

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 MOBILITÀ PER
LA DIVERSA ABILITÀ”**

Deliverable 4.3

**“REPORT SULLA PROGETTAZIONE DI SISTEMA
DEDICATO PER IL MONITORAGGIO DELLO STATO DI
SALUTE DI CHI UTILIZZA LA 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:
30/06/2023	Coing Scarl Altri partner: Digimat, Consorzio TRAIN	Mario Zagaria COM SCPA E-mail: mario.zagaria@com-scpa.it telefono: 0972 460130

Sommario

1	IL PROGETTO MOBAS 4.0	4
2	ANALISI DEI DISPOSITIVI INDOSSABILI	7
2.1	DISPOSITIVI INDOSSABILI	8
3	MAGLIETTA SMART E ARCHITETTURA	11
3.1	INTEGRAZIONE DELLA SMART SHIRT CON L'ARCHITETTURA	13
3.2	CARATTERIZZAZIONE DELLA MAGLIETTA SMART	14
4	ELABORAZIONE E INVIO DATI	18

Indice delle Figure

<i>Figura 1. Wearable device</i>	8
<i>Figura 2. Maglietta smart</i>	11
<i>Figura 3. Architettura della carrozzina elettrica tecnologicamente avanzata con la maglietta smart</i>	13

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 terzo deliverable previsto nell'ambito del WP4

WP 4 - Realizzazione di servizi a support 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 4.3 del progetto MOBAS 4.0, relativamente alla progettazione di un sistema per il monitoraggio dello stato di salute di chi utilizza la carrozzina.

2 Analisi dei dispositivi indossabili

Nella prima fase dell'attività è stata eseguita un'analisi dedicata alla caratterizzazione dei dispositivi indossabili al fine di individuare la soluzione tecnologica più adeguata per soddisfare le esigenze di progetto.

Tra le tipologie dei dispositivi indossabili quelli che attualmente vanno per la maggiore sono risultati gli SmartWatch e braccialetti, abbigliamento e accessori. All'interno di tali segmenti sono stati eseguiti degli approfondimenti tecnici con l'obiettivo di determinare il dispositivo che da una parte sia capace di acquisire i parametri di interesse per valutare lo stato di salute di chi conduce la carrozzina e, dall'altra, possa essere facilmente integrabile nell'architettura di sistema della carrozzina elettrica tecnologicamente avanzata.

In particolare, tenendo in considerazione quelle che sono le risultanze delle altre attività svolte nell'ambito del WP4 del progetto, il centro di calcolo, definito nella 4.2 per l'acquisizione dei dati dal radar, può essere utilizzato anche per raccogliere i dati dal dispositivo indossabile, eseguire eventuali elaborazioni e trasferire le informazioni utili in cloud, alla piattaforma, tramite il gateway dedicato (lo stesso utilizzato per il trasferimento dei dati relativi al radar). Considerato che il centro di calcolo (Raspberry) è dotato di porta di comunicazione bluetooth (BLE), questa può essere utilizzata per interfacciarsi con lo specifico dispositivo indossabile (dall'analisi eseguita è emerso che tipicamente i dispositivi indossabili utilizzano il BLE per il trasferimento dei dati).

Tra le criticità rilevate vi è quella che i produttori di dispositivi indossabili spesso utilizzano protocolli chiusi che limitano l'utilizzo dei dispositivi con app proprietarie.

2.1 Dispositivi indossabili

In generale con le evoluzioni delle tecnologie, la miniaturizzazione della sensoristica, la disponibilità sempre maggiore di capacità computazionale sugli smartphone, è in aumento la diffusione di dispositivi indossabili per il monitoraggio dello stato di salute degli individui. Tali soluzioni sono conosciute anche sotto il nome di wearable device. Si tratta di dispositivi intelligenti come, a titolo esemplificativo, ma non esaustivo, orologi, scarpe, magliette, ecc., che possono essere collegati su un corpo in generale, ed in particolare su soggetti in carrozzina (si veda prossima figura) dotati di trasduttori fisiologici per acquisire dati relativi a parametri vitali come la temperatura corporea, la frequenza cardiaca, la pressione sanguigna, e altri, per poi renderli disponibili in cloud.

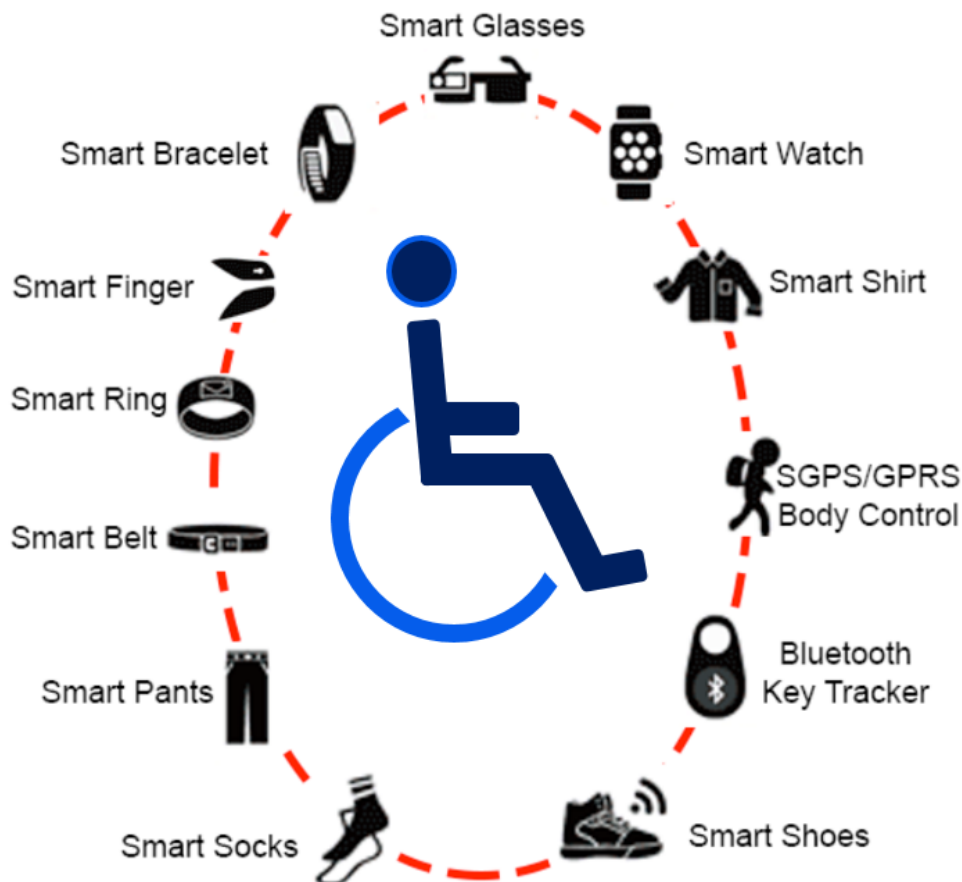


Figura 1. Wearable device

Opportunamente elaborati, tali dati forniscono indicazioni utili per migliorare lo stato di salute e la qualità della vita, offrendo soluzioni personalizzate ai pazienti per la prevenzione, la diagnosi e il trattamento delle malattie. Entrando nello specifico i dispositivi indossabili possono essere

utilizzati per monitorare le condizioni di salute e le relative emergenze dei pazienti, consentendo di riconoscerle non appena esse si verificano.

Attraverso l'impiego della tecnologia indossabile si crea quindi il potenziale per un approccio proattivo all'assistenza sanitaria. Ciò può aiutare a rilevare i sintomi di una malattia prima che si trasformino in problemi più grandi e che, quindi, possano avere conseguenze pericolose per la salute.

Anche le persone con patologie note possono trarre vantaggio dall'individuazione precoce di avvisaglie di eventuali anomalie.

Dispositivi indossabili possono anche essere utili per informare care giver o familiari per un pronto soccorso oppure per raggiungere obiettivi di fitness e di forma fisica non obbligatoriamente legati a condizioni patologiche.

L'importanza dei dispositivi indossabili è confermata anche dal trend di mercato. Così come emerge da una analisi di Deloitte, vi è una crescita significativa sia in ambito consumer health & wellness sia delle applicazioni per il benessere mentale. Se nel 2017 solo il 10% dei rispondenti in Italia possedeva uno smartwatch, nel 2021 questa percentuale è salita al 25% (dal 13% al 20% per i fitness band). Anche le prospettive nel prossimo futuro per questo mercato sono positive: basti pensare che la società di analisi di mercato IDC (International Data Corporation) ha stimato che le spedizioni in Europa di dispositivi indossabili cresceranno dai 91,4 milioni registrati nel 2020 a 170,1 milioni nel 2025, con un CAGR per il periodo del +13,2%.

Tra le tipologie di dispositivi indossabili più diffusi vi sono:

- SmartWatch e braccialetti
- Abbigliamento e accessori

Con gli smartwatch e braccialetti attualmente disponibili, oltre a effettuare chiamate inviare e ricevere messaggi o visualizzare foto, possono essere utilizzati anche come dispositivi da fitness per il monitoraggio di parametri fisiologici, per il controllo dell'attività fisica, con il battito cardiaco ma anche la velocità, il tempo, la distanza percorsa, così come le calorie bruciate, ecc.

Gli smartwatch risultano sempre più utili anche in ambito medico con soluzioni che permettono di effettuare un elettrocardiogramma e di inviarlo al medico o di misurare la pressione arteriosa, oppure registrare dei tremori e dei sintomi collegati al morbo di Parkinson.

Per quanto concerne gli indumenti, esistono diverse soluzioni per migliorare la qualità della vita e controllare importanti parametri vitali.

Ad esempio sono presenti magliette e pantaloncini intelligenti che permettono di monitorare l'attività muscolare, il battito cardiaco e la respirazione.

Tipicamente queste "Magliette smart" condividono i dati tramite Bluetooth su smartphone attraverso un'apposita applicazione o su altri specifici device come accade anche gli smartwatch.

In linea con l'approccio modulare del progetto MOBAS 4.0, all'interno del prototipo di carrozzina elettrica tecnologicamente avanzata, bisognerà integrare una soluzione caratterizzata da comunicazione bluetooth in maniera tale da poter coprire tutti una serie di scenari.

Infatti una volta che il sistema MOBAS 4.0 consentirà l'acquisizione del dato via BLE da un particolare dispositivo indossabile, il tutto può essere replicato per altri dispositivi che hanno la stessa tecnologia di comunicazione (il BLE è lo standard più utilizzato per la comunicazione dei dati nei dispositivi indossabili). Sulla base di tali risultati si è proceduti con l'individuare la soluzione più adeguata al progetto.

Tra i vari dispositivi commercialmente disponibili è stata scelta la soluzione di maglietta smart proposta dalla Hexoskin, considerata la versatilità del prodotto come da descrizione nei paragrafi successivi.

3 Maglietta smart e architettura

Partendo da quanto è emerso dall'analisi dei dispositivi indossabili si è proceduti ad individuare la soluzione più adeguata da utilizzare nell'ambito del progetto MOBAS 4.0.

Per quelle che sono le caratteristiche dell'applicazione è stata ritenuta valida la soluzione proposta dalla Hexoskin (si veda prossima figura)



Figura 2. Maglietta smart

Le caratteristiche principali, oltre al rinnovato design, sono la possibilità di un controllo psicofisico costante, studi clinici e controllo sia dello stress sia delle prestazioni.

La maglietta “smart” è corredata da:

- Maglietta smart;
- Dispositivo con sistema operativo compatibile sia Android sia iOS;
- Cavo di ricaricare e connessione dati;
- Connessione a app proprietaria per il controllo dei dati e del sistema operativo.

I punti di forza sono:

- Una maggiore vestibilità sia per le attività fisiche sia per quelle in quiete, ad esempio le fasi di sonno;
- Un sistema di fasciatura incorporato;
- Un sistema di registrazione adattabile a svariate posizioni;
- Resistente in molteplici situazioni – compresi i cicli di lavatrice;
- Leggerezza e facile da asciugare;
- Materiale antibatterico e anti odore – poliammide e elastene;
- Eccellente protezione UV.

I dispositivi a corredo, inoltre, permettono il controllo su attività lunghe, frequenza cardiaca e respiratoria, per un benessere psicofisico completo. Inoltre, la connettività bluetooth e le batterie molto performanti insieme al sistema operativo permettono la connessione con “smart watch” di uso comune e utilizzo di app specifiche per le attività fisiche:

- Connessione Bluetooth 4.1;
- 36h di vita per la batteria ricaricabile;
- Memoria interna sufficiente a mantenere uno storico di registrazione fino a 100 gg;
- Applicazione compatibile con iOS e Android;
- Compatibile con le principali applicazioni di fitness;
- Compatibile con applicazioni di terze parti

3.1 Integrazione della Smart Shirt con l'architettura

Individuata la maglietta smart si è proceduti con l'integrazione all'interno dell'architettura di sistema come da schema seguente:

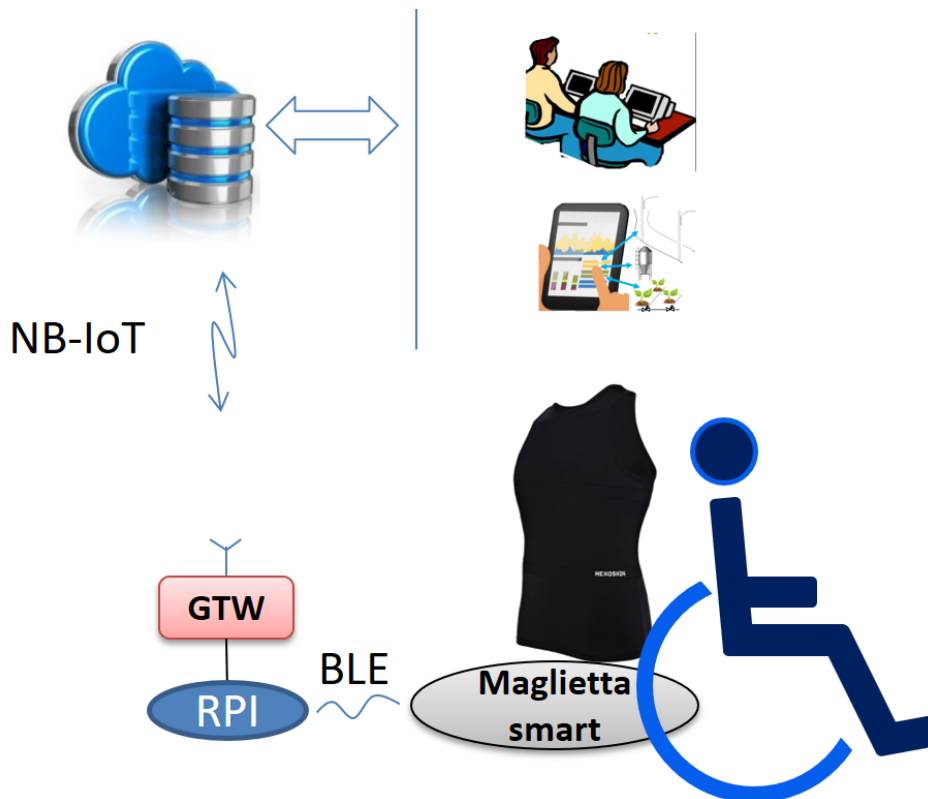


Figura 3. Architettura della carrozzina elettricamente avanzata con la maglietta smart

Il progetto consiste nella progettazione e realizzazione di una interfaccia per il monitoraggio psicofisico dell'utilizzatore della carrozzina utilizzando le tecnologie 5G/satellitari e IoT, affinché sia possibile un intervento rapido e puntuale in casi di degradamento psicofisico.

La maglietta smart sarà collegata tramite Bluetooth a un Raspberry il quale comunicherà tramite cavo seriale con un gateway che si occuperà di trasferire il tutto alla piattaforma software di riferimento in cloud, responsabile sia della raccolta delle informazioni sia della comunicazione con i centri di soccorso.

3.2 Caratterizzazione della maglietta smart

I paragrafi precedenti hanno permesso di definire le funzionalità che il software deve soddisfare in termini sia di monitoraggio sia di raccolta dei dati associati controllo psicofisico dell'utente.

La definizione dei requisiti supporta l'integrazione del sistema informatizzato nel modo di operare della piattaforma di monitoraggio e si è concretizzata con gli strumenti del process modeling.

I modelli sviluppati con il process modeling presentano i processi in cui si inserisce il progetto
Il processo modellizzato è:

- Monitoraggio dello stato di salute dell'utente della carrozzina impegnato in situazioni normali e di affaticamento;
- Generazione di segnalazioni di allarme in caso di superamento dei valori di soglia critici;
- Attivazione degli alert e valutazione del rischio a cui è sottoposto l'utente.

Questo monitoraggio ha il duplice scopo di consentire rapidi interventi di soccorso da parte degli operatori di assistenza remota e l'analisi degli scenari per il coordinamento remoto.

Gli attori dello scenario si distinguono in utenti e sistemi. Entrambi gli attori, chiamati Utente e Sistema, specializzano l'attore generico Attore Utente Carrozzina.

A sua volta l'attore Utente è specializzato dai seguenti attori:

- Utente Carrozzina: identifica tutti gli utenti che interagiscono con il sistema;
- Utente di soccorso: identifica gli operatori che intervengono sul luogo dell'emergenza;
- Utente di controllo locale: identifica gli operatori di supporto e prendono decisioni che impattano sull'operatività dei soccorritori;
- Utente di controllo remoto: identifica chi attraverso la piattaforma monitora e coordina a livello superiore tutte le situazioni emergenziali in corso, oltre ad eseguire analisi a posteriori sui vari interventi.

L'attore Sistema è specializzato da:

- Sistema di telecomunicazione: identifica il sistema che consente la trasmissione dei dati tra i vari sottosistemi

Al verificarsi di un evento critico, si identifica la zona di intervento e vengono eseguite le operazioni relative all'intervento.

Attraverso la piattaforma il personale di supporto provvede al monitoraggio ed al pronto intervento in caso di necessità; allo stesso modo viene eseguito il monitoraggio da remoto, dalla piattaforma centrale, accessibile dagli operatori della sede principale del centro di coordinamento remoto.

Le entità gestite dalla piattaforma sono:

- Osservazione - dati acquisiti dai sensori indossati dall'utente carrozzina:
 - Istante di acquisizione
 - Fenomeno misurato
 - Sensore che ha rilevato la misura
 - Misura rilevata

PARAMETRO	Tipologia di dato	UM	Descrizione
Pattern ECG	Dato numerico		
Saturazione O2	Dato numerico		Valore di saturazione di O2 nel sangue
Posizione	Dato numerico		Posizione dell'operatore

Tabella 1 – Fenomeni misurati

- Allarme - alert che il sistema genera sulla base di soglie definite in fase di installazione del sistema:
 - Sensore che ha rilevato la misura fuori range;
 - Istante della generazione dell>alert;
 - Stato dell>alert (attivo, non attivo, gestito);

PARAMETRO	Range accettabilità	Descrizione
Pattern ECG	[TBD, TBD]	Qualora il valore rilevato dal sensore sia al di fuori del range, il sistema genera un alert
Saturazione O2	[TBD, TBD]	Qualora il valore rilevato dal sensore sia al di fuori del range, il sistema genera un alert
Posizione	[TBD, TBD]	Qualora il valore rilevato dal sensore sia al di fuori del range, il sistema genera un alert

Tabella 2 – Soglie per parametri

In questo scenario si sta ipotizzando l'uso delle telecomunicazioni 5G/satellitari per trasmettere i dati di telemetria rilevati dalla maglietta smart.

Oltre ai dati di telemetria, sarà possibile stabilire una comunicazione tra la centrale operativa e l'operatore di soccorso.

Nota l'architettura di sistema generale, possiamo a descrivere i sensori di cui sarà dotata la maglietta smart e le grandezze che saranno rilevate e ritrasmesse alla centrale operativa.

- Ricevitore radar per rilevare la posizione;
- Unità inerziale per rilevare la posizione, le accelerazioni (l'attività motoria) e l'orientamento dell'utente carrozzina;
- Cardiofrequenzimetro ed eventualmente ECG;
- Sensore di temperatura corporea.

Tutti i sensori saranno interfacciati e coordinati da una scheda a micro-ctrllore che comunicherà con il RPI.

Le informazioni rilevate dai sensori indossabili, transitando tramite il MicroDataCenter e successivamente tramite il RPI/Gateway giungeranno alla centrale operativa remota.

Data la moltitudine e la disomogeneità di sensori di cui sarà dotato l'utente carrozzina, sarà necessario scrivere un Firmware di controllo a livello di microctrllore che possa orchestrare le fasi di misura e trasmissione delle informazioni.

Di seguito si riportano le interfacce Hardware tra Microctrllore e sensoristica.

I sensori a contatto del corpo degli utenti carrozzina, generano i segnali relativi ai parametri vitali - pattern ECG, saturazione O2 e posizione - in formato RAW.

I dati generati dai sensori, verranno acquisiti e condizionati dal microcontrollore e successivamente trasmessi verso il microdatancenter tramite il raspberry.

Non meno importante la parte di alimentazione del dispositivo. Considerando la portabilità del dispositivo è necessario che l'alimentazione provenga da una batteria della carrozzina ma da batterie dedicate. Questo da una parte semplifica il design del sistema, dall'altra complica la fase di ricarica.

Le diverse batterie, infatti, potrebbero scaricarsi con tempistiche diverse richiedendo il collegamento su diversi caricatori. Questo problema sarà risolto nella prima versione del dispositivo ingegnerizzata dove si progetterà un unico circuito di alimentazione/Ricarica.

Si è ritenuto opportuno progettare il prototipo a partire da una maglietta smart commerciale descritta nei paragrafi precedenti grazie alla quale si acquisiscono i dati dai sensori, li condiziona e li trasmette al raspberry... Sul MCI saranno implementati algoritmi tramite Firmware, finalizzati al condizionamento dei dati e all'efficientamento energetico di tutto il sistema indossato dall'utente carrozzina operatore.

Sulla stessa Board è integrato il "transreceiver" necessario alle telecomunicazioni e il ricevitore per il posizionamento dell'utente carrozzina. È altresì presente una porta batteria, necessaria per alimentare il sistema.

4 Elaborazione e Invio Dati

Come visto nei paragrafi precedenti la trasmissione dei dati avverrà tramite una interfaccia UART tra il raspberry, che sarà il collettore dei dati relativi alla maglietta smart e al radar, e il gateway.

La frequenza con cui saranno raccolti i dati sarà di 60 secondi, in cui tutti i parametri vitali e/o di confort verranno elaborati per individuare superamenti delle soglie di alert e nel caso l'algoritmo verifichi situazioni anomale o di attenzione invia direttamente il warning e non solo i dati tramite l'apposito canale.

In pratica tutti i parametri vitali e/o confort nonché di posizione saranno inviati a seguito di una elaborazione che permetterà di fornire un alert nel momento in cui certe soglie saranno superate.

Nel caso in cui non si verifichino alert sarà possibile avere uno storico dei parametri in modo tale che i preposti al controllo dell'utilizzatore della carrozzina possano anche effettuare previsioni e/o verifiche sullo stato.

l'invio di dati in condizioni normali sarà "standard", ossia verranno sequenziati sul canale UART i dati puntuali, mentre in caso di alert oltre a un messaggio di warning/critical per il centro di controllo e di assistenza all'utilizzatore della carrozzina anche i dati "evidenziati" che hanno superato la soglia.

Il tutto sarà funzionale sia per garantire il benessere di chi utilizza la carrozzina sia per facilitare il compito dell'assistenza da remoto.