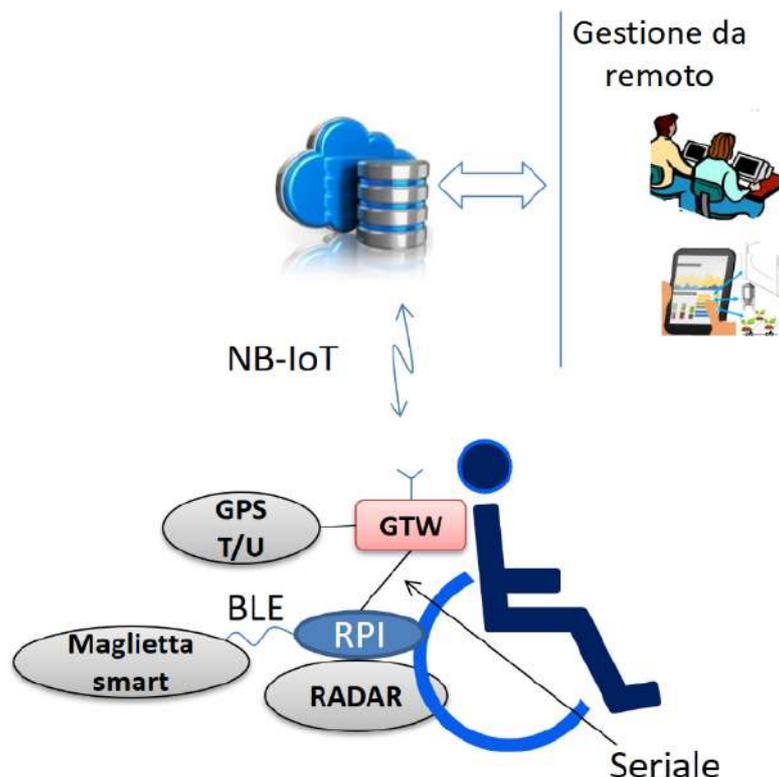


Figura 3. Architettura della carrozzina elettrica tecnologicamente avanzata

In primo luogo per poter definire la posizione degli ostacoli rispetto alla carrozzina si prevede l'utilizzo di un radar specifico che si interfaccia (via seriale) ad un centro di calcolo (RPI). Quest'ultimo dovrà acquisire le informazioni ed eseguire delle elaborazioni per valutare la presenza degli ostacoli. Allo stesso centro di calcolo potrà riferirsi (via BLE) la maglietta smart fornendo informazioni sullo stato del soggetto che utilizza la carrozzina, ad esempio come l'indice di stress, inclinazione del busto, temperatura corporea. Il centro di calcolo (RPI) dovrà interfacciarsi con un Gateway dedicato (GTW) per la raccolta dei dati e il loro trasferimento in cloud. A questo potrà interfacciarsi un componente per la raccolta delle informazioni relative la coordinate GPS della carrozzina quando questa è all'esterno e la temperatura e l'umidità in cui essa si trova.

La definizione del componente Radar con la RPI viene affrontato nell'ambito dell'attività 4.2, mentre la Maglietta Smart viene approfondita nell'attività 4.3. Nell'ambito dell'attività 4.1, oggetto del presente deliverable, sono stati caratterizzati il Gateway e il componente GPS T/U così come descritto nei prossimi paragrafi.

3.1 Componente Gateway - GTW

Il componente Gateway, all'interno dell'architettura tecnologica della carrozzina, ha il compito di acquisire i dati di interesse e trasferirli in cloud. In linea con i risultati ottenuti nella fase di analisi, si è proceduti con l'individuazione dei blocchi funzionali e delle tecnologie da utilizzare per consentire il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

3.1.1 I blocchi funzionali del gateway

Tra i principali blocchi funzionali del gateway vi è quello relativo alla comunicazione con il cloud. In primo luogo è stata individuata la tecnologia più adeguata per connettere la carrozzina. Il fatto che la carrozzina dovrà muoversi all'aperto impone una soluzione basata sulle comunicazioni cellulari che hanno coperture estese, inoltre bisogna prediligere soluzioni a basso consumo energetico, considerato il fatto che l'alimentazione dei dispositivi sarà a batteria.

Tali aspetti conducono alla scelta della tecnologia di comunicazione NB-IoT (Narrowband Internet of Things). Questa è una tecnologia wireless a bassa potenza, progettata per supportare la

connettività di dispositivi IoT (Internet of Things) a basso consumo energetico, che richiedono una lunga durata della batteria e una copertura estesa.

Tra le principali caratteristiche della tecnologia NB-IoT vi è il fatto che utilizza una banda stretta, il che significa che ha una larghezza di banda molto ridotta rispetto alle tradizionali tecnologie cellulari, come LTE. Questo consente di ottimizzare l'uso dello spettro radio e di operare in aree congestionate dello spettro, raggiungendo anche aree remote con basse potenze di trasmissione rendendola ideale per applicazioni con alimentazione a batteria. Pertanto con la tecnologia NB-IoT, si potrà garantire la comunicazione della carrozzina con il cloud anche in aree dove le tecnologie cellulari tradizionali non riescono ad essere presenti, inoltre essa potrà penetrare facilmente attraverso ostacoli come pareti e coperture, consentendo la comunicazione affidabile anche all'interno degli edifici.

L' NB-IoT fa parte dello standard 3GPP, il che significa che può beneficiare dell'infrastruttura esistente delle reti cellulari, semplificando la sua implementazione e riducendo i costi, e supporta protocolli di sicurezza avanzati per proteggere i dati trasmessi tra i dispositivi IoT e le reti di comunicazione. Questo è cruciale per garantire la protezione dei dati provenienti dalla carrozzina e diretti al cloud.

Per avere i vantaggi sopra esposti, la tecnologia NB-IoT non può supportare un'alta velocità di trasmissione dei dati, pertanto bisogna tenerne conto nella definizione delle logiche dedicate di acquisizione dei dati. A titolo esemplificativo, ma non esaustivo, si può pensare di inviare dati con una schedulazione dell'ordine dei minuti o su evento.

Nella prossima figura viene mostrato uno schema con i principali blocchi funzionali del gateway.

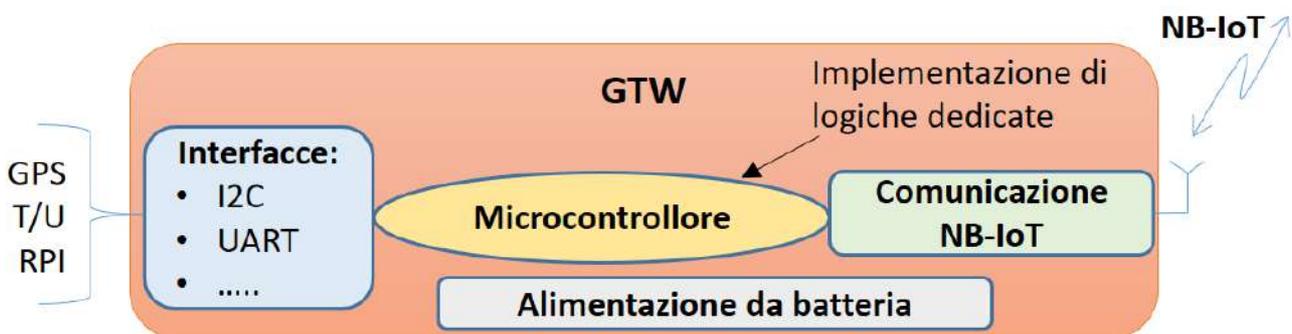


Figura 4. Schema a blocchi del Gateway (GTW)

Oltre al blocco per la comunicazione NB-IoT, per consentire l'implementazione di logiche dedicate, il gateway dovrà prevedere un blocco microcontrollore che avrà il compito di gestire le comunicazioni e le varie periferiche per l'acquisizione dei dati di interesse.

Questi dati potranno essere acquisiti grazie ad opportune interfacce (UART, I2C, ...) che permetteranno la connessione con l'opportuna sensoristica e apparati. In particolare con il sensore di temperatura e umidità, il modulo GPS e il centro di calcolo RPI per la rilevazione dei dati relativi dalla maglietta smart e dal radar.

L'altro blocco funzionale sarà quello dedicato all'alimentazione del sistema attraverso la batteria, che potrebbe essere quella a bordo carrozzina, o eventualmente una dedicata.

3.1.2 La meccanica, l'hardware e il firmware del gateway

Una volta definiti i blocchi funzionali del gateway la progettazione del sistema per il monitoraggio del corretto funzionamento del prototipo di carrozzina è proseguita con l'individuazione della meccanica e la realizzazione dell'hardware e il firmware.

Relativamente alla meccanica, in linea con l'approccio modulare che caratterizza il progetto, è stato eseguito uno scouting sulle possibili soluzioni commerciali per le Box compatibili con le applicazioni. Nei criteri di scelta si è dato particolare rilevanza a:

- Soluzione meccanica che consente di avere spazi adeguati per integrare l'hardware per realizzare le funzionalità richieste al prototipo della carrozzina e che si possa predisporre per altre che potrebbero essere integrate anche successivamente;
- Soluzione con un grado di protezione che possa arrivare a IP67, necessaria per i moduli outdoor;
- Soluzione caratterizzata da un materiale inossidabile/plastico, autoestinguente per aumentare la sicurezza del sistema;
- Soluzione che possa essere facilmente installabile sulla carrozzina caratterizzata da sistemi di fissaggio;
- Soluzione meccanica flessibile che permetta di inserire connessioni verso altri apparati per venire incontro all'esigenza di modularità del sistema;

Tali criteri hanno condotto all'individuazione di una soluzione della TAKACHI Electronics Enclosure. Di seguito vengono mostrate figure rappresentativa della box.



Figura 5. Meccanica del componente gateway della carrozzina

La soluzione individuata è accessoriata di sistemi di fissaggio che possono semplificare l'ancoraggio alla carrozzina.



Figura 6. Dettaglio del fissaggio per la Meccanica del componente gateway della carrozzina

Sono disponibili diverse dimensioni, si stima sufficiente una box di 110x150x40mm che conduce al codice di riferimento è WP11-15-4G.

Nella figura di seguito il dettaglio delle dimensioni in mm.

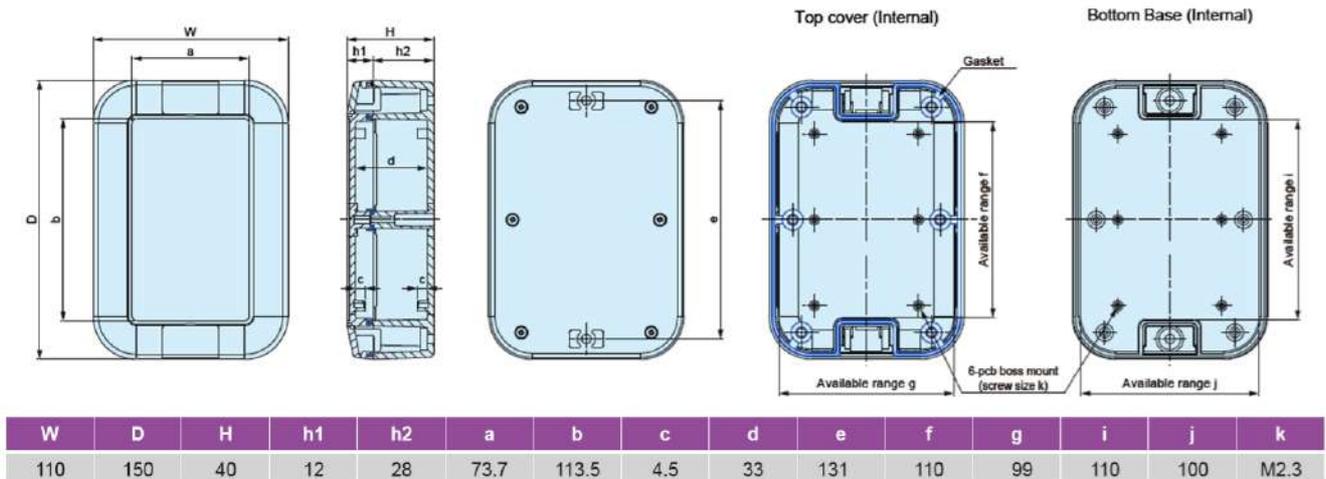


Figura 7. Dettaglio dimensioni della Meccanica del componente gateway della carrozzina

Sulla base della meccanica individuata si è proceduti alla definizione dell'hardware con la opportuna componentistica necessaria per implementare le funzionalità richieste. Nella prossima figura viene riportato il risultato del lavoro svolto.

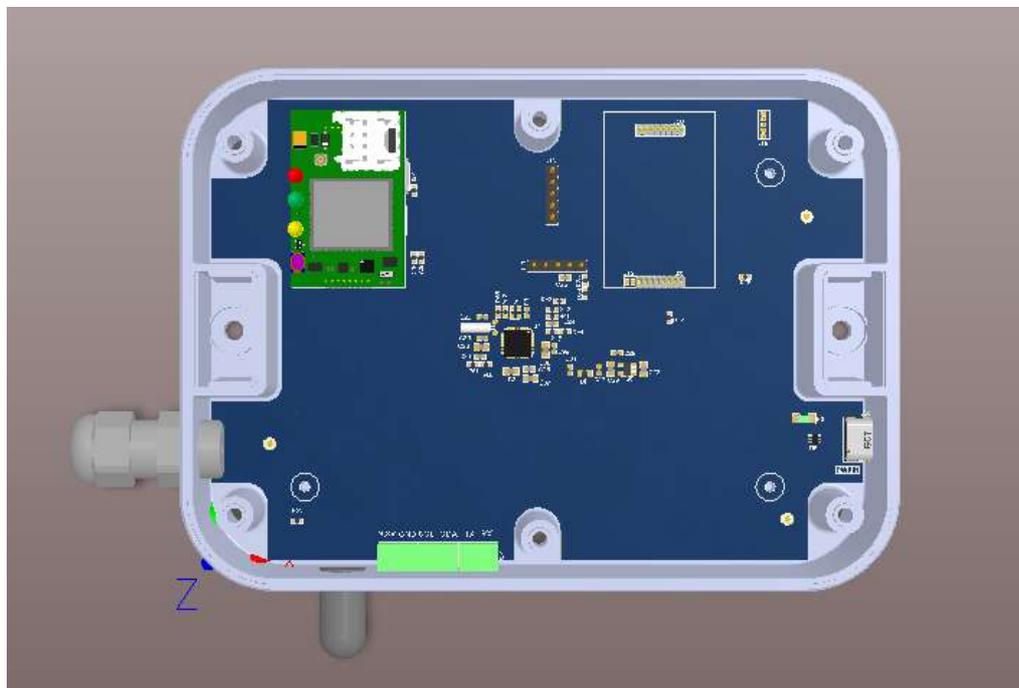


Figura 8. Hardware realizzato inserito nella meccanica di riferimento

3.2 Componente GPS T/U

Al componente GPS T/U è affidata la funzionalità di definire la posizione della carrozzina e rilevare la temperatura e umidità dell'ambiente in cui essa si trova. Viene realizzato attraverso due moduli quello GPS e quello T/U descritti di seguito.

Modulo GPS

In primo luogo è stata fatta un'analisi sulle soluzioni GPS più adeguate per la nostra applicazione. È emerso che il modulo della U-Blox di cui al codice CAM-M8Q, progettato per fornire informazioni precise sulla posizione e il tempo anche in ambienti difficili, presenta caratteristiche in linea con le richieste progettuali.



Figura 9. Modulo GPS

Entrando nello specifico il modulo CAM-M8Q utilizza il chipset u-blox M8, che offre elevate prestazioni e precisione nella ricezione del segnale GPS. Il chipset supporta la ricezione simultanea di un massimo di tre Sistemi GNSS (GPS/Galileo insieme a BeiDou o GLONASS) che permette di offrire una buona sensibilità e livelli di segnale elevati, migliorando ulteriormente la precisione e la copertura del posizionamento. Grazie al modulo Assisted Global Navigation Satellite System (A-GNSS), che utilizza informazioni aggiuntive fornite da server di assistenza, accelera il tempo di acquisizione del segnale e migliora la precisione del posizionamento. L'antenna GPS integrata, semplifica l'integrazione nel progetto senza la necessità di un'antenna esterna. Per garantire una ricezione affidabile del segnale GPS anche in ambienti rumorosi o interferenti, il modulo è dotato di tecnologie avanzate di filtraggio del rumore.

Il modulo CAM-M8Q fornisce dati di posizionamento e tempo attraverso diverse interfacce, tra cui UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter), I2C (Inter-Integrated Circuit), e USB. L'UART è quella che è stata utilizzata per interfacciarlo al Gateway.

Inoltre il modulo è progettato per essere efficiente dal punto di vista energetico, il che lo rende adatto all'applicazione in oggetto alimentata a batteria.

Il modulo è molto compatto, le sue dimensioni sono Altezza 1.95 mm, Lunghezza 9.6 mm e Larghezza 14 mm. Al fine di poterlo posizionare nella maniera più efficace in termini di ricezione del segnale GPS, è stata individuata una box dedicata da connettere via cavo al Gateway. Di seguito delle figure rappresentative.



Figura 10. Meccanica del modulo GPS

All'interno di tale box è stato progettato l'hardware con il modulo CAM-M8Q, rappresentato nella figura di seguito.

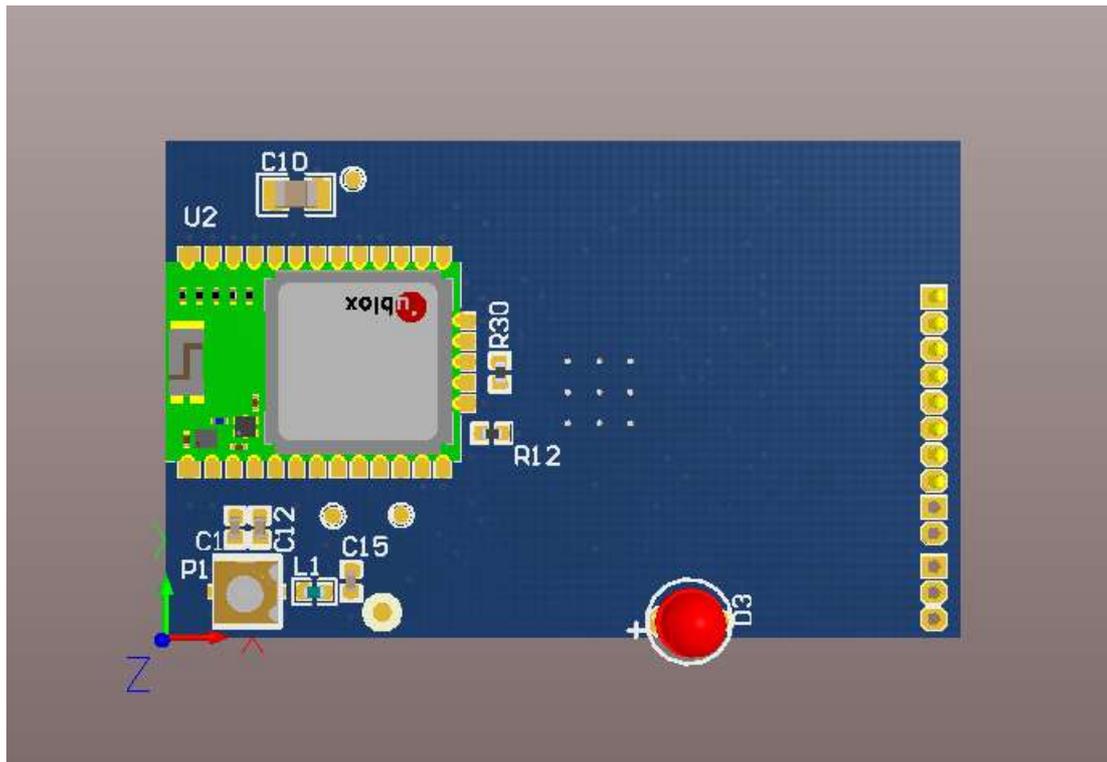


Figura 11. Hardware del modulo GPS

Modulo T/U

È stata svolta un'attività dedicata di analisi per individuare il sensore più adeguato per l'applicazione in oggetto. Tra le diverse soluzioni commercialmente disponibili il sensore di temperatura e umidità realizzato dalla Silicon Labs, di cui al codice SI7006-A20-IM1, progettato per misurare con precisione la temperatura e l'umidità dell'ambiente circostante, risulta essere un componente con caratteristiche appropriate.

In particolare il SI7006-A20-IM1 ha una risoluzione di misurazione della temperatura di 14 bit mentre per l'umidità è di 12 bit, con un range di misura per la temperatura da -40 °C a $+125\text{ °C}$ e per l'umidità tra 0% e 100%. La precisione della misura è in linea con le esigenze progettuali, nello specifico per la temperatura si ha una deviazione tipica di $\pm 0.4\text{ °C}$, mentre per l'umidità relativa è del $\pm 3\%$.

Il SI7006-A20-IM1 comunica tramite un'interfaccia di tipo I2C (Inter-Integrated Circuit), utilizzata per trasferire il dato rilevato al gateway sulla carrozzina. Altra caratteristica importante è legata al consumo energetico, estremamente ridotto, che lo rende estremamente adatto per applicazioni alimentate a batteria o in ambienti in cui è richiesta una gestione efficiente dell'energia, così come

nel caso del progetto in oggetto dove è importante non chiedere troppa energia alla batteria della carrozzina.

Una volta individuato il sensore si è proceduti col definire l'alloggiamento più adeguato. Una buona soluzione viene fornita dalla Hengko ed è rappresentata nella prossima figura con dimensioni di 12x21.2mm. Questo contenitore permette di proteggere il sensore e garantire una buona lettura per l'umidità e la temperatura. Inoltre risulta semplice il collegamento meccanico al gateway.



Figura 12. Meccanica del modulo T/U

Sulla base dell'alloggiamento scelto si è proceduti con la definizione dell'hardware. Nella prossima figura viene mostrato la scheda con evidenziata la posizione del sensore, da inserire nell'alloggiamento, e il connettore per l'interfaccia su I2C da utilizzare per la comunicazione con il gateway.

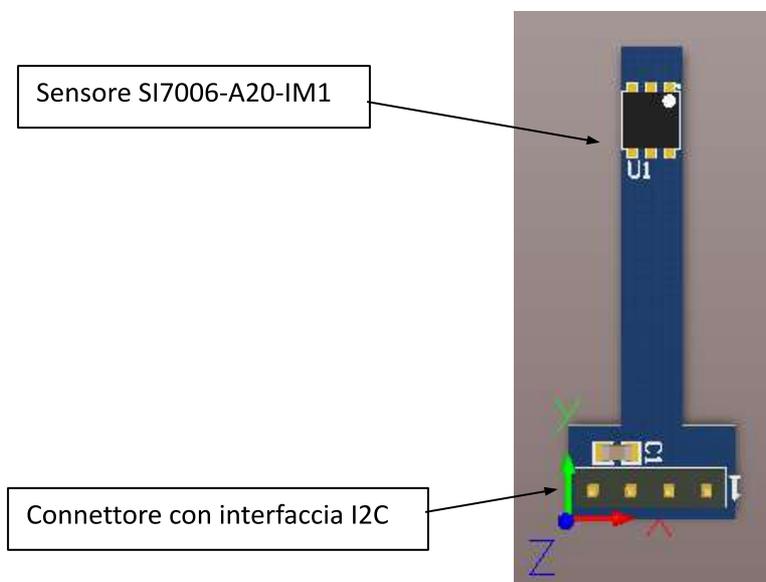


Figura 13. Hardware del modulo T/U

3.3 Dalla carrozzina al cloud

Tutti i dati, presenti sulla carrozzina, sono resi disponibili al sistema di elaborazione centrale in cloud dove l'implementazione di opportuni algoritmi e logiche consentono di ottimizzare il servizio/prodotto.

Per il trasferimento dei dati acquisiti a bordo della carrozzina verso il cloud, il gruppo di lavoro ha realizzato una piattaforma basata su un'architettura a micro servizi implementata su un edge server dedicato con l'obiettivo di garantire la massima flessibilità ed integrabilità dei dispositivi oltre che ottimizzare l'organizzazione e l'aggregazione del dato.

In generale un'architettura a micro servizi implementata su un edge server è un approccio alla progettazione e all'implementazione di servizi software distribuiti che sfrutta i principi dei micro servizi e li esegue su server edge.

Entrando nello specifico, un'architettura a micro servizi è un modello di progettazione software in cui un'applicazione complessa è suddivisa in una serie di servizi software autonomi, ciascuno dei quali svolge una funzione specifica. Ogni micro servizio è autosufficiente, ha la sua logica di business, il suo database e può essere sviluppato, distribuito e scalato indipendentemente dagli altri servizi. In questo contesto gli sviluppatori possono scegliere diversi linguaggi di programmazione e tecnologie per implementare i micro servizi, purché siano in grado di comunicare tra loro.

Un edge server è invece un server situato all'estremità (o "edge") di una rete di distribuzione, in prossimità degli utenti finali o dei dispositivi con cui interagiscono. Questi server edge sono spesso collocati in posizioni geografiche distribuite per ridurre la latenza e migliorare le prestazioni delle applicazioni distribuite. Gli edge server possono essere utilizzati per eseguire elaborazioni, archiviare dati in cache, fornire contenuti o servire come punto di ingresso per il traffico di rete.

Un'architettura a micro servizi implementata su un edge server combina questi due concetti. In pratica, i micro servizi vengono distribuiti su server edge, il che può comportare diversi vantaggi:

- **Miglioramento delle prestazioni:** Posizionando i micro servizi vicino agli utenti o ai dispositivi, è possibile ridurre la latenza e migliorare le prestazioni delle applicazioni.
- **Scalabilità:** Gli edge server possono essere scalati in modo indipendente per gestire carichi di lavoro specifici, consentendo una scalabilità efficiente delle singole parti dell'applicazione.
- **Ridondanza e resilienza:** La distribuzione su server edge può aumentare la resilienza dell'applicazione, poiché è possibile ridondare i servizi in diverse posizioni geografiche per garantire la disponibilità continua.

- Sicurezza: Posizionando i micro servizi su server edge, è possibile implementare misure di sicurezza aggiuntive in loco per proteggere i dati e garantire la conformità normativa.

Un'architettura a micro servizi implementata su server edge è una strategia di progettazione e distribuzione di servizi software che sfrutta l'approccio dei micro servizi per migliorare le prestazioni, la scalabilità e la resilienza delle applicazioni, spostando parte o tutti i servizi sui server edge distribuiti in tutto il mondo.

Per creare applicazioni scalabili, personalizzabili e sicure che possono servire più clienti o utenti in modo efficace, caratteristiche essenziali per la riuscita del progetto MOBAS 4.0, nell'ambito dell'architettura a micro servizi, il gruppo di lavoro, ha condiviso di implementare una logica multi-tenant e gestione dei customer.

L'approccio multi-tenant vi è quando un'applicazione o un sistema può supportare più clienti o organizzazioni (tenant) su un'unica istanza dell'applicazione. In un'architettura a micro servizi, ciascun micro servizio può essere progettato per supportare la logica multi-tenant in modi diversi e può essere fatto attraverso:

- Isolamento dei Dati: Ogni micro servizio può isolare i dati dei tenant, in modo che i dati di un cliente non siano accessibili ad altri. Questo può essere fatto attraverso l'uso di database separati o schemi di database dedicati per ciascun tenant.
- Configurazione Separata: I micro servizi possono essere configurati separatamente per ogni tenant, consentendo di personalizzare le impostazioni e le funzionalità per ciascun cliente.
- Risoluzione dinamica delle richieste: Il micro servizio può utilizzare informazioni dal contesto della richiesta (ad esempio, un ID cliente nella richiesta) per determinare quale tenant sta effettuando la richiesta e gestire i dati di conseguenza.

La gestione delle informazioni e delle interazioni relative a ciascun cliente o utente, in un'architettura a micro servizi, può essere realizzata in modi diversi:

- Servizio Customer: Un micro servizio specifico può essere dedicato alla gestione dei dati del cliente, come informazioni personali, preferenze, cronologia e altro. Questo servizio può essere utilizzato da altri micro servizi quando è necessario accedere a tali dati.
- Autenticazione e Autorizzazione: I micro servizi devono implementare un sistema di autenticazione e autorizzazione per garantire che i clienti possano accedere solo alle risorse a cui hanno diritto. Questo può coinvolgere servizi di autenticazione, gestione delle sessioni e controllo degli accessi.
- Gestione degli Eventi dei Clienti: I micro servizi possono generare eventi relativi alle azioni dei clienti. Questi eventi possono essere catturati e elaborati da altri micro servizi per scopi di analisi, notifiche o personalizzazione.

Una piattaforma organizzata in una logica multi Tenant e Customer, a cui sono assegnati i vari dispositivi, consente di raggrupparli in asset per poter produrre dispositivi virtuali rappresentativi di un'aggregazione di dati appartenenti ad un asset specifico, ecc.

Sono stati definiti i metodi per prelevare i dati dal gateway, consentire l'interrogazione, assegnare agli stessi attributi specifici, delle regole, definire degli asset.

Entrando nello specifico del progetto MOBAS 4.0 per eseguire la richiesta del dato è stato utilizzando il metodo GET ad un URL condiviso:

- <https://iot.coing.it/api/plugins/telemetry/{entityType}/{entityId}/values/timeseries?keys=key1,key2,key3>

Nella richiesta sono presenti l'entityType, l'entityid, con i quali si identifica univocamente il dispositivo, e le keys che si vogliono acquisire.

Per utilizzare le API è stata definita una chiave da inserire nell'header delle richieste il JWT_Token (Json Web Token).

Il token è un meccanismo di autenticazione e viene generata una stringa utilizzando le credenziali (username e password) assegnate al cliente.

In generale il JWT viene utilizzato per consentire l'accesso alle risorse per un periodo limitato dopo il quale dovrà essere "refreshato" periodicamente.