



REGIONE PUGLIA

Bando “Supporto alla crescita e sviluppo di PMI specializzate nell’offerta di contenuti e servizi digitali – Living Labs SMART PUGLIA 2020”

Progetto RESCAP– Virtual design of living environments for residual capability of subjects with cognitive impairment

Deliverable 3 (D3)

***RAPPORTO TECNICO CONTENENTE LA PROTOTIPAZIONE E
PERSONALIZZAZIONE DELLE SOLUZIONI***

Data: 2 maggio 2015

Versione: 1.0

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

1	Introduzione	6
2	Progettazione del sistema	6
2.1	Digitalizzazione e rendering degli ambienti da riprogettare (3.1)	6
2.1.1	RENDERING DEGLI SPAZI E DEGLI AMBIENTI	6
2.1.2	STRUMENTI HARDWARE	7
2.1.3	STRUMENTI SOFTWARE.....	8
2.1.4	AMBIENTE LABORATORIO RICOSTRUITO IN 3D.....	9
2.1.5	OGGETTI DI SCENA INDIPENDENTI RICOSTRUITI IN 3D.....	10
2.1.6	TEXTURE 3D.....	12
2.2	Sistema di AR/VR (3.2)	12
2.2.1	Strumenti hardware.....	12
2.2.2	Navigazione automatica all'interno dell'ambiente virtuale.....	18
2.2.3	Strumenti Software	19
2.2.4	Trattamento materiale fornito da Trait d'Union.....	21
2.2.5	Obiettivi sistema virtuale.....	22
2.3	Dispositivi di misurazione oggettiva dei parametri fisiologici (3.3)	23
2.3.1	VALUTAZIONE DELLO STATO COGNITIVO	23
2.3.2	STRUMENTI HARDWARE	32
2.4	Driver per interfacciamento dei dispositivi di misurazione fisiologica (3.4).....	38
2.4.1	INTERFACCIA CON AMBIENTE VIRTUALE	38
2.4.2	DISPOSITIVI HARDWARE.....	38
2.4.3	DRIVER SOFTWARE.....	41
2.5	Immagazzinamento dati registrati dai dispositivi in repository (3.5)	42
2.5.1	Protocollo driver	42
2.5.2	Protocollo comunicazione SOFTWARE.....	44
2.6	Algoritmi di clusterizzazione e segmentazione dei dati nel repository (3.6).....	49
2.6.1	I vantaggi della clusterizzazione.....	49
2.6.2	Criteri di segmentazione.....	54
2.6.3	Riutilizzo delle informazioni	54

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

2.7	Piattaforma di domotica avanzata (3.7).....	54
2.7.1	Il sistema domotico in Rescap.....	54
2.7.2	Scenari	57
2.7.3	Infrastruttura sistema domotico	59
2.7.4	Comunicazione con piattaforma remota	64
2.8	Sensori e attuatori per l'automazione (3.8).....	65
2.8.1	L'INFRASTRUTTURA DI CONTROLLO	65
2.8.2	GLI ATTUATORI	70
2.8.3	SENSORI.....	89
2.9	Interfacce accessibili del sistema domotico (3.9)	91
2.9.1	Interfacce accessibili.....	91
2.9.2	casi d'uso dell'interfaccia	100
2.10	Accorgimenti architettonici e di arredo (3.10)	103
2.10.1	IMPIANTO DI COLORAZIONE DELLE PARETI.....	103
2.10.2	SISTEMA DI OSCURAMENTO	107
2.11	Mobile/web app per l'acquisizione di scale di ADL (3.11).....	109
2.11.1	CONTESTO DEFINITO DALL'UTENZA FINALE	109
2.11.2	SPECIFICHE DELL'APP.....	116
2.11.3	PROGETTO APP.....	118
2.11.4	COMUNICAZIONE CON PIATTAFORMA REMOTA.....	119
2.12	Piattaforma per la gestione remota (3.12)	120
3	Sviluppo del sistema.....	121
3.1	Metodologia rilievo e renderizzazione ambienti (4.1).....	121
3.1.1	PROCEDURA DI DIGITALIZZAZIONE	121
3.1.2	GLI AMBIENTI ACQUISITI.....	121
3.1.3	I RISULTATI OTTENUTI	130
3.2	Realtà virtuale / aumentata (4.2)	130
3.2.1	Simulazione cognitiva	130
3.2.2	Simulazione emozionale.....	141
3.2.3	Problematiche con gli strumenti.....	147

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

3.2.4	approfondimenti codice	148
3.2.5	L'interfaccia operatore.....	152
3.2.6	modalita' di fruizione scena virtuale.....	154
3.2.7	Protocollo JSON.....	154
3.3	Sistema di misurazione e acquisizione parametri fisiologici (4.3)	160
3.3.1	SESSIONE DI REGISTRAZIONE	160
3.3.2	Architettura implementata	163
3.3.3	C1 - GUI PER UTENTE FINALE.....	164
3.3.4	IL PARSING E LE INFORMAZIONI ESTRATTE.....	166
3.3.5	INVIO TRAMITE WEB SERVICE.....	167
3.3.6	Visualizzazione dei dati	169
3.4	Algoritmi di segmentazione che individuino le classi di capacità residue (4.4).....	170
3.4.1	la clusterizzazione.....	170
3.4.2	le cartelle cliniche tipiche	172
3.5	Piattaforma di domotica avanzata (4.5).....	172
3.5.1	Panoramica della preparazione del demolab.....	172
3.5.2	dispositivi utilizzabili	173
3.5.3	scenari realizzabili.....	173
3.5.4	l'infrastruttura del sistema domotico.....	178
3.5.5	comunicazione con piattaforma remota.....	179
3.6	Interfacce evolutive con sistema domotico (4.6)	182
3.6.1	scenari gestibili	182
3.6.2	Utilizzo fisico.....	182
3.6.3	Utilizzo tramite Web services	187
3.7	Specifiche architettoniche e di arredo (4.7)	188
3.7.1	LE SOLUZIONI IMPLEMENTATE.....	188
3.7.2	IMPIANTO DI COLORAZIONE DELLE PARETI.....	188
3.7.3	SISTEMA OSCURANTE	191
3.8	Sistema di acquisizione delle scale di ADL (4.8).....	193
3.8.1	Scala SAM su App per tablet	193

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

3.8.2	Protocollo di comunicazione	196
3.8.3	Gestione anomalie.....	198
3.9	Piattaforma di gestione utenza finale e relativi alert (4.9).....	198

1 INTRODUZIONE

Il presente documento ha lo scopo di descrivere quanto è stato svolto per la prototipazione e personalizzazione delle soluzioni scelte per la conduzione del progetto Rescap e la sua implementazione da requisito astratto a sistema concreto.

Vengono presentate le scelte progettuali effettuate, le motivazioni a supporto delle stesse e le alternative che sono state scartate, arrivando infine a descrivere l'assetto finale del modulo descritto. Basandosi sui documenti descrittivi degli Obiettivi Realizzativi 3 e 4 (OR 3, OR 4), rispettivamente riguardanti le parti di progettazione e di sviluppo del sistema Rescap.

2 PROGETTAZIONE DEL SISTEMA

2.1 DIGITALIZZAZIONE E RENDERING DEGLI AMBIENTI DA RIPROGETTARE (3.1)

2.1.1 RENDERING DEGLI SPAZI E DEGLI AMBIENTI

La digitalizzazione e il rendering degli ambienti di vita viene effettuato dal personale tecnico di Trait D'Union a seguito di una fase preliminare di rilievo architettonico attraverso sistemi digitali e manuali. Gli spazi rilevati vengono digitalizzati mediante software di disegno assistito e preparati per la loro importazione nell'ambiente di realtà virtuale.

Per rilievo si intende, in ambito architettonico, quel processo integrante della geometria descrittiva avente come scopo la rappresentazione di un manufatto architettonico esistente. Ciascun rilievo, a seconda dell'impiego previsto, è caratterizzato dalla quantità di dati registrati, dalla loro precisione e dalla modalità di rappresentazione degli stessi. In particolare, nel caso in questione, è necessaria una grande precisione nella resa visiva e nella qualità delle immagini derivanti dal rendering degli spazi digitalizzati, per consentire all'utente un'immersione meno traumatica nella realtà virtuale.

L'acquisizione degli ambienti è condotta utilizzando un misuratore laser ad alta precisione (*Leica 3D Disto*): questa fase produce una serie di misure e dati che verranno elaborati tramite software di progettazione assistita (*Autocad* per il pre-processing, *Inventor* per la generazione delle geometrie 3D) al fine di produrre i modelli tridimensionali da importare nel software di realtà virtuale *Unity 3D*.

La procedura di rilevazione ha il seguente workflow:

1. Sopralluogo del personale tecnico di Trait D'Union per accertare le problematiche di rilievo e preparare opportunamente gli strumenti
2. Le operazioni di rilievo avvengono sfruttando il misuratore laser 3D Disto posizionato opportunamente in modo da minimizzare i coni d'ombra. Eventuali spostamenti dell'apparecchio, per poter coprire tutta l'area, sono resi possibili dalla sua funzione "cambio di stazione". In questo modo è possibile cambiare il punto di rilevazione senza dover allineare i punti in post-processing.
3. L'operazione di rilievo termina con una serie di misure manuali, con lo scopo di verificare la correttezza dei dati prelevati dal misuratore laser.
4. 3D Disto restituisce un file .dwg contenente i punti rilevati.

5. Il dwg è elaborato dal personale tecnico di Trait D'Union con il software Inventor, sfruttando i punti rilevati per ricostruire le superfici degli ambienti da virtualizzare.
6. Il modello tridimensionale ottenuto è elaborato con Sketchup per l'applicazione delle texture e la preparazione alla sua renderizzazione in realtà virtuale.

2.1.2 STRUMENTI HARDWARE

Segue l'elenco e le descrizioni tecniche dei dispositivi hardware citati in questo documento.

2.1.2.1 LEICA 3D DISTO



Misuratore laser ad alta precisione

Produttore: Leica Geosystems

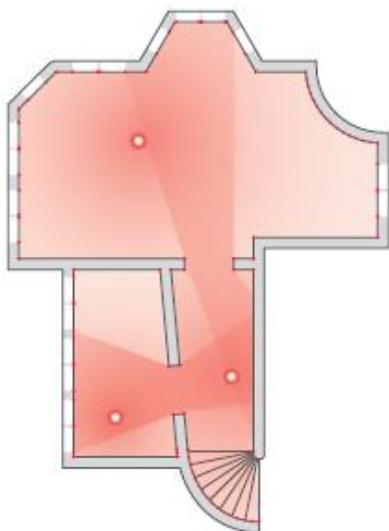
Tecnologia: Misuratore Laser Classe 2 (650nm; <2mW)

Precisione: 1mm da 10m

Portata: 0,5m – 50m

Brochure e scheda tecnica:

http://www.leica-geosystems.it/downloads123/cp/disto/3DDisto/brochures/Leica_3D_Disto_BRO_it.pdf - Allegata nell'appendice del presente documento.



Accanto, in alto: lo strumento.

Accanto, in basso: posizioni dello strumento durante una sessione di acquisizione di un ambiente.

FIGURA 2 - DATASHEET LEICA 3D DISTO

2.1.2.2 UTILIZZO

Il processo di acquisizione avviene controllando il misuratore laser attraverso un tablet touchscreen wireless, attraverso il quale è possibile impostare:

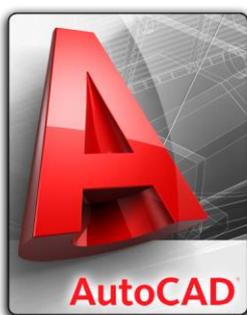
- modalità di funzionamento dell'apparecchio;
- precisione di misurazione;
- area da acquisire;
- stazioni di riposizionamento dello strumento

Dopo aver selezionato il sistema di riferimento (livello 0, piano e piombo), il puntatore laser viene posizionato sui punti di cui è necessario acquisire le coordinate spaziali. Una regolazione di precisione è possibile attraverso il tablet di controllo. Una volta avviata la procedura di acquisizione, lo strumento provvede a rilevare e memorizzare automaticamente i dati geometrici relativi ai punti di interesse

2.1.3 STRUMENTI SOFTWARE

Segue una presentazione e descrizione degli strumenti software citati ed impiegati in questo documento.

2.1.3.1 AUTODESK AUTOCAD



Software CAD per il disegno tecnico

Sviluppatore: Autodesk

(<http://www.autodesk.it/products/autocad/overview>)

2.1.3.2 AUTODESK INVENTOR



Software CAD 3D per la progettazione meccanica

Sviluppatore: Autodesk

(<http://www.autodesk.it/products/inventor/overview>)

2.1.3.3 SKETCHUP



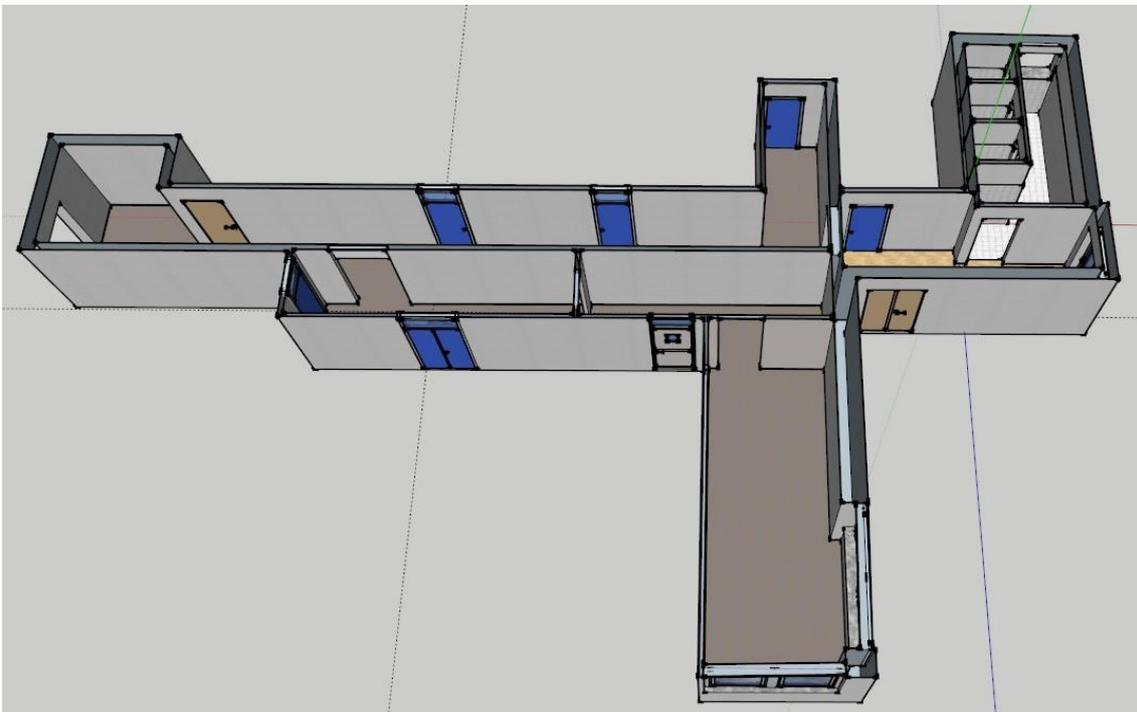
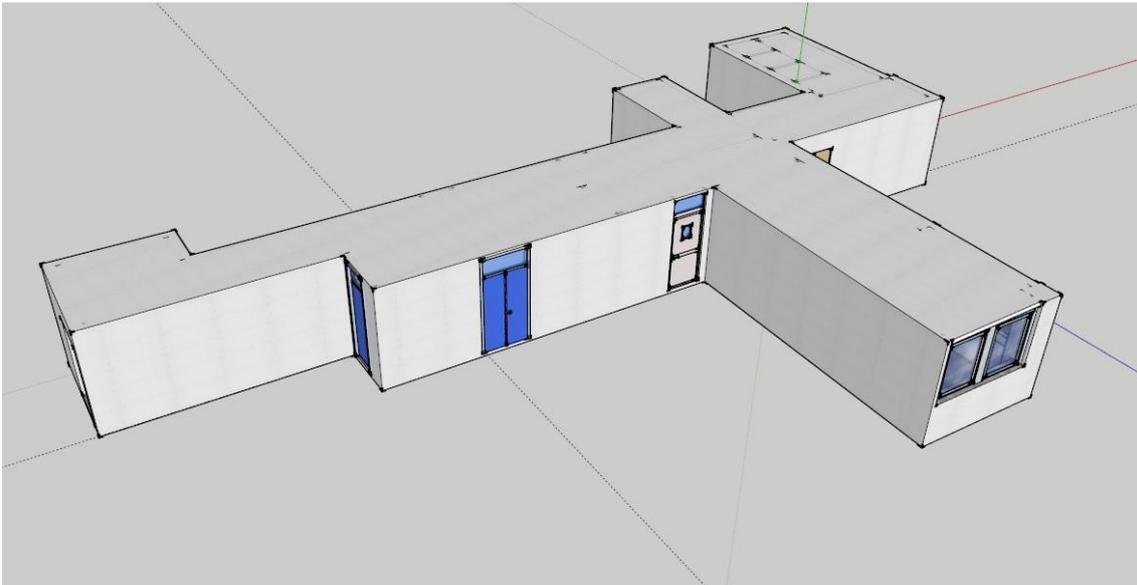
Software di progettazione architettonica

Sviluppatore: Trimble Navigation

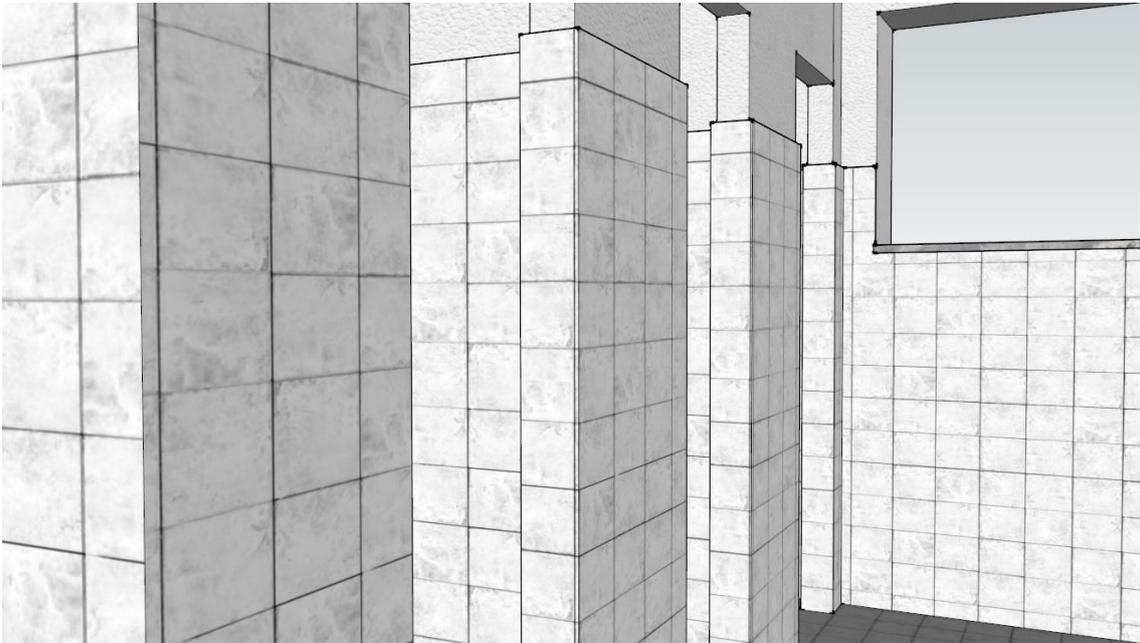
(<http://www.sketchup.com/>)

<http://www.sketchup.com/>

2.1.4 AMBIENTE LABORATORIO RICOSTRUITO IN 3D

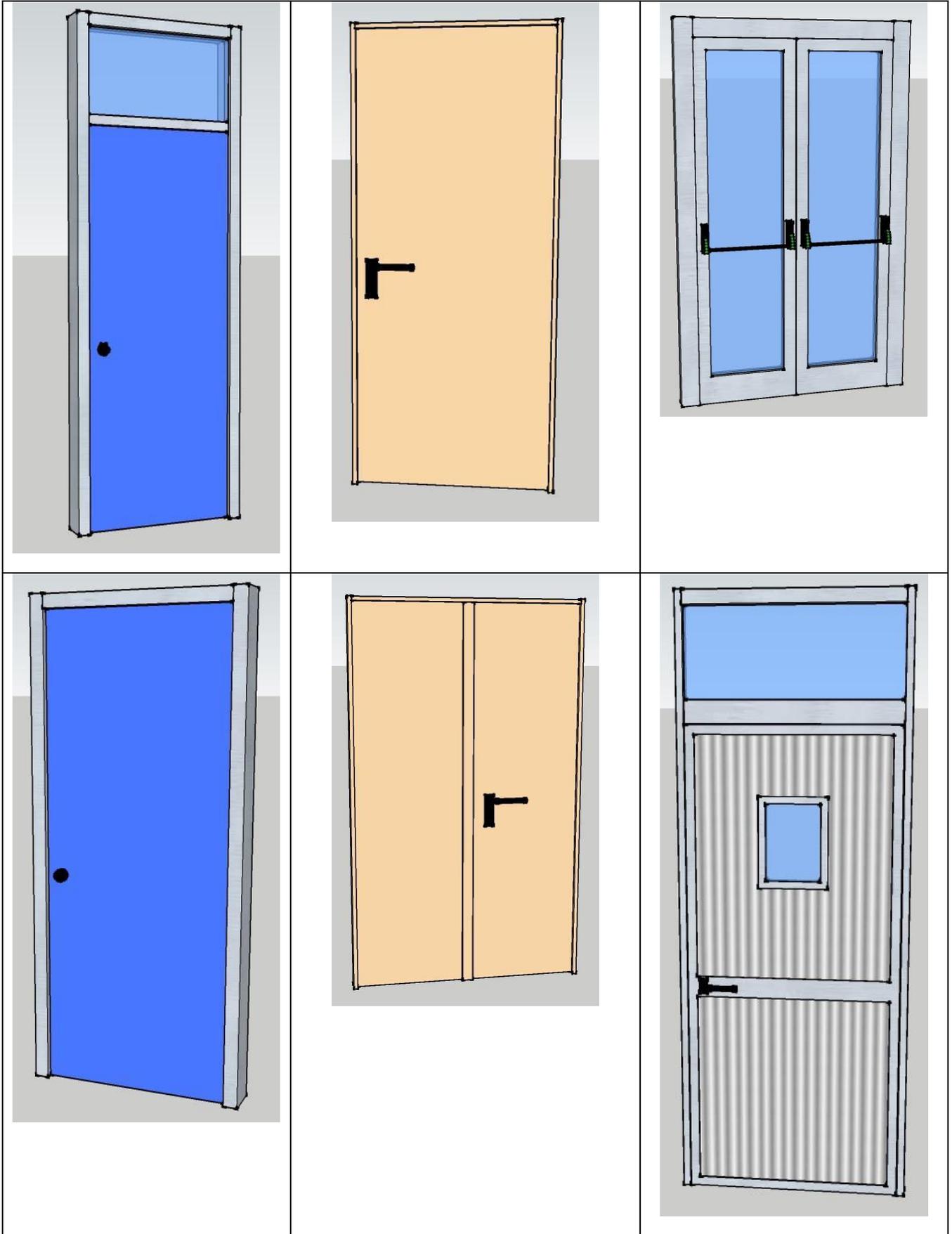


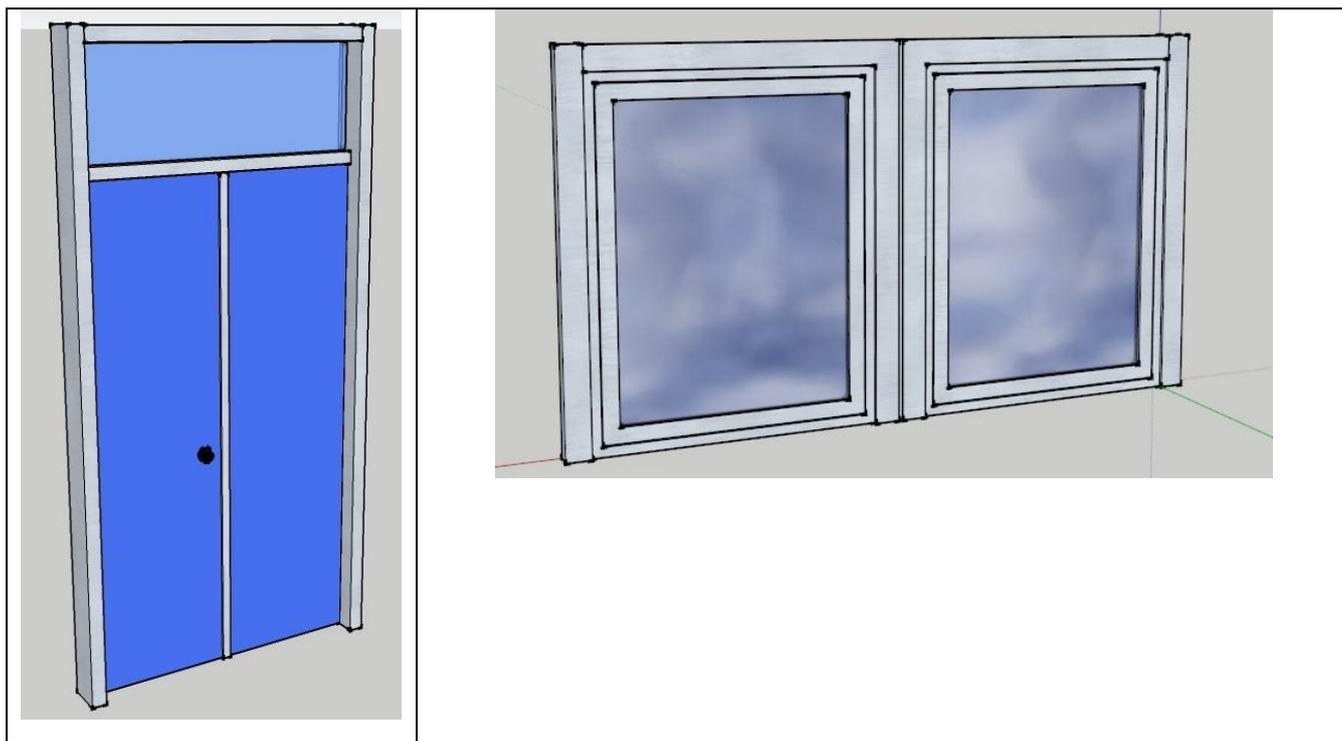
Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



2.1.5 OGGETTI DI SCENA INDIPENDENTI RICOSTRUITI IN 3D

Deliverable 3 (D3) - Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni





2.1.6 TEXTURE 3D

A partire da immagini a due dimensioni e attraverso il software CrazyBump¹ sono state create textures in 3d da applicare all'ambiente per renderlo più realistico.

Una texture immagine è utilizzata per rivestire la superficie di un oggetto virtuale, tridimensionale o bidimensionale. In particolare una texture in 3D è corredata da una Normal Map ossia una immagine **RGB** generata per proiezione da un oggetto dettagliato, che si fa corrispondere alle coordinate X,Y di una superficie meno dettagliata che rappresenta lo stesso oggetto.

La tecnica del normal mapping applicata attraverso il software CrazyBump è una tecnica usata per simulare la complessità del rilievo di superfici senza doverle modellare in dettaglio.

Dettagliando, quindi, le superfici con l'applicazione di textures in 3d, il problema che si deve risolvere è l'abbattimento del Frame rate dovuto alla rifrazione, riflessione e assorbimento della directional Light. Problema risolto attraverso l'applicazione delle light map.

2.2 SISTEMA DI AR/VR (3.2)

2.2.1 STRUMENTI HARDWARE

2.2.1.1 OCULUS RIFT

¹ <http://www.crazybump.com/>

2.2.1.1.1 V1

Per effettuare la sperimentazione dell'ambiente virtuale è stato previsto l'uso del dispositivo Oculus Rift: esso è uno schermo da indossare sul viso (in inglese HMD, head-mounted display).



FIGURA 1 - OCULUS RIFT DK1

L'Oculus Rift è il dispositivo mediante il quale il paziente può immergersi nel mondo creato con Unity 3D (engine per lo sviluppo di videogiochi) e avere l'impressione della tridimensionalità. L'Oculus Rift di cui dispone il Politecnico di Bari è la versione 1 (Development Kit 1). Prodotto dalla Oculus VR, compagnia californiana fondata da Palmer Luckey, nata da un crowdfunding su Kickstarter, mediante il quale raccolse 2.4 milioni di dollari a fronte dei 250mila richiesti; questo dispositivo permette l'head tracking a 360° con una latenza sufficientemente bassa usando una tecnologia di tracking proprietaria, permettendo così di guardarsi intorno come nella vita reale. Ogni minimo movimento della testa è tracciato in tempo reale creando un'esperienza naturale e intuitiva. In maniera dissimile dalla stereoscopia su un televisore o in un film, ciò è ottenuto presentando immagini uniche e parallele a ciascun occhio. Questo è lo stesso principio mediante il quale gli occhi umani percepiscono le immagini del mondo, creando un'esperienza molto più naturale e confortevole. L'Oculus Rift permette un'esperienza di realtà virtuale di alto livello ad un prezzo accessibile: è stato infatti progettato anche per essere quanto più possibile confortevole e leggero per lunghe sessioni di gioco.

Il suo peso è di 370 grammi circa, simili ad un paio di occhiali da sci. Il campo visivo è ampio approssimativamente 110°. La combinazione di un campo visuale ampio, dell'head tracking e della stereoscopia 3D crea un'esperienza di realtà virtuale immersiva. Il Software Development Kit (SDK²) dell'Oculus include integrazioni out-of-the-box per l'Unreal Development Kit, Unreal Engine 4 e Unity 4 che facilitano lo sviluppo di applicazioni di realtà virtuale. Al momento i sistemi operativi supportati sono Windows, Mac OS X e Linux.

2.2.1.1.2 V2

Nella versione Development Kit 2 (DK2), la Oculus VR ha potenziato il suo prodotto apportando dei cambiamenti che hanno migliorato notevolmente la user - experience.

² Il termine SDK indica genericamente un insieme di strumenti per lo sviluppo e la documentazione di software.



FIGURA 2 - OCULUS RIFT DK2

Innanzitutto, il visore è stato dotato di uno schermo OLED (Organic Light Emitting Diode) a bassa persistenza che permette di avere una risoluzione più elevata (960 x 1080 per occhio) e al tempo stesso elimina il *motion blur*³ e il *judder*⁴, ovvero le principali cause dei problemi generati dall'Oculus Rift nella prima versione, come la nausea. Il display, inoltre, riesce a raggiungere refresh rate più elevati, fino a 75 Hz.

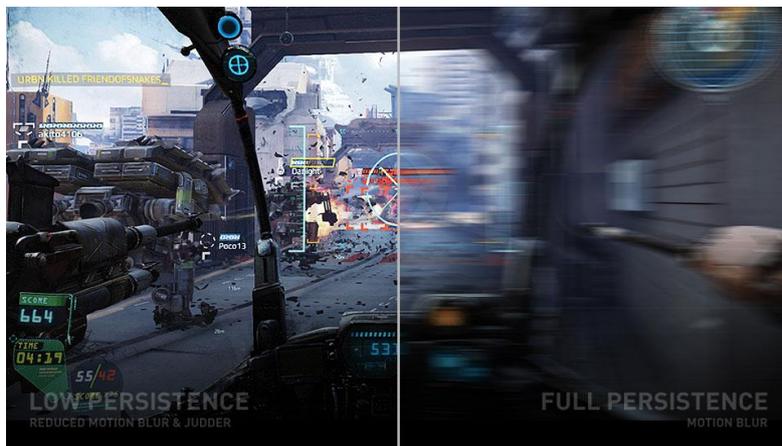


FIGURA 3 - DIFFERENZA TRA IMMAGINI A ALTA E BASSA PERSISTENZA

Il box di controllo esterno che gestiva la comunicazione tra l'Oculus e il PC è stato eliminato e integrato direttamente nel visore.

In ultimo, è stato introdotto il *Positional Tracking*, ovvero la possibilità di tracciare in maniera precisa la posizione della testa all'interno dell'ambiente; tutto questo è reso possibile da 20 sensori ad

³ Il Motion Blur è l'effetto del mosso, simile a una sfocatura degli oggetti, ripresi in movimento. Nel caso che questi soggetti siano in movimento relativamente rapido, possono addirittura apparire come "scie".

⁴ Il Judder è un fenomeno che si verifica quando un contenuto video viene mostrato su uno schermo con un refresh rate non multiplo del fps. Come esempio, esaminiamo la visualizzazione di un video a 24 fotogrammi al secondo (fps) su uno schermo a 60 Hz. Quando si visualizza il video su un dispositivo a 60 Hz, viene rilevato il segnale in ingresso e vengono riempiti i mancanti 36 fotogrammi ripetendo i fotogrammi che l'occhio ha già visto. I frame non vengono ripetuti in modo equo, ma vengono alternati con uno schema 3 : 2 (primo frame ripetuto 3 volte, secondo frame 2 volte e così via), generando un'immagine sullo schermo un po' "nervosa" o, come si dice in gergo, "vibrante".

infrarossi posizionati sul visore che, combinati con una telecamera distribuita nel kit stesso, sono in grado di rilevare gli spostamenti della testa nelle 3 direzioni.



FIGURA 4 - DISPOSITIVO PER IL POSITIONAL TRACKING

2.2.1.2 LEAP MOTION

Il Leap Motion è una piccola periferica USB che è stata pensata per essere posta su una scrivania reale rivolta verso l'alto. Essa è progettata per identificare le dita (o oggetti simili come una penna) con una precisione di 0,01 mm.



FIGURA 5 - IL LEAP MOTION.



FIGURA 6 - L'INTERNO DEL LEAP MOTION: IN ROSSO SONO CERCHIATI I DUE SENSORI INFRAROSSO, IN AZZURRO I TRE EMETTITORI INFRAROSSO.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

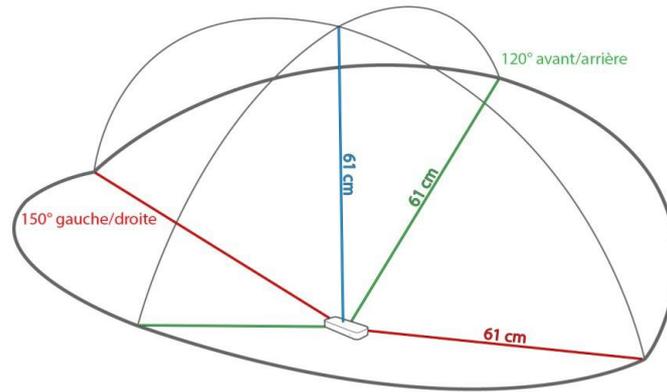


FIGURA 7 - VOLUME VISIBILE E UTILIZZABILE DEL LEAP MOTION.

Il dispositivo ha un raggio d'azione come in figura: 120° (avanti e indietro) intorno alla normale al dispositivo e 150° lateralmente, sempre rispetto alla normale. Lungo tali direzioni la distanza massima alla quale è rilevabile una mano è 61 cm.

Il Leap Motion permette una nuova dimensione di gioco ma può anche essere utilizzato per interagire in modo innovativo con applicazioni come Google Earth e di disegno in generale. In alternativa è possibile ricercare un'applicazione in particolare nel negozio online dedicato al Leap Motion, l'App Leap29. Il costo del dispositivo è di 80 \$ (marzo 2014).

Tale rilevamento è permesso attraverso tre illuminatori infrarossi e ciò presenta vantaggi come l'alimentazione via USB (basso assorbimento di potenza) ma anche svantaggi: trattandosi di luce emessa e riflessa non può occorrere riflessione se le due mani sono disposte in modo allineato rispetto al Leap, perchè quella più in basso schermerebbe dalla luce infrarossa la mano più lontana.



FIGURA 8 - LA MODELLAZIONE DELLE MANI E DELLE DITA MEDIANTE LEAP MOTION.

Il Leap Motion può essere utilizzato in due modalità diverse. La prima prevede che il dispositivo sia adagiato su un ripiano di fronte all'utente e ne rilevi il movimento delle mani sopra di esso (utilizzo canonico). La seconda invece è più audace e interattiva in quanto prevede che il Leap Motion sia attaccato solidalmente alla parte anteriore dell'Oculus Rift (Figura 19).



FIGURA 9 - IL LEAP MOTION MONTATO SULLA PARTE ANTERIORE DELL'OCULUS RIFT.

In quest'ultima configurazione, c'è l'importante vantaggio di avere le proprie mani sempre nel campo visivo del Leap Motion e quindi non si è vincolati ad una certa posizione ma le proprie mani saranno visibili finchè l'utente effettua movimenti con le mani di fronte al visore (e al Leap).

Questo dispositivo è stato usato per permettere al soggetto target di interagire nell'ambiente virtuale.

Nel Maggio del 2014 è stato rilasciato agli sviluppatori la seconda versione dell'SDK nel quale sono state introdotte le seguenti migliorie:

- *Hand Model*: il modello della mano è stato reso più robusto, ovvero è possibile recuperare tutte le informazioni relative alla mano anche in presenza di occlusioni; la posizione e la base di rotazione per ogni giunto presente sulla mano è sia coerente che accessibile.
- *Pinch*: è possibile capire se due dita di una mano sono in contatto tra loro, in una scala da 0 a 1; questa caratteristica si può usare per manipolare singoli oggetti in una scena.
- *Grab*: è possibile capire quanto la mano sia chiusa a formare un pugno.
- *Data Confidence*: è possibile capire quanto il dispositivo ha difficoltà nel riconoscere una mano, in una scala da 1 (mano completamente riconoscibile) a 0 (mano non distinguibile sulla scena).
- *Left or Right*: è possibile distinguere la mano destra da quella sinistra.
- *Finger Type*: il nuovo modello di tracking riesce a distinguere e identificare le cinque dita di ogni mano; inoltre riesce a dividere ogni mano nella composizione di segmenti (ossa delle dita).
- *Bone Position*: è possibile catturare la posizione e la rotazione delle ossa della mano (metacarpo e prima, seconda e terza falange), oltre alla posizione dei giunti relativi a ciascun osso.

Sono state studiate diverse modalità per permettere al paziente di interagire con il mondo virtuale e si è scelto di adottarle tutte, permettendo all'utente o all'operatore, in fase di avvio della scena virtuale, la scelta della modalità più adatta.

Per i comandi da impartire al sistema, si distingue tra comandi di movimento (che permettono al paziente di spostarsi nel mondo virtuale) e comandi di interazione (che permettono al paziente di interagire con porte e oggetti nel mondo).

2.2.1.3.1 JOYSTICK



FIGURA 10 – ESEMPIO DI JOYSTICK DA UTILIZZARE PER MUOVERSI ED INTERAGIRE CON L'AMBIENTE

Attraverso il Joystick un utente può muoversi all'interno della scena impostando la direzione di movimento attraverso la leva di comando; inoltre, attraverso il pulsante l'utente segnala il momento in cui egli individua il target, in modo tale che questo momento possa essere catturato come un trigger esterno sul tracciato EEG. Il Joystick risulta essere senz'altro il miglior dispositivo di movimento e interazione poiché esistono anche modelli wireless meno ingombranti che facilitano l'interazione dell'utente con il sistema.

2.2.1.3.2 TASTIERA



Un altro dispositivo individuato per il movimento è la tastiera. Attraverso le frecce direzionali (o i tasti WASD) l'utente indica la direzione del movimento. Per quanto riguarda l'invio dei trigger esterni, è possibile utilizzare un altro tasto qualsiasi (p.e. barra spaziatrice) oppure il mouse.

2.2.2 NAVIGAZIONE AUTOMATICA ALL'INTERNO DELL'AMBIENTE VIRTUALE

All'interno dell'ambiente virtuale è possibile, anche, muoversi in maniera automatica. La gestione dei percorsi automatici è effettuata per mezzo di alcune funzionalità (*Navigation Meshes*) messe a

disposizione dal software Unity 3D attraverso tecniche di intelligenza artificiale (Pathfinding). Queste funzionalità verranno approfondite negli OR successivi.

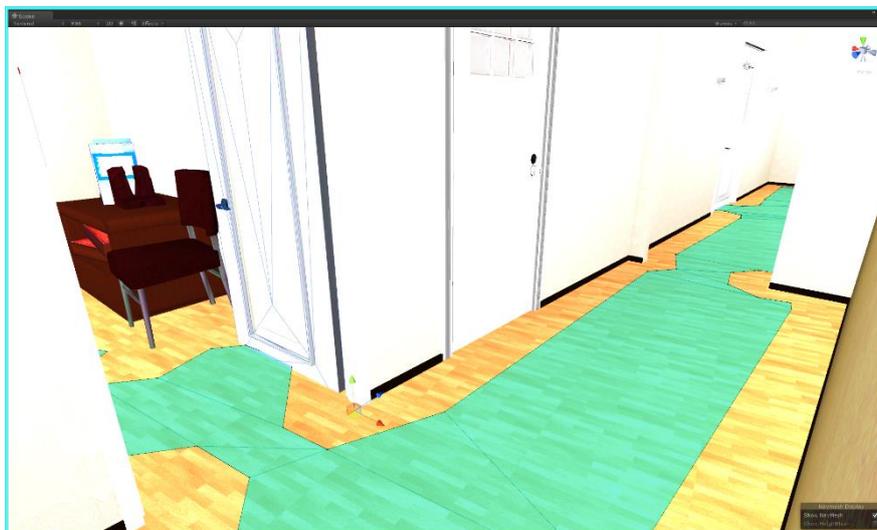


FIGURA 11 - UNITY3D - NAVIGATION MESH

L'uso del percorso automatico all'interno dello stesso ambiente virtuale standardizza l'esperimento e rende i risultati coerenti per le elaborazioni successive.

2.2.3 STRUMENTI SOFTWARE

2.2.3.1.1 SKETCHUP



SketchUp è un'applicazione di computer grafica per la modellazione 3D, creata originariamente dall'azienda Last (fondata nel 1999 da Brad Schell e Joe Esch) e orientata alla progettazione architettonica, all'urbanistica, all'ingegneria civile, allo sviluppo di videogiochi e alle professioni correlate. Attualmente, le piattaforme supportate sono Windows e Mac.

Si è scelto di usare il software SketchUp, poiché tramite questo software è possibile importare un modello AutoCAD, modificarlo opportunamente per poi esportarlo in una moltitudine di formati disponibili. In particolare, SketchUp offre la possibilità di esportare un progetto 3D in formato FBX che è compatibile e facilmente importabile su Unity 3D.

2.2.3.1.2 UNITY 3D

Il Politecnico di Bari è incaricato di integrare tutti gli oggetti e gli ambienti acquisiti da Trait d'Union andando così a creare un'unica scena navigabile. A tal scopo ci si serve del motore di gioco Unity 3D.





FIGURA 12 - UNITY 3D

Unity 3D è uno strumento di authoring integrato per la creazione di videogiochi 3D. Attualmente supporta lo sviluppo solo su Windows e iOS ma le opzioni di esportazione sono numerose e includono Windows, Linux, Iphone, Google Android, Nintendo Xbox 360, Sony Playstation 3 e anche un semplice browser dotato del plugin Unity 3D player. Questo software permette la costruzione di ambienti 2D e 3D navigabili e altamente personalizzabili. In Unity 3D vengono ricostruiti con la massima fedeltà gli ambienti catturati dal personale di Trait d'Union.

2.2.3.1.3 QT CREATOR

Qt Creator è un IDE (Integrated Development Environment) cross-platform, che contiene moltissime funzionalità che facilitano lo sviluppo di interfacce grafiche. Nell'ambito del progetto Rescap, questo IDE è stato utilizzato per sviluppare un'interfaccia grafica per permettere all'operatore di settare le caratteristiche dell'ambiente virtuale.

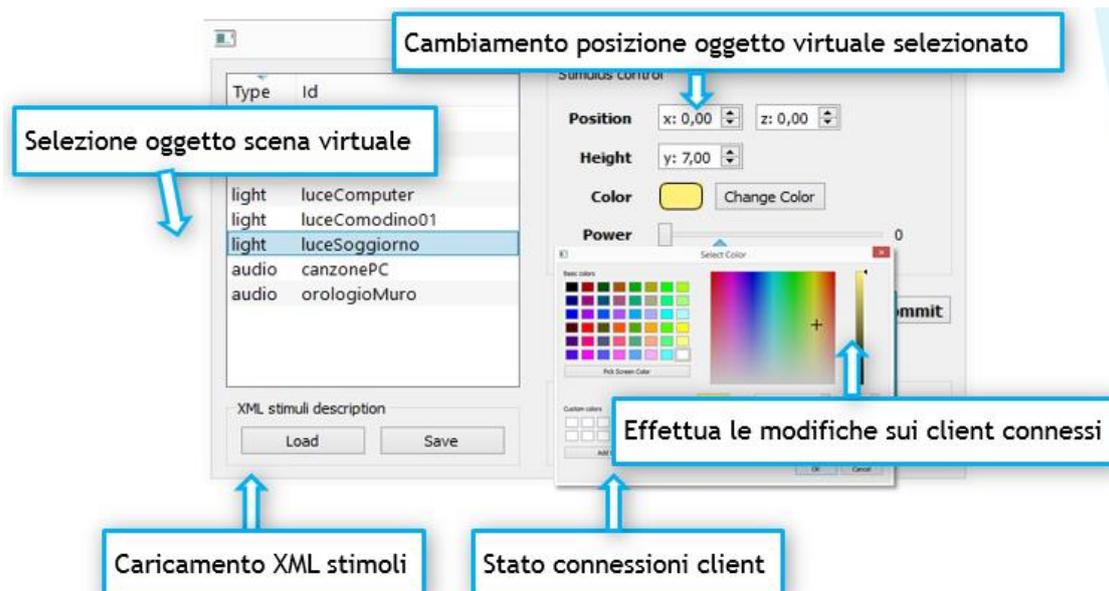


FIGURA 13 - INTERFACCIA QT - AMBIENTE VIRTUALE

L'interfaccia è composta da tre parti principali:

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- L'elenco degli stimoli.
- La configurazione di uno stimolo.
- I comandi.

La parte dei comandi offre all'operatore la possibilità di caricare un file in formato XML contenente la configurazione degli stimoli nel mondo virtuale (in qualsiasi momento dell'esecuzione) mediante il pulsante "Load XML description": a lettura completata, la lista degli stimoli viene svuotata e ripopolata. I pulsanti "Start OVR" e "Start Preview" avviano l'eseguibile della scena. Per il controllo della scena virtuale e per il suo eventuale roll-back si utilizzano i pulsanti "Revert..", "Preview.." e "Commit". La funzione della preview permette di mostrare le modifiche al mondo solo nella scena di anteprima dell'operatore (la scena del paziente non subisce modifiche); i pulsanti "Commit" e "Revert" rispettivamente rendono effettive o comandano il roll-back delle modifiche anche al visore virtuale del paziente. Per configurare uno stimolo è sufficiente che l'operatore ne selezioni uno dall'elenco e la schermata accanto verrà popolata con gli adeguati comandi, a seconda della tipologia dello stimolo. È bene notare che la GUI deve essere in esecuzione prima delle scene virtuali in quanto funge da server: inoltre, è opportuno conoscere le regole del firewall della macchina su cui è in esecuzione e modificarle in modo tale che le porte 6001 e 6002 risultino aperte.

2.2.4 TRATTAMENTO MATERIALE FORNITO DA TRAIT D'UNION

2.2.4.1.1 ACQUISIZIONE DEGLI AMBIENTI DA VIRTUALIZZARE

I tecnici di Trait D'Union, dopo una fase preliminare di rilievo architettonico attraverso strumenti digitali e manuali, ha effettuato la digitalizzazione e il rendering degli ambienti di vita. Gli ambienti acquisiti sono stati digitalizzati utilizzando un software di disegno assistito e importati all'interno del software di creazione della realtà virtuale.

L'acquisizione degli ambienti ha necessitato di una grande precisione nella resa visiva e nella qualità delle immagini derivanti dal rendering degli spazi digitalizzati, per consentire all'utente un'immersione meno traumatica nella realtà virtuale.

Gli strumenti hardware e software utilizzati per effettuare l'acquisizione degli ambienti, la digitalizzazione e la creazione dell'ambiente virtuale sono i seguenti:

- Misuratore laser ad alta precisione (Leica 3D Disto).
- Software di progettazione assistita (Autocad e Inventor).
- Software di realtà virtuale (Unity 3D).

2.2.4.1.2 REALIZZAZIONE DEGLI AMBIENTI VIRTUALI

I modelli creati in SketchUp sono stati importati in Unity 3D come oggetti FBX, ovvero un formato introdotto da Autodesk e in grado di fornire interoperabilità tra applicazioni per la creazione di contenuto digitale.

A partire dai due ambienti acquisiti e renderizzati sono stati creati 5 scenari virtuali diversi:

1. Ambienti del Politecnico di Bari: il modello è stato lasciato nella versione base così come è stato fornito, e arredato in modo da essere una riproduzione fedele dei laboratori del Politecnico di Bari.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

2. Ambiente Domestico: il modello è stato arredato con oggetti e suppellettili domestici in modo da riprodurre una casa; in particolare, dal modello base sono stati ricavati 3 diversi modelli dove la variazione è data dalla posizione del bagno. In definitiva, quindi, sono stati creati 3 scenari domestici con il bagno nelle seguenti posizioni:
 - a. Corridoio principale
 - b. Soggiorno
 - c. Camera da letto.
3. Ambiente Emozionale: il modello creato dagli ambienti di AMT Services è stato scelto come scenario per la somministrazione del test emozionale, quindi è stato opportunamente modificato in modo che all'interno dell'ambiente virtuale siano presenti gli ausili domotici che saranno poi inseriti nell'ambiente reale.

2.2.5 OBIETTIVI SISTEMA VIRTUALE

2.2.5.1 PRESENTAZIONE DELLA FASE SPERIMENTALE

La fase sperimentale del progetto Rescap è suddivisa in due parti, ovvero una fase di test cognitivo e una di test emozionale.

L'obiettivo della fase cognitiva è la valutazione e ricerca del colore più indicato per la porta del bagno, ovvero il colore che faciliti l'utente in una situazione reale.

Al paziente viene fatto indossare un caschetto per l'acquisizione del segnale EEG, e dei sensori per l'acquisizione del segnale ECG e SSR; una volta indossati i sensori, il paziente indossa l'Oculus Rift.

Durante la fase cognitiva, il paziente, immerso in realtà virtuale, ha lo scopo di individuare la porta illuminata del bagno (stimolo raro) a fronte della presenza di altre porte, non illuminate, che portano in ambienti diversi (stimolo frequente) e segnalare con un click sul mouse o altro dispositivo di acquisizione, l'eventuale individuazione dell'obiettivo. Contestualmente, l'operatore acquisisce i segnali detti precedentemente, in modo che questi possano essere processati in una successiva fase offline. In alcuni casi, a causa dei sintomi di nausea riscontrati con alcuni pazienti, risulta necessario effettuare il test cognitivo su un normale schermo.

Per quanto riguarda la fase emozionale, questa si prefigge lo scopo di individuare la combinazione di luce, colori e musica che permettano ad un paziente di ridurre la propria condizione di stress.

Al paziente sono sottoposte delle domande per andare a configurare quello che dovrebbe essere il suo scenario migliore e quello peggiore, in base a opportune combinazioni di colori, musica e luminosità. Dopo aver scelto gli ambienti, il paziente è immerso nei due scenari appena configurati per una durata di 7 minuti per ciascuno scenario intervallati da una pausa di 3 minuti. Anche in questa fase sono acquisiti i segnali EEG, ECG e SSR (come nella fase precedente) per essere poi processati offline. In questa fase, inoltre, l'operatore può stimolare attraverso impulsi dolorosi (laser) il paziente.

2.2.5.2 REQUISITI SIMULAZIONE COGNITIVA

Per quanto riguarda l'esperimento cognitivo, è necessario che vengano soddisfatti i seguenti requisiti:

- Devono essere creati tre scenari diversificati rispetto alla posizione del bagno;

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- Per ogni scenario, il target (ovvero lo stimolo raro) deve essere raggiunto 21 volte;
- Ogni simulazione deve essere intervallata con una fase di pausa.
- Gli stimoli devono essere somministrati in maniera dinamica;
- Deve essere implementata la navigazione automatica della scena;
- I trigger devono essere inviati automaticamente dalla scena virtuale al software di registrazione EEG;
- Deve essere creato un log di esperimento;
- I disagi legati all’immersione in realtà virtuale devono essere ridotti al minimo.

2.2.5.3 REQUISITI SIMULAZIONE EMOZIONALE

Per quanto riguarda la simulazione emozionale, prima di specificarne i requisiti, è necessario osservare che, poiché gli ambienti di Uniba, localizzati presso l’Ospedale Pediatrico Giovanni XXIII, si prestano poco, sia dal punto di vista estetico, sia dal punto di vista impiantistico, a modifiche e interventi strutturali, per la realizzazione del demolab emozionale sono stati individuati due stanze site presso AMT Services S.r.l.. Per questi motivi, anche la simulazione in virtuale prevede come scena una ricostruzione degli ambienti precedentemente individuati.

Da un punto di vista più tecnico, lo scenario virtuale sarà così strutturato:

- Ricostruzione, in virtuale, delle due stanze presenti presso AMT Services S.r.l.;
- Delle due stanze ricostruite, una (in particolare la sala riunioni) è individuata come stanza giorno, mentre l’altra (in particolare l’ufficio) sarà la stanza notturna;
- In questa simulazione saranno creati 16 scenari diversi, generati dalla combinazioni di 4 variabili, ovvero tipo di stanza, intensità luminosa, colore delle pareti e musica di sottofondo;
- La prima fase del test prevede che ciascuno scenario sia somministrato al paziente per una durata di 30 secondi, al termine dei quali l’operatore compila il campo della SAM relativo allo scenario appena somministrato.
- Al termine della fase precedente, l’operatore valuta, in base alle risposte date dal paziente, quali siano stati rispettivamente lo scenario migliore e quello peggiore.
- Una volta determinati gli scenari precedenti, al paziente vengono somministrati i due scenari per una durata di 7 minuti ciascuno intervallati da una pausa di 3 minuti; durante gli ultimi 3 minuti sia dello scenario migliore, sia di quello peggiore, l’operatore somministra degli stimoli dolorosi tramite laser.

2.3 DISPOSITIVI DI MISURAZIONE OGGETTIVA DEI PARAMETRI FISIOLGICI (3.3)

2.3.1 VALUTAZIONE DELLO STATO COGNITIVO

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Lo stato cognitivo di un paziente e la valutazione dello stato di stress sono valutati tramite lo studio dei segnali cerebrali, elettromiografici e cardiaci. La letteratura fornisce un vasto campo di studio di settore, tuttavia non sono presenti degli standard per stabilire lo stato di stress nel paziente. È noto come tale stato possa variare a causa di molteplici fattori ed è quindi necessario riuscire a replicare l'esperimento mantenendo costanti le condizioni di contorno, quali i fattori esterni, limitando la variazione solo e soltanto agli stimoli necessari onde evitare interferenze.

Affinché possa essere valutato lo stato cognitivo del paziente è indispensabile combinare le informazioni provenienti dai segnali EEG-ECG-EMG in relazione alle modifiche apportate all'ambiente virtuale.

Il paziente sarà sottoposto a stimoli di vario tipo durante la navigazione nell'ambiente virtuale. Di maggiore importanza sono gli stimoli legati al canale visivo i quali produrranno delle variazioni nella corteccia visiva dell'utente. Per poter apprezzare le variazioni in relazione all'ambiente virtuale ed allo stimolo e poter valutare il cambiamento di stato mentale nel paziente gli stimoli sono proposti per ogni esperimento con variazioni di colore. In questo modo potrà essere possibile stimare le fonti di stress ed agire di conseguenza modificando l'ambiente virtuale per ridurre o eliminare qualsiasi fattore stressogeno.

Ogni paziente sarà soggetto agli stessi stimoli visivi, ma risponderà in maniera diversa, pertanto l'analisi finale deve tener presente le variazioni interpersonali.

Limitando o annullando la presenza di fonti di stress, si tende a migliorare la condizione dei pazienti che risiedono nell'ambiente di vita, luogo che sarà appositamente predisposto seguendo le specifiche prodotte dalle analisi.

2.3.1.1 STATO COGNITIVO

Lo stato cognitivo è un segnale che non vogliamo che l'utente controlli sia perché lo distrarrebbe dall'eseguire il task, sia perché non è in grado di articolare le informazioni. In particolare tale stato sarà adoperato come metrica per valutare le performance dell'utente durante uno specifico task e capire come tali performance possano cambiare in funzione della variazione di alcuni parametri dell'ambiente virtuale.

2.3.1.1.1 COGNIZIONE NEL MONDO REALE E VIRTUALE

La neuroscienza e la psicologia cognitiva cercano di capire come alcune sindromi che danneggiano piccole parti del cervello possano influire sulla perdita delle funzioni cognitive e come specifiche parti del cervello possano intervenire per mediare tale perdita.

Tramite le nuove tecnologie portatili è possibile valutare lo stato cognitivo nel mondo reale e virtuale che offrono stimoli che non è possibile creare con esperimenti standard in laboratorio.

2.3.1.1.2 STATO COGNITIVO COME METRICA DI VALUTAZIONE

Lo stato cognitivo può essere adoperato come metrica cognitiva sia per l'utente che per il sistema computerizzato. È quindi possibile misurare l'intensità dell'attività cognitiva valutando le prestazioni nello svolgere un determinato compito. Si può potenzialmente valutare l'attitudine cognitiva basata su come difficilmente qualcuno lavora su una possibile serie di task.

Ad esempio un utente che impiega un elevato sforzo cognitivo lavorando per la risoluzione di un certo problema può fornire le stesse risposte di un altro utente che impiega uno sforzo minore o impiega la metà del tempo. Potrebbe essere utile sapere che il secondo utente potrebbe ottenere prestazioni migliori con test più difficili o sotto condizioni di stress.

In scenari di intrattenimento potrebbe essere possibile quantificare lo stato di immersione e il carico attentivo.

Si possono usare misure comportamentali e psicologiche per dedurre i processi cognitivi, come il movimento del mouse e lo sguardo degli occhi come una misurazione di attenzione, oppure la frequenza cardiaca e la risposta galvanica come misurazione dell'eccitazione e fatica.

Gli altri processi cognitivi sono difficili da misurare, pertanto tipicamente sono proposti questionari soggettivi che forniscono metriche indirette per fenomeni cognitivi specifici. Ad esempio è difficile valutare il carico di lavoro o certe strategie cognitive usate come verbale contro la decodifica della memoria spaziale.

Infine si possono dividere gli aspetti cognitivi dello stato dell'utente in circa due distinti gruppi:

- Processi cognitivi latenti, come l'eccitazione, la fatica, la percezione di perdita di controllo;
- Processi cognitivi limitati nel tempo, conosciuti anche come eventi cognitivi dalla neuroscienza. Ad esempio la percezione e il processamento dell'errore, sorpresa, momenti di inganno in contesto di gioco.

2.3.1.1.3 INFLUENZA DELLO STATO MENTALE

Lo stato mentale dell'utente può cambiare, ad esempio da uno stato di frustrazione ad uno stato di relax. La variabilità dello stato mentale non può essere eliminata, pertanto la variazione dei segnali EEG può anche essere attribuita a un tipo di stato come ad esempio l'annoio. La frustrazione potrebbe essere rilevata valutando le variazioni del tracciato EEG durante una registrazione in presenza o assenza di tale stato. Un modo alternativo potrebbe essere quello di valutare le performance di esecuzione di un task in presenza ed assenza di frustrazione o stress indotto. L'accuratezza valutata nei due stati mentali dipende dal classificatore, dal paradigma e dal task eseguito. Non è detto che il task eseguito sotto stress performi meno.

2.3.1.2 INTERFACCE ADATTATIVE BASATE SULLO STATO COGNITIVO

Se pensiamo di intensificare l'interazione tra la misurazione, valutazione e riprogettazione, potremo pensare di realizzare interfacce che si adattano automaticamente in base allo stato cognitivo dell'utente. Interfacce che si adattano automaticamente al fine di fornire un'esperienza piacevole ed ottimale sono state già ideate. Un semplice modo di come queste interfacce possano essere adattative sullo stato cognitivo, è quello di modificare il flusso di informazioni. Per esempio i task verbali e spaziali, sono processati da due distinte aree cerebrali e gli psicologi cognitivi hanno dimostrato che la capacità di calcolo in queste aree è largamente indipendente. Ne consegue che anche se una persona è può essere verbalmente sovraccaricata e non può intervenire con altre informazioni verbali, la sua capacità spaziale è libera di processare ancora molti dati, pertanto si può adattare il sistema per sfruttare al meglio entrambe le capacità quindi rappresentare l'informazione in formato verbale o spaziale all'occorrenza. Alternativamente se il soggetto è cognitivamente sovraccaricato, il sistema potrebbe ridurre le informazioni erogate.

Un altro esempio è quello di riuscire a minimizzare le interruzioni, come suoni dovuti all'arrivo di messaggi. Queste distrazioni degradano significativamente le performance di esecuzione di un compito. Il sistema potrebbe rilevare il "pensiero molto intenso" e ritardare le notifiche per minimizzare le distrazioni.

Infine, si può rilevare uno stato cognitivo di alto livello come la frustrazione o soddisfazione e realizzazione e sviluppare interfacce personalizzate che possano fornire feedback o consigli su task specifici o strategie d'uso in scenari di addestramento.

2.3.1.3 PROTOCOLLO DELL'ESPERIMENTO VIRTUALE

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

L'esperimento deve svolgersi seguendo un preciso protocollo al fine di ottenere segnali EEG più idonei possibili alle analisi.

L'utente è sottoposto a stimoli visivi i quali devono essere sincronizzati con l'apparecchiatura di registrazione dei segnali EEG. Data la natura dell'esperimento, saranno variate nell'ambiente virtuale, alcune proprietà di colore di oggetti presenti nella scena. Si chiederà al paziente di prestare attenzione a determinati oggetti chiave (ad esempio la porta) presenti nell'ambiente virtuale. La valutazione delle variazioni di stato mentale sono calcolate seguendo il protocollo di calcolo della P300, un potenziale attentivo che si sviluppa in maniera più pronunciata se l'utente presta attenzione all'oggetto target (ad esempio la porta della stanza che cambia colore). In aggiunta verrà consentito al paziente di effettuare un movimento fisico nel momento di innesco dello stimolo al fine di aumentare ulteriormente il potenziale evocato relativo alla P300.

Successivamente, notificando temporalmente l'avvenuta degli stimoli come eventi sul tracciato EEG, saranno svolte delle analisi al fine di valutare lo stato cognitivo, la prontezza di risposta e la capacità di attenzione, valutando i ritardi e l'ampiezza del potenziale evocato.

La letteratura propone delle linee guida per migliorare le analisi della P300 oltre che fornire una grande varietà di algoritmi e tecniche per valutare e classificare tale potenziale evocato. Si riportano pertanto alcune considerazioni riguardanti lo stato cognitivo e il calcolo della P300 in generale ed in un contesto specifico relativo all'esperimento in ambiente virtuale.

2.3.1.3.1 VARIAZIONE VR E STIMA DELLO STATO MENTALE

Lo stato cognitivo e la variazione di stress si può correlare al colore delle porte, utili al raggiungimento della stanza target (servizi sanitari). L'utente infatti presterà attenzione a quelle porte che oltre ad essere parte del percorso, saranno soggette a variazione di colore. La Figura 1 mostra il colore base utilizzato per valutare i segnali EEG di base detti baseline comprendenti il rumore di base (noise) e lo stato di non-stimolo.



FIGURA 14 - BASELINE

Le variazioni nel tracciato EEG indotte da una variazione di colore dell'ambiente virtuale è un modo semplice ed efficace per valutare quale sia il colore più idoneo per il paziente, cambiando i parametri di colore nell'ambiente Unity.

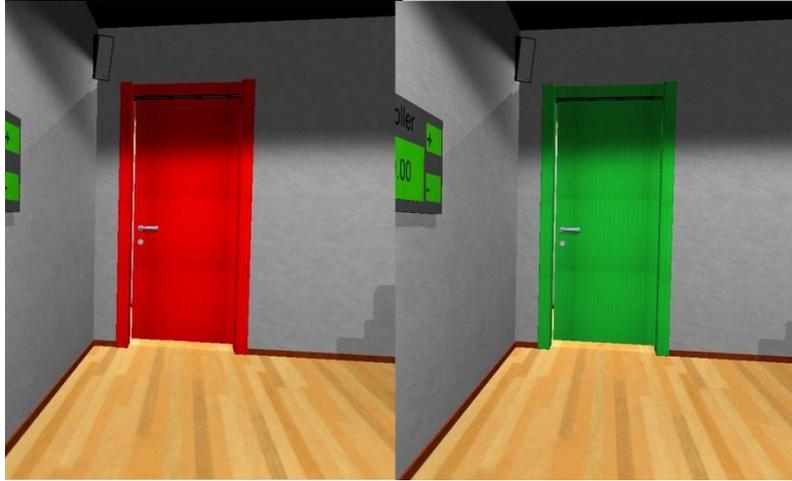


FIGURA 15 - STIMOLI VISIVI

Per valutare l'efficacia del colore nella risposta del potenziale evocato è necessario ripetere l'esperimento variando il colore delle porte (Figura 2) a cui l'utente presta attenzione. Dato che la P300 evocata, sfrutta il canale visivo, ogni colore produce variazioni di ampiezza e sfasamento dal segnale di trigger del potenziale evocato.

Comparando i potenziali evocati prodotti da stimoli visivi a colori differenti è possibile valutare quale colore produce uno stato cognitivo migliore.

2.3.1.4 PANORAMICA DEL PARADIGMA DELLA P3

La P300, chiamata anche P3, è il terzo picco positivo rilevato tramite un EEG che occorre approssimativamente 300 millisecondi dopo il verificarsi di uno stimolo a cui si sta prestando attenzione (oppure uno stimolo significativamente diverso dagli altri).

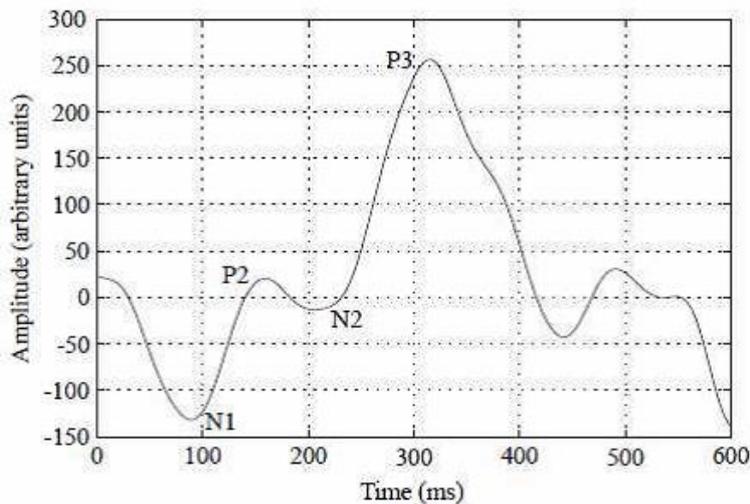


FIGURA 16 - POTENZIALE P3

I canali di maggiore interesse sui quali è possibile misurare la P3 sono quelli relativi alla corteccia visiva poiché gli stimoli utilizzati nell'esperimento sono di tipo visivo

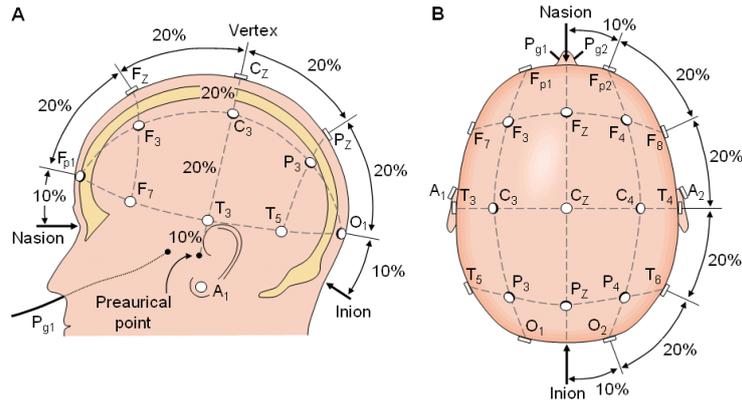


FIGURA 17 - SISTEMA 10-20

I task di controllo possono essere suddivisi in due categorie principali:

- Paradigma esogeno (evocato), in cui l'utente focalizza l'attenzione su un insieme di stimoli che producono una risposta autonoma che può essere rilevata;
- Paradigma endogeno (auto-generato), in cui l'utente esegue un compito mentale, come immaginare un movimento o il conteggio sub-vocale, che produce un cambio nei segnali cerebrali che possano essere individuati.

Il tipo di esperimento proposto ricade nella prima tipologia in quanto lo stimolo è esterno e visuale per produrre un cambio di attività cerebrale. La risposta P300 è attivata nella regione parietale del cervello dopo 300 millisecondi dalla presentazione dello stimolo visivo (o uditivo). L'attivazione della risposta P300 dipende dal livello di attenzione, e l'utente segnala il suo intento prestando attenzione ad un particolare stimolo (target) tra una serie di eventuali altri stimoli proposti. Lo stimolo che presenta una risposta P300 maggiore, analizzati una serie di ripetizioni, sarà quello target. Maggiore sarà l'accuratezza dell'algoritmo usato per rilevare la P300, minore saranno le ripetizioni necessarie per individuarlo.

In alcuni studi si dimostra come in dipendenza del task, sotto condizioni di un elevato carico di lavoro (o memoria) o al crescere dello stesso si possono avere delle riduzioni dell'ampiezza della P300 e o soltanto l'aumento della latenza (rallentamento del processamento cognitivo/percettivo causato dall'aumento del carico di lavoro). Questo comportamento è dovuto assumendo che la P300 è legata alla capacità di processare gli stimoli (target task). In alcuni esperimenti non si rileva invece alcuna modifica del tracciato EEG.

Nel nostro esperimento, lo stimolo target è noto, tuttavia, volendo valutare l'ampiezza della risposta sarà necessario ripetere l'esperimento più volte. La necessità è dovuta ad un'alta variabilità della risposta che dipende dal livello di attenzione, quindi dallo stato mentale del paziente e da eventuali disturbi dei segnali provocati da artefatti (muscolari come il blink, e provocati dal movimento della testa). Sarà quindi necessario trovare un algoritmo capace di fornire un indice finale per ogni set proposto per poi valutare la prontezza di risposta ed l'influenza del fattore esterno modificabile. La prima è valutata dalla differenza tra il tempo di risposta e il tempo di erogazione dello stimolo, la seconda dalla potenza del segnale P300 evocato. Tali segnali hanno anche una variazione interpersonale dovuta alla natura intrinsecamente diversa tra persone; in aggiunta declini cognitivi a causa di patologie alterano ulteriormente la normale evoluzione della P300. Col termine Illiteracy (analfabetismo) si definiscono alcuni casi in cui il potenziale P300 non è evocato in maniera corretta o non è possibile rilevarlo.

2.3.1.4.1 ILLITERACY DELLA P300

Non tutti gli utenti sani e non che si sottopongono agli stimoli visivi sono in grado di produrre potenziali evocati. Data la natura di questa tecnica, i risultati dipendono dall'attenzione selettiva allo stimolo visivo che ogni persona presta in modi differenti.

Ogniqualevolta un utente focalizza l'attenzione ad uno specifico stimolo, un'onda cerebrale chiamata P300 può verificarsi, mentre la P300 riferita agli stimoli ignorati è molto minore.

I dati grezzi dell'elettroencefalogramma sono temporalmente bloccati per l'insorgenza di ogni stimolo che produce un potenziale ad evento correlato (ERP). Gli ERP provenienti da una serie di ripetizioni (trial) sono generalmente mediati insieme per incrementare l'accuratezza. Il classificatore cerca di identificare quale stimolo suscita una robusta P300, a volte incorporando anche altri ERP. Idealmente, soltanto lo stimolo a cui si sta prestando attenzione produrrà una robusta P300.

L'esperimento proposto non contiene un'alta frequenza di stimoli e tali stimoli dovrebbero presentarsi a distanza di tempo. C'è da sottolineare quindi che gli ERP prodotti da stimoli non target dovrebbero essere molto limitati, mentre l'attenzione del soggetto potrebbe diminuire all'aumentare del tempo di esposizione all'esperimento, producendo così ampiezze di segnali sempre più limitate.

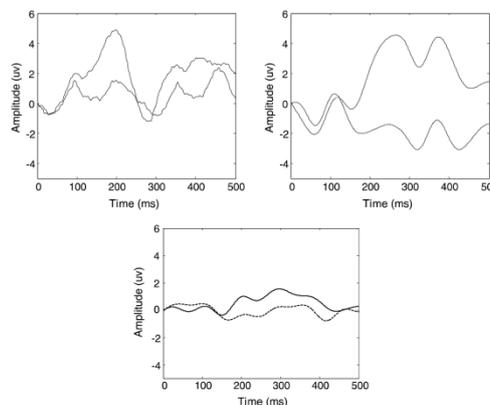


FIGURA 18 - ILLITERACY P300

La Figura 5 mostra gli ERP di tre soggetti sottoposti ad un sistema visuale per l'evocazione della P300. L'asse x mostra il tempo appena successivo allo stimolo, mentre sulle ordinate è riportata l'ampiezza dell'ERP. Ogni grafico riporta la media di una serie di ripetizioni effettuate poiché è difficile individuare lo stimolo su di un singolo trial. In tutti i grafici, il tracciato a potenza maggiore rappresenta la potenza della P300 riferita a stimoli target, quella inferiore (nel terzo grafico tratteggiata) a stimoli non target. Il grafico di sinistra riporta un soggetto che non sviluppa una forte P300. Infatti entrambi i tracciati sembrano simili nella finestra temporale in cui la P300 dovrebbe essere più pronunciata, ossia tra i 300 e 500 millisecondi dopo lo stimolo (o evento segnalato con il trigger). Tuttavia nella fase iniziale, prima dei 300 millisecondi, i due tracciati si differiscono sensibilmente. Il grafico rappresentato sulla destra rappresenta gli stimoli di un soggetto che produce una P300 elevata, si nota infatti la netta distinzione tra i due tracciati da appena 100 millisecondi. Infine il grafico in basso mostra il caso di un soggetto che non produce P300, infatti entrambi i tracciati sono simili.

Non è possibile o comunque è molto difficile predire la "mancanza di P300". Gli studi sono complessi e comportano l'impiego di molto tempo. Sono presenti in letteratura degli studi che mettono in relazione la P300 con fattori che possono incrementare o peggiorare l'ERP. Età, genere, tratti personali, stili di vita corrente e pregressa, alimentazione ed altri sono fattori che possono influenzare i potenziali. Persone che hanno una esperienza significativa in vari giochi computerizzati (videogame) generalmente rispondono meglio ai task di attenzione visiva. Fattori temporanei come orario del giorno, fatica, consumo di cibo poco prima dell'esperimento, alcool, caffeina o droghe sono rilevanti.

Per esempio si è scoperto che le persone che dormono poco la notte prima dell'esperimento producono una più forte P300.

2.3.1.4.2 CALCOLO DELLA P300

Gli stimoli a cui il soggetto è sottoposto sono di tipo visuale, pertanto i canali più importanti sono quelli corrispondenti ai sensori posizionati nell'area occipitale del cervello come mostrato in figura. Per un'analisi più completa si effettuerà la registrazione dei segnali EEG con 64 canali in modo tale da ottenere dei segnali più puliti tramite tecniche di elaborazione o sfruttare al meglio le tecniche di filtraggio spaziale. Tutti i canali sono riferiti ad una massa comune posizionata sul mastoide o in altri punti specifici a seconda delle tecniche adottate.

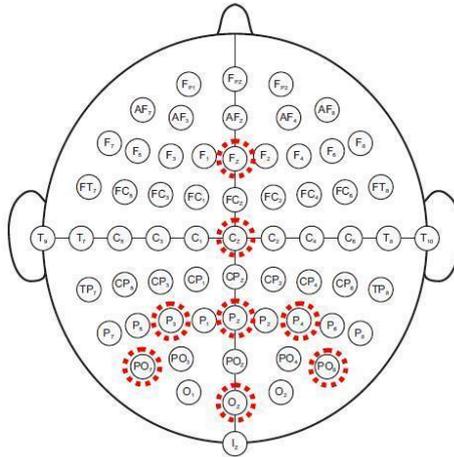


FIGURA 19 - CANALI SIGNIFICATIVI EEG

Durante l'esperimento verrà notificato al sistema l'istante temporale relativo alla riproduzione dello stimolo. In tale tempo sarà quindi evocato un ERP, potenziale ad evento correlato allo stimolo visivo riprodotto. Tale istante di tempo è segnalato da un segnale di trigger.

In rapporto alla Figura 7, lo stimolo è riportato al tempo 0. Da questo istante in poi verrà elaborato il segnale cerebrale in modo rilevare la presenza (andamento di colore nero) o l'assenza (andamento di colore magenta).

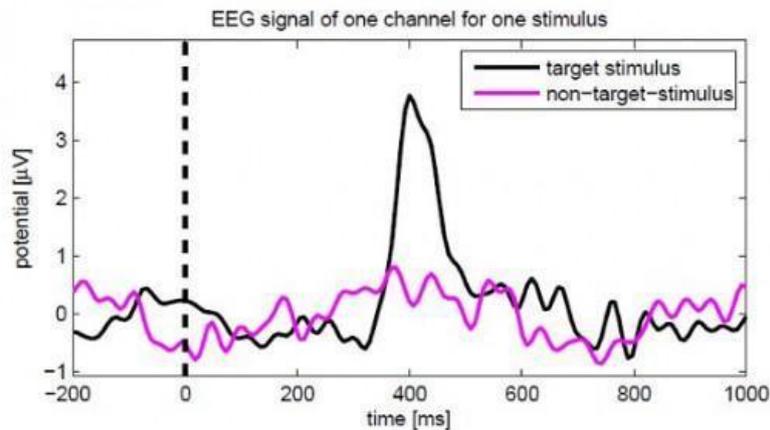


FIGURA 20 - POTENZA P300 RELAZIONATA AL TARGET

Dal grafico Tempo-Potenza è possibile visualizzare il segnale, opportunamente filtrato, di un potenziale evocato che ha picco massimo circa dopo 300 millisecondi. Un possibile modo di discriminare una P300 dalla baseline è quello di introdurre un soglia opportunamente tarata.

Un'ampiezza maggiore è indice di uno stato di attenzione maggiore, invece il ritardo valutato come la distanza tra il picco e i 300 millisecondi dopo l'evento può essere indice di reattività o prontezza allo stimolo esterno visivo. Sotto una condizione di stress tali andamenti possono peggiorare in termini di ritardo e ampiezza. È quindi necessario ripetere l'esperimento e mediare i vari risultati per ottenerne uno più significativo.

La P300 si sviluppa per ogni stimolo esterno sia visivo che uditivo e tattile, pertanto bisogna discriminare il potenziale evocato di interesse dagli altri. La Figura 8 mostra lo stimolo a cui il paziente presta attenzione, individuato dalla curva nera, dall'andamento tratteggiato che indica gli stimoli non bersaglio (a cui l'utente non presta attenzione).

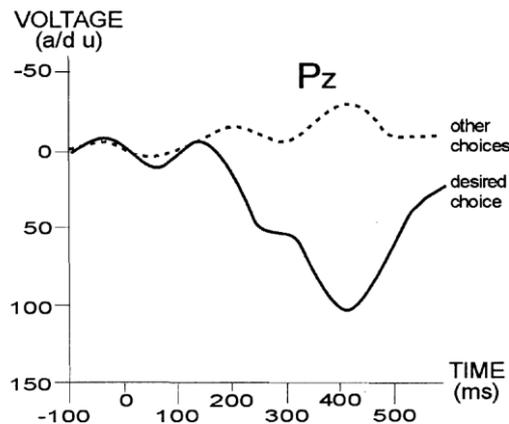


FIGURA 21 - POTENZA P300 TARGET CONTRO TUTTI

In base alla valutazione di questi parametri, assieme a quelli cardiaci ed elettromiografici sarà possibile valutare uno stato cognitivo e di stress, e modificare l'ambiente virtuale in modo da coadiuvare il paziente.

2.3.1.4.3 PARADIGMA DI STIMOLAZIONE

L'utente è immerso nell'ambiente virtuale e deve raggiungere una stanza che è oggetto dell'esperimento. La ricerca della stanza è agevolata in quanto le porte che successivamente conducono ad essa hanno un colore diverso da tutte le altre porte. Il colore definitivo sarà valutato analizzando lo stato cognitivo del paziente che cambierà in base al colore proposto ad ogni riesecuzione dell'esperimento.

L'ipotesi è che lo stimolo definito come la ricerca della porta colorata, produca un potenziale evocato P300.

I canali di maggiore interesse sono FP1, FP2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, T7, T8, CP3, CP4, Fz, Pz, Cz, and Oz, in riferimento al sistema standard internazionale 10-20 (Figura 4). Saranno comunque registrati 64 canali ad una frequenza di 256 Hz.

Oltre ai segnali EEG, saranno analizzati anche quelli elettromiografici e la frequenza cardiaca, per valutare la variazione del battito cardiaco e la tensione muscolare del collo. Si suppone che uno stato ansioso o di stress produca un aumento della tensione muscolare e un aumento della frequenza cardiaca.

2.3.1.4.4 ANALISI DELLA P300

L'analisi della P300 consiste nel fornire i trial registrati durante l'esperimento per valutare l'ampiezza e il ritardo del potenziale evocato nel soggetto. Esistono numerosi software capaci di rilevare tale potenziale, sia proprietari che disponibili gratuitamente. I dati devono essere formattati in modo

opportuno prima di essere processati dal computer. Successivamente l'esperto di dominio valuterà lo stato cognitivo del paziente.

È possibile sviluppare un software dedicato utilizzando vari ambienti di programmazione in più linguaggi di programmazione.

Le tecniche adoperate per analizzare la P300 sono varie e dipendono dall'esperimento proposto. Esse devono quindi riuscire a rilevare la P300 in un tracciato EEG e valutarne le caratteristiche di ampiezza e sfasamento dal segnale temporale di trigger. Una possibile tecnica è l'analisi delle componenti indipendenti (ICA); è possibile suddividere i segnali grezzi registrati dall'amplificatore in segnali a sorgenti statisticamente indipendenti. Si ipotizza che una delle sorgenti è indipendente, in particolare l'ERP.

La fase successiva all'individuazione dell'ERP è l'estrazione delle features. Il sistema sarà in grado di estrarre le features per analizzare e classificare lo stato mentale del paziente. Tali features saranno combinate con quelle estratte dai segnali ECG e EMG per ottenere un quadro più completo. (Possibili features sono la latenza minima e massima della P300 dal segnale di trigger e l'ampiezza.)

Le features saranno poi analizzate da un classificatore che possa discriminare lo stato cognitivo del paziente. Tale classificatore può adottare una serie di algoritmi forniti dalla letteratura; sono utilizzati classificatori basati sull'analisi di discriminazione lineare (LDA) o algoritmi di classificazione basati sulle reti neurali artificiali (ANN).

2.3.2 STRUMENTI HARDWARE

2.3.2.1 ELETTROENCEFALOGRAMMA (EEG)

I segnali elettroencefalografici (EEG), elettrocardiografici (ECG) ed elettromiografici (EMG), sono dei segnali bioelettrici emessi rispettivamente dall'attività cerebrale, da quella cardiaca e muscolare. I segnali EEG sono pertanto registrati da sensori che vengono posizionati sullo scalpo seguendo la convenzione del sistema 10-20.

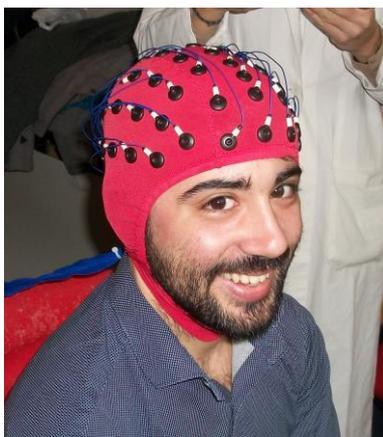


FIGURA 22 - CUFFIA EEG

Tali segnali hanno un potenziale degli ordini dei μV mentre i segnali ECG ed EMG sono dell'ordine dei mV. Infatti, tali segnali appartengono alla stessa categoria poiché sono entrambi prodotti da contrazioni muscolari. La tipologia di registrazione di tutti e tre i tipi di segnali citati è eseguita in sicurezza ed è non invasiva. Per quanto riguarda i segnali ad origine muscolare, essi sono registrati attraverso dei sensori monouso che sono applicati sulla pelle in corrispondenza del muscolo da monitorare. Gli elettrodi adoperati per la registrazione dei segnali EEG sono del tipo "umido" così chiamati per differenziarli da quelli di tipologia "secca". Affinché sia possibile la corretta trasmissione

dallo scalpo al sensore (elettrodo) si applica un gel conduttore che ha lo scopo di aumentare l'aderenza tra le due superfici.

La registrazione dei segnali consiste nella loro trasformazione da analogico a digitale attraverso un amplificatore elettronico ed un computer che è in grado di salvare gli stessi su un supporto di memoria per scopi futuri quali le analisi dei tracciati. I segnali saranno registrati attraverso un unico amplificatore.

L'amplificatore sarà descritto nelle sue specifiche successivamente.

2.3.2.1.1 MICROMED BRAIN QUICK SYSTEM

Il sistema adottato per la registrazione dei segnali è composto di un amplificatore al quale sono connessi gli elettrodi. Tale amplificatore ha lo scopo, oltre di controllare le impedenze in ingresso degli elettrodi, di convertire i segnali analogici emessi dal corpo umano in digitale. Tale operazione è svolta ad una data frequenza di campionamento preimpostata dall'operatore. Tali segnali sono successivamente trasmessi tramite un cavo in fibra ottica ad una scheda dedicata installata a bordo di un computer, il quale salverà tali dati campionati in maniera opportuna.

La scheda elettronica inserita nel computer permette anche di poter leggere due segnali distinti di trigger. Tali segnali sono utili al fine di segnalare eventi esterni provenienti da altri dispositivi singoli o sistemi più complessi. Sono pertanto segnali artificiali che si sincronizzano con quelli fisiologici registrati.

Si farà riferimento alla "scheda di registrazione dei segnali EEG e dei segnali di trigger" quando si vorrà indicare il dispositivo che è direttamente collegato al computer e "all'amplificatore EEG" quando si vorrà identificare il dispositivo connesso agli elettrodi EEG/ECG/EMG.



FIGURA 23 - MICROMED BRAIN QUICK SYSTEM

L'amplificatore multicanale SD64 ha livelli di input molto elevati (25.6mV), una risoluzione di quantizzazione molto elevata disponendo di un convertitore analogico-digitale (ADC) a 22 bit di risoluzione e la possibilità di selezionare una frequenza di campionamento che lo rende ideale per le registrazioni dal cuoio capelluto, con elettrodi intra-craniali (stereo EEG) e corticografia.

La tecnologia in fibra ottica per la trasmissione dei dati al PC garantisce la massima sicurezza del paziente e la totale assenza di artefatti anche con utilizzo di cavi molto lunghi per la connessione dell'unità di registrazione che può essere posizionata così nella posizione migliore. La fibra ottica può essere connessa direttamente alla cuffia oppure tramite un cavo sottile lungo 5m per lasciare al paziente una maggiore libertà di movimento quando egli indossa la cuffia.

Dati tecnici significativi:

- Rumore minore di $0.16 \mu V_{rms}$ @ 1-500 Hz
- ADC fino a 22 bit
- Frequenza di campionamento per canale fino a 8192 Hz
- Trasmissione in fibra ottica
- Monitoraggio in tempo reale dei segnali EEG

2.3.2.1.2 LASER

Neurolas è un sistema laser a CO₂ utilizzato in neurofisiologia per lo studio dei potenziali evocati. Lo stimolo generato da Neurolas eccita i nocicettori termo-meccanici evocando potenziali cerebrali, consentendo in questo modo di rilevare eventuali disfunzioni nel comportamento delle fibre afferenti.

Neurolas consente di variare l'ampiezza e la durata dello stimolo laser e di regolare in modo continuo la densità di energia dell'emissione laser, agendo sull'area di stimolazione. La ripetibilità degli impulsi è molto elevata e il tempo di latenza trigger-impulso è praticamente trascurabile (inferiore a 20 μs).

Il dispositivo può essere interfacciato con il trigger di qualsiasi dispositivo di registrazione di segnali EEG/EMG.



FIGURA 24 – NEUROLAS

2.3.2.1.3 EMOTIV EPOC



FIGURA 25 – LA CUFFIA EEG EMOTIV EPOC

Proposto da SER&Practices durante la riunione plenaria del 19 novembre 2014, la cuffia commerciale Emotiv EPOC rappresenta una valida alternativa all'utilizzo del sistema Micromed per l'EEG. La prof.ssa De Tommaso ritiene inadatto tale dispositivo poiché il ridotto numero di elettrodi e il fatto che si tratti di uno strumento commerciale e non esclusivamente medico ne riducono l'affidabilità scientifica: infatti, i tracciati prodotti da questo dispositivo non saranno affidabili e precisi quanto quelli prodotti dalla strumentazione presente nel laboratorio della prof.ssa De Tommaso.

2.3.2.2 ELETTROCARDIOGRAMMA (ECG)

2.3.2.2.1 PULSE

Il dispositivo wireless per la rilevazione dell'ECG proposto da eResult, ad inizio progetto è il PULSE Sensor. Prodotto in Italia dall'azienda MR&D, integra un circuito della STMicroelectronics® STM32 (32-bit ARM Cortex™ microcontroller with embedded Flash).

Si tratta di un dispositivo indossabile tramite cerotti usa e getta che garantiscono tutti gli aspetti igienico-sanitari inerenti una possibile sperimentazione con diversi utenti.



FIGURA 26 – DISPOSITIVO PULSE SENSOR

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



FIGURA 27 – CRADLE PER LA RICARICA DEL DISPOSITIVO PULSE SENSOR

Il dispositivo elettronico indossabile è operato da batterie ricaricabili. Si indossa sul petto per l'acquisizione, registrazione e trasmissione di parametri fisiologici a dispositivi esterni che siano in grado di analizzare e inoltrare i dati per la registrazione su database o altri sistemi. Il dispositivo, come già riportato, utilizza dei cerotti adesivi usa e getta in tessuto che aderiscono alla pelle e si connettono ai componenti elettronici del dispositivo.

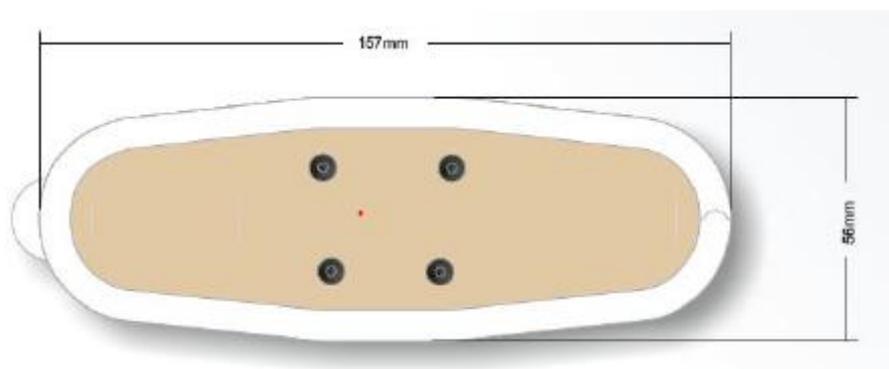


FIGURA 28 – ESEMPIO DI CEROTTO PER DISPOSITIVO PULSE SENSOR

Il Pulse è in grado di registrare eventi sintomatici e non ed è idoneo per monitoraggi ambulatoriali di aritmie cardiache non letali.

Nel dispositivo sono presenti algoritmi per la rilevazione della frequenza cardiaca (HR), frequenza respiratoria, algoritmo del calcolo delle attività, che permette al sistema di gestire i messaggi di informazioni da e per il server a seconda di specifiche impostazioni definite da un operatore. La comunicazione dei dati a sistemi esterni avviene tramite un canale Bluetooth®.

Elenco dei valori ottenibili dal dispositivo:

- Heart rate
- Heart rate reliability
- RR interval variability
- Respiratory rate
- Activity level
- Body position

Altri dati disponibili con il dispositivo:

- ECG raw

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- Z0 bio impedance
- Electrode detachment
- Battery level

Il dispositivo applica i seguenti standard.

- IEC 60601-1
- IEC 60601-1-2
- IEC 60601-1-4
- IEC 60601-1-6
- IEC 60601-2-47
- IEC 60601-2-49
- IEC 60529
- EC38
- EC57
- UL 60601-1
- CAN/CSA C22.2

2.3.2.3 RISPOSTA SIMPATICO CUTANEA (SSR)

Oltre alla registrazione dei tracciati EEG e il monitoraggio del battito cardiaco nonché della sua variabilità, il team della prof.ssa De Tommaso ritiene opportuno misurare il livello di sudorazione cutanea tramite l'utilizzo di opportuni sensori SSR per la risposta simpatico-cutanea (Sympathetic Skin Response).



FIGURA 29

2.4 DRIVER PER INTERFACCIAMENTO DEI DISPOSITIVI DI MISURAZIONE FISIOLÓGICA (3.4)

2.4.1 INTERFACCIA CON AMBIENTE VIRTUALE

Il sistema di acquisizione dei segnali EEG della Micromed è necessario che riceva in input dei trigger generati dal sistema di realtà virtuale, poiché in questo modo è possibile sincronizzare i tracciati EEG con la particolare configurazione dell'ambiente virtuale, in cui il paziente è immerso in un dato istante.

2.4.1.1 TRIGGER DA REGISTRARE

L'obiettivo della simulazione in ambiente virtuale è quello di registrare e processare il segnale elettroencefalografico del paziente immerso in realtà virtuale al quale vengono somministrati degli stimoli visivi. Del segnale sono poi valutate le caratteristiche del segnale P300 come presenza, magnitudine, topografia e latenza che sono spesso usati come misura delle funzioni cerebrali in compiti di decisione.

È stato individuato come stimolo visivo le porte aperte delle stanze di una casa e si è scelto di assegnare lo stimolo raro alla porta del bagno (che rappresenta un ambiente significativo per il soddisfacimento dei bisogni primari) e quelli frequenti alle porte corrispondenti a diverse stanze (soggiorno, camera da letto e cucina).

L'esperimento si svolge immergendo in paziente in realtà virtuale, chiedendogli di prestare attenzione alla porta del bagno e invitandolo a fornire un feedback, tramite click sul mouse, non appena egli pensa di averla individuata. La porta del bagno si distingue dalle altre perché è illuminata con una luce colorata che, durante l'esperimento, varia in maniera casuale assumendo tre differenti colori.

Il protocollo sperimentale prevede che il paziente sia guidato lungo un percorso a navigazione automatica ripetuto per 21 volte (7 percorsi per 3 colori diversi delle luce che illumina la porta del bagno) durante il quale, ad ogni ciclo, viene somministrato lo stimolo raro oltre che quelli frequenti.

2.4.2 DISPOSITIVI HARDWARE

2.4.2.1 ARDUINO



FIGURA 30 - ARDUINO UNO

Arduino Uno (R3) (<http://www.arduino.cc/>) è una scheda munita da un microcontrollore, basata su ATmega328 (datasheet: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8161.pdf). Essa ha 14 pin di I/O digitale (di cui sei possono essere usati come uscite Pulse Width Modulation), sei ingressi analogici, un oscillatore ceramico a 16MHz, un connettore USB, un jack di alimentazione, un header ICSP (In Circuit Serial Programming) e un pulsante di reset.

Questo dispositivo è stato usato come soluzione per l'invio del trigger alla scheda di registrazione dei segnali EEG (si veda paragrafo **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.**).

2.4.2.1.1 CIRCUITO PER LA SINCRONIZZAZIONE DEI SEGNALI DI TRIGGER

Il dispositivo realizzato permette di erogare in uscita dei segnali di tensione corrispondenti ai segnali di trigger. Tali segnali devono essere sincroni con gli eventi previsti dal sistema di simulazione di realtà virtuale (VR) poiché il loro utilizzo è quello di notificare al sistema la presenza di uno stimolo esterno fornito all'utente.

Il segnale elettrico prodotto può avere solo due stati: alto e basso. Nel primo caso si erogano idealmente 5V, nel secondo 0V (piccoli scostamenti di tali valori non provocano malfunzionamenti). L'elettronica che riceve in input i segnali fisiologici è predisposta a ricevere anche due segnali di trigger da un dispositivo esterno (scheda di registrazione). Essi saranno segnalati sul tracciato "segnali-tempo" come degli impulsi.

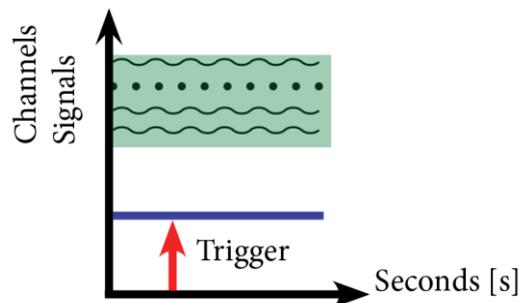


FIGURA 31 - TRIGGER

È anche possibile fornire i trigger manualmente tramite la pressione di un pulsante. Tale modalità può essere adoperata dall'utente per segnalare al sistema l'occorrenza di alcuni eventi a seconda dell'esperimento proposto.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

La comunicazione tra Arduino ed il software avviene tramite porta seriale (COM) virtualizzata su periferica USB, pertanto tale comunicazione aggiunge dei ritardi, dovuti alla comunicazione tra i vari dispositivi ed ai tempi di calcolo, che sperimentalmente sono stati stimati. Il tempo necessario per inviare un segnale dalla macchina in cui risiede il software di VR ad Arduino è variabile e dipende dalla frequenza di acquisizione e dalla frequenza di aggiornamento del software. Si ritiene che il tempo per inviare il trigger da Arduino alla scheda di registrazione è inferiore a 5 millisecondi.

Poiché il ritardo massimo dall'inizio dell'evento prodotto in VR e la segnalazione dello stesso (tramite segnale di trigger) alla scheda di registrazione non deve essere superiore a 100 millisecondi. Questo tempo è legato alla natura dello stimolo che si vuole analizzare che si sviluppa dopo 300 millisecondi dopo il verificarsi dello stimolo visivo (P3).

Prendiamo in considerazione il ritardo complessivo del sistema che sarà la somma dei ritardi prodotti dal dispositivo di trigger e la comunicazione seriale, del software di VR e dal ritardo del HMD (Oculus). Il primo dispositivo, essendo Hardware ammette un ritardo di circa 5 millisecondi. Il software di VR (Unity) ha una frequenza di aggiornamento di 20 millisecondi (50Hz). Il ritardo massimo dell'Oculus è di 50 millisecondi (<http://oculusrift-blog.com/john-carmacks-message-of-latency/682/>). Complessivamente il sistema ammette 75-80 millisecondi di ritardo massimo nel peggiore dei casi pertanto essendo inferiore alle specifiche di progetto possiamo concludere che la P300 può essere correttamente rilevata.

La struttura generale d'interfacciamento tra il software di simulazione virtuale (Virtual Environment, VE) e l'amplificatore EEG è rappresentata nella figura sottostante.

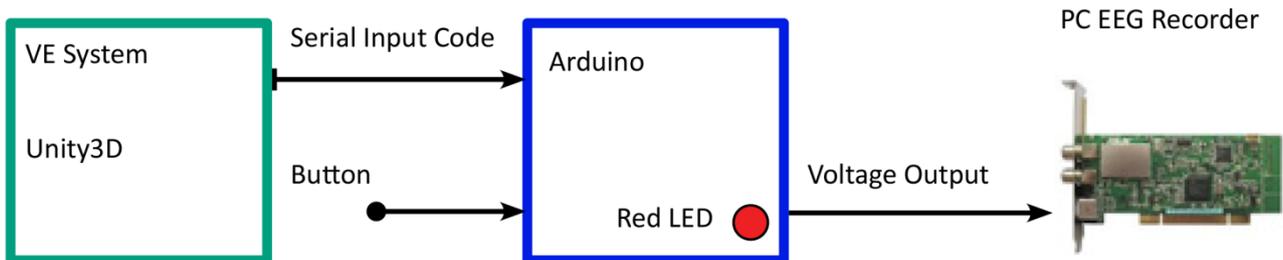


FIGURA 32 - TRIGGER ARDUINO

Il software di simulazione virtuale (Virtual Environment, VE) invia dei codici tramite la comunicazione seriale ad Arduino. Tali codici rappresentano la presenza o l'assenza del segnale di trigger nonché dell'evento visuale a cui l'utente è sottoposto. In caso si vogliono utilizzare due trigger è sufficiente estendere la logica sotto proposta.

2.4.2.1.2 ROUTINE ESEGUITE IN ARDUINO UNO

Il codice inserito nel dispositivo esegue semplici routine in modo da minimizzare i ritardi dovuti al tempo necessario per il calcolo, l'invio, e la ricezione dei dati.

Le variabili sono inizializzate in modo da impedire l'invio del segnale di trigger anche in assenza di comunicazione in ingresso ad Arduino. Inoltre se non viene premuto il pulsante non sarà inviato alcun segnale di trigger, il pulsante si comporta come un "normalmente aperto".

Dopo una fase di inizializzazione, le routine principali eseguite saranno:

- Controllo di ricezione dati dalla seriale;
- Erogazione tensione di Trigger;

In caso la trasmissione seriale venga interrotta, sia fisicamente (disconnettendo il cavo) sia software, l'algoritmo interno ad Arduino rileverà tale interruzione. In questo caso sarà interrotta tempestivamente l'alimentazione in uscita per evitare possibili danni e malfunzionamenti.

2.4.2.2 SECONDA VERSIONE DEL SISTEMA DI INVIO TRIGGER

Per abilitare la comunicazione tra il sistema e il software di registrazione del tracciato EEG è stato necessario instaurare un collegamento utilizzando un cavo seriale, appositamente costruito dall'azienda produttrice del software di registrazione, e un adattatore COM to SERIALE per interfacciare i computer.



FIGURA 33 - CONVERTITORE USB-RS232

2.4.3 DRIVER SOFTWARE

Per poter procedere alle elaborazioni necessarie agli scopi del progetto, è necessario analizzare puntualmente tutte le rilevazioni effettuate durante la registrazione degli EEG eseguiti in "immersione" nello scenario virtuale. A tale proposito l'integrazione a livello hardware eseguita con Arduino rappresenta il primo livello di integrazione: attraverso questa infatti è possibile inserire nel normale tracciato EEG i segnali in corrispondenza dei diversi trigger, ma per procedere alla acquisizione di questi dati, unitamente agli altri prodotti da un EEG standard, è necessario intervenire anche a livello software.

Lo scenario di riferimento del progetto RESCAP per l'acquisizione dei segnali EEG prevede l'utilizzo di un device di proprietà dell'utenza finale, un EEG della azienda MICROMED a 64 canali.

Quest'ultimo come la maggior parte dei device attualmente in utilizzo non presenta alcuna possibilità di interazione se non a livello hardware in real-time; di conseguenza i dati di interesse delle diverse sessioni di registrazione possono essere consultati solo in maniera asincrona, cioè differita rispetto al momento della registrazione.

Il processo standard di analisi dei dati, adottato dall'utenza finale, prevede i seguenti passi:

- sessione di registrazione EEG
- analisi della registrazione attraverso il software proprietario della MICROMED
- esportazione dei dati della registrazione dal software MICROMED in altri formati (TRC, EDF, ASCII) per analisi con altri strumenti

Nell'ottica di acquisire le informazioni di interesse per il progetto, di eseguire i calcoli necessari a verificare la bontà dell'approccio RESCAP e di procedere alla memorizzazione di questi dati nella piattaforma di gestione in maniera il più possibile automatizzata, si è deciso di intervenire direttamente sui dati grezzi prodotti dal dispositivo MICROMED e quindi intervenendo a valle delle precedenti fasi di processo.

I tre possibili formati di esportazione presentano diverse caratteristiche che sono state puntualmente analizzate per scegliere il formato di file più idoneo agli scopi. Si riportano i risultati di questa analisi:

file TRC: risulta essere il formato proprietario e standard per la memorizzazione delle registrazione da parte del dispositivo MICROMED. Ovviamente è il più completo dal punto di vista di ricchezza

informativa dei dati memorizzati, ma è, come detto in un formato proprietario binario e pertanto consultabile solo attraverso il software MICROMED o altri software che ne conoscono la struttura interna.

file EDF: Il formato EDF (European Data Format) è un formato semplice e flessibile per lo scambio e la conservazione di segnali biologici e fisici multicanale. È stato sviluppato da un gruppo di ingegneri medicali europei. L'esigenza di questo formato è nata all'interno di una ricerca scientifica in cui si desiderava applicare alcuni algoritmi di analisi del sonno anche ad altre tipologie di dati e poter confrontare i risultati delle analisi; si è elaborato così un formato di file molto semplice per scambiare i queste registrazioni. La proposizione del formato EDF è stata pubblicata nel 1992 in nel Journal Electroencephalography and Clinical Neurophysiology (n° 82, pag 391-393) e da allora, EDF è diventato lo standard de-facto per registrazioni EEG e PSG. Un'estensione di EDF, di nome EDF+, è stato sviluppato nel 2002 ed è in gran parte compatibile con EDF, ma in formato EDF+ i file possono anche contenere registrazioni parziali, annotazioni, stimoli e altri tipi di eventi. Pertanto, EDF+ è in grado di memorizzare qualsiasi registrazione medica come EMG, potenziali evocati, ECG, così come i risultati delle analisi automatiche e manuali, quali deltaplots, parametri QRS e fasi del sonno. EDF e EDF+ sono formati aperti e disponibili gratuitamente. Le specifiche complete sono riportate nel sito ufficiale di EDF⁵. EDF rappresenta il formato migliore date le sue intrinseche capacità di portabilità e compatibilità, ma nel caso del formato EDF prodotto da MICROMED non è possibile rintracciare nel file gli eventi come i trigger necessarie alle analisi previste da RESCAP.

file ASCII: il formato ASCII (American Standard Code for Information Interchange – cioè codifica americana normalizzata per lo scambio di informazioni) è la forma più diffusa di rappresentazione dei caratteri alfanumerici usati nei computer; mediante l'uso di un codice binario consente di semplificare la comunicazione tra i diversi linguaggi di elaborazione di dati. ASCII comprende 256 caratteri, tra numeri, lettere maiuscole e minuscole, segni d'interpunzione, operatori aritmetici e simboli di comando per l'apparato senza alcuna formattazione. E' direttamente interpretabile da un qualsiasi elaboratore, non richiede cioè nessuna conversione di formato. Il file di esportazione in ASCII eseguito dal dispositivo MICROMED risulta essere immediatamente elaborabile, ma ha una perdita di significatività relativamente ai valori rilevati: vengono infatti memorizzati solo sino alla XXX cifra decimale, cosa che comporta rischio di analisi approssimative e ben poco accurate e ne sconsiglia l'utilizzo nel progetto RESCAP.

Si è deciso pertanto di procedere con l'utilizzo del file in formato TRC, implementando un driver software che si faccia carico di estrarre le informazioni dal file grezzo e di comunicarle alla procedura di acquisizione dati per la gestione delle informazioni e dei calcoli.

2.5 IMMAGAZZINAMENTO DATI REGISTRATI DAI DISPOSITIVI IN REPOSITORY (3.5)

2.5.1 PROTOCOLLO DRIVER

Il formato TRC, come esposto nei precedenti deliverable, è proprietario MICROMED, ma è stato possibile rintracciare in rete una descrizione del formato utilizzato e di come i dati vengono memorizzati al suo interno. Attraverso questa descrizione è stato possibile progettare un parser software che analizzasse i file TRC e ne estraesse le informazioni necessarie.

Si riporta il dettaglio della struttura del file TRC così come implementata nel parser:

Il file è suddiviso in tre macro aree con finalità diverse:

⁵ <http://www.edfplus.info/specs/index.html>

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

1. HEADER: contenente le informazioni del paziente, indicazioni circa la posizione di inizio e di fine della sezione segnali, numero di trigger e la posizione degli stessi all'interno del file
2. SIGNAL: segnali in formato grezzo (RAW)
3. TRIGGER: sezione contenente le informazioni relative ai trigger

Riportiamo il dettaglio di ognuna delle strutture:

- HEADER: Dimensione totale 410 byte
- cognome paziente (22 byte, da posizione 64 a 85)
- nome paziente (20 byte, da posizione 86 a 105)
- timestamp in formato gg/mm/aaaa hh:mm:ss (6 byte da posizione 128 a 133) un byte per ogni campo (per la rappresentazione dell'anno è necessario sommare 1900 al valore memorizzato).
- versione TRC 1 byte posizione 175
- data start offset (4 byte da posizione 138 a 141)
- numero canali (2 byte da posizione 142 a 143)
- multiplex (2 byte da posizione 144 a 145)
- rate min (2 byte da posizione 146 a 147)
- code area (4 byte da posizione 184 a 187)
- code area length (4 byte da posizione 188 a 191)
- electrode area (4 byte da posizione 200 a 203)
- electrode area length (4 byte da posizione 204 a 207)
- trigger area (4 byte da posizione 408 a 411)
- trigger area length (4 byte da posizione 412 a 415)
- SIGNAL: Dimensione totale variabile definita da campo "code area length" di HEADER

Per ogni segnale vi è una label con associato un array di byte contenente i valori registrati al campionamento previsto dal device (ad esempio 256 rilevazioni per secondo, quindi per una registrazione di 60 secondi l'array sarà di 15360 elementi)

TRIGGER: Dimensione totale variabile definita da campo "trigger area length" di HEADER

Per ogni trigger vi è una label con associato un array di byte contenente la posizione temporale in termini di millisecondi in cui lo specifico trigger è stato attivato (quindi per un trigger di tipo 2 che si è verificato 10 volte durante la registrazione, l'array avrà dimensione 10)

Il parser da realizzare dovrà implementare una procedura che avendo in input il file TRC, utilizzando la struttura pocanzi definita, esaminerà il file e procederà a:

- Un primo controllo di validità del file
- Estrazione dei segnali per ogni singolo canale
- Estrazione dei trigger per ogni tipologia

Le ultime due estrazioni forniranno alla componente software deputata alla acquisizione dei dati una struttura ad alto livello da poter manipolare per eseguire i calcoli necessari e procedere alla memorizzazione degli stessi nella piattaforma di gestione.

2.5.2 PROTOCOLLO COMUNICAZIONE SOFTWARE

La componente software deputata alla acquisizione e memorizzazione dei dati interagirà con i driver verso i dispositivi e provvederà all'invio delle informazioni estratte verso la piattaforma di gestione RESCAP. Saranno necessarie perciò due tipologie di comunicazione diverse:

- una tra driver/parser e componente
- una tra componente e piattaforma di gestione

2.5.2.1 COMUNICAZIONE PARSER

La comunicazione tra PARSER e componente software sarà implementata in due livelli distinti:

- il primo livello consentirà alla componente di richiamare il driver all'occorrenza per elaborare i segnali prelevati dal device medicale
- il secondo livello consentirà alla componente di accedere ai dati estratti e di condividerli con le altre componenti

Il primo livello è stato implementato adottando l'approccio definito in letteratura di incapsulamento dei dati; questo approccio è implementato da tutte quelle operazioni che consentono l'interazione tra diverse applicazioni sfruttando i servizi che le stesse espongono all'esterno. Nell'accezione di servizio intendiamo in questo caso tecnologie come API, DLL e tutte quelle che consentono di accedere dall'esterno con interfacce proprietarie e con uno sforzo di implementazione minimo a funzionalità o dati presenti nella applicazione esterna.

L'integrazione deve avvenire, come detto, nella maniera più semplice e immediata possibile e tutti i controlli di accesso e di correttezza e consistenza dei dati trattati devono essere a carico della applicazione che offre il servizio. L'applicazione "consumer" dei dati o delle funzionalità non deve conoscere né la locazione, né la struttura interna di questi, ma deve solo invocare un servizio e ottenere in risposta le informazioni desiderate. Nel nostro caso il PARSER ha il ruolo di esporre i propri servizi alla componente software che agisce con ruolo di consumer e quindi a comunicazione avverrà richiamando metodi pubblici esposti dal PARSER che opportunamente interrogati restituiscono le informazioni necessarie per proseguire con le elaborazioni

Il secondo livello di integrazione sarà realizzato condividendo direttamente i dati necessari alla cooperazione tra le applicazioni attraverso la definizione di protocolli di interscambio.

Un protocollo di interscambio (ad esempio un file più o meno strutturato) può consentire, quindi, un primo livello di integrazione per dati. L'applicazione ospitante il dato da condividere provvede a popolare, con modalità e tempistica da stabilire, una struttura dati comune con le altre applicazioni con i dati di interesse comune. Le altre applicazioni anche loro con modalità predefinite provvedono a esaminare la struttura in comune e a manipolare i dati in essa presenti

Per ottimizzare la comunicazione tra PARSER e componente software attraverso l'interscambio di dati si è deciso di strutturare quest'ultima con una definizione di classi che rispecchiasse la struttura a più basso livello della sorgente dati; è stata cioè operata una classificazione identica alla suddivisione del file TRC in aree definite per Header, Signal e Trigger. Di seguito si riporta il diagramma delle classi e i relativi metodi della componente software.

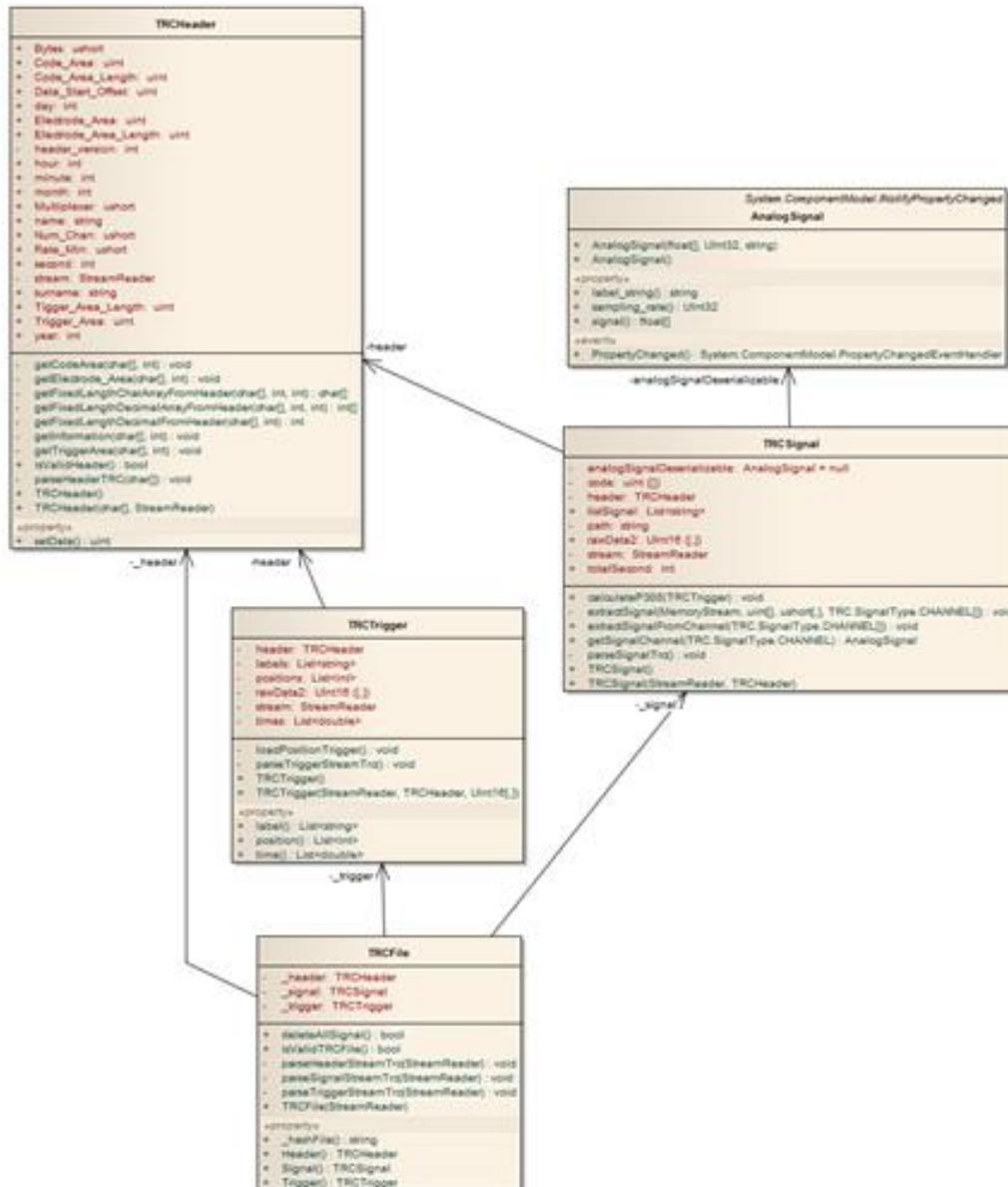


FIGURA 34 - DIAGRAMMA DELLE CLASSI DEL PARSER

2.5.2.2 COMUNICAZIONE COMPONENTI - PIATTAFORMA REMOTA

La comunicazione tra componente di interazione con l'operatore e verso la piattaforma di gestione remota che ospiterà di dati RESCAP avverrà invece attraverso una implementazione basata su Web Service.

Un Web Service (Servizio Web) è un'interfaccia che descrive una collezione di operazioni, accessibili attraverso una rete mediante scambio di messaggistica: i Web Service non sono altro che una tecnologia per l'implementazione di soluzioni orientate ai servizi la cui implementazione consente di risolvere i tradizionali problemi di integrazione tra applicazioni diverse:

- fornire delle interfacce standard che rendano attuabile l'integrazione di sistemi diversi, che altrimenti sarebbe inattuabile o che richiederebbe un enorme sforzo di sviluppo;
- introdurre nel campo della comunicazione computer-to-computer un'esposizione di informazioni e servizi altrettanto globale, condivisibile e platform-independent come quella disponibile tra umani attraverso l'HTTP+HTML

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- superare le limitazioni che hanno gli attuali protocolli per l'invocazione remota di oggetti (DCOM, JavaBeans, CORBA, RMI) nell'operare su Internet (es.: problemi con firewall, troppo esosi capacità computazionale e banda richiesta);
- permettere lo sviluppo di un mercato globale di servizi secondo la logica B2B

Il concetto di web service è molto simile a quello di oggetto, nel significato con cui lo si usa nella programmazione Object-oriented: un oggetto è un modulo software che offre una serie di funzioni utilizzabili dall'esterno da parte di altro software, tramite una interfaccia di comunicazione dichiarata dall'oggetto stesso; anche un web service offre una funzionalità (servizio), ad altri client sulla rete attraverso una interfaccia esposta ben definita. La differenza consiste che in questo caso il servizio è posto sul web, e l'integrazione con il servizio avviene attraverso lo scambio di messaggi sulla rete.

In sostanza il primo elemento che li caratterizza non è altro che un'interfaccia, descritta in un linguaggio comprensibile sia da un umano che da una macchina e accessibile dal mondo esterno: sistemi esterni non necessariamente della stessa natura, infatti, possono accedervi utilizzando la descrizione dell'interfaccia e comunicando attraverso un set di messaggi che viaggiano grazie ad un livello di trasporto.

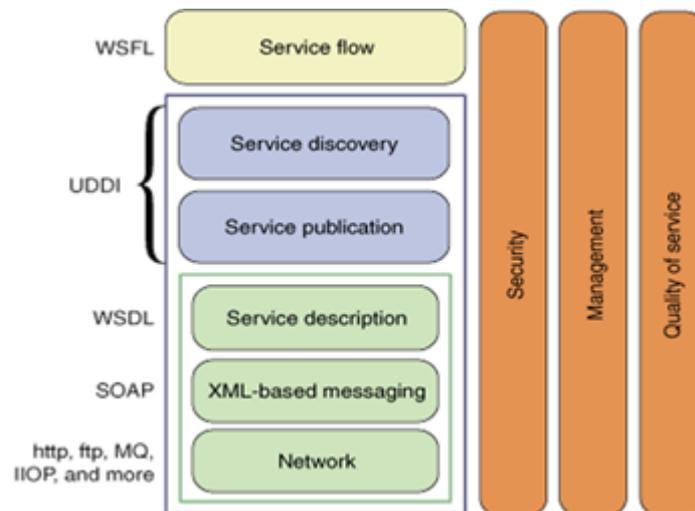


FIGURA 35 - STACK DI UN GENERICO WEB SERVICE

Forniamo una descrizione dell'architettura di un Web Service come rappresentata in figura:

- **Trasporto del servizio (Network)**: responsabile per il trasporto dei messaggi tra le applicazioni in rete, include protocolli quali HTTP, SMTP, FTP.
- **XML Messaging**: tutti i dati scambiati sono formattati mediante tag XML in modo che gli stessi possano essere utilizzati ad entrambi i capi delle connessioni; il messaggio può essere codificato conformemente allo standard SOAP, come anche utilizzare JAX-RPC, XML-RPC o REST.
- **Descrizione del servizio (Service Description)**: l'interfaccia pubblica di un Web Service viene descritta tramite WSDL (Web Services Description Language). Si tratta di un linguaggio basato su XML usato per la creazione di documenti descrittivi delle modalità di interfacciamento ed utilizzo del Web Service.
- **Elencazione dei servizi (Service Discovery e Publication)**: si tratta della centralizzazione della descrizione e della localizzazione dei Web Service in un registro comune, la quale permette la ricerca ed il reperimento in maniera veloce dei Web Service disponibili in rete; a tale scopo viene attualmente utilizzato il protocollo UDDI

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Per lo strato implementativo della precedente architettura esistono diversi protocolli di base:

- SOAP (Simple Object Access Protocol): protocollo leggero per lo scambio di informazioni (mediante messaggi codificati in un formato XML);
- WSDL (Web Services Description Language): protocollo XML per la descrizione di servizi di rete. Un documento WSDL fornisce tutte le informazioni necessarie per l'utilizzo di un servizio web (formato dei messaggi, protocollo di trasporto, ecc...);
- UDDI (Universal Discovery Description Integration): protocollo per la realizzazione di registri distribuiti, basati sul web, di servizi web; i registri UDDI vengono usati per la ricerca e la pubblicazione di servizi web;

Nello specifico i Web Services che saranno realizzati per la gestione della comunicazione interna tra le diverse componenti di RESCAP+ saranno conformi al protocollo SOAP e WSDL di cui si fornisce una dettagliata descrizione, per comprendere meglio sia le motivazioni alla base di questa scelta sia la successiva descrizione dei servizi che si andranno a implementare.

SOAP (Simple Object Access Protocol) è un protocollo leggero per lo scambio di informazioni in ambienti distribuiti che possiede le seguenti caratteristiche:

- è basato su XML (messaggi codificati in un formato XML).
- gestisce informazione strutturata e tipizzata
- non definisce alcuna semantica per le applicazioni o per lo scambio messaggi, ma fornisce un mezzo per definirla.

La strutturazione dei messaggi SOAP, che deriva direttamente dalla strutturazione implicita di XML, è molto adatta al trasporto dei dati ed alla comunicazione tra sistemi diversi.

La gestione dei tipi in SOAP utilizza il type system standard degli Schemi XML che risulta essere molto robusto e versatile: in questo modo è possibile far viaggiare insieme ai dati anche dei metadati che ne descrivono la struttura.

Rispetto ad altri protocolli binari come CORBA, .NET Remoting, RMI, etc., SOAP essendo basato su XML è un protocollo in formato testuale cosa che consente notevoli vantaggi:

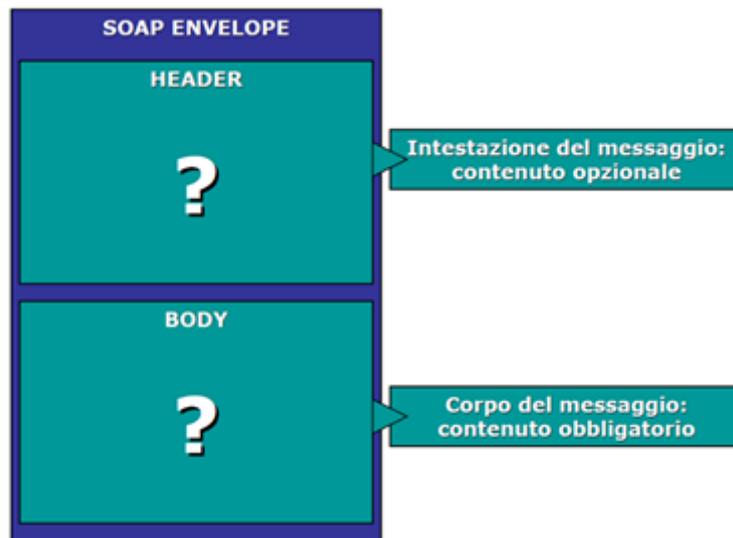
- il debugging è notevolmente semplificato, perché l'XML è leggibile anche da essere umani
- i dati sono molto più firewall-friendly cioè un firewall può analizzarli e dedurre che sono innocui, facendoli passare

Analizziamo la struttura standard di un messaggio SOAP

Un messaggio SOAP è composto da:

- un elemento radice (envelope) obbligatorio che conterrà al suo interno la dichiarazione del namespace di SOAP
- un elemento header opzionale che ha lo scopo di trasportare informazioni non facenti parte del messaggio, destinate agli "attori", cioè alle varie parti che il messaggio attraverserà per arrivare al suo destinatario finale.
- un elemento body obbligatorio, l'elemento che contiene il messaggio vero e proprio.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



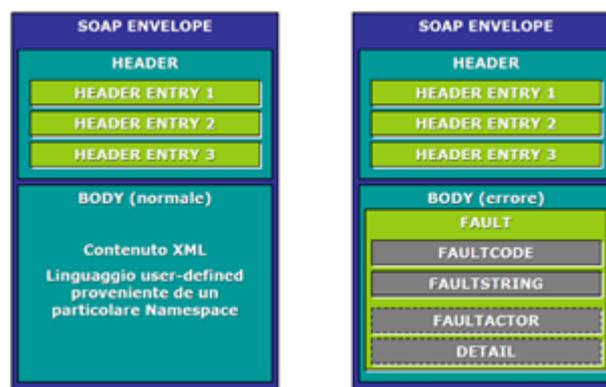
Gli headers forniscono un modo per estendere un messaggio in maniera modulare e senza la necessità di rinegoziare l'intero formato tra tutte le parti in causa.

L'elemento header, se presente, deve essere il primo figlio di envelope e tutti gli elementi figli di header vanno considerati singole header entries.

Come per il Body, non esiste un formato per le header entries: la grammatica da utilizzare deve essere importata da altri namespaces.

Il corpo del messaggio SOAP (Body) contiene le informazioni per il destinatario finale del messaggio; il contenuto di Body è definito dall'implementatore del messaggio tramite l'uso di un particolare namespace. Il destinatario dovrà elaborare i dati e obbedire alla loro semantica, specificata dal namespace di appartenenza.

L'elemento Body è semanticamente equivalente a una header entry con *mustUnderstand*="1" e *actor* non specificato.



Per ciò che concerne la gestione degli errori all'interno del protocollo SOAP, esiste un solo elemento predefinito che può apparire nel Body del messaggio: l'elemento Fault.

Fault compare nei messaggi SOAP di risposta se il destinatario o un intermediario non sono stati in grado di elaborare la loro parte del messaggio di richiesta e, se presente, deve essere uno dei figli di Body e può comparire solo una volta all'interno del messaggio.

L'elemento Fault serve a fornire informazioni su errori derivanti dall'elaborazione del messaggio ed è costituito dai seguenti elementi figli

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- un elemento *faultcode*, obbligatorio. Fornisce un codice di identificazione per l'errore, ad uso del software. SOAP definisce alcuni codici standard per questo elemento.
- un elemento *faultstring*, obbligatorio. Fornisce una descrizione testuale dell'errore.
- un elemento *faultactor*, obbligatorio. Specifica l'attore che ha generato l'errore, se non si tratta del destinatario (cioè se l'errore è stato provocato dalla mancata elaborazione di una header entry durante la trasmissione del messaggio).

Se l'errore è provocato dall'elaborazione del Body, l'elemento Fault deve fornire anche i dettagli dell'errore in un ulteriore elemento denominato *detail*.

Tuttavia, l'elemento *detail* non deve apparire se l'errore è stato provocato dall'elaborazione di una header entry: in questo caso i dettagli vanno inseriti in una nuova header entry.

Anche il contenuto dell'elemento *detail* deve essere specificato usando una grammatica XML importata da un namespace opportuno.

2.6 ALGORITMI DI CLUSTERIZZAZIONE E SEGMENTAZIONE DEI DATI NEL REPOSITORY (3.6)

2.6.1 I VANTAGGI DELLA CLUSTERIZZAZIONE

2.6.1.1 INTRODUZIONE SULLA CLUSTERIZZAZIONE

Per clusterizzazione (o clustering) si intende il processo attraverso il quale un insieme di oggetti viene separato in tanti gruppi o sottoinsiemi, in modo tale che all'interno di ciascun gruppo gli oggetti abbiano caratteristiche di somiglianza maggiori rispetto agli oggetti presenti negli altri gruppi.

Quindi, attraverso un'operazione di clusterizzazione, si può lavorare sui dati per estrapolare una relazione, non nota a priori, che possa legare la condizione clinica di un paziente ad una particolare soluzione architettonica che possa migliorare la sua qualità di vita, ovvero ridurre la sensazione di stress causata dal vivere in ambienti di vita domestici non consoni alle patologie del paziente stesso.

2.6.1.2 UTILIZZO NEL SISTEMA RESCAP

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

All'interno del sistema Rescap, precisamente nel macromodulo di "Misura della Capacità Residua" vi è la componente che si occupa di mantenere ed arricchire un archivio all'interno del quale si conserva lo storico delle registrazioni EEG/ECG/SSR e delle sperimentazioni condotte dai tecnici dell'Università di Bari tramite i loro apparati, durante l'immersione di realtà virtuale.

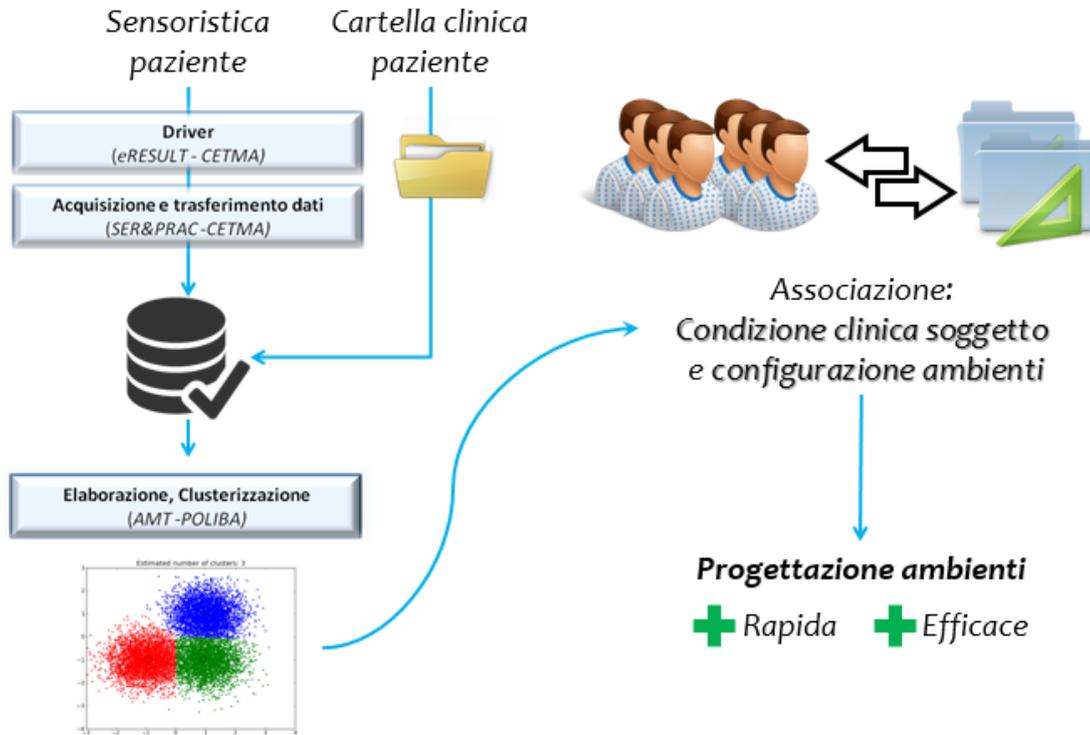


FIGURA 36 - LA CLUSTERIZZAZIONE IN RESCAP

Come mostrato in Figura 36, nel repository verranno memorizzate, in forma anonimizzata, le sessioni di registrazione e il quadro clinico relativo al soggetto sottoposto alle registrazioni. A questi due insiemi di dati forniti in input al repository verranno poi associati i provvedimenti architettonici e domotici decisi dal medico e implementati nelle abitazioni dei rispettivi pazienti.

Quest'associazione, forte della validazione scientifica operata a monte dal medico, potrà essere riutilizzata per successive sessioni di riqualificazioni con l'importante vantaggio di ridurre la durata o di fare completamente a meno dell'intera fase di immersione virtuale.

Infatti, avendo a disposizione una buona quantità di associazioni di quadri clinici dei pazienti e provvedimenti domotici intrapresi, è possibile effettuare una clusterizzazione e stabilire una corrispondenza tra configurazioni ambientali e un certo insieme di casi clinici.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

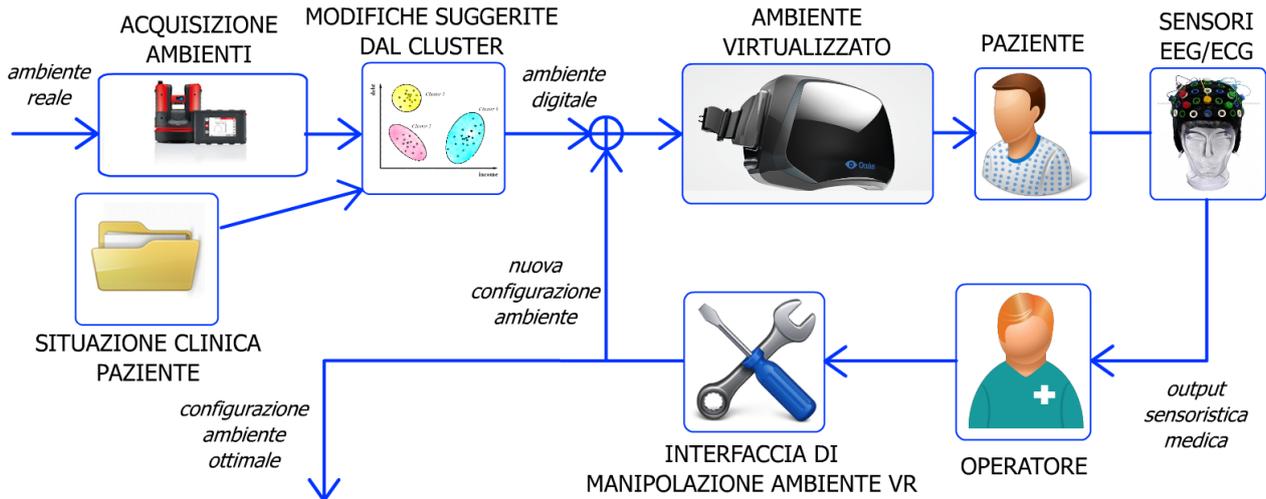


FIGURA 37 - LOOP FASE SPERIMENTALE, VERSIONE CON CLUSTERIZZAZIONE

Come esposto in Figura 37, questa clusterizzazione può essere riutilizzata per successive sperimentazioni con nuovi pazienti: partendo infatti dal quadro clinico del nuovo paziente è possibile conoscere a priori che un ben determinato insieme di modifiche architettonico-domotiche sono sicuramente efficaci e quindi possono già essere implementate.

2.6.1.3 INFRASTRUTTURA DEL SISTEMA RESCAP PER LA SEGMENTAZIONE

Al fine di individuare i criteri per la configurazione di un ambiente di vita che sia il più possibile vicino ai bisogni dei soggetti con capacità residue è necessario individuare del cluster che permettano di trovare le configurazioni migliori a seconda dello stato cognitivo dei pazienti stessi.

Il workflow dell'esperimento è il seguente:

- **Anamnesi:** si raccolgono dal paziente le informazioni utili all'inquadramento clinico del soggetto; tutte queste informazioni vengono raggruppate al fine di creare una cartella clinica, in cui è descritto il livello di disabilità cognitiva.
- **Sperimentazione virtuale:** vengono somministrati degli scenari virtuali utili alla valutazione dello stato cognitivo ed emozionale del paziente. In particolare, vengono eseguiti i seguenti esperimenti:
 - **Esperimento cognitivo:** il paziente viene sottoposto a tre scene virtuali, il cui ambiente varia per la posizione del bagno. Durante l'esperimento si effettua una registrazione EEG, nella quale vengono memorizzati i trigger rari e frequenti, come da protocollo, utili al calcolo della P300. L'output dell'esperimento consiste in tre tracciati EEG, ognuno relativo a ciascuna scena virtuale somministrata.
 - **Esperimento emozionale:** al paziente viene chiesto, in una fase di setup, di esprimere delle preferenze in merito alla configurazione ambientale; in particolare, il soggetto indica due configurazioni relative ad uno scenario migliore e peggiore, specificando i seguenti parametri:
 - Intensità di luce
 - Colorazione pareti
 - Genere musicale

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Terminata la fase di configurazione, vengono generati 16 scenari, che sono sottoposti al paziente per 30 secondi ciascuno, al termine dei quali il soggetto risponde a delle domande effettuate dall'operatore (test SAM). I risultati di questa valutazione sono utilizzati per scegliere, tra i 16 scenari, quello migliore e quello peggiore che sono somministrati al paziente per 7 minuti ciascuno. L'output dell'esperimento consiste in due tracciati EEG, ognuno relativo a ciascuna scena virtuale somministrata.

Al termine dell'esperimento, vengono elaborati i tracciati EEG precedentemente registrati e vengono calcolate la latenza e l'ampiezza relativa al segnale P300 per ogni soggetto, relativamente a ciascun colore di stimolazione. Per i tracciati provenienti dallo scenario emozionale, è effettuata un'analisi in frequenza per estrapolare dei parametri riguardanti SSR e HRV.

Per tenere traccia dei dati relativi a ciascun paziente e agli esperimenti condotti, è stato creato un database strutturato nel modo seguente:

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

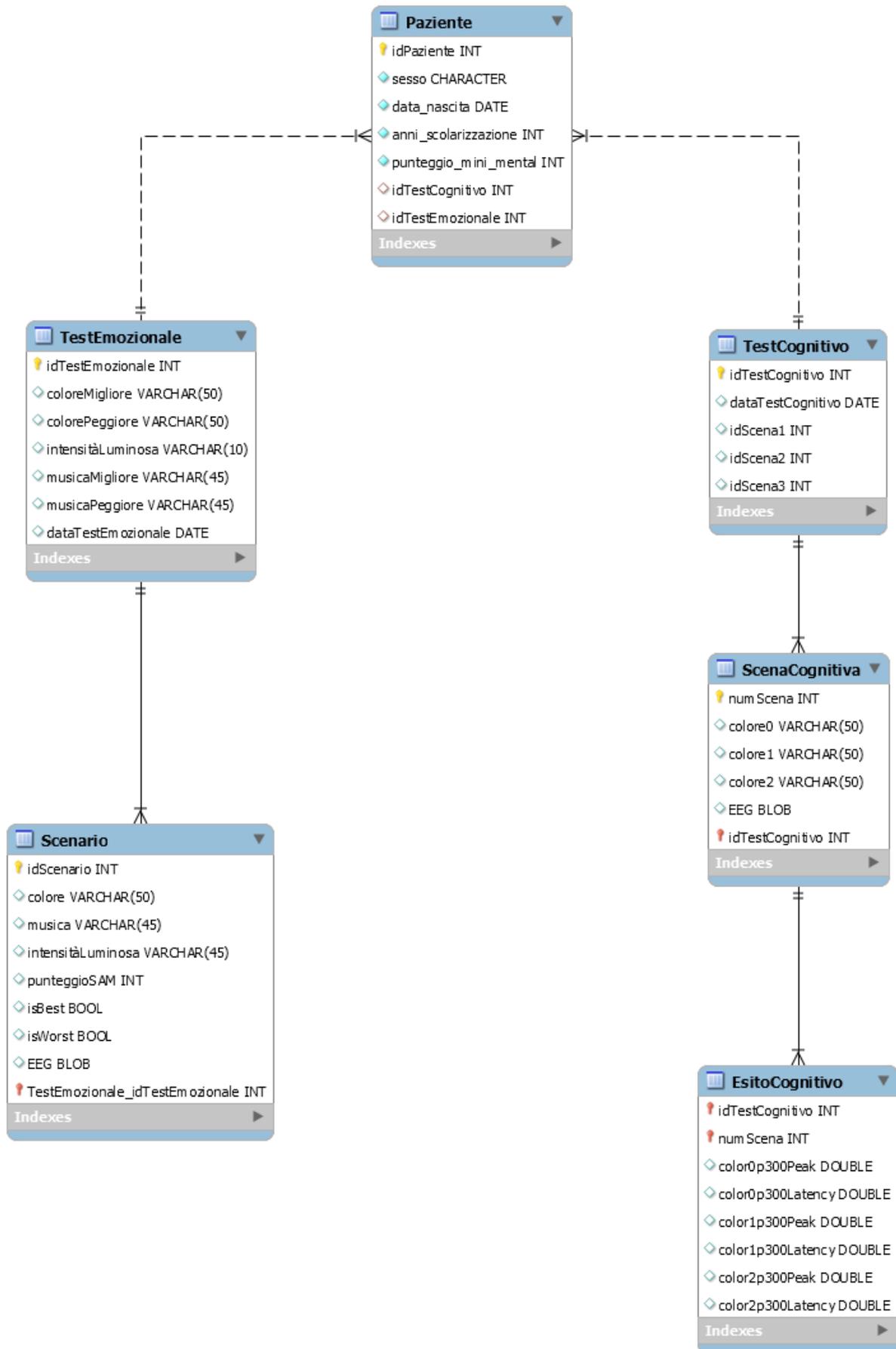


FIGURA 38 - DIAGRAMMA EER DATABASE RESCAP

2.6.2 CRITERI DI SEGMENTAZIONE

Dal database sopra descritto, sono estratte le feature che diventano input per un software che effettua la clusterizzazione utilizzando l'algoritmo "Self-Organizing Maps (SOM)".

Questo algoritmo appartiene alla seguente tipologia:

- *clustering partizionale (detto anche non gerarchico, o k-clustering)*, in cui per definire l'appartenenza ad un gruppo viene utilizzata una distanza da un punto rappresentativo del cluster (centroide, medioide ecc...), avendo prefissato il numero di gruppi della partizione risultato.

2.6.3 RIUTILIZZO DELLE INFORMAZIONI

Dopo aver raccolto ed elaborato dati a sufficienza, il sistema sarà in grado di stabilire in maniera automatica, a partire da determinati input (p.e. sesso, età, scolarizzazione, dati clinici, ecc.), quali siano le caratteristiche architettoniche di una ambiente e del sistema domotico che siano in grado di migliorare le condizioni di vita di un soggetto.

2.7 PIATTAFORMA DI DOMOTICA AVANZATA (3.7)

2.7.1 IL SISTEMA DOMOTICO IN RESCAP

L'approccio tecnologico utilizzato nello sviluppo del sistema domotico Rescap è estremamente flessibile poiché si basa sulle esigenze ultime del fruitore, quindi deve garantire la modularità e l'integrazione con nuovi sistemi nel momento in cui le necessità dell'end-user tendono a cambiare. Lo scopo finale del sistema è quello di attuare degli scenari (controllo impianto di illuminazione in luminosità e colore, gestione tende, impianto audio), individuati mediante la sperimentazione virtuale, che permettano non solo di facilitare la gestione degli impianti domestici, ma di ridurre la condizione di stress in quei soggetti che presentano delle disabilità cognitive ad uno stato iniziale.

Si procede di seguito ad esaminare gli scenari domotici che si intende sviluppare nell'ambito del progetto Rescap.

2.7.1.1 GESTIONE LUCI: FASE DI ANALISI DEL SISTEMA

Negli ultimi anni sono stati messi a punto una serie di sistemi in grado di ridurre al minimo l'utilizzo di luce artificiale sfruttando il più possibile la luce naturale proveniente dall'esterno, per esempio controllando sistemi di ombreggiamento, oppure regolando la luminosità dei punti luce adottando sistemi di regolazione del flusso luminoso.

Di seguito vengono esaminate alcune caratteristiche che guidano i progettisti nella realizzazione di impianti di illuminazione di ambienti domestici.

L' "illuminamento" è una grandezza che permette di esprimere l'entità della luce che investe una certa superficie. L'unità di misura dell'illuminamento è il lux (lx).

La quantità di luce necessaria in un ambiente cambia a seconda delle funzioni a cui è esso è destinato, quindi risulta molto importante adattare l'illuminazione alle diverse esigenze evitando gli errori più frequenti:

- una quantità di luce insufficiente allo svolgimento di determinate attività (cucinare, leggere, ecc.)
- una errata distribuzione delle fonti luminose che lasciano fastidiose zone d'ombra o che provocano abbagliamento.

In generale, la soluzione migliore consiste nel creare una luce soffusa in tutto l'ambiente e intervenire con fonti luminose più intense nelle zone destinate ad attività precise.

Di seguito riportiamo i livelli di illuminamento consigliati per una corretta progettazione dell'impianto di illuminazione negli ambienti domestici.

<i>Zona di passaggio</i>	<i>50-150 lux</i>
<i>Zona di lettura</i>	<i>200-500 lux</i>
<i>Zona di scrittura</i>	<i>300-750 lux</i>
<i>Zona pasti</i>	<i>100-200 lux</i>
<i>Cucina</i>	<i>200-500 lux</i>
<i>Bagno: illuminazione generale</i>	<i>50-150 lux</i>
<i>Bagno: zona specchio</i>	<i>200-500 lux</i>
<i>Camere: illuminazione generale</i>	<i>50-150 lux</i>
<i>Camere: zona armadi</i>	<i>200-500 lux</i>

FIGURA 39 - LIVELLI DI ILLUMINAMENTO CONSIGLIATI A SECONDA DELLA DESTINAZIONE DI UN AMBIENTE

Esistono tecniche più o meno complesse per mantenere un prefissato comfort luminoso all'interno di un ambiente illuminato o meno da luce naturale.

Per l'illuminazione vengono utilizzate tecniche di controllo atte a mantenere costante una certa quantità di lux. Tale regolazione può essere effettuata mediante l'utilizzo di un sensore di luminosità (o di presenza) che misura la quantità di luce presente ed un controllore che imposta il livello di illuminazione di un punto luce. In questo caso il set point è il livello di luminosità desiderato.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

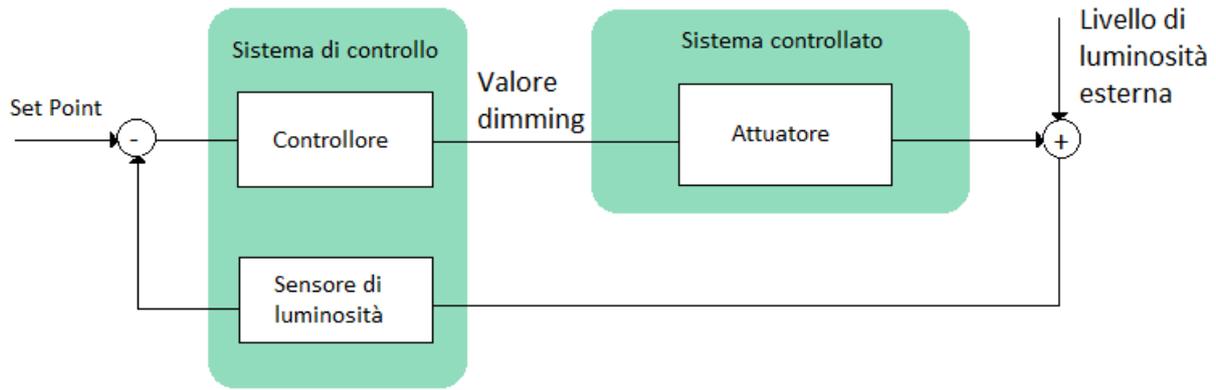


FIGURA 40 – SCHEMA DELL'ANELLO DI CONTROLLO DELLA LUMINOSITÀ

Per quanto riguarda l'implementazione del gruppo funzionale luci, deve possedere le seguenti caratteristiche:

- deve garantire la gestione dell'impianto d'illuminazione in modo da permettere sia agli utenti sia al sistema stesso di poter comandare tutte le luci della struttura.
- deve potersi adattare alle condizioni di luce esterna e alle esigenze degli utenti, memorizzando le scelte che questi hanno espresso mediante un programma facilmente richiamabile ad esempio tramite un tasto su un pannello.

Funzionalità	Tecnologia
Gestione Luci	Possibilità di controllare tutti i punti luce della struttura attraverso pulsanti e interruttori.
	Regolare la luminosità di alcuni punti luce in modo più accurato (dimmerabilità).
	Automatizzare l'accensione delle luci all'ingresso in una stanza e lo spegnimento all'uscita, attraverso l'utilizzo di un rilevatore di presenza.
	Effettuare una regolazione automatica delle luci delle varie stanze in cui viene rilevata la presenza di una persona per consentire di mantenere sempre un certo grado di luminosità (rilevabile attraverso un sensore di luminosità).
	Permettere la regolazione del colore e dell'intensità di alcuni punti luce (RGB) per consentire la cromoterapia.

Nel progetto Rescap il controllo delle luci è stato suddiviso in due parti: luci installate nel controsoffitto (o semplicemente al soffitto) e luci sistemate a parete o rivolte verso la parete. È stata effettuata questa distinzione poiché non era richiesto alle luci a soffitto di essere controllate in colore e, viceversa, le luci strip led poste lungo il perimetro superiore della stanza non sarebbero state in grado di emanare una sufficiente luce per garantire l'illuminazione degli ambienti.

2.7.1.1.1 LUCI A SOFFITTO

All'interno del sistema domotico della piattaforma Rescap, è previsto l'uso di luci a soffitto che devono garantire, oltre alla funzionalità base on/off, la dimmerazione dell'intensità luminosa. Questa

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

caratteristica garantisce la possibilità, attraverso l'uso di un sensore di presenza, di adattamento dell'impianto d'illuminazione al livello di luce naturale presente all'interno della stanza. Ciò è reso possibile attraverso l'uso di un sensore di presenza che, oltre a espletare la funzione suddetta, permette l'accensione/lo spegnimento delle luci sono in presenza/assenza del soggetto nella stanza.

2.7.1.1.2 LUCI STRIP LED A MURO

Le luci strip led a muro permettono di variare la colorazione delle pareti degli ambienti cambiando l'aspetto delle stanze percepito dai soggetti.

Il sistema domotico permetterà di controllare l'accensione/lo spegnimento e la variazione nello spazio RGB della colorazione della luce emessa, al fine di garantire, durante tutto l'arco della giornata, l'attuazione degli scenari impostati.

2.7.1.2 GESTIONE AUDIO

Nella simulazione virtuale in cui immergere il paziente è previsto anche uno stimolo di tipo sonoro: è infatti possibile la riproduzione di suoni ambientali o brani musicali (scelti dal soggetto target) precaricati all'interno di una libreria locale. Tale funzionalità è stata implementata all'interno del sistema domotico attraverso l'uso di un impianto audio.

Funzionalità	Tecnologia
Gestione flussi Audio	Diffusione dell'audio nelle diverse stanze in orari ben definiti (scenari impostati dal medico). È possibile impiegare un touch screen per visualizzare lo stato dell'impianto domotico come unità di controllo operativa per gestire i vari media ed il sistema domotico in generale (luci, colorazione pareti e tende).

2.7.1.3 MOTORIZZAZIONI E AUTOMATISMI

Gli scenari legati alle motorizzazioni e agli automatismi della piattaforma, che la stessa deve sviluppare per garantire soddisfazione alla richieste dell'end user, sono mutuati dalla rilevazione di un set di dati molto complesso.

Funzionalità	Tecnologia
Motorizzazioni e automatismi	Possibilità di controllare e gestire tutte le tende presenti nella struttura.

2.7.2 SCENARI

Nel seguito vengono esaminate le caratteristiche degli scenari domotici previsti per il sistema Rescap.

2.7.2.1 SCENARI PREVENTIVATI VS SCENARI MODIFICATI

Il sistema domotico della piattaforma Rescap viene configurato da remoto dal medico per attuare alcuni scenari, che devono variare durante l'arco della giornata. Viene comunque data la possibilità al paziente di variare manualmente, a suo piacimento, le impostazioni che ritiene più opportune.

La variazione volontaria o l'esito del test SAM (test che permette al soggetto target di esprimere le proprie valutazioni sull'uso del sistema domotico e sugli scenari) possono innescare un meccanismo di alert, che ha il compito di avvisare il medico della situazione anomala che si è verificata.

Distinguiamo le tipologie di meccanismi di alert nel seguente modo:

1. Alert volontario: valutazione delle risposte al test SAM;
2. Alert involontario: caso dispositivi impostati manualmente a valori fuori soglia;

A seguito di un alert, l'analisi dei dati e la valutazione dell'entità delle modifiche effettuate dal paziente, è di responsabilità del medico curante.

Si precisa inoltre che la procedura di alert sarà attivata solo a richiesta del medico.

2.7.2.2 MODALITÀ AUTOMATICA E ALERT VOLONTARIO



FIGURA 41 - ALERT VOLONTARIO

Come detto in precedenza, l'utente può esprimere una valutazione della propria esperienza emotiva all'interno dell'ambiente domestico, tramite il test SAM.

L'esito del test viene registrato e inviato alla piattaforma di monitoraggio e raccolta delle informazioni, sulla quale avviene l'analisi automatica delle risposte e, in seguito, viene inviato un messaggio (sms o email) di alert al medico curante (potenzialmente anche ad un caregiver).

2.7.2.3 MODALITÀ MANUALE E ALERT INVOLONTARIO



FIGURA 42 - ALERT INVOLONTARIO

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Viene data all'utente la possibilità di utilizzare un'applicazione su tablet, per controllare il sistema domotico. Il cambiamento delle impostazioni attiva la "modalità manuale" e disabilita lo svolgimento degli scenari preimpostati dal medico fino ad un orario (preferibilmente notturno), nel quale il sistema si riporta in "modalità automatica".

La variazione manuale delle impostazioni del sistema domotico, innesca un alert verso la piattaforma di raccolta delle informazioni Rescap.

Questo tipo di alert può scaturire dopo il superamento di una determinata soglia (settata preventivamente dal medico), relativa all'impostazione dei parametri di funzionamento dei dispositivi domotici:

- Soglia di default (impostata per tutti i pazienti).
- Soglia personalizzata impostata in maniera preventiva dal medico sulla base del livello di disabilità del paziente.

Dopo un alert, il medico dovrà accedere alla piattaforma e verificare l'ambiente, ossia la configurazione del sistema domotico. Il suo ruolo dovrà essere quello di valutare le situazioni di variazioni, la frequenza con cui avvengono e derivare le conclusioni opportune per l'adattamento del sistema domotico alle esigenze del paziente.

2.7.3 INFRASTRUTTURA SISTEMA DOMOTICO

Di seguito verrà esaminata l'infrastruttura del sistema domotico "I-Do!" realizzato da AMT Services che permetterà di attuare e controllare tutti gli scenari di domotica avanzata.

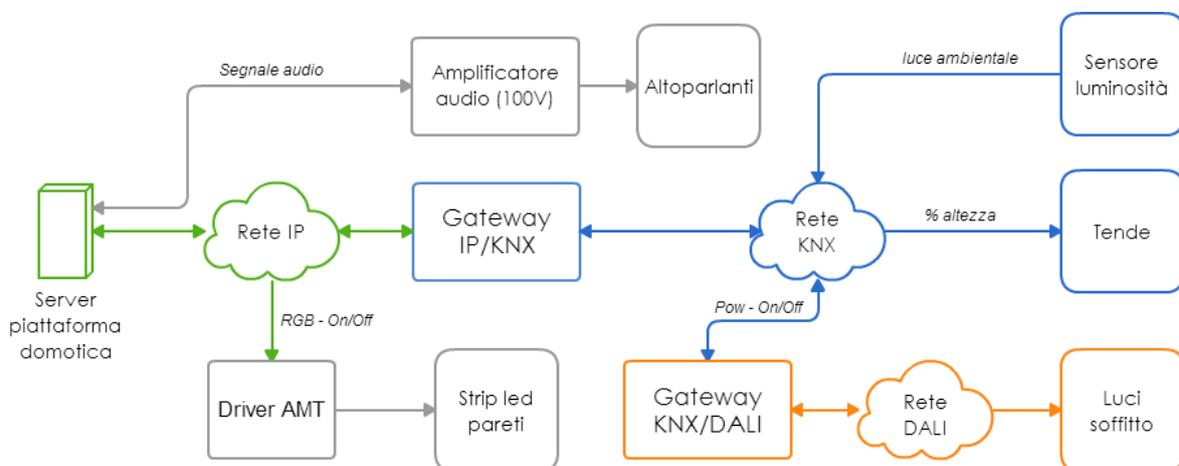


FIGURA 43 - SCHEMA INFRASTRUTTURA DI CONTROLLO DEL SISTEMA DOMOTICO

2.7.3.1 HARDWARE

L'infrastruttura su cui il sistema domotico "I-Do!" poggia, prevede l'impiego di un hardware che funga da server per l'intero sistema, che disponga anche di un web server in modo tale da permettere a diversi client di connettersi per utilizzare via browser l'interfaccia di amministrazione. Esisterà dunque una rete locale (Local Area Network) all'interno della quale ci saranno il server e i client. Uno di questi client sarà un gateway e interfaccia per interagire con i singoli attuatori del sistema domotico: da un lato dunque questo dispositivo comunicherà su rete IP, mentre dall'altro su un bus dove viene impiegato un protocollo di comunicazione dedicato per gli attuatori. Esistono diversi

protocolli di comunicazione e per il progetto Rescap sono stati analizzati Moxa, ZigBee e KNX, di cui si è preferito l'ultimo.

2.7.3.2 PROTOCOLLI

Sebbene sia opportuno adottare uno solo dei seguenti protocolli, il sistema di domotica avanzata "I-Do!" messo a punto da AMT Services sfrutta un approccio multiprotocollo ed è in grado di impiegare uno qualsiasi. Vengono di seguito confrontati i tre protocolli presi in esame.

2.7.3.2.1 ZIGBEE



Lo standard IEEE 802.15.4 ZigBee è una specifica per un insieme di protocolli di comunicazione ad alto livello che utilizzano piccole antenne digitali a bassa potenza e basato sullo standard IEEE 802.15.4. Sono meno affidabili delle alternative presentate in questo capitolo proprio perché sfrutta un canale wireless invece che cablato; il loro vantaggio invece giace nella possibilità d'installazione di sistemi domotici in strutture già realizzate, dove le possibilità d'intervento sono fortemente limitate per motivi strutturali (progettazione bottom-up). In fase di progettazione del sistema Rescap è stato preso in considerazione anche questo standard.

2.7.3.2.2 MOXA



Presenta costi inferiori rispetto agli altri due, ma è anche il sistema più chiuso: infatti è possibile collegare a questo bus solo altri dispositivi Moxa. L'interfacciamento bus Moxa – rete IP è più di basso livello, ed utilizza PLC (Programmable Logic Controller).

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

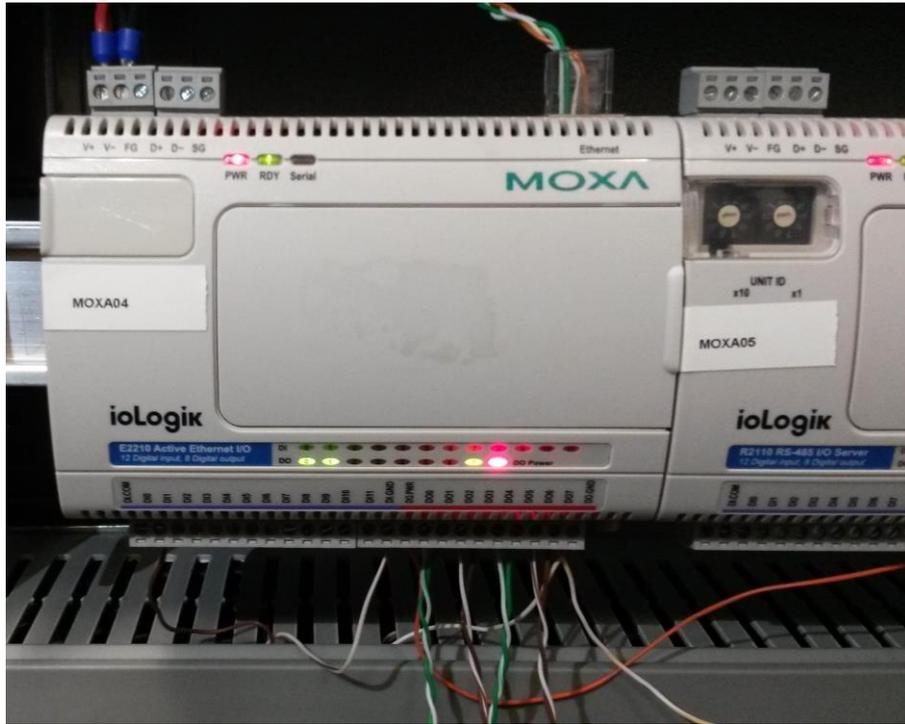


FIGURA 44

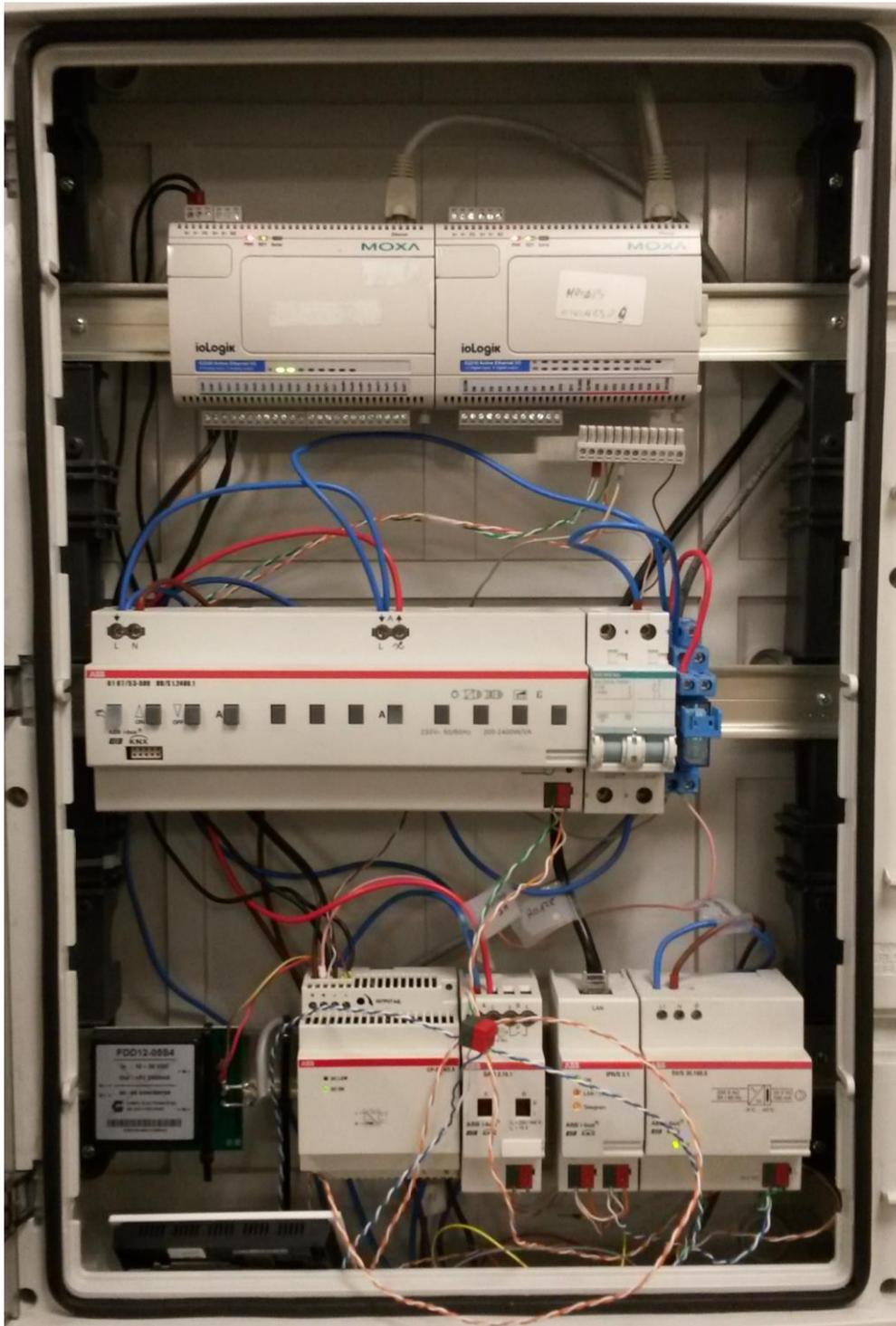


FIGURA 45

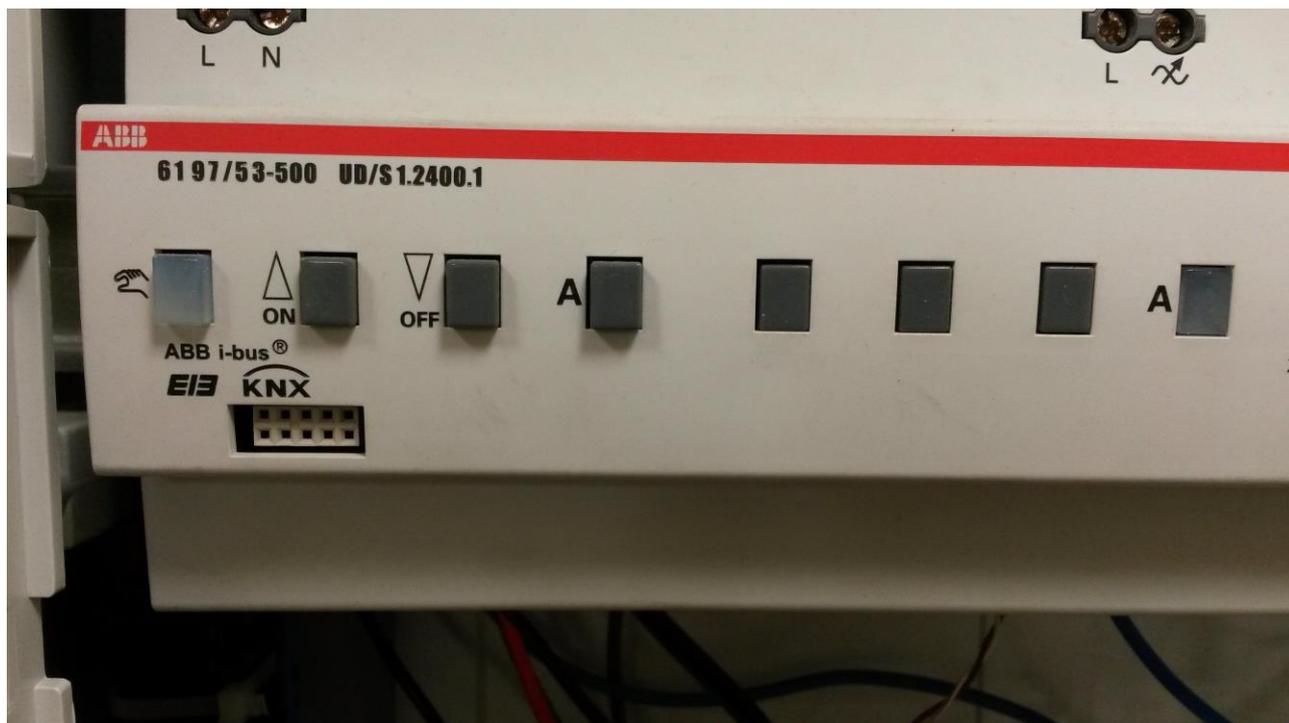


FIGURA 46

2.7.3.2.3 KNX



La scelta effettuata in ambito di protocolli è ricaduta sui dispositivi Konnex. KNX è lo standard mondiale, aperto, conforme alle principali normative europee ed internazionali, che consente la gestione automatizzata e decentralizzata degli impianti tecnologici di un'ampia tipologia di strutture: edifici commerciali, industrie, uffici, abitazioni, ecc... KNX può essere utilizzato dall'illuminazione al controllo delle serrande, alla sicurezza, al monitoraggio del riscaldamento, dell'aerazione e dell'aria condizionata, al controllo idrico e degli allarmi, alla gestione energetica, alla gestione di contatori di energia elettrica ed elettrodomestici, di impianti audio e altro. Le installazioni KNX possono essere facilmente ampliate ed adattate secondo le nuove esigenze, in poco tempo e con investimenti finanziari minimi (es: quando subentrano nuovi inquilini in un edificio commerciale).

È dunque la soluzione più aperta, estendibile e standardizzata delle tre. Lo svantaggio è il costo, il più elevato fra i tre protocolli.

2.7.4 COMUNICAZIONE CON PIATTAFORMA REMOTA

In Rescap, il sistema domotico dovrà comunicare tramite messaggi con la piattaforma remota messa a disposizione da eResult S.r.l..

2.7.4.1.1 INIZIALIZZAZIONE

Questo caso d’uso riguarda l’inizializzazione del sistema domotico installato fisicamente presso il domicilio dell’assistito. Tale procedura consiste nella ricezione da parte del sistema domotico dell’insieme di valori dei dispositivi e degli scenari da attuare nell’arco della giornata.

Come illustrato in Figura 47, i valori d’inizializzazione dei dispositivi gestibili dal sistema domotico sono comunicati dalla piattaforma remota di eResult che è già in possesso di tali dati poiché le sono stati comunicati dal sistema di realtà virtuale tramite un file JSON opportunamente strutturato prima dell’inizio della fase di test emozionale in realtà virtuale.

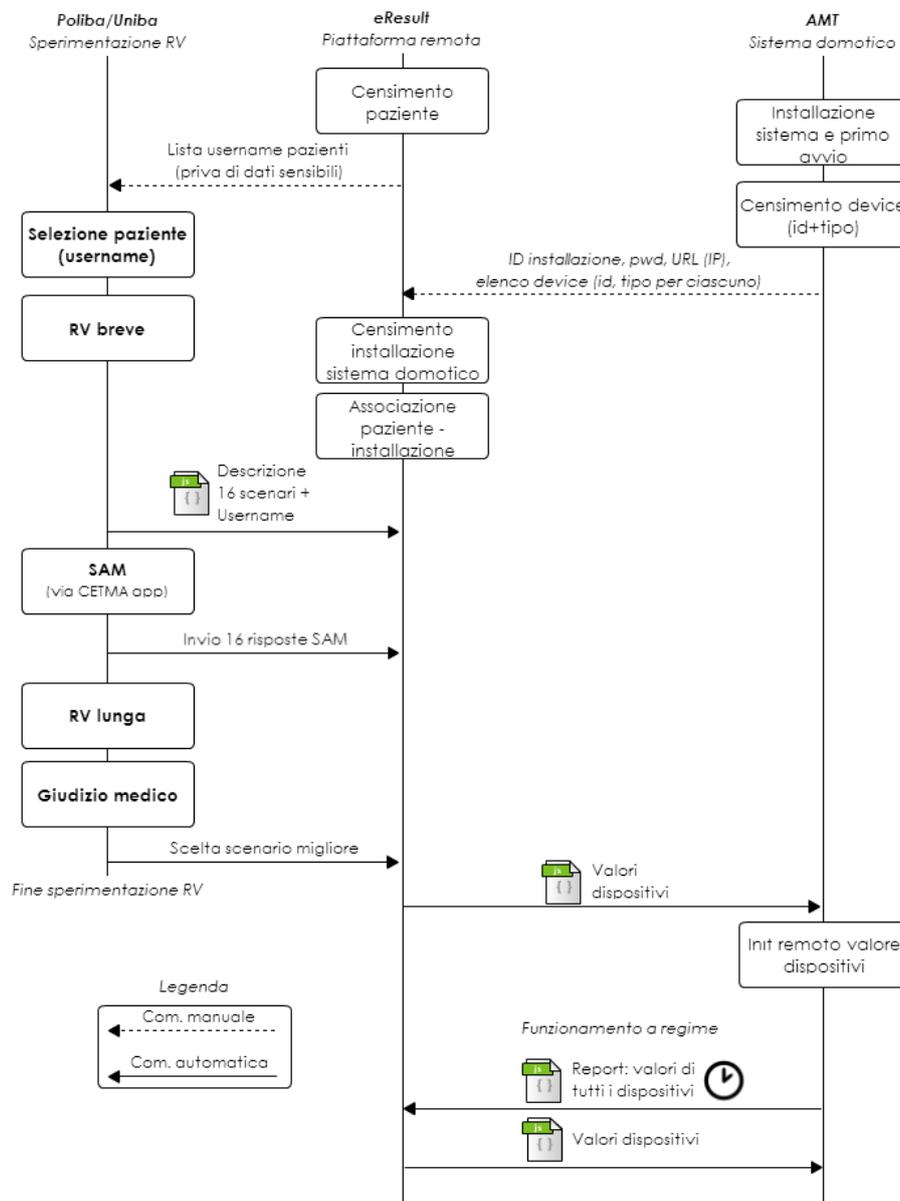


FIGURA 47 – SCAMBIO DI MESSAGGI TRA SISTEMA DI REALTÀ VIRTUALE, PIATTAFORMA DOMOTICA E SISTEMA DOMOTICO

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

2.7.4.1.2 INVIO CONFIGURAZIONE IMPOSTATA DAL PAZIENTE

Questo caso d'uso contempla lo scenario in cui il paziente apporta delle modifiche ai dispositivi come le seguenti:

- Variazione intensità dell'illuminazione principale
- Abbassamento tende
- Cambio del colore dell'illuminazione delle pareti
- Spegnimento musica di sottofondo

A modifica conclusa, il sistema domotico dovrà informare la piattaforma remota della modifica appena effettuata tramite l'invio di un messaggio in formato JSON. Una modifica può includere una variazione di uno o più parametri dei dispositivi del sistema domotico.

2.7.4.1.3 RICEZIONE CONFIGURAZIONE IMPOSTATA DAL MEDICO

Il medico specialista associato ad un certo paziente sulla piattaforma remota può ispezionare le impostazioni correnti del sistema domotico e la cronologia delle stesse. Qualora lo ritenga opportuno, il medico può intervenire direttamente sulla configurazione del sistema, comandando il ritorno alla configurazione decisa inizialmente oppure impostare nuovi parametri di default. Ciò corrisponde ad un messaggio inviato dalla piattaforma remota e rivolto al sistema domotico contenente i nuovi parametri da impostare in ciascun dispositivo domotico.

2.7.4.1.4 CONTROLLO DI PRESENZA DELLA COMUNICAZIONE

Si era pensato di introdurre un ultimo caso d'uso riguardante il controllo della presenza di comunicazione attraverso l'invio di piccoli messaggi tra piattaforma remota e sistema domotico e viceversa, contenenti una semplice stringa di test. Questi veri e propri messaggi di keepalive avrebbero asserito il corretto funzionamento della connessione, ma ad un'analisi più approfondita si preferisce un meccanismo di bufferizzazione che in assenza di comunicazione memorizzi localmente i messaggi da inviare in attesa della disponibilità della connessione.

2.7.4.2 RILEVAZIONE E COMUNICAZIONE DELL'ALERT

Il terzo macromodulo del progetto Rescap prevede il monitoraggio remoto del paziente attraverso la piattaforma remota messa a disposizione da eResult S.r.l.. Al fine di permettere la rilevazione di situazioni di potenziale stress da parte del paziente o di inadattamento dell'ambiente nei suoi confronti è essenziale che il sistema comunichi ogni modifica apportata dal paziente agli scenari del sistema domotico, in quanto qualsiasi variazione rappresenta uno scostamento da quanto preventivato dal medico in fase di sperimentazione virtuale.

2.8 SENSORI E ATTUATORI PER L'AUTOMAZIONE (3.8)

2.8.1 L'INFRASTRUTTURA DI CONTROLLO

L'Automazione domestica comprende una serie di dispositivi che possono essere utilizzati in vari scenari, al fine di ottenere una piattaforma il più possibile flessibile ed adattabile alle differenti

esigenze degli utenti; il progetto Rescap prevede l'utilizzo dei bus di controllo KNX (da leggersi "konnex") e DALI.

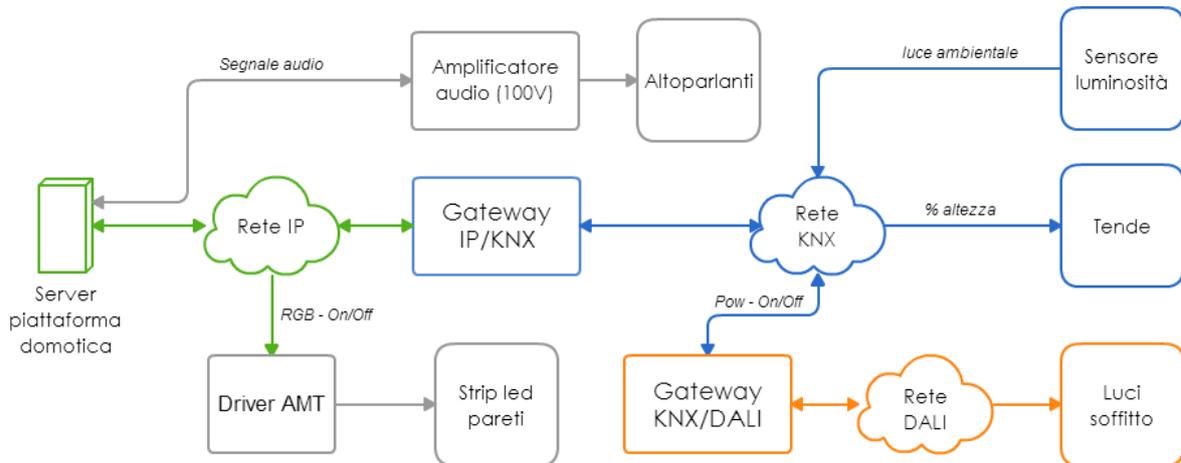


FIGURA 48 - INFRASTRUTTURA DI COMUNICAZIONE TRA I COMPONENTI DELLA RETE DOMOTICA E GLI ATTUATORI E SENSORI

La Figura 48 espone gli elementi e le reti interconnesse per permettere la comunicazione tra il punto centrale di controllo (il server della piattaforma domotica, sulla sinistra nell'immagine) e ogni singolo attuatore e sensore, passando attraverso gli opportuni gateway per il passaggio da una tipologia di rete ad un'altra.

2.8.1.1 RETE E DISPOSITIVI KNX

Nel seguito verranno descritti sensori, moduli di ingresso e uscita di tecnologia KNX che sono stati utilizzati all'interno del sistema domotico Rescap.

Descrizione dispositivi	Prodotti commerciali	Casa produttrice
Attuatore Tende	JRA/S 2.230.5.1	ABB
Dimmer DALI	BG/S 1.1	ABB
Sensore di presenza/luminosità	6131/11-24-500	ABB
Interfaccia KNX-IP	IPR/S 2.1	ABB

Descrizione prodotti commerciali

La flessibilità dei dispositivi Konnex permette di poter realizzare varie funzioni per ogni singolo dispositivo. Nel seguito si elencheranno le varie caratteristiche di programmazione, sottolineando quelle che si adattano agli scopi funzionali individuati per il progetto.

- Attuatore tende



FIGURA 49 - ATTUATORE KNX TENDE

L'attuatore riesce svolgere le seguenti funzioni:

- Apertura/chiusura tende o tapparelle

Ogni uscita può essere comandata manualmente dal modulo principale in modo diretto e lo stato di ogni uscita può essere mostrato sul modulo principale.

- Sensore di presenza/luminosità



FIGURA 50 - SENSORE DI LUMINOSITÀ

E' un dispositivo per montaggio sporgente su soffitto o controsoffitto dotato di accoppiatore bus integrato. Permette la commutazione in base al livello di luminosità ambientale e alla presenza/movimento di un soggetto all'interno dell'ambiente nel quale viene installato.

Presenta le seguenti caratteristiche:

- Campo di misura luminosità: 1÷1000 lux
- Altezza di montaggio raccomandata: 2,5 m
- Angolo di rilevazione: 360°

- Dispositivi d'interfacciamento KNX-IP



FIGURA 51 - DISPOSITIVO CHE INTERFACCIA UNA RETE IP E UNA RETE KNX

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Il dispositivo in Figura è il router IP prodotto dall'azienda ABB e ha lo scopo di collegare il bus KNX ad una rete Ethernet.

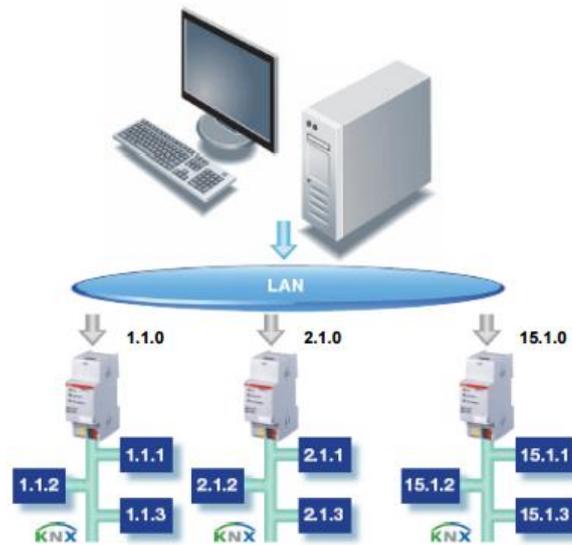


FIGURA 52

Il router IP 2.1 crea l'interfaccia tra installazioni KNX e reti IP. L'apparecchio può essere impiegato per l'accoppiamento rapido di linee o area e quindi utilizzare la rete locale (LAN) per lo scambio veloce di telegrammi tra linee/area.

L'apparecchio utilizza per la comunicazione il protocollo KNXnet/IP. Si può assegnare un numero di IP fisso oppure lasciare che venga fornito da un server DHCP. L'alimentazione elettrica avviene con della tensione 10- 30 V CC.

2.8.1.2 RETE E DISPOSITIVI DALI

Il bus DALI (Digital Addressable Lighting Interface) consiste in un protocollo standardizzato per il comando digitale dei corpi illuminanti dotati di un opportuno alimentatore.

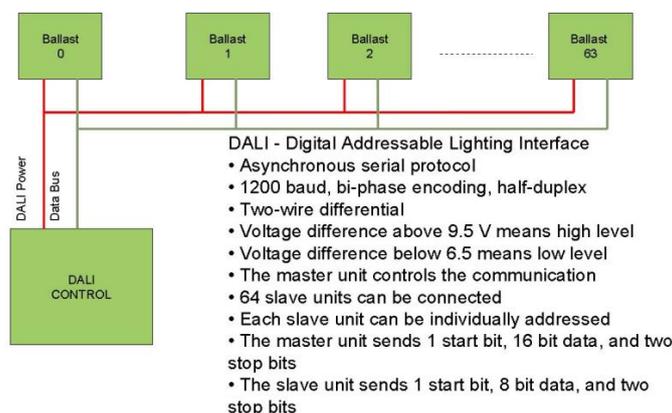


FIGURA 53 - DALI NETWORK CONFIGURATION

Ad una linea bus del sistema DALI si possono connettere 64 dispositivi di illuminazione e non è richiesto il rispetto della polarità. Il sistema di indirizzamento DALI permette di creare e gestire gruppi di lampade (Multichanneling) senza dover dividere l'impianto elettricamente e il flusso delle informazioni è bidirezionale: ciò vuol dire che è possibile conoscere lo stato attuale del dispositivo e sapere con anticipo l'usura di un reattore o il livello di dimmerazione. Il sistema è facilmente riprogrammabile tramite software.

➤ Dimmer DALI



FIGURA 54 KNX DALI DIMMER

L'attuatore Dimmer DALI permette di comandare fino a 8 gruppi di attuatori DALI. Le informazioni riguardanti l'operatività del reattore e della lampada possono essere trasmesse via bus. L'apparecchio viene alimentato mediante la linea bus e dalla rete 230 V.

2.8.1.3 ALTRE RETI

In grigio nella Figura 48 sono riportate le componenti della rete che non sfruttano un particolare bus dell'ambito domotico (KNX o DALI).

- Per quanto riguarda l'audio, l'uscita è direttamente prelevata tramite jack audio 3,5mm dall'apposita scheda audio del server della piattaforma domotica e collegata all'ingresso dell'amplificatore audio.
- Per la gestione degli strip led si utilizza un driver che espone un'interfaccia web e che comanda via comunicazione seriale delle schede collegate alle singole strip led. La comunicazione con questo componente è su rete IP.
- Per la gestione dell'intensità delle luci a soffitto, viene offerta un'interfaccia di gestione RESTful over HTTP che permette un controllo completo di questi dispositivi tramite rete IP.

2.8.2 GLI ATTUATORI

2.8.2.1 LUCI SOFFITTO

Progettare l'illuminazione è di fondamentale importanza. Non è infatti sufficiente scegliere e acquistare lampade di un "alto" livello estetico, ma è fondamentale creare un vero e proprio schema di progettazione per valutare le diverse funzioni di ogni stanza, il tipo di luce necessario per svolgere le diverse attività che si compiono normalmente in quell'ambiente ed il corretto posizionamento delle stesse. In questo modo si ha la certezza di ricavarne un risultato estremamente efficace e funzionale, oltre che una soluzione stilisticamente piacevole.

Nell'ambito del progetto Rescap, ad uno schema di posizionamento funzionale ed estetico dei punti luce, si aggiunge una funzionalità mirata per i soggetti con lievi deficit cognitivi. Infatti, far variare le caratteristiche della luce durante la giornata, può indurre nei soggetti target uno stato di rilassamento che migliora la qualità di vita all'interno dell'abitazione.

Dagli studi effettuati in letteratura e dalle esigenze di progetto sono state prese in considerazione lampade che presentano le seguenti caratteristiche comuni:

- Regolazione dinamica della temperatura di colore.
- Dimmeraggio, ovvero possibilità di variazione, dell'intensità luminosa.

2.8.2.1.1 PRODOTTI ZUMTOBEL

Le precedenti caratteristiche sono state riscontrate nei seguenti dispositivi (produttore Zumtobel):

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



Tali dispositivi sono apparecchi LED da incasso a controsoffitto che permettono la regolazione dinamica della temperatura del colore e dell'intensità luminosa tramite protocollo di comunicazione DALI Device Type 8 (DT8). Sfortunatamente tale modalità di controllo relativamente nuova sul mercato risulta incompatibile con l'hardware già in possesso di AMT Services, dunque si è optato per un sistema d'illuminazione differente: le lampadine della gamma Philips Hue.

2.8.2.1.2 PHILIPS HUE

Il Sistema Philips Hue impiega delle lampadine dimmerabili e controllabili in colore e temperatura di bianco che sono in grado di essere controllate senza fili anche tramite app per smartphone o interfacce web.



FIGURA 55 - KIT PHILIPS HUE

Le lampadine (fino ad un massimo di cinquanta) comunicano con un nodo centralizzato detto Bridge e impiegano il protocollo ZigBee IEEE 802.14.5. Il bridge ha questo nome proprio perché si occupa di collegare due reti di diverso mezzo fisico cioè la stessa rete ZigBee e la rete IP tramite un cavo ethernet da collegare al router di casa.

L'interfaccia di controllo del sistema d'illuminazione è di tipo RESTfull con richieste HTTP e messaggi JSON. Per esempio, per variare la luminosità di una delle lampadine collegate è sufficiente inviare una richiesta HTTP con metodo *PUT* all'URL

<IP_BRIDGE>:<PORTA_CONTROLLO>/api/newdeveloper/lights/1/state

inviando come corpo della richiesta

`{"bri": 100}`

ZigBee Network Topology

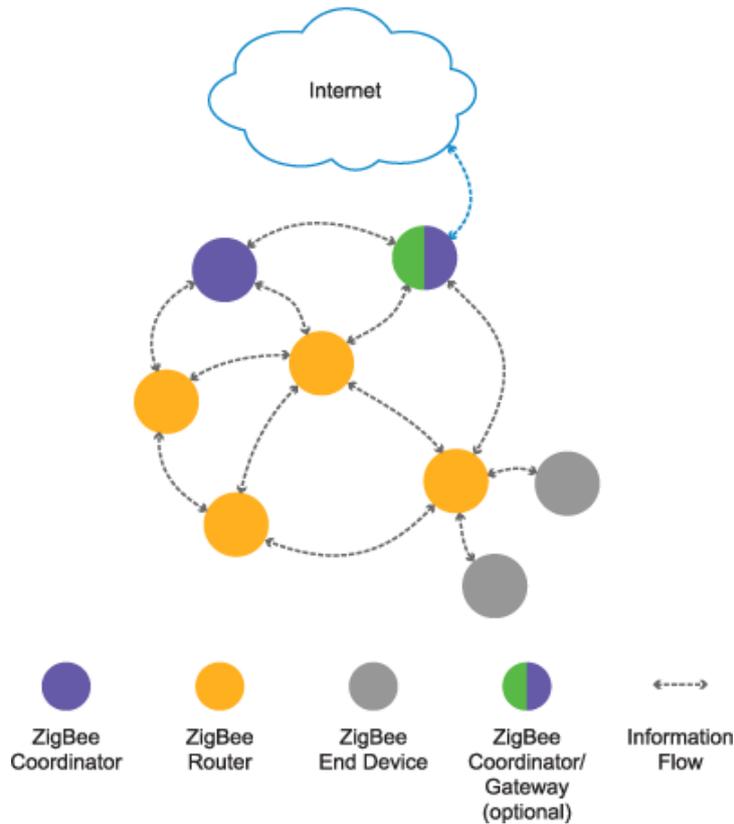


FIGURA 56

La comunicazione ZigBee richiede che le lampadine non siano mai del tutto spente ma assorbano sempre 0,5 W per lo standby.

2.8.2.1.3 ELCOM LED PANELS

L'azienda Elcom led Panels S.r.l. offre una vasta gamma di tipologie di sistemi di illuminazione. Questa azienda progetta e produce pannelli luminosi a LED, anche su misura, altamente performanti con un'elevata resa cromatica.

Il modello preso in considerazione è della serie "ELEGANT", personalizzato secondo i requisiti espressi dai tecnici di AMT Services, in una versione plafoniera da controsoffitto (dimensione standard 60x60) tunable white e dimmerabile. Inoltre le lampade sono corredate da un sistema di controllo DALI DT8 2010/2012.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



FIGURA 57 - SISTEMA DI ILLUMINAZIONE SERIE "ELEGANT" - AZIENDA ELCOM LED PANELS

Le suddette lampade presentano i seguenti svantaggi:

- Costo elevato.
- Lunghi tempi di realizzazione del prodotto richiesto (costruzione ex novo).
- Problemi nell'interfacciamento attraverso il protocollo DALI DT8 2010-2012 con il sistema domotico attualmente in possesso dell'azienda AMT Services.

Le prime due motivazioni, assumono una connotazione ancora più negativa, in vista di una realizzazione commerciale del sistema Rescap, in quanto andrebbero a pesare molto sul costo da proporre all'utenza finale.

2.8.2.1.4 LUCI NOVALUX



FIGURA 58 – ESEMPIO DI PANNELLO LED PER CONTROSOFFITTO

Questa tipologia di luci è installabile senza accessori in controsoffitti a pannelli 60x60 cm con struttura a vista.

Presenta dimensioni contenute, con spessore 10 mm. La cornice è in lega di alluminio verniciata a polvere di colore bianco lucido. Il diffusore è realizzato in policarbonato opale, ad altissima trasmittanza, a luminanza uniforme.

L'alimentazione è dimmerabile tramite protocollo DALI inclusa 220-240V 50/60Hz (alimentatore esterno al pannello LED e da collegare ad esso tramite opportuni connettori rapidi). L'alimentatore si installa sul controsoffitto a lato del prodotto.

2.8.2.1.5 SOLUZIONE ADOTTATA

La maggior parte dei dispositivi illustrati fin'ora presenta delle problematiche a livello dell'interfacciamento con i sistemi di controllo in possesso di AMT Services. Infatti, il sistema di controllo DALI DT8 2010/2012 tramite il quale è possibile controllare la temperatura di bianco delle lampade è uno standard relativamente nuovo e poco retrocompatibile.

Considerando che, nella fase di sperimentazione in realtà virtuale non viene simulata la variazione di temperatura del bianco, risulta superfluo e più legato solo ad un concetto noto in letteratura⁶, aggiungere l'opzione tunable white.

In definitiva, dopo un'attenta valutazione delle problematiche espresse precedentemente, si è deciso di adottare il sistema d'illuminazione Novalux, con l'opzione di "dimmerabilità" delle luci. Questa scelta permette di contenere i costi del sistema Rescap, ottenendo una maggiore fruibilità da parte dell'utente finale nel momento in cui il sistema verrà commercializzato.

⁶ In letteratura è noto che la variazione della temperatura del bianco nell'arco della giornata influenza i livelli di stress.

2.8.2.2 LUCI PARETE (STRIP LED)

Esigenze di progetto hanno portato alla ricerca di dispositivi controllabili attraverso il sistema domotico, che permettessero di “colorare” l’ambiente.

A tal fine sono state individuate le seguenti tipologie di prodotti:

- Famiglia di prodotti “Wall washer”
- Famiglia di prodotti “Strip led”

Vengono ora esposte nel dettaglio le due diverse tipologie di prodotti.

2.8.2.2.1 WALL WASHER



FIGURA 59 - DISPOSITIVO D'ILLUMINAZIONE E COLORAZIONE DI TIPO “WALL WASHING”

Questa famiglia di prodotti consta di plafoniere di dimensioni prefissate (solitamente lunghe 1 metro) contenenti una serie di led RGB provvisti di opportuna ottica in grado di concentrare la luce prodotta.

In Figura 60 è possibile osservare l’effetto di colorazione prodotto da un dispositivo wall washer.

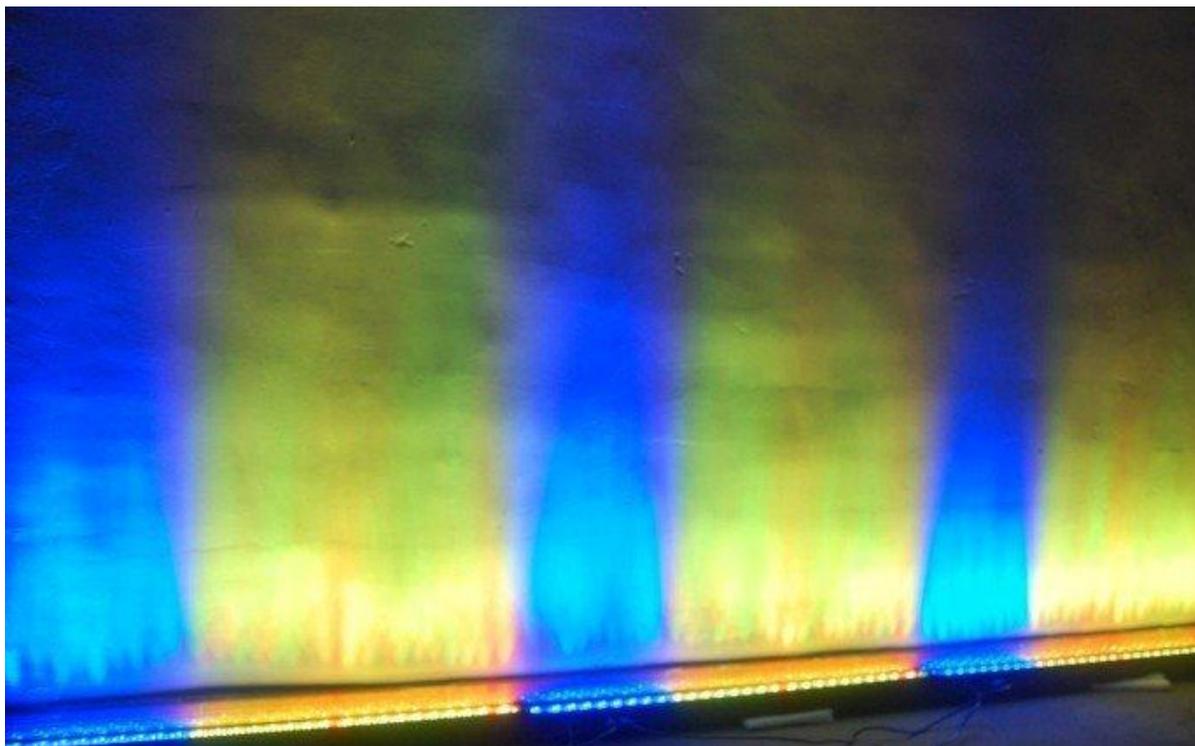


FIGURA 60 - EFFETTO DELLA COLORAZIONE CON PLAFONIERE WALL WASHER

Com'è osservabile, questi dispositivi sono in grado di concentrare il fascio luminoso in maniera ottimale e uniforme rispetto ad una superficie verticale da illuminare.

D'altro canto, lo svantaggio principale di questa tecnologia è il consumo (90 W/plafoniera ovvero un metro) che è di gran lunga maggiore di quello dell'altra famiglia di prodotti, le strisce led. Considerato l'ambiente dimostrativo del progetto Rescap, che prevede di illuminare un perimetro di 15 metri di una stanza, si sarebbe arrivato ad un assorbimento elettrico chiaramente eccessivo per la sola parte di colorazione muri.

2.8.2.2.2 STRISCE LED (STRIP LED)



FIGURA 61 - STRISCIA LED INSERITA ALL'INTERNO DI UN PROFILO DI ALLUMINIO E COPERTURA TRASPARENTE



FIGURA 62 - RULLO DI STRISCIA LED

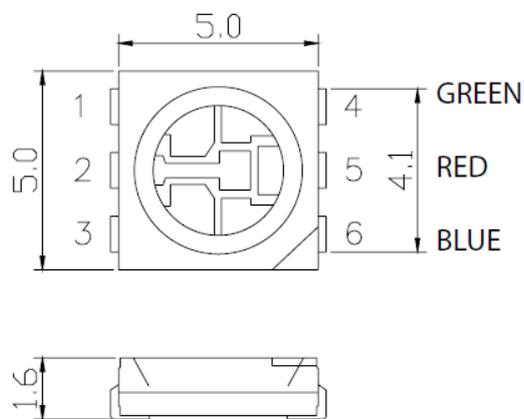


FIGURA 63 - COSTITUZIONE DEL SINGOLO ELEMENTO LED RGB

La seconda famiglia di prodotti, preferita agli scopi del progetto, sono le strisce di moduli led RGB, anche noti come strip led, la cui potenza è di 14,4W/m, che rappresenta uno dei vantaggi rispetto ai wall washer. Simmetricamente però, ad una potenza inferiore corrisponde anche una minore luminosità che combinata ad un'assenza di ottica sui moduli led RGB, corrisponde ad un fascio luminoso decisamente direttivo: infatti, una buona parte dell'energia luminosa è orientata perpendicolarmente rispetto alla striscia led. Queste due peculiarità rendono la strip led assoluta inadatta alla colorazione di muri.

Tuttavia, provvisti di un'opportuna ottica e montati imitando l'inclinazione dei wall washer, si può migliorare l'effetto di colorazione.

Di seguito il diagramma della direttività del fascio luminoso, ovvero l'intensità luminosa relativa misurata al variare dell'angolo con cui ci si scosta dalla normale alla strip led.

Deliverable 3 (D3) - Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

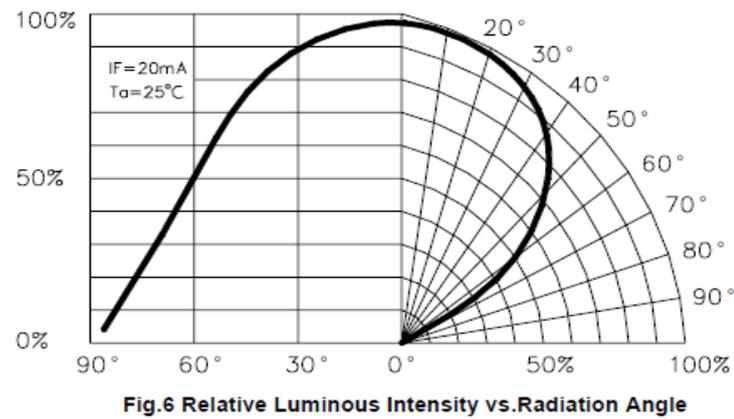


FIGURA 64 - DIAGRAMMA DELLA LUMINOSITÀ RELATIVA RISPETTO ALL'ANGOLO DELLA RADIAZIONE

Allo scopo di capire quale ottica fosse la migliore, sono state acquistati due profili di alluminio e due ottiche diverse, una a 30° e l'altra a 60°. Questa gradazione indica l'angolo, rispetto alla normale al profilo e quindi alla strip led, in cui viene concentrato il fascio luminoso.



FIGURA 65 - IL PROFILO DI ALLUMINIO CON OTTICA A 30°



FIGURA 66 - IL PROFILO DI ALLUMINIO CON OTTICA DA 60°



FIGURA 67 – ANGOLI D'ILLUMINAZIONE DEL SECONDO PROTOTIPO

In Figura 67 è raffigurata la disposizione e l'inclinazione dei due profili strip led con le due ottiche diverse, utilizzando una staffa piegata in due punti, proprio allo scopo di orientare meglio il fascio verso il muro. Questo sistema di staffe rappresenta il secondo prototipo messo a punto da AMT Services e viene discusso nel paragrafo 4.2.4.

2.8.2.2.3 PRIMO PROTOTIPO



FIGURA 68 – PROFILI CON STRIP LED, PRIMO PROTOTIPO

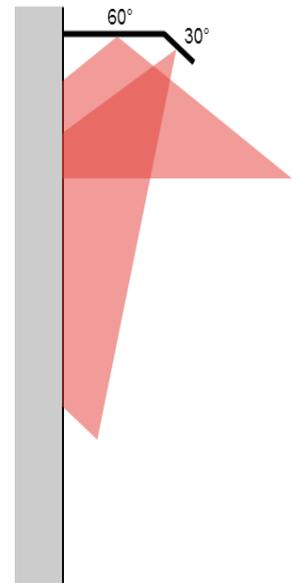


FIGURA 69 – SEZIONE DEL SISTEMA DI ILLUMINAZIONE DEL PRIMO PROTOTIPO

Il primo prototipo consiste in una staffa piegata all'estremità di circa 30° verso il basso. Questa disposizione però ha lo svantaggio di disperdere parte del fascio luminoso, in particolare del profilo disposto orizzontalmente in alto (con l'ottica da 60°), dalla parte opposta rispetto al muro.

2.8.2.2.4 SECONDO PROTOTIPO



FIGURA 70 - PROFILI CON STRIP LED, SECONDO PROTOTIPO

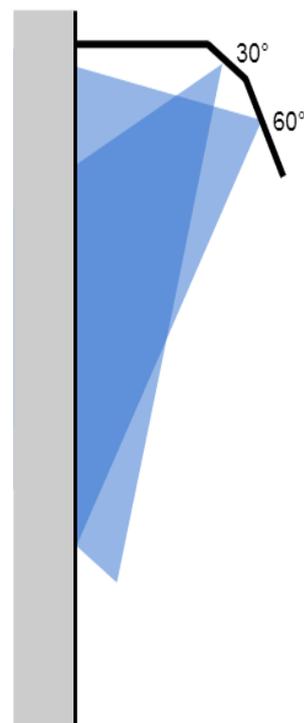


FIGURA 71 - SEZIONE DEL SISTEMA DI ILLUMINAZIONE DEL SECONDO PROTOTIPO

Il secondo prototipo prevede un allungamento delle staffe e un'ulteriore piegatura della nuova estremità, sempre di circa 30°. Il profilo con ottica da 30° non è stato spostato, mentre quello da 60° occupa ora la posizione sulla staffa aggiunta, quindi è ulteriormente inclinato.

Questa soluzione dirige tutto il fascio luminoso verso la parete, al prezzo di aumentare l'ingombro delle staffe verso il centro della stanza sia orizzontalmente che verticalmente.

2.8.2.2.5 TERZO PROTOTIPO

Il terzo prototipo messo appunto assieme ai tecnici di Trait d'Union, prevede un profilo strip led inclinato a 45° e mascherato da una plafoniera riflettente che aiuta a convogliare l'energia luminosa verso il muro. Inoltre, a metà altezza della parete, verrebbe montato un secondo profilo strip led inclinato anch'esso di 45° ma verso l'alto. Entrambe le strip led sono, in questa configurazione, sprovviste di lenti.

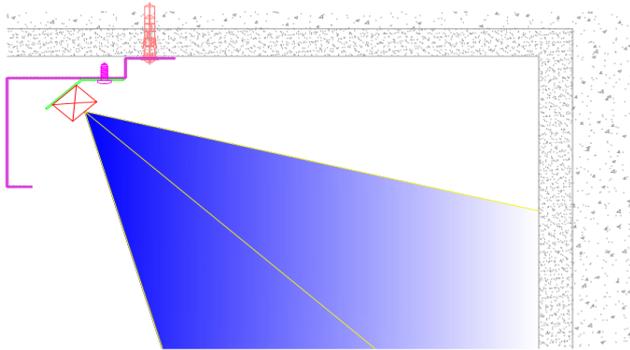


FIGURA 72 – PLAFONIERA SUPERIORE

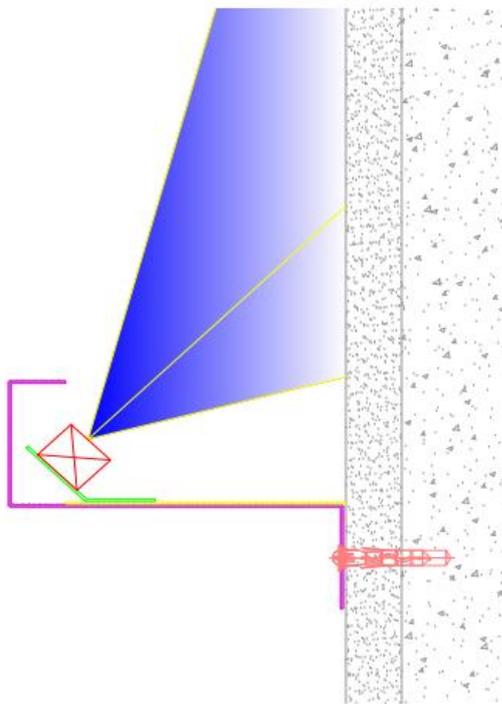


FIGURA 74 – PLAFONIERA INFERIORE

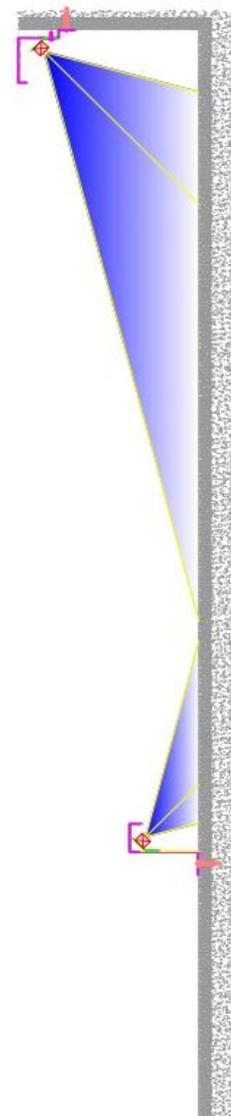


FIGURA 73 - SEZIONE DELLA PARETE E DELLE DUE PLAFONIERE

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



FIGURA 75 - ASPETTO DELL'INSTALLAZIONE ULTIMATA E CON GLI STRIP LED ACCESO

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



FIGURA 76 - INSTALLAZIONE DEL PROTOTIPO V3
COMPLETATA



FIGURA 77 - VISTA DI PROFILO DELLE
PLAFONIERE INSTALLATE

2.8.2.2.6 CONTROLLO LUCI PARETE

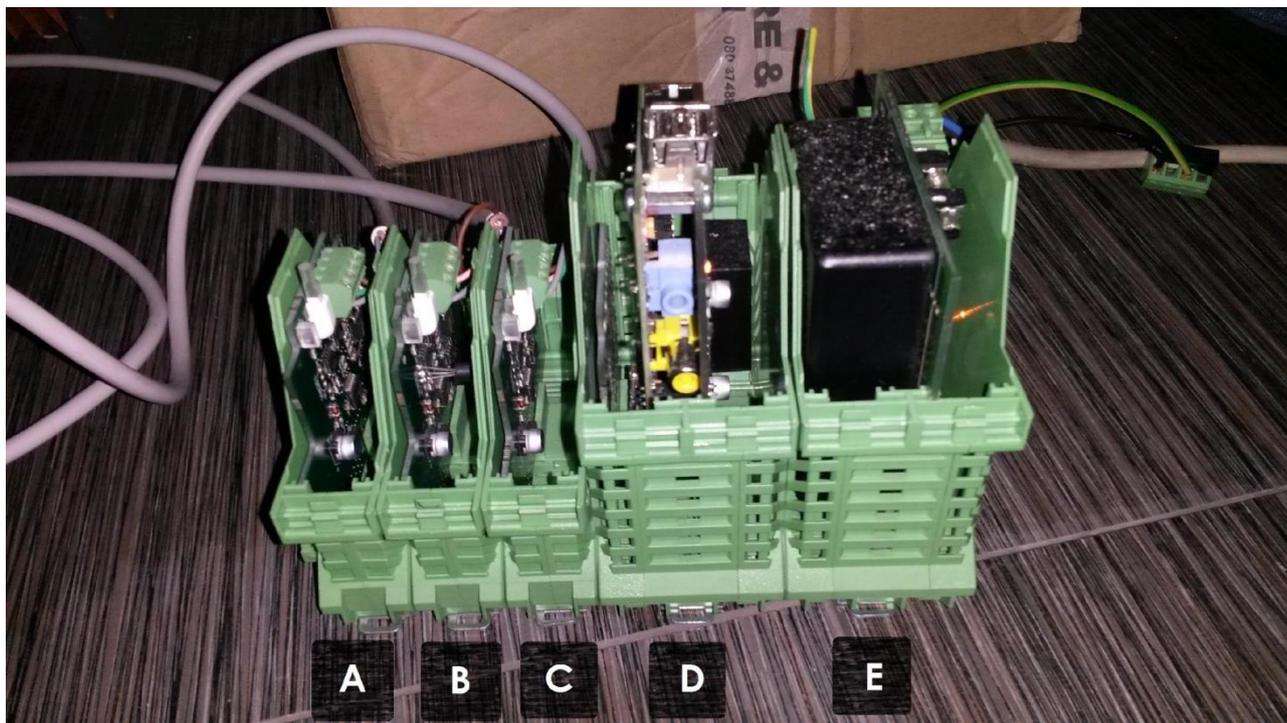


FIGURA 78 - DISPOSITIVO PROPRIETARIO AMT PER IL CONTROLLO RGB DELLE STRIP LED

Il dispositivo di controllo dei dispositivi di colorazione delle pareti è strutturato nei seguenti moduli:

- A. Scheda di alimentazione della strip led #1. Ciascuna di queste schede è in grado di alimentare massimo due metri di una comune strip led (che assorbe $14,4W/m * 2m = 30W$ circa).
- B. Scheda di alimentazione della strip led #2
- C. Scheda di alimentazione della strip led #3
- D. Raspberry Pi. Collegato via cavo ethernet ad una LAN ospita il server web in grado di ricevere richieste per le pareti e le luci.
- E. Trasformatore. Alimenta l'intero sistema ed è collegato alla tensione di rete (220V AC).

2.8.2.3 TENDE MOTORIZZATE

I due punti luce degli ambienti del demolab saranno oscurabili tramite delle tende motorizzate che faranno calare o alzare un telo scuro.

La tenda in sala riunioni sarà verticale, mentre la tenda in presidenza sarà orizzontale e montata immediatamente sopra il pozzo luce.



FIGURA 79 - MOTORE PER TENDA DOTATO DI FINE CORSA, OVVERO DI UN MECCANISMO IN GRADO DI RILEVARE L'ARROTOLOAMENTO MASSIMO DELLA TENDA E FERMARE IL MOTORE

2.8.2.4 DIFFUSORI AUDIO

All'interno del demolab del progetto Rescap, si è scelto di posizionare un altoparlante per stanza, come in Figura 80 (cerchio verde chiaro). A questo sistema infatti non viene richiesta potenza sonora ma che sia in grado di diffondere un sottofondo musicale a basso volume, dunque caratteristiche come il surround, la potenza e la direzionalità non sono richieste.

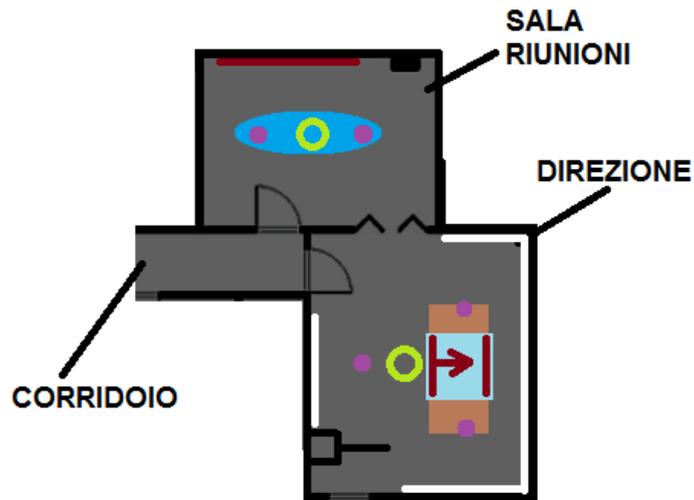


FIGURA 80 - PIANTA DEGLI AMBIENTI DEL DEMOLAB PRESSO AMT SERVICES

Altri aspetti da considerare sono la futura estendibilità del sistema e le distanze degli altoparlanti dall'amplificatore. Se si scegliesse un amplificatore con uscite ad impedenza costante si dovrebbe porre maggiore attenzione al carico che si intende collegare, in quanto lunghi cavi di collegamento verso gli altoparlanti possono modificare l'impedenza totale vista ai morsetti dell'amplificatore. Inoltre, queste considerazioni andrebbero riviste ad ogni aggiornamento e modifica al sistema di diffusione sonora, come per esempio l'aggiunta o rimozione di un altoparlante.

Tali problemi non sussistono nel caso in cui si scelga un amplificatore con uscita a tensione costante (invece che a impedenza costante) che permette di modificare in futuro il sistema e permette di collegare anche un numero elevato di altoparlanti. Difatti, questa soluzione viene impiegata per la filodiffusione in ambienti ampi come supermercati, negozi, altoparlanti su lungomare e così via. Le tensioni comunemente adoperate sono 70 o 100 V. Viene richiesto che gli altoparlanti siano dotati di un trasformatore tramite il quale collegarsi alla linea di trasmissione del segnale audio.

Di conseguenza, AMT Services propone l'installazione di soli due altoparlanti con trasformatore, uno per stanza.

2.8.2.4.1 ALTOPARLANTI RCF PL60



FIGURA 81 - ALTOPARLANTE PRODOTTO DALLA RCF MODELLO PL60. SI NOTI ANTERIORMENTE SULLA SINISTRA LA PRESENZA DEL TRASFORMATORE DI LINEA

L'altoparlante RCF modello PL60 in Figura 81 è un altoparlante da incasso in controsoffitti ed è largo 16 cm. La risposta in frequenza taglia i bassi profondi e si assesta sull'intervallo 110Hz – 20 kHz. La potenza di picco è di 12W (6W RMS) e l'altoparlante interno ha un'impedenza da 4Ω. È provvisto di un trasformatore di linea che permette di essere collegato ad una linea di diffusione a 100 o 70V (a seconda dei morsetti che si decide di collegare sul trasformatore stesso).

2.8.2.4.2 AMPLIFICATORE RCF AM1122-N



FIGURA 82 - AMPLIFICATORE PRODOTTO DALLA RCF MODELLO AM1122-N

I suddetti altoparlanti andranno collegati con del normale cavo bipolare per le linee a 220V AC all'amplificatore in Figura 82, che a sua volta avrà un ingresso jack da 3,5 mm. A quest'ultimo verrà collegata l'uscita audio della macchina utilizzata come server per il sistema domotico. Quest'amplificatore fornisce in uscita un segnale audio su una tensione costante di 100V.

L'amplificatore RCF AM1122-N è in grado di erogare una potenza di 120W RMS e la sua risposta in frequenza taglia gli alti elevati (50 Hz – 15 kHz). Ha sia un'uscita ad impedenza costante sia un'uscita a tensione costante. L'apparecchio assorbe 350W.

2.8.2.4.3 SUONI DA RIPRODURRE

Secondo precise indicazioni dei tecnici dell'Università di Bari, l'insieme dei suoni che il sistema audio dovrà riprodurre consisterà in due brani musicali per quattro generi musicali, per un totale di otto brani strumentali diversi. I generi saranno il jazz (Duke Ellington "Sophisticated lady", Ella Fitzgerald "Summertime"), classica (Ludovico Einaudi "Le onde", Tchaikovsky "Concerto per violino e orchestra"), pop (Ennio Morricone "C'era una volta in America", Gino paoli "4 amici al bar"), ambient (Enya "Caribbean blue", Marcus Neely "Powerful Background Presentation Music").

2.8.3 SENSORI

2.8.3.1 SENSORE DI LUMINOSITÀ/PRESENZA

I rilevatori di presenza, detti anche PIR (rivelatore di presenza a Infra Rossi Passivi), operano secondo il medesimo principio dei sensori di movimento, ovvero registrano l'irradiazione di calore nell'ambiente circostante e all'interno del rispettivo range di rilevamento. Se, ad esempio, una persona in avvicinamento genera un'irradiazione di calore entro il range di rilevamento, il segnalatore di presenza trasforma tale irradiazione in un segnale elettrico misurabile e la luce si accende.



FIGURA 83 - COPERTURA DI UN SENSORE PIR

Il controllo dell'illuminazione con rivelatore di presenza si basa da una parte sulla registrazione di movimenti e dall'altra sulla misurazione della luce. I rivelatore di presenza misurano costantemente la luminosità dell'ambiente. Attraverso tale misurazione permanente della luce, il rivelatori di presenza è in grado non solo di accendere ma anche di spegnere la luce artificiale quando la luce diurna è rispettivamente insufficiente o sufficiente. Di fatto il segnalatore di presenza deve valutare, in condizioni di luce artificiale accesa, se dopo lo spegnimento la quantità di luce diurna risulti ancora sufficiente. A tale scopo, esistono due metodi diversi: la "misurazione in luce mista" e la "misurazione della luce diurna reale".

Nel metodo della misurazione in luce mista, il rilevatore di presenza misura la somma della luce artificiale e della luce diurna. Per poter, all'aumentare della luce diurna, spegnere la luce artificiale al momento giusto, il segnalatore di presenza deve conoscere la percentuale di luce artificiale. Tale valore viene rilevato automaticamente analizzando continuamente tutti i processi di commutazione dell'illuminazione all'interno del locale. A partire dalla luminosità totale misurata, si riesce pertanto a calcolare in ogni istante l'intensità attuale della luce diurna. La misurazione in luce mista offre il vantaggio di poter operare con qualsiasi sorgente luminosa: è infatti possibile utilizzare lampade LED, alogene e fluorescenti. La misurazione in luce mista è fondamentale per la regolazione della luce costante.

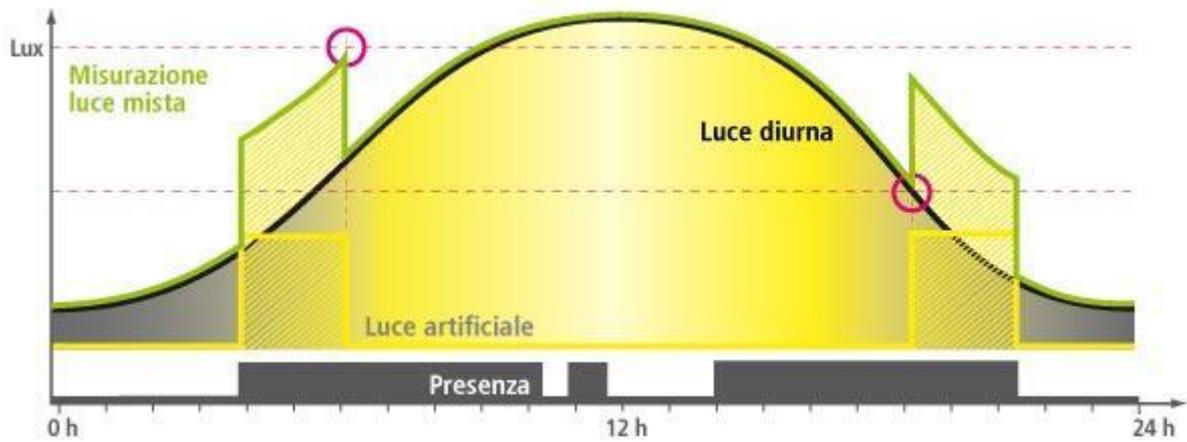


FIGURA 84 - MISURAZIONE LUCE MISTA. IL RILEVATORE DI PRESENZA MISURA LA SOMMA DELLA LUCE ARTIFICIALE E DELLA LUCE DIURNA E SPEGNE O ACCENDE LA LUCE ARTIFICIALE SECONDO NECESSITÀ

Nel metodo della misurazione in luce costante, il rilevatore di presenza misura in modo permanente la somma della luce artificiale e della luce diurna. Il valore di luminosità desiderato viene regolato sulla base di entrambe le sorgenti. In una mattinata nebbiosa o piovosa, l'incidenza della luce diurna è ridotta: per ottenere nel locale la luminosità desiderata, la componente di luce artificiale selezionata dal segnalatore di presenza sarà pertanto maggiore. Se nel corso della giornata esce il sole e la luce che filtra attraverso le finestre aumenta, il segnalatore di presenza riduce la componente di luce artificiale. La luminosità all'interno dell'ambiente rimane quindi costante, a prescindere all'incidenza della luce diurna.

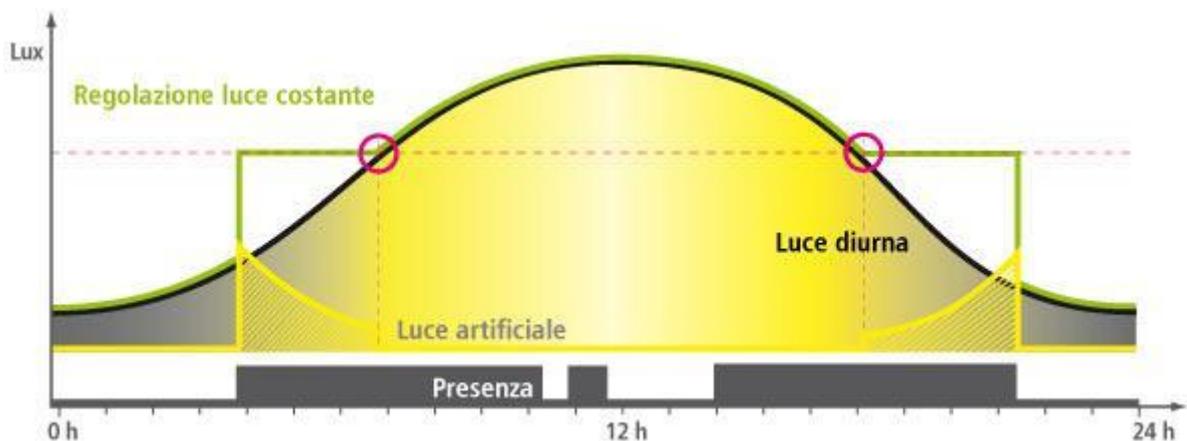


FIGURA 85 - REGOLAZIONE LUCE COSTANTE. CON LA REGOLAZIONE COSTANTE DELLA LUCE SI ACCENDE SOLO LA LUCE ARTIFICIALE NECESSARIA, CHE VIENE ADATTATA A REGOLAZIONE COSTANTE

Il sensore di presenza utilizzato nell'ambito del progetto Rescap è il modello 6131/11-24-500 del produttore ABB, che permette l'interfacciamento con il sistema domotico KNX.



FIGURA 86 - SENSORE PIR ABB 6131/11-24-500

Questo dispositivo è in grado non solo di accendere e spegnere le luci, ma anche di regolarne l'intensità. In questo modo la regolazione della luce costante diventa molto più accurata e il livello di luminosità desiderato all'interno del locale viene mantenuto costante.

2.9 INTERFACCE ACCESSIBILI DEL SISTEMA DOMOTICO (3.9)

2.9.1 INTERFACCE ACCESSIBILI

L'Interazione Uomo-Macchina è lo studio dell'interazione tra le persone (utenti) e la macchina (computer o dispositivi analoghi) per la progettazione e lo sviluppo di sistemi interattivi che siano usabili, affidabili, adattabili, scalabili e che supportino e facilitino le attività umane. Tale materia copre aspetti legati alla psicologia, scienze cognitive, ergonomia, design, scienze dell'informazione ed intelligenza artificiale.

Di seguito vengono fornite le definizioni dei concetti che caratterizzano una corretta progettazione di interfacce uomo-macchina:

- **Usabilità:** è definita come l'efficacia (accuratezza e completezza con cui si raggiunge un obiettivo), l'efficienza (risorse spese per ottenere un risultato) e la soddisfazione (confort e accettabilità del sistema) con le quali determinati utenti raggiungono determinati obiettivi in determinati contesti. In pratica definisce il grado di facilità e soddisfazione con cui si compie l'interazione tra l'uomo e uno strumento (console, leva del cambio, interfaccia grafica, ecc.).
- **Affidabilità:** è la misura della probabilità che un sistema complesso o un semplice componente non si guasti in un determinato lasso di tempo.
- **Scalabilità:** si intende la capacità di un sistema di "crescere" o "decretere" in funzione delle necessità e delle disponibilità.
- **Adattabilità:** si intende la possibilità di modificare nel tempo il proprio funzionamento, allo scopo di renderlo completamente e agevolmente fruibile anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale.

Gli attori principali dell'interazione saranno soggetti affetti da disabilità, per cui bisognerà prevedere soluzioni particolari e confortevoli in termini di interazione e quindi di interfacciamento.

Un sistema ben progettato deve possedere le caratteristiche descritte precedentemente e deve evolversi in base al peggioramento o miglioramento dello stato di invalidità del soggetto target, e di

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

conseguenza deve adattare il livello di difficoltà d'uso delle proprie interfacce, in modo da garantire un livello di confort e soddisfazione elevato dell'utilizzatore.

Il sistema dovrà essere in grado di modificare il modo con cui l'interazione avviene anche in base a quanto l'utente diventa esperto nell'utilizzo dello stesso. Si presuppone che il soggetto affronti problemi maggiori e abbia bisogno di procedure guidate e semplificate nella prima fase di approccio al sistema e che queste siano ridotte al minimo e quasi eliminate in una fase successiva.

L'uso crescente di applicazioni informatiche richiede una progettazione tenga conto dei vari contesti d'uso, degli obiettivi degli utenti, delle nuove tecnologie di interazione, del grado di conoscenza e attitudini dell'utente. L'interfaccia dovrà essere realizzata considerando il grado di conoscenza e di confidenza che il soggetto anziano o disabile ha con dispositivi tecnologici, ricordando che l'interazione deve avvenire nel modo più semplice, confortevole e meno stressante possibile. Soggetti di questo tipo sono normalmente restii e avversi all'utilizzo di dispositivi tecnologici e di interfacciamento innovativi, perciò la progettazione dell'interfaccia dovrà avvenire in modo tale da vincere il gap legato all'età o all'abilità dell'utente, la paura dell'individuo nell'utilizzare un nuovo strumento e lo stress a cui lo stesso è sottoposto.

A questo proposito il concetto di **ergonomia** è di fondamentale importanza, esso rappresenta lo studio delle caratteristiche fisiche di un'interazione, della definizione e progettazione degli strumenti che si adattino alle capacità e alle caratteristiche psico-fisiche dell'utente e si integrino con l'ambiente in modo da massimizzare la comodità, dell'efficienza e della soddisfazione dell'utente.

Risulta doveroso fare una panoramica sulle problematiche dell'ergonomia dato che questa è di fondamentale importanza in un ambiente in cui gli utilizzatori principali saranno soggetti anziani o disabili:

- Sistemazione e/o visualizzazione di display e controlli;
- Ambiente fisico;
- Uso del colore.

Punti salienti della sistemazione e/o visualizzazione di display e controlli sono:

- Controlli funzionali e display sono organizzati in base alle funzionalità;
- Controlli sequenziali e display sono disposti in modo da riflettere l'ordine del loro uso in una interazione tipica;
- Controlli e display sono predisposti secondo la frequenza con cui vengono utilizzati, e devono risultare facilmente accessibili anche per soggetti disabili, perciò devono essere previste soluzioni per massimizzare il confort nel loro utilizzo;
- L'interfaccia di sistema deve essere opportunamente collocata nell'ambiente in relazione alla posizione dell'utente;
- L'utente deve essere in grado di raggiungere tutti i controlli necessari e visualizzare tutti i display senza un eccessivo movimento corporeo;
- Display critici dovrebbe essere posizionati a livello degli occhi;
- I controlli dovrebbero essere distanziati per fornire spazio sufficiente all'utente per orientarsi.

Altro aspetto d'interesse nell'ergonomia è la pianificazione e progettazione dell'ambiente fisico:

- Gli utenti dovrebbero essere in grado di raggiungere comodamente tutti i comandi e vedere tutti i display;

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- Il più piccolo utente dovrebbe essere in grado di raggiungere tutti i controlli. Per piccoli si intendono persone con una statura al di sotto della media o con malformazioni di varia natura che compromettono la normale postura;
- Il più grande utente non deve essere stretto/bloccato in un ambiente. Per grandi si intendono persone con una statura al di sopra della media o con gravi forme di gigantismo o malattie simili;
- Gli utenti non dovrebbero rimanere in piedi per lunghi periodi e, se seduti, dovrebbero essere forniti di appositi schienali;
- Se perdura la posizione adottata da una parte del corpo, dovrebbe essere fornito un sostegno per consentire il riposo;
- La temperatura, ossia l'eccessivo caldo o freddo, influiscono su prestazioni, salute e concentrazione dell'utente;
- L'illuminazione deve essere tale da consentire agli utenti di vedere lo schermo del computer senza disagio o affaticamento della vista. Le sorgenti di luce devono essere posizionate in modo da evitare di abbagliare l'utente e compromettere la visualizzazione;
- i livelli di rumore devono essere mantenuti ad un livello confortevole nell'ambiente. Il rumore può essere uno stimolo in alcune applicazioni e fornire un feedback necessario di sistema di attività. Il rumore eccessivo può essere dannoso per la salute, causando dolore all'utente e limitandone la percezione, e in casi acuti, la perdita di udito e inoltre potrebbe essere causa di stress psicologico per quelli utenti che non presentano difficoltà al livello uditivo.

Per quanto riguarda l'uso del colore si possono fare considerazioni sul contrasto in quanto:

- I colori utilizzati nella visualizzazione dovrebbero essere possibilmente distinti e contrastati;
- Illusione di contrasto: a seconda dei colori che circondano l'ambiente, lo stesso colore fisico può sembrare molto diverso. Il blu non deve essere utilizzato per visualizzare i dettagli dato che l'occhio umano è meno sensibile a tale colore fondamentale;
- I colori impiegati devono corrispondere alle convenzioni comuni e alle aspettative degli utenti: ad esempio il rosso indica di solito arresto di emergenza e di allarme, il verde attività normale, e il giallo funzione di standby.

Tutte le problematiche su esposte relativamente all'ergonomia diventano di fondamentale importanza quando il soggetto target è un disabile o un soggetto anziano, ma soprattutto tutte le scelte progettuali dovranno essere strettamente correlate alle problematiche del singolo individuo.

L'ambiente è adattato per permettere al soggetto disabile di poter controllare e usare tutti i dispositivi principali senza particolari difficoltà.

Scopo fondamentale della progettazione di un ambiente dedito all'interazione è quello di facilitare al massimo, per un essere umano, l'uso e la comunicazione con i dispositivi e la fruizione di servizi e sistemi complessi in modo proficuo e soddisfacente, in modo tale da migliorare la qualità di vita dei soggetti target.

Il funzionamento di tutti gli oggetti che compongono il sistema deve essere identificato in modo semplice, rapido ed intuitivo. Questo risultato è raggiungibile, assecondando le proprietà percepite degli oggetti (*affordance*), cioè tutte quelle caratteristiche che indicano come usare l'oggetto (le piastre si spingono, le manopole si girano, nelle fessure si infilano oggetti, ecc...).

La comunicazione con il sistema e la possibilità di far compiere ad esso delle azioni, deve essere "dimensionata" in funzione del grado di **abilità residua** del soggetto disabile.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Questo tipo di attività di progettazione viene chiamata interaction design, o progettazione dell'interazione e rappresenta una disciplina che appartiene all'ambito di ricerca dell'interazione uomo-macchina. L'attività di interaction design richiede una maggior attenzione nel momento in cui il soggetto che va ad usufruire di tali soluzioni tecnologiche presenta particolari esigenze o bisogni, come nel caso di soggetti anziani o disabili, per i quali l'interazione deve avvenire nel modo più semplice possibile e deve tenere conto delle patologie dell'individuo.

Negli ultimi decenni l'informatica ha permesso di dotare gli ambienti domestici di sistemi, non solo autonomi, ma anche intelligenti e proattivi, in grado di selezionare la reazione più appropriata in una data situazione percepita e di metterla in atto in breve tempo, attraverso una componente software/hardware che negli anni è divenuta sempre più evoluta e pervasiva. Questi sistemi sono in grado di eseguire procedure complesse e prendere decisioni in modo autonomo sulla base delle diverse condizioni, tenendo conto degli aspetti fisici, psicologici dell'utente e teorici del processo che si verificano durante il loro funzionamento.

La comunicazione con il sistema avviene attraverso un'interfaccia che traduce i concetti dell'utente in quelli della macchina e viceversa.

Alcuni importanti accorgimenti da usare durante la progettazione di una buona e usabile interfaccia dedicata all'interazione uomo macchina sono:

- Prevedere un dialogo semplice e naturale;
- Parlare il linguaggio dell'utente;
- Minimizzare il carico di memoria dell'utente;
- Essere coerenti;
- Fornire un feedback costante;
- Rendere evidenti i comandi e le azioni disponibili;
- Aiutare gli utenti a riconoscere, diagnosticare e recuperare gli errori.

Nello specifico **prevedere un dialogo semplice e naturale** vuol dire porgere particolare attenzione nella progettazione delle interfacce, mantenendole semplici ed intuitive in modo da ridurre al minimo le difficoltà di interazione.

Altro accorgimento da adottare è individuare ed utilizzare **il linguaggio dell'utente**, la progettazione dell'interfaccia dovrà avvenire ponendo attenzione al linguaggio con cui il soggetto impartirà i comandi al sistema. Tale parametro è particolarmente sensibile e importante nel caso in cui l'utilizzatore del sistema sia una persona anziana o disabile.

Inoltre bisognerà **minimizzare il carico di memoria dell'utente**, l'interazione deve esser vista dalla prospettiva dell'utente, bisognerà usare delle entità (parole, simboli, icone) mnemoniche e altamente significative in modo da facilitarne il ricordo e il riconoscimento.

La **coerenza** di un'interfaccia dovrà essere realizzata rispetto a tre componenti principali:

- **Coerenza degli effetti:** le stesse parole, gli stessi comandi, le stesse azioni devono produrre gli stessi effetti in situazioni equivalenti.
- **Coerenza del linguaggio e della grafica:** le stesse informazioni/comandi/pulsanti devono essere disposti nella medesima collocazione e nello stesso ordine in tutte le schermate/dialog box mantenendo lo stesso significato.
- **Coerenza dell'input:** la sintassi deve essere la stessa in tutto il sistema.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Il sistema deve fornire all'utente un **feedback costante**, immediato ed efficace rispetto all'azione compiuta per permettere allo stesso di essere messo a conoscenza delle conseguenze dell'azione.

I **comandi e le azioni messe a disposizione** dal sistema devono essere evidenti, chiare e non ambigue. Selezionato un comando, l'utente dovrà riuscire a capire senza ombra di dubbio qual sarà l'outcome e quindi le ripercussioni che questo avrà sull'ambiente.

Bisognerà, inoltre, **aiutare gli utenti a riconoscere, diagnosticare e recuperare gli errori**, ossia dovranno essere previsti meccanismi che permettano all'utilizzatore del sistema di riconoscere la presenza di un errore durante l'attuazione di un comando, la sua natura e cosa fare per rimediare a tale errore.

Per quanto concerne le **interfacce** di gestione si impiegherà un sistema proprietario di AMT adatto allo scopo, ovvero il controllo di dispositivi domotici. Di seguito alcuni screenshot del sistema:

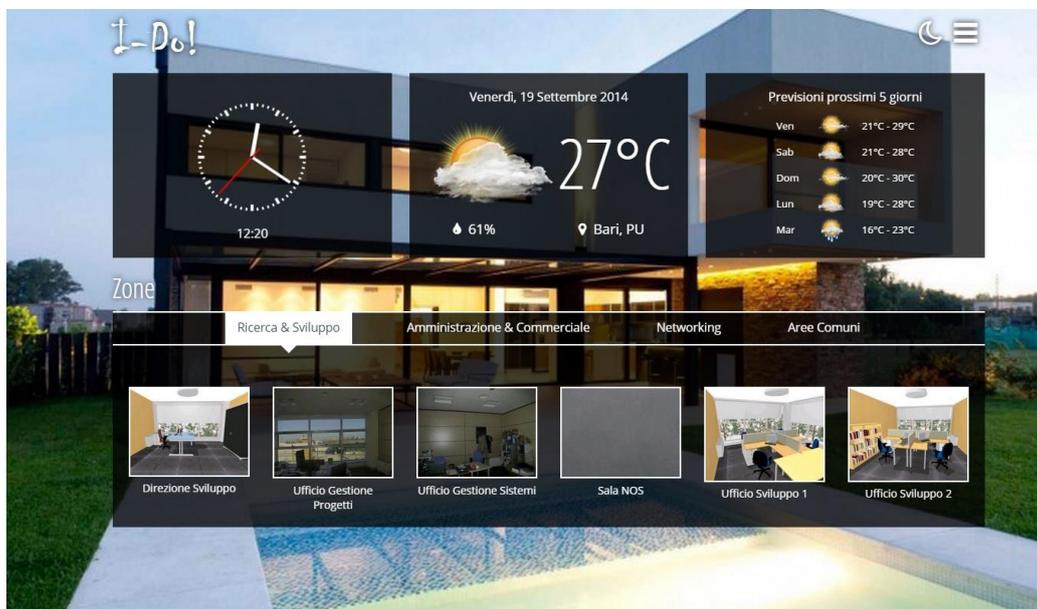


FIGURA 87: INTERFACCIA SISTEMA IDO – PANNELLO DI CONTROLLO.

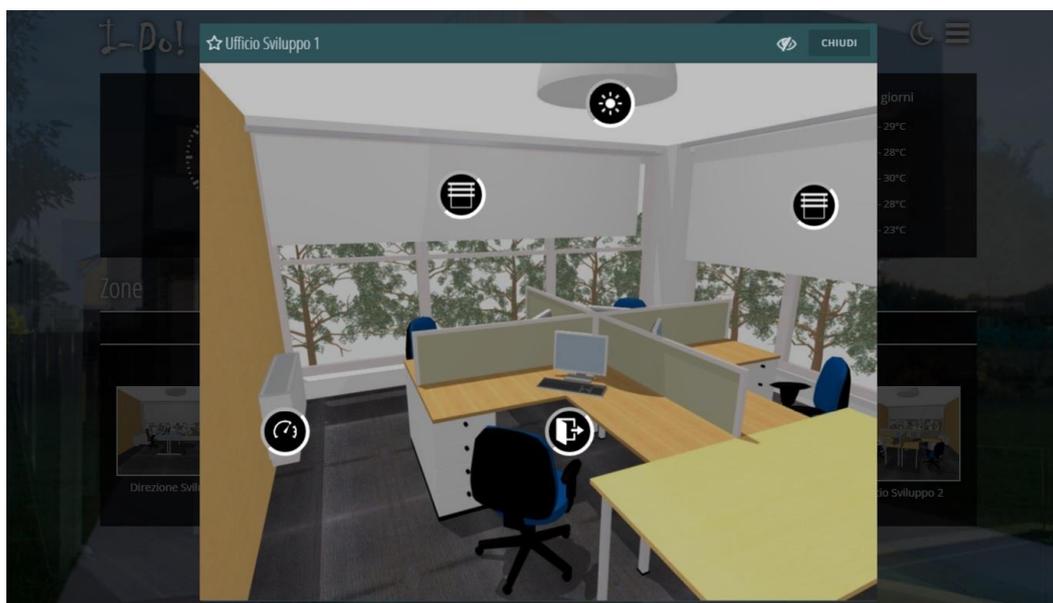


FIGURA 88: INTERFACCIA SISTEMA IDO – GESTIONE DEI SERVIZI.

2.9.1.1 INTERAZIONE TRAMITE TOUCHSCREEN

In Figura 89 e Figura 90 è rappresentato un esempio di dispositivo tattile (come un tablet Apple iPad, nel caso di specie) ancorato ad un supporto a parete (estraibile) tramite il quale è possibile accedere alla configurazione degli ambienti e accendere o spegnere luci, alzare o abbassare tende, regolare la temperatura dei termoconvettori. Viene garantita l'accessibilità tramite l'utilizzo di semplici icone facilmente individuabili e di schermate di navigazione intuibili, attraverso le quali individuare l'ambiente che si intende manipolare.



FIGURA 89 – ESEMPIO DI DISPOSITIVO TATTILE DI INTERAZIONE CON IL SISTEMA DOMOTICO



FIGURA 90 – ESTRAIBILITÀ DEL DISPOSITIVO

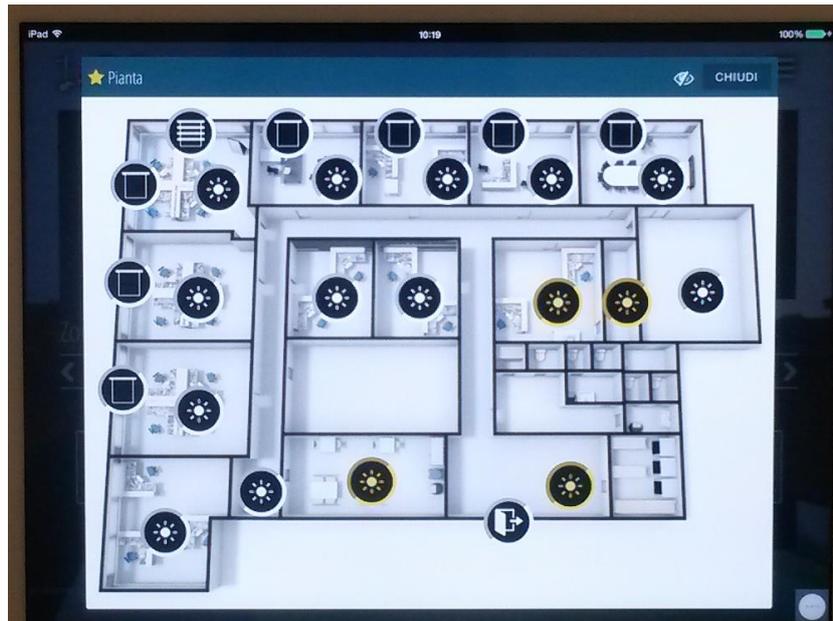


FIGURA 91 – PANORAMICA DEGLI AMBIENTI E COLLEGAMENTI RAPIDI ALLE PRINCIPALI AZIONI:
INTERFACCIA DI GESTIONE DEL SISTEMA DOMOTICO IN MODALITÀ “PIANTA”

2.9.1.2 INTERAZIONE TRAMITE SMARTPHONE

Il sistema visualizzato nelle precedenti figure altro non è che una Single Page Application (SPA), accessibile tramite web browser. Ciò permette a qualsiasi dispositivo dotato di un browser e connesso nella rete locale del sistema domotico di accedere all’interfaccia di gestione (previa autenticazione) ed intervenire sul sistema. Per esempio potrebbe accedervi un dispositivo mobile, uno smartphone, come illustrato in Figura 92, Figura 93 e Figura 94.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



FIGURA 92 – ASPETTO DELL'INTERFACCIA CARICATA SU UNO SMARTPHONE

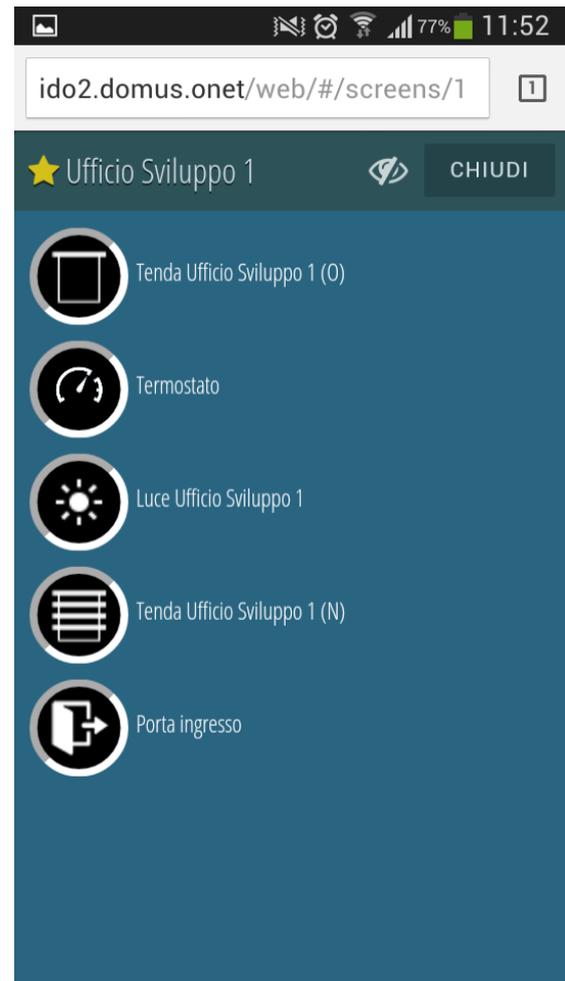


FIGURA 93 – VARIAZIONE DELL'INTERFACCIA (SPEGNIMENTO DELLA LUCE)

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

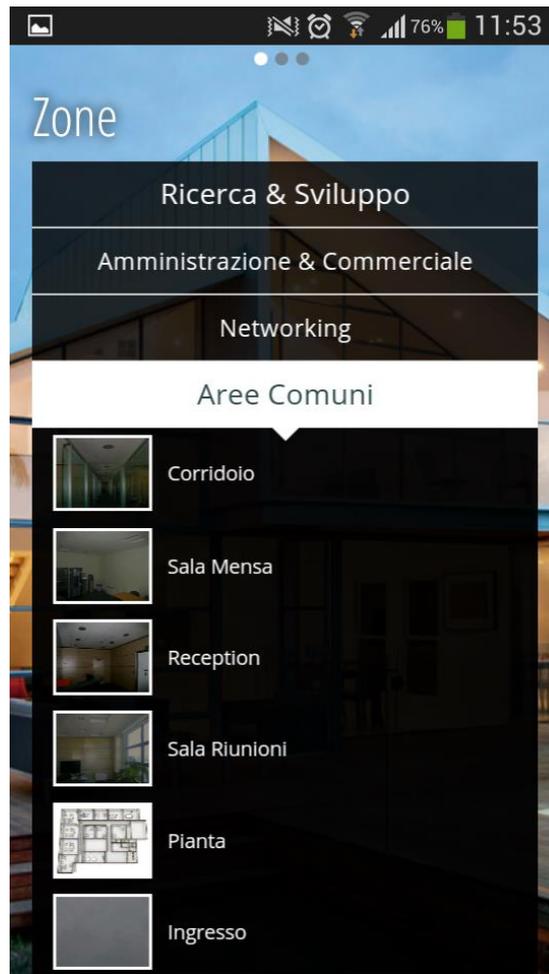


FIGURA 94 – ELENCO DELLE AREE MODIFICABILI NEL SISTEMA DOMOTICO, CARICATO SU UNO SMARTPHONE

2.9.2 CASI D'USO DELL'INTERFACCIA

2.9.2.1 ACCESSO AL SISTEMA "I-DO!"

L'utente accede ai servizi offerti dal sistema domotico "I-Do!", attraverso una finestra nella quale vengono chiesti i suoi dati di accesso: username e password.

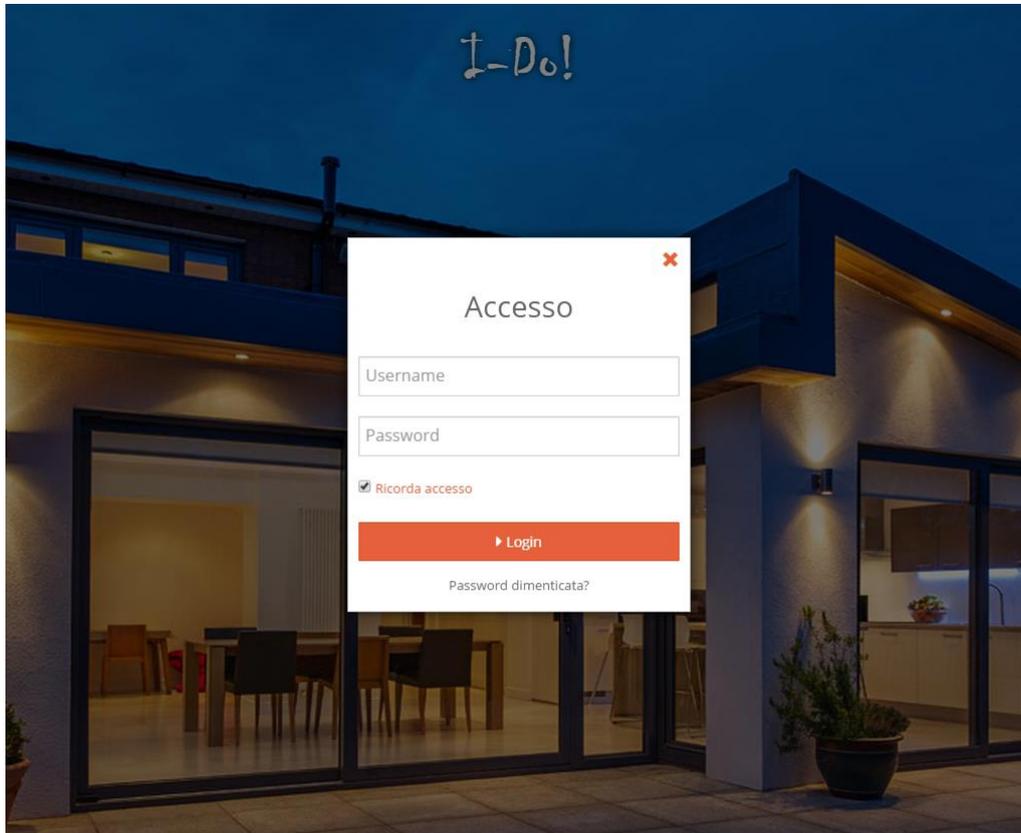


FIGURA 95 – I-DO! ACCESSO AL SISTEMA DOMOTICO

Nel caso in cui i dati inseriti siano corretti l'utente accede al pannello di controllo, nel quale può scegliere l'area o la stanza alla quale apportare delle modifiche.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



FIGURA 96 – I-DO! HOME PAGE SISTEMA DOMOTICO

In caso di login incorretto viene richiesto all'utente di inserire nuovamente le proprie credenziali di accesso.

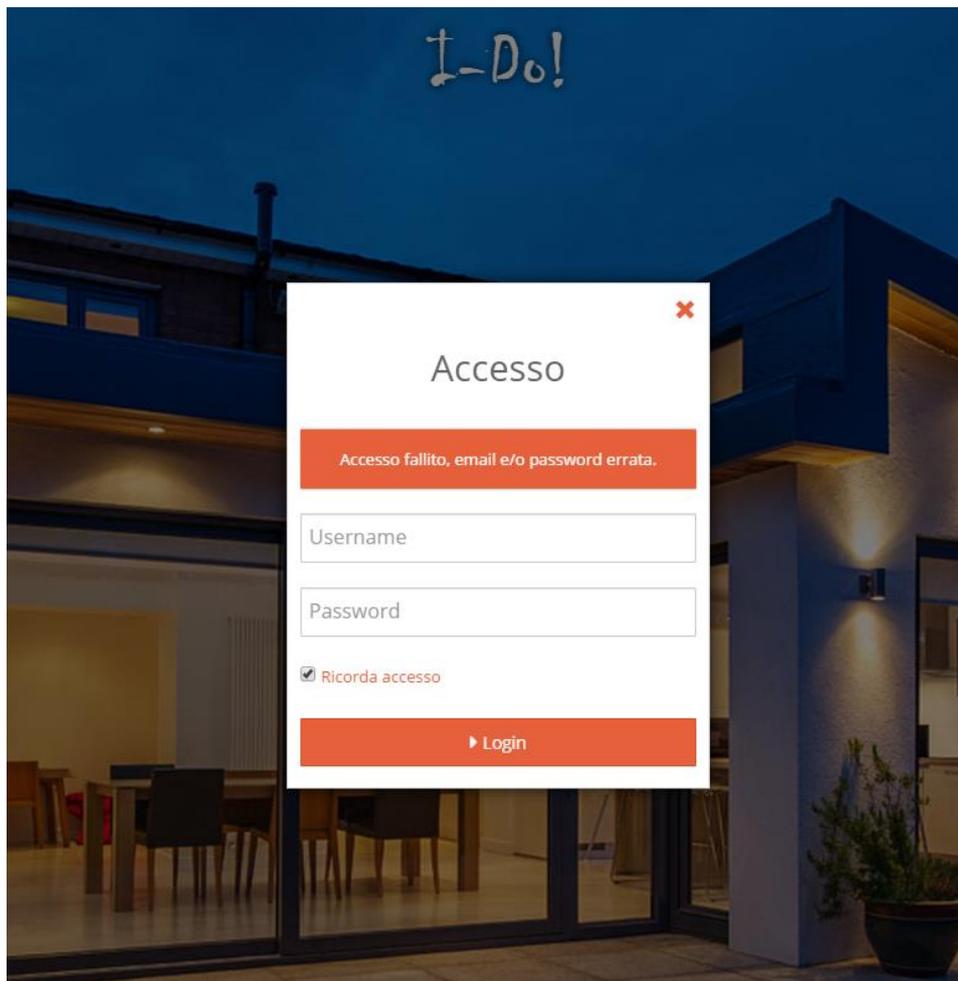


FIGURA 97 - I-DO! LOGIN FALLITO

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

2.9.2.2 SCELTA DELL'AMBIENTE NEL QUALE EFFETTUARE UNA MODIFICA

Dopo aver effettuato il login, l'utente può scegliere l'ambiente nel quale apportare modifiche relative alle funzionalità offerte dal sistema domotico.



FIGURA 98 - I-DO! SCELTA AMBIENTE NEL QUALE SI VUOLE EFFETTUARE UNA MODIFICA AL SISTEMA DOMOTICO

2.9.2.3 SCELTA DELLA MODIFICA DA EFFETTUARE

E' possibile effettuare le seguenti modifiche all'ambiente di interesse:

- Accensione/Spengimento luci
- Spostamento delle tende
- Apertura porte

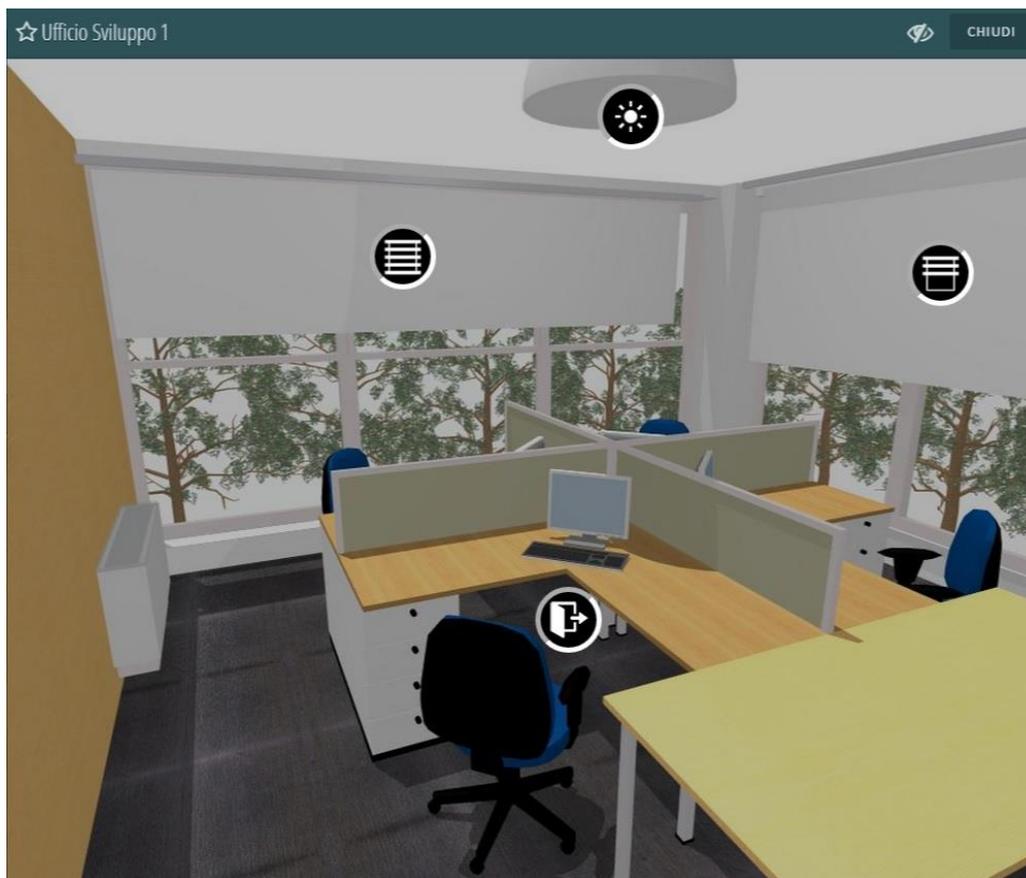


FIGURA 99 - I-DO! INTERFACCIA PER EFFETTUARE MODIFICHE ALL'IMPIANTO DOMOTICO

2.10 ACCORGIMENTI ARCHITETTONICI E DI ARREDO (3.10)

La riqualificazione dell'ambiente di vita può comprendere, a seconda delle specifiche necessità del paziente, la realizzazione, sostituzione o modifica di elementi architettonici, realizzando un'infrastruttura meccanica adatta all'automazione mediante sistemi domotici. A titolo esemplificativo, può trattarsi di infissi e sistemi di oscuramento che si prestano particolarmente alla realizzazione di impianti domotici e ad influenzare i parametri ambientali considerati in questo progetto. Gli ambienti saranno disegnati fin nei minimi dettagli e gli arredi saranno progettati per essere agevolmente utilizzati da chi ne fa uso. Il fine è quello di creare ambienti che non sembrino dimore per persone diversamente abili ma che siano funzionali e mirati al loro benessere e riduzione dello stress.

Qualsiasi modifica dell'ambiente necessaria all'inserimento di sensori e dispositivi di controllo delle apparecchiature domotiche, inoltre, deve essere progettata opportunamente per ridurne al minimo l'impatto visivo e sulle funzionalità dell'ambiente. In questo caso, la progettazione meccanica, la realizzazione di nuove soluzioni architettoniche e il design di nuovi elementi di arredo, contribuiscono a perseguire gli obiettivi propri del sistema domotico descritto in precedenza.

2.10.1 IMPIANTO DI COLORAZIONE DELLE PARETI

Al fine di consentire al sistema di controllo di impostare la colorazione delle pareti, è stato progettato un sistema di illuminazione a LED posizionato lungo il perimetro dell'ambiente che costituisce il

DemoLab Emozionale. Per la sua geometria, l'ambiente, pur essendo un DemoLab, rappresenta bene alcune delle difficoltà che si incontrano durante la riqualificazione di ambienti esistenti.

2.10.1.1 ANALISI DEL PROBLEMA

Le pareti da illuminare sono quelle che costituiscono uno dei due ambienti scelti per allestire il DemoLab. L'attività di progettazione ha il compito di definire un sistema di plafoniere sulle quali applicare le strisce LED atte alla colorazione delle pareti. In particolare, date le specifiche fornite dall'utenza finale, è necessario illuminare una fascia orizzontale alta circa 1,5 metri, lungo tutto il perimetro delle pareti in muratura.

Il sistema di illuminazione è composto da una coppia di strisce LED parallele, poste ai estremi opposti della fascia da illuminare, in modo che la luce colorata provenga sia dall'alto che dal basso, ottenendo una proiezione uniforme del colore.

2.10.1.2 PROGETTO PRELIMINARE

La progettazione preliminare ha portato alla definizione dei profili in alluminio pressopiegato, fissati sulle pareti e sul soffitto, da utilizzare per ospitare le strisce LED.

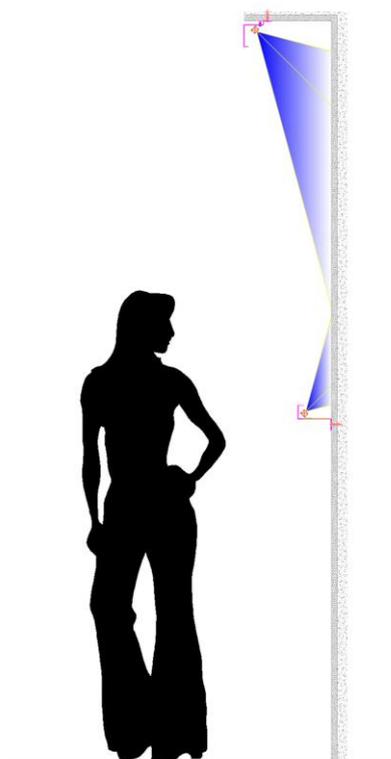


FIGURA 100

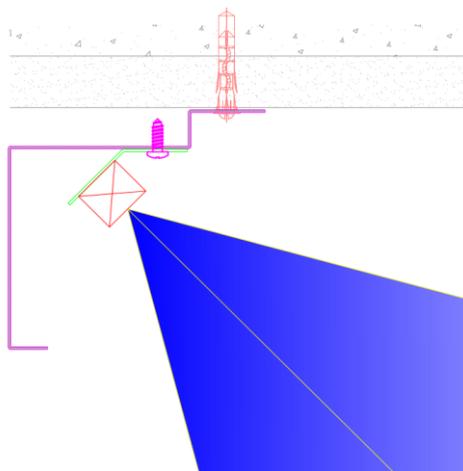


FIGURA 101

Una campionatura iniziale è stata progettata in modo da posizionare opportunamente i LED e ottimizzare la colorazione delle pareti.

In fase progettuale è stata rilevata la difficoltà di fissaggio della plafoniera superiore, a causa della presenza di una controsoffittatura a pannelli amovibili in gesso, su cui non è possibile l'inserimento di tasselli. L'utilizzo in un ambiente domestico, inoltre, rende necessaria una cura particolare all'impatto visivo della realizzazione.

2.10.1.3 SISTEMA DI FISSAGGIO E MODIFICA DEI PROFILI

Al fine di minimizzare l'impatto sulle strutture esistenti, è stato progettato un sistema di aggancio della plafoniera superiore che possa sostituire il fissaggio tramite tasselli.

L'aspetto estetico è stato particolarmente curato, entrambi i profili, superiore e inferiore, sono stati modificati e riprogettati in modo da non presentare a vista alcun elemento di fissaggio (viti o rivetti). Il design è stato inoltre alleggerito in modo da ottenere un impatto visivo meno invasivo.

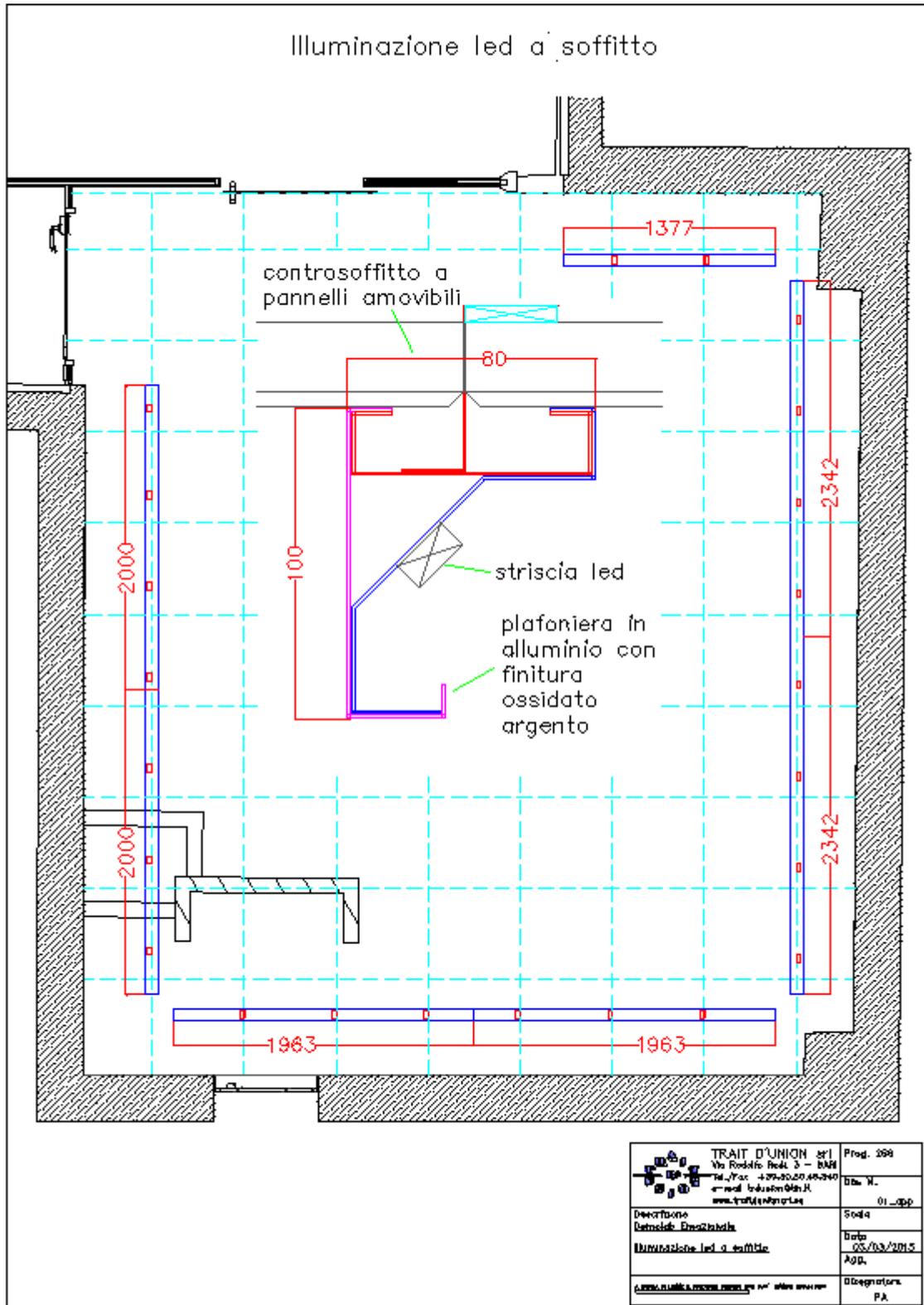


FIGURA 102 - VISTA PLANIMETRICA DELLA SALA PRESIDENZA DI AMT SERVICES CON LE PLAFONIERE A SOFFITTO POSIZIONATE

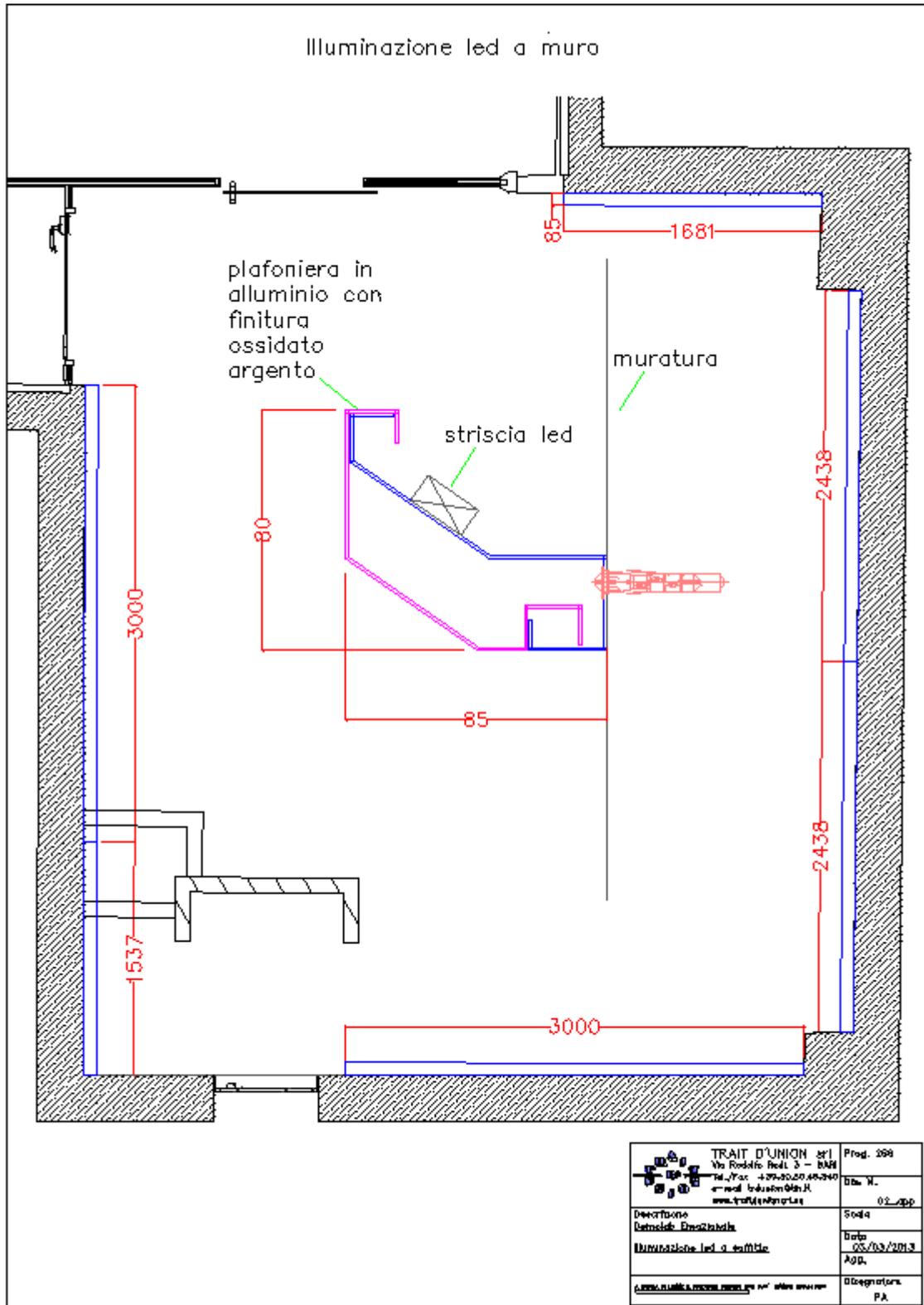


FIGURA 103 – VISTA PLANIMETRICA DELLA SALA PRESIDENZA DI AMT SERVICES CON LE PLAFONIERE A PARETE POSIZIONATE

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

L'intensità dell'illuminazione da luce naturale è regolata da un sistema di oscuramento a tenda, opportunamente motorizzato e interfacciato con il sistema domotico.

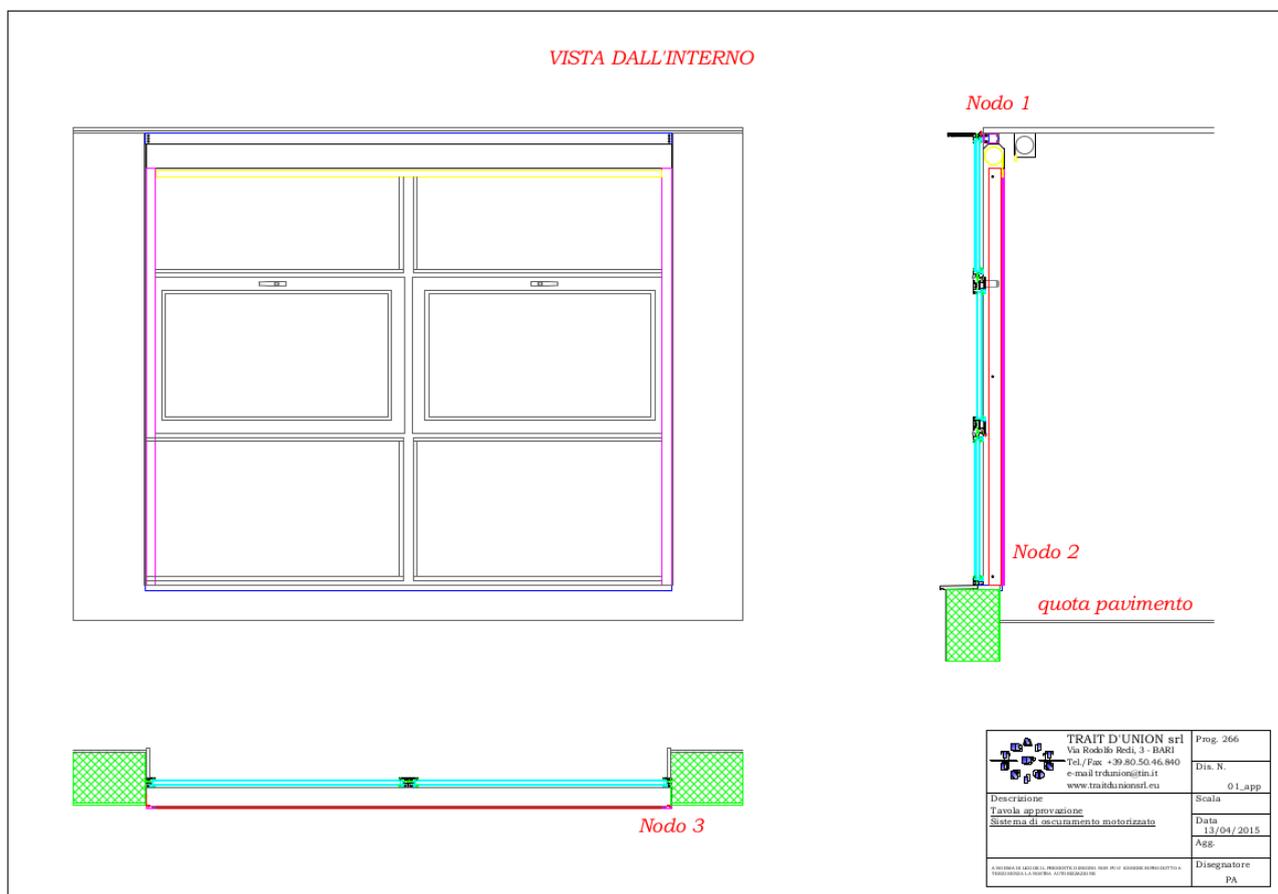


FIGURA 104 – IL SISTEMA DI OSCURAMENTO VISTO NEI PIANI VERTICALE, ORIZZONTALE E LATERALE

Il sistema di oscuramento è composto da un cassonetto contenente un rullo avvolgibile motorizzato, che ospita un telo completamente oscurante. La movimentazione e il completo oscuramento sono facilitati da una coppia di guide verticali che ospitano il telo, mantenendolo in posizione ed evitando che possa filtrare luce dall'esterno.

Il cassonetto della tenda sarà fissato mediante una traversa portante, in modo da non intaccare il controsoffitto esistente, e sarà posta tra l'infisso e la tenda esistente (semi-oscurante).

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

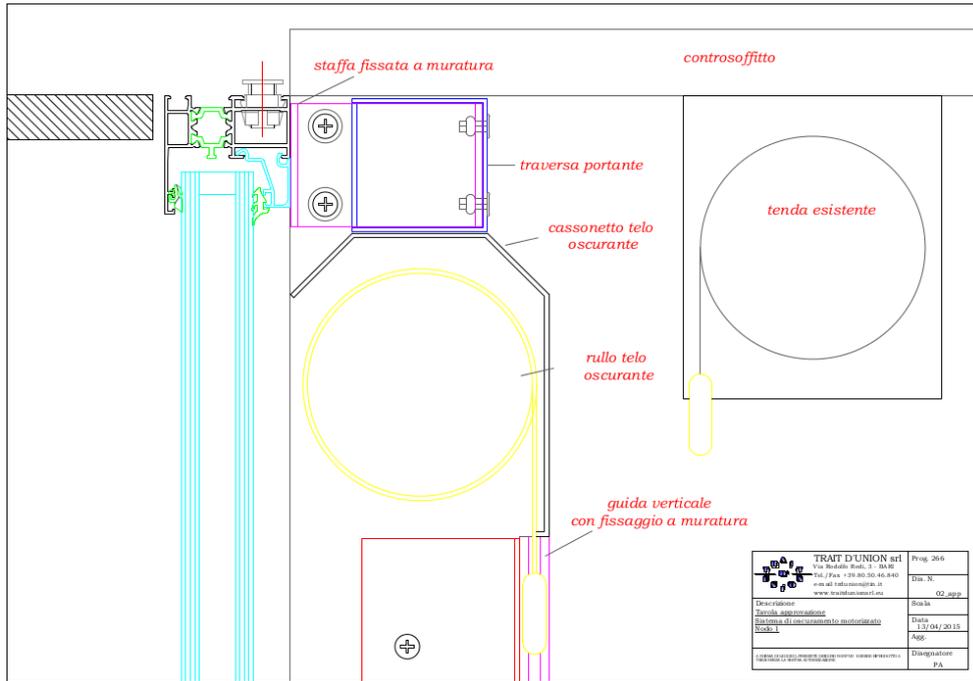


FIGURA 105 - NODO 1

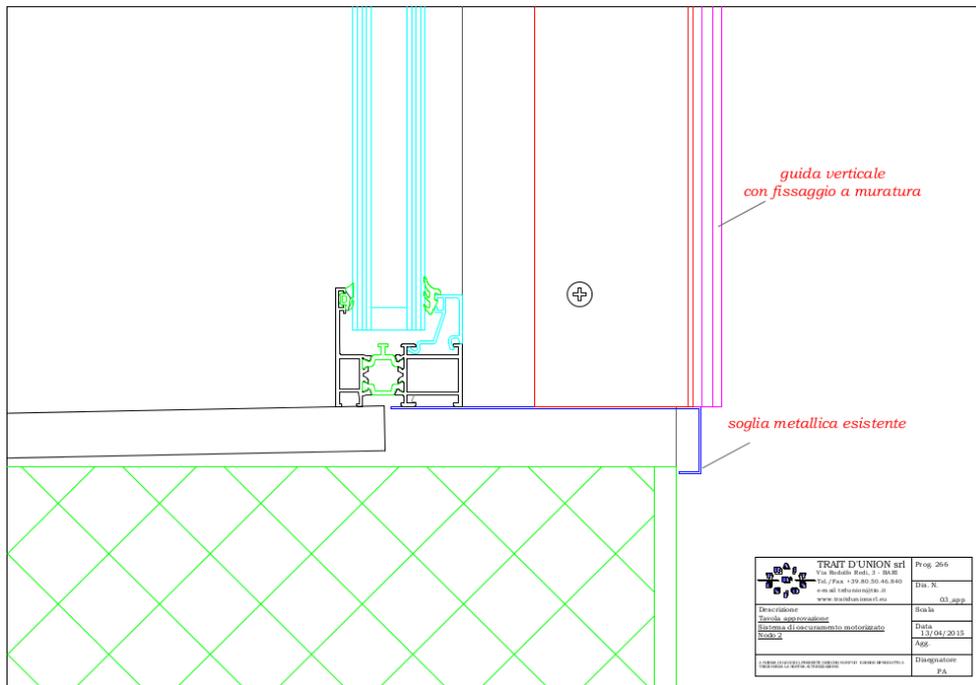


FIGURA 106 - NODO 2

2.11 MOBILE/WEB APP PER L'ACQUISIZIONE DI SCALE DI ADL (3.11)

2.11.1 CONTESTO DEFINITO DALL'UTENZA FINALE

2.11.1.1 LE SCALE DI ADL/IADL

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Negli ultimi anni è stato approfondito il processo dinamico ed interdisciplinare utile per investigare la natura e l'entità dei problemi di salute di natura fisica, psichica e funzionale di una persona non autosufficiente. Questo approccio diagnostico globale, attraverso l'utilizzo di scale e strumenti validati, consente di individuare un piano di intervento coordinato e mirato al singolo individuo. In generale ed in maniera schematica, le aree tematiche fondamentali che configurano la natura della valutazione sono rappresentate da:

- salute fisica
- stato cognitivo
- stato funzionale
- condizione economica e condizione sociale

La valutazione si effettua sulla base della compilazione, cartacea o informatizzata, di liste di quesiti (o item). Essa si avvale dell'uso di *scale* di natura monodimensionale, ognuna delle quali approfondisce una singola area o una specifica articolazione. In ambito medico tali scale sono conosciute come **scale ADL** (Activities of Daily Living) e **scale IADL** (Instrumental Activities of Daily Living). Si tratta, quindi, di *strumenti* multidimensionali pensati per caratterizzare il soggetto nelle diverse aree di interesse e distinti per finalità, impostazione e capacità descrittiva. La valutazione che si realizza attraverso questa tipologia di scale consente di apprezzare l'autosufficienza e le condizioni di salute globali del soggetto analizzato, ma anche di valutare la necessità di assistenza.

In letteratura sono presenti numerosi sistemi e strumenti di valutazione, distinti tra monodimensionali e multidimensionali, riportati nel seguito:

- Scale monodimensionali
 - MMSE - Mini Mental State Examination Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. Mini-Mental State: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. J Psychiatr Res 1975; 12: 196-198 (cfr Mini mental test)
 - GDS - Geriatric Depression Scale Yesavage JA, Brink TL, Rose TL et al. Development and validation of a geriatric screening scale: a preliminary report. J Psychiatr Res 1982-83; 17: 37-49
 - Indice di Barthel - Activities of daily living - Situazione funzionale Mahoney FI, Barthel D. Functional evaluation: the Barthel Index. Maryland State Med J 1965; 14: 56-61
 - CIRS - Indice di Comorbidità Parmelee PA, Thurax PD, Katz IR, Lawton MP.
 - Validation of cumulative illness rating scale in a geriatric residential population. J AM Geriatric Soc 1995; 43: 130-137
 - TINETTI Scale - Scala di valutazione dell'equilibrio e dell'andatura
 - Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. J Am Geriatr Soc 1986; 34: 119-126
 - EXTON-SMITH - Valutazione dei rischi di piaghe da decubito Exton Smith AN.
 - An investigation of geriatric nursing problems in Hospital National Corporation for the care of old people. London Churchill Livingstone, 1962
- Strumenti multidimensionali
 - GEFI - Global Evaluation Functional Index Cucinotta D, Angelin A, Godoli G et al. Proposta e validazione di un semplice indice per la valutazione funzionale globale dell'anziano: il GEFI. G Gerontol 1989; 38: 31-36
 - GFRS - Scala di valutazione della funzionalità geriatrica Grauer H, Birnbom F. A geriatric functional rating scale to determine the need for institutional care. J Am Geriatr Soc 1975; 23 (10): 472-476
 - MDS-HC - Minimum data set - Home Care Morris JN, Fries BE, Bernabei R. RAI-Home Care,
 - VAOR-ADI Manuale d'istruzione. Ed italiana a cura di Bernabei R, Landi F, Manigrasso L et al, Ed Pfizer Italia SpA, 1996

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- OARS - Questionario per la valutazione funzionale multidimensionale Palombi L, Mancinelli S, Marazzi MC, Batoli A. Valutare la salute dell'anziano.
- Guida all'uso della metodologia OARS - Older Americans Resources and Services. Torino, Nuova ERI, 1993
- SVAMA - Valutazione multidimensionale dell'adulto e dell'anziano Regione Veneto (DGR 3979 del 9/11/99).
- VAL.GRAF. - Scheda di valutazione multidimensionale longitudinale dell'anziano dei servizi geriatrici
- Gigantesco A, Morosini P, Alunni S et al. Validazione di un semplice strumento per la valutazione funzionale dell'anziano. G Gerontol 1995; 43: 379-385

Gli strumenti descritti risultano indispensabili ai fini dell'ottenimento dei benefici previsti per l'anziano: ad esempio chi fa domanda di invalidità civile, di indennità di accompagnamento, ma anche per ottenere l'assistenza domiciliare integrata, o per realizzare la "dimissione protetta", che prevede di fornire all'utente dimesso dall'ospedale un'assistenza adeguata a domicilio. La valutazione molto spesso non è espressa da un solo soggetto bensì da un'equipe in grado di valutare contestualmente molteplici aspetti.

In termini pratici, ai fini del progetto RESCAP, attraverso la piattaforma di integrazione OMNIACARE sarà possibile monitorare e controllare gli alert generati volontariamente attraverso un meccanismo di feedback basato su ADL (Activities of Daily Living) e IADL (Instrumental Activity Daily Living) o automaticamente attraverso la piattaforma domotica.

Nello specifico dovrà gestire il sistema di calcolo dell'indice di ADL e IADL per la memorizzazione delle informazioni veicolate mediante l'utilizzo dell'applicazione mobile. Il paziente/soggetto target oppure il caregiver che lo assiste potranno pertanto quotidianamente effettuare segnalazioni ad un sistema centrale che prenderà decisioni supportate da esperti medici.

Nei primi incontri con l'utenza finale⁷ è emersa la necessità di adoperare le scale standard di ADL e IADL.

In particolare, per il calcolo dell'indice **ADL** l'idea è quella di ricorrere ad una scala semplificata che prevede l'assegnazione di un punto per ciascuna funzione indipendente così da ottenere un risultato totale di performance che varia da 0 (completa dipendenza) a 6 (indipendenza in tutte le funzioni) (cfr. Figura 107).

⁷ Università di Bari - Dipartimento di Scienze Mediche di Base Neuroscienze ed Organi di Senso- Clinica Neurologica Azienda Ospedaliera Policlinico

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

A) FARE IL BAGNO (vasca, doccia, spugnature)		
1) Fa il bagno da solo (entra ed esce dalla vasca da solo).	1	
2) Ha bisogno di assistenza soltanto nella pulizia di una parte del corpo (es. dorso).	1	
3) Ha bisogno di assistenza per più di una parte del corpo.	0	
B) VESTIRSI (prendere i vestiti dall'armadio e/o casseti, inclusa biancheria intima, vestiti, uso delle allacciature e delle bretelle se utilizzate)		
1) Prende i vestiti e si veste completamente senza bisogno di assistenza.	1	
2) Prende i vestiti e si veste senza bisogno di assistenza eccetto che per allacciare le scarpe.	1	
3) Ha bisogno di assistenza nel prendere i vestiti o nel vestirsi oppure rimane parzialmente o completamente svestito.	0	
C) TOILETTE (andare nella stanza da bagno per la minzione e l'evacuazione, pulirsi, rivestirsi)		
1) Va in bagno, si pulisce e si riveste senza bisogno di assistenza (può utilizzare mezzi di supporto come bastone, deambulatore o seggiola a rotelle, può usare vaso da notte o comoda svuotandoli al mattino).	1	
2) Ha bisogno di assistenza nell'andare in bagno o nel pulirsi o nel rivestirsi o nell'uso del vaso da notte o della comoda.	0	
3) Non si reca in bagno per l'evacuazione	0	
D) SPOSTARSI		
1) Si sposta dentro e fuori dal letto e in poltrona senza assistenza (eventualmente con canadesi o deambulatore).	1	
2) Compie questi trasferimenti se aiutato	0	
3) Allettato, non esce dal letto.	0	
E) CONTINENZA DI FECI ED URINE		
1) Controlla completamente feci e urine.	1	
2) "Incidenti" occasionali	0	
3) Necessità di supervisione per il controllo di feci e urine, usa il catetere, è incontinente	0	
F) ALIMENTAZIONE		
1) Senza assistenza.	1	
2) Assistenza solo per tagliare la carne o imburrare il pane.	1	
3) Richiede assistenza per portare il cibo alla bocca o viene nutrito parzialmente o completamente per via parenterale.	0	
PUNTEGGIO TOTALE (A+B+C+D+E+F)		/6

FIGURA 107 - SCALA ADL (ACTIVITIES OF DAILY LIVING)

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Per l'attribuzione del punteggio, pertanto, è necessario tradurre la scala di valutazione a tre punti (senza assistenza, assistenza parziale, o assistenza completa) nella classificazione dicotomica "dipendente/indipendente" utilizzando alcune specifiche istruzioni. Per il calcolo dell'indice **IADL (INSTRUMENTAL ACTIVITIES OF DAILY LIVING)**, invece, si ricorre, in generale, all'utilizzo di una scala semplificata che prevede l'assegnazione di un punto per ciascuna funzione indipendente così da ottenere un risultato totale di performance che varia da 0 (completa dipendenza) a 8 (indipendenza in tutte le funzioni) (cfr).

A) USARE IL TELEFONO		
1) Usa il telefono di propria iniziativa: cerca il numero e lo compone	1	
2) Compone solo alcuni numeri ben conosciuti	1	
3) E' in grado di rispondere al telefono, ma non compone i numeri	1	
4) Non è capace di usare il telefono	0	
B) FARE LA SPESA		
1) Si prende autonomamente cura di tutte le necessità di acquisti nei negozi.	1	
2) E' in grado di effettuare piccoli acquisti nei negozi.	0	
3) Necessità di essere accompagnato per qualsiasi acquisto nei negozi.	0	
4) E' del tutto incapace di fare acquisti nei negozi	0	
C) PREPARARE IL CIBO		
1) Organizza, prepara e serve pasti adeguatamente preparati	1	
2) Prepara pasti adeguati solo se sono procurati gli ingredienti	0	
3) Scalda pasti preparati o prepara cibi ma non mantiene dieta adeguata	0	
4) Ha bisogno di avere cibi preparati e serviti	0	
D) GOVERNO della CASA		
1) Mantiene la casa da solo o con occasionale aiuto (ad es. lavori pesanti)	1	
2) Esegue solo compiti quotidiani leggeri ma livello di pulizia non suffic.	1	
3) Ha bisogno di aiuto in ogni operazione di governo della casa	0	
4) Non partecipa a nessuna operazione di governo della casa	0	
E) FARE IL BUCATO		
1) Fa il bucato personalmente e completamente.	1	
2) Lava le piccole cose (calze, fazzoletti).	1	
3) Tutta la biancheria deve essere lavata da altri.	0	
F) MEZZI di TRASPORTO		
1) Si sposta da solo sui mezzi pubblici o guida la propria auto	1	
2) Si sposta in taxi ma non usa mezzi di trasporto pubblici	1	
3) Usa i mezzi di trasporto se assistito o accompagnato	1	
4) Può spostarsi solo con taxi o auto e solo con assistenza	0	
5) Non si sposta per niente	0	
G) ASSUNZIONE FARMACI		
1) Prende le medicine che gli sono state prescritte.	1	
2) Prende le medicine se sono preparate in anticipo e in dosi separate.	0	
3) Non è in grado di prendere le medicine da solo.	0	
H) USO DEL DENARO		
1) Maneggia le proprie finanze in modo indipendente.	1	
2) E' in grado di fare piccoli acquisti.	1	
3) E' incapace di maneggiare i soldi.	0	
PUNTEGGIO TOTALE (A+B+C+D+E+F+G+H)		/8

FIGURA 108 - SCALA IADL (INSTRUMENTAL ACTIVITIES OF DAILY LIVING)

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

A valle dello studio delle funzioni e delle caratteristiche delle scale di ADL e IADL, è stato valutato il fatto che queste risultano svincolate dall'ambiente domestico e consentano di analizzare i livelli di difficoltà con cui si svolgono le azioni quotidiane comuni. Sono state, pertanto, prese in considerazione altre tipologie di test monodimensionali attraverso i quali è possibile valutare eventuali disturbi dell'efficienza intellettiva ma anche la presenza di deterioramento cognitivo: tra questi il MMSE (Mini Mental State Examination) e il Trail making test (tipo B).

2.11.1.2 LA SCALA SAM

L'Utenza Finale ha proposto di focalizzare l'attenzione su un'altra tipologia di scala: la scala **SAM (Self-Assessment-Manikin)**, che consente di quantificare la piacevolezza di uno scenario. In essa il paziente può esprimere un giudizio circa:

- quanto lo scenario in cui è stato immerso è piacevole
- quanto lo scenario lo ha colpito
- quanto lo scenario è bello

In generale la scala SAM è stata sviluppata da Bradley & Lang nel 1980 e permette di valutare le emozioni vissute in termini di *arousal*, *dominance* e *valence*.

In Figura 109 si riporta un esempio di modello cartaceo adoperato dal personale medico per la somministrazione del test.

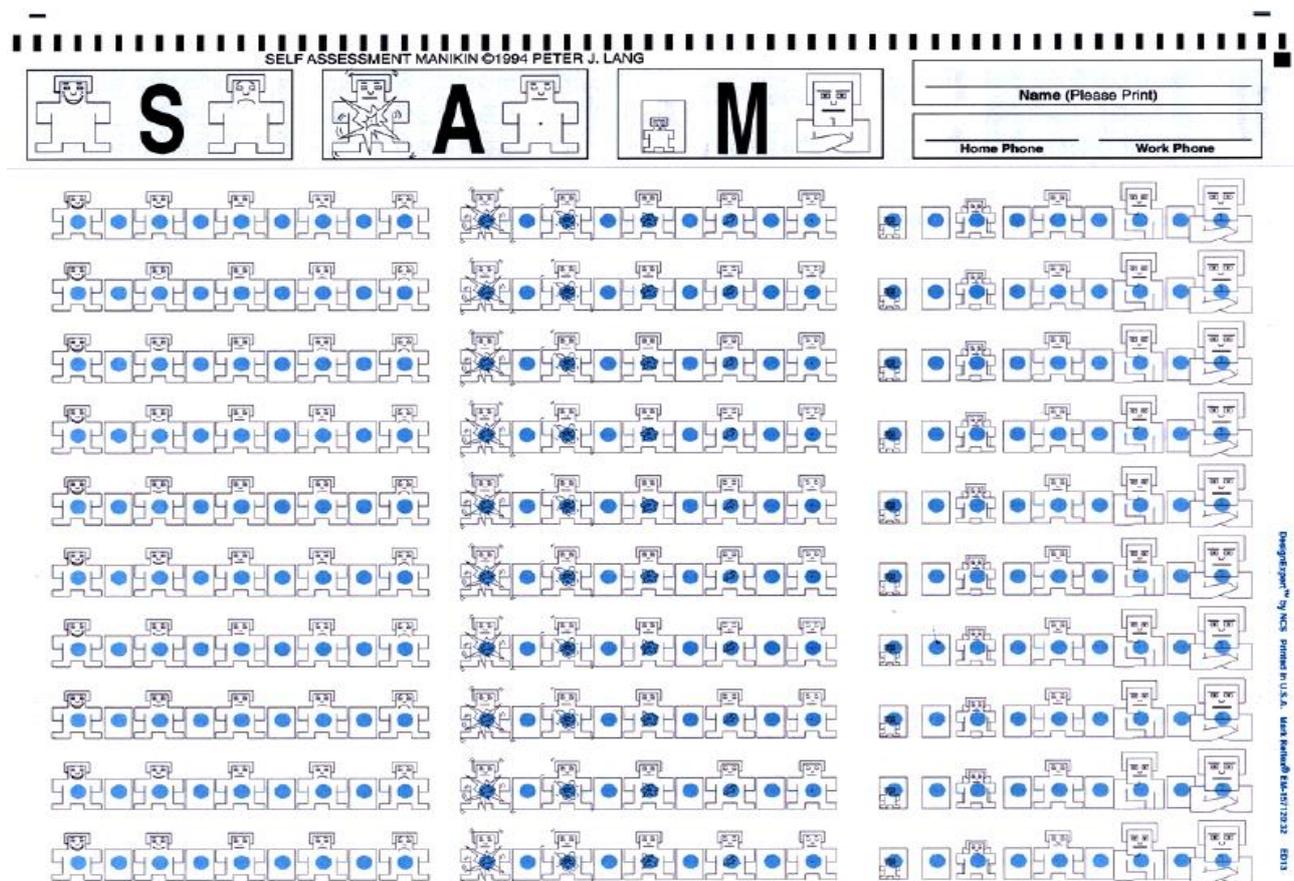


FIGURA 109 - SELF ASSESSMENT MANIKIN

La scala grazie al design non-verbale può essere adoperata indipendentemente dall'età, dal percorso formativo e culturale del soggetto. Esso misura solo uno status emotivo globale e non permette di dedurre i fattori che lo hanno causato: per la scala in oggetto esistono diverse varianti a 5, 7 e 9 punti.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Nel corso del progetto l'applicazione mobile, che sarà sviluppata, realizzerà la scala SAM a 5 punti in modo da recepire e quantificare in maniera dettagliata la reazione del soggetto.

L'applicazione sarà adoperata in più fasi all'interno del progetto: primo fra tutti nel Demolab della parte emozionale, in cui si prevede che il soggetto venga sottoposto all'analisi di alcuni scenari di cui dovrà quantificare la piacevolezza. Tale operazione è necessaria per poter individuare quale tra gli scenari proposti soddisfa in misura maggiore o minore l'utente.

I risultati forniti dall'utente saranno memorizzati all'interno della piattaforma OMNIACARE e analizzati in maniera sintetica dal medico.

L'applicazione, sviluppata su piattaforma Android, è stata pensata per essere fruita attraverso TabletPC (10 pollici) da parte dell'assistito o molto più probabilmente dal suo caregiver.

L'applicazione sarà messa a disposizione dell'utente finale che esegue la sperimentazione nel demolab "emozionale". Prima di procedere all'indagine attraverso la scala SAM, sarà necessario registrare il paziente in piattaforma OMNIACARE ed assegnargli delle opportune credenziali da impiegare nella fase di autenticazione dell'applicazione SAM Check. Considerato l'utente target dell'applicazione, per essa si dovrà procedere alla progettazione di una interfaccia semplificata e facilmente accessibile, sebbene durante l'utilizzo l'utente potrebbe essere assistito dal medico e/o dal caregiver.

Nel contesto del progetto RESCAP la scala di valutazione SAM potrà essere utilizzata nei seguenti casi:

1. *Sperimentazione Emozionale* - Fase 2 della sperimentazione in realtà virtuale in cui l'utente sarà sottoposto all'esperienza dell'immersione negli scenari fissati, indicativamente 16, al termine di ciascuna immersione egli dovrà compilare le corrispondenti scale di valutazione. Tale operazione sarà propedeutica alla individuazione dello scenario migliore (maggiormente gradito) e peggiore (meno gradito). Per esprimere l'indice di gradimento, l'utente dovrà rispondere a 3 domande per ogni scenario analizzato: in sintesi, dovendo l'utente valutare 16 scenari, dovrà rispondere a $(16 \cdot 3)$ 48 domande. A valle della raccolta delle risposte per il singolo scenario, si procederà all'invio delle stesse al server per la memorizzazione in piattaforma OMNIACARE finalizzata all'analisi sintetica da parte del medico. Il personale medico accedendo alla piattaforma potrà condurre l'analisi delle risposte: in questo modo, nella fase successiva (*Sperimentazione Emozionale* - Fase 3) l'utente sarà immerso nello scenario migliore e in quello peggiore per un intervallo di tempo più lungo, prima di avviare la valutazione dei parametri oggettivi.
2. *Sperimentazione Emozionale* in realtà domotica riqualificata – Fase finale in cui, per il Demolab della parte emotiva, è previsto che il soggetto si muova all'interno dell'ambiente modificato a seconda dell'esito della prima parte della sperimentazione (Demolab cognitivo-emozionale) ove è stato individuato dai ricercatori lo scenario migliore per l'utente. Nel Demolab emotivo si suppone che l'utente interagisca con gli ausili domotici. Al termine dell'esperienza l'utente, attraverso gli indici di gradimento (scala SAM), esprimerà la piacevolezza dello scenario.

La soluzione in caso di valori di test sotto una determinata soglia potrebbe inviare un alert al caregiver e/o medico. La piattaforma OMNIACARE può inviare sia un sms che una email (sia entrambi) alla persona che è stata selezionata.

A seguito di una consultazione, l'utenza finale (UNIBA) non ritiene necessario l'invio di ALERT. Tuttavia i partner hanno deciso di implementare il meccanismo di alert per fornire la soluzione richiesta dal progetto e di lasciare l'opzione di utilizzo a discrezione del medico. Pertanto si definisce come soglia di alert una risposta o più di una, con valore minore di 2. Quindi se il valore corrispondente ad una delle risposte del paziente è 1 o 1,5 sarà generato un'email di allerta. Tale procedura sarà attivata solo a richiesta del medico. L'applicazione prototipale (**SAM Check**) sarà fruibile attraverso dispositivo mobile 10'.

Per il raggiungimento degli obiettivi, le informazioni saranno condivise attraverso chiamate a web service. Tale tipologia di chiamata consentirà l'invio delle informazioni alla piattaforma web attraverso messaggi JSON che risultano agili e facilmente interpretabili, a vantaggio della maggiore velocità di processing e di un minore dispendio di risorse in termini di spazio. Al fine di inoltrare alla piattaforma OMNIACARE le informazioni rilevate attraverso l'applicazione in questione sarà necessario ricorrere ad un meccanismo di autenticazione, basato sull'inserimento di username e password.

2.11.2 SPECIFICHE DELL'APP

2.11.2.1 REQUISITI FUNZIONALI

In generale, la scala Self Assessment Manikin è composta da tre quesiti. Per ciascun quesito l'utente deve fornire una risposta al gradimento dell'esperienza espressa in un valore che va da 1 A 5. Dove 1 corrisponde al valore più basso mentre il valore massimo è 5.

I quesiti sono i seguenti:

- A. quanto è stato piacevole**
- B. quanto lo ha colpito**
- C. quanto è bello**

La risposta dell'utente potrà essere identificata su una delle seguenti scale:

1. Elenco di immagini di "essere umani" la cui dimensione è crescente, rappresentando il primo il valore 1 e l'ultimo il valore 5.

Per ogni risposta ci sono 9 elementi in quanto sono considerati anche i mezzi punteggi.

Quindi al primo disegno corrisponde il valore 1, al secondo il valore 1.5 e così via fino al nono disegno a cui corrisponde il valore 5.

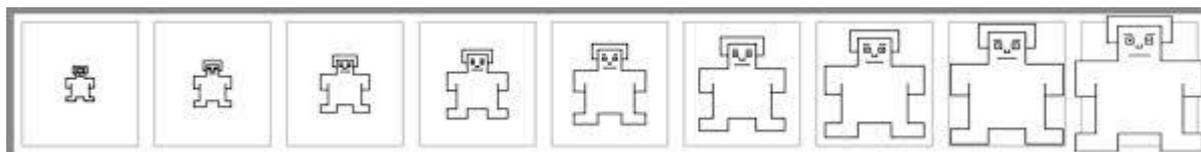


FIGURA 110 - OPZIONE 1

2. Tramite una visualizzazione di volti, il primo con valore 1 e l'ultimo valore 5:

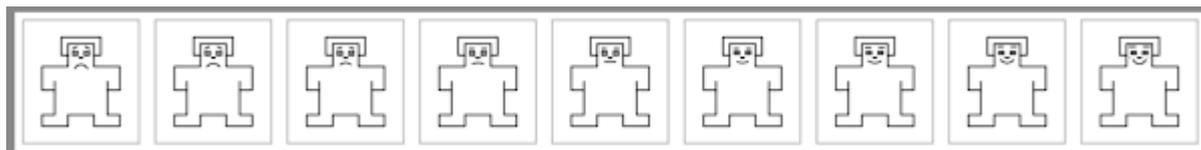


FIGURA 111 - OPZIONE 2

Per ogni risposta ci sono 9 elementi in quanto sono considerati anche i mezzi punteggi.

Quindi al primo disegno corrisponde il valore 1, al secondo il valore 1.5 e così via fino al nono disegno a cui corrisponde il valore 5.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Al termine del test sarà inviata una risposta che indichi per ciascuno scenario e ciascuna domanda il valore associato alla risposta. Lo scenario a cui si riferiscono le domande dovrà essere fornito in maniera sequenziale, senza richiedere all'utente la selezione nell'intera collezione di scenari. con un incrementale senza che questo codifichi lo scenario stesso. Tale modo di procedere richiede, pertanto, che l'ordine di somministrazione degli scenari all'utente sia fisso e non venga variato. In altri termini l'applicazione fornirà in output l'incrementale rappresentativo dello scenario, senza una corrispondenza biunivoca con l'id dello scenario all'interno della base dati. In sintesi,

L'applicazione invierà, quindi, una risposta contenente i tre valori ed avrà un struttura simile a quanto riportato nel seguito:

[domanda A, 4; domanda B, 3.5; domanda C,2]

oppure semplicemente

[A, 4; B, 3.5; C,2].

La risposta al test non sarà inviata al server come un unico valore, bensì come array di valori.

2.11.2.2 REQUISITI NON FUNZIONALI

L'applicazione nativa sarà sviluppata su piattaforma Android per l'utilizzo su TabletPC con **display 10"** da parte dell'assistito o dal suo caregiver. La scelta delle dimensioni del dispositivo è stata condizionata dal fatto che l'applicazione dovrà essere facilmente fruibile da parte dell'utente che potrebbe presentare delle difficoltà visive magari legate all'età. Tale scelta è, inoltre, in linea con le nuove tendenze dovute alla diffusione di device, quali smartphone e tablet, nel contesto della promozione della salute e dei processi di cura, ma soprattutto nella comunicazione con il paziente. Saranno adoperati **componenti standard di Android** affinché l'applicazione sia eseguibile su differenti modelli di dispositivo tabletPC e si semplifichino gli aspetti di portabilità, legati anche agli aggiornamenti della soluzione realizzata.

L'applicazione prevede una fase di autenticazione, necessaria a verificare la presenza dell'utente tra quelli registrati nel sistema. Ad autenticazione avvenuta, sarà richiesto al sistema l'elenco degli scenari a cui l'utente è stato sottoposto in riferimento ai quali dovrà esprimere il grado di accettazione. Durante le fasi di sperimentazione che precedono la verifica condotta attraverso la SAM Check, infatti, l'utente sarà immerso negli ambienti virtuali definiti in piattaforma domotica. L'utente, o il caregiver che lo aiuterà nella compilazione delle domande, potrà utilizzare l'applicazione ogni volta che lo riterrà necessario o su richiesta del medico. L'autenticazione sarà eseguita adoperando la coppia username e password forniti dall'amministratore di sistema durante la fase di registrazione nel sistema OMNIACARE dell'utente. Nel caso in cui l'autenticazione dovesse fallire, l'utente non potrà eseguire alcun esercizio/test e nessuna informazione sarà inviata alla piattaforma OMNIACARE.

Nel caso in cui l'utente venga riconosciuto come registrato nel sistema, potrà avviare la compilazione delle domande. Le domande saranno proposte in successione all'utente e le risposte saranno inviate in piattaforma sul server centrale (remoto) solo al termine della tripla relativa allo scenario. Tale sequenza costituirà l'*esercizio*.

Nel caso ci fossero problemi di connessione (temporanei) l'applicazione dovrà prevedere di ritentare l'invio del risultato fino a che non si ottenga successo oppure si raggiunga un numero di tentativi massimo (numero da definire) oppure si superi una soglia di tempo (eventualmente da definire). Ad ogni modo saranno gestite le eccezioni ed eventuali problemi.

Il messaggio che l'applicazione dovrà inviare alla piattaforma avrà la struttura riportata nel seguito:

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Messaggio = [username, data e ora completamento test, IncrementaleScenario, [(stringa-domanda1, valore-risposta1), (stringa-domanda2, valore-risposta2), (stringa-domanda3, valore-risposta3)]]

In particolare:

- *Username* rappresenta lo username assegnato dal medico in fase di registrazione dell'assistito alla sperimentazione da adoperare durante la fase di autenticazione;
- *IncrementaleScenario* rappresenta un incrementale da 1 a 16 che consente di individuare lo scenario nel suo ordine di somministrazione, prescindendo dalla codifica dello scenario nella base di dati;
- *stringa-domanda(1..3)* rappresenta l'identificativo delle domande del test;
- *valore-rispostadomanda(1..3)* rappresenta il valore numerico con un solo decimale corrispondente alla risposta selezionata (minimo 1, massimo 5).

2.11.3 PROGETTO APP

Per il raggiungimento degli obiettivi, le informazioni, all'interno dell'applicazione **SAM Check** saranno adoperate chiamate che consentiranno di comunicare in maniera semplice, attraverso messaggi JSON facilmente interpretabili, a vantaggio della velocità di processing e di un contenuto dispendio di risorse.

L'applicazione sarà realizzata prevalentemente sulla base di un layout grafico orizzontale, dalle caratteristiche molto essenziali.

Al fine di inoltrare alla piattaforma OMNIACARE le informazioni rilevate attraverso l'applicazione in questione sarà necessario ricorrere ad un meccanismo di autenticazione, basato sull'inserimento di username e password.

Si riporta nel seguito una bozza di interfaccia da impiegare per fruizione dell'applicazione

The screenshot shows the initial interface of the SAM Check app. At the top, there is a header with the text "SELF ASSESSMENT MANIKIN CHECK". Below the header, the main content area contains the following text: "Compila la scala che ti sarà proposta per ogni scenario." followed by "In ogni scenario, dovrai rispondere a 3 domande. Per ogni domanda dovrai selezionare la risposta attraverso uno dei 9 disegni proposti: al primo disegno corrisponde il valore 1, al secondo il valore 1.5 e così via fino al nono disegno a cui corrisponde il valore 5." To the right of this text is a login form with two input fields labeled "UserName:" and "Password:", and a "Login" button below them. At the bottom of the main content area, there is a horizontal row of 9 small icons representing different levels of a scale, from a simple square to a complex multi-part shape.

FIGURA 112 - INTERFACCIA INIZIALE DELL'APP SAM CHECK

L'applicazione richiederà l'autenticazione dell'utente necessaria per lo storage in piattaforma dei dati raccolti: tale fase richiederà al sistema di verificare la presenza dell'utente tra quelli censiti, e solo a seguito dell'avvenuta conferma sarà possibile procedere nella compilazione.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Ad autenticazione eseguita si potrà procedere a sottoporre all'utente, per ognuno dei 16 scenari disponibili, le tre domande stabilite per la valutazione SAM. Per rispondere, il soggetto dovrà selezionare tra le 9 immagini fornite quella che meglio rappresenta la sua percezione. L'invio dei dati raccolti sarà unico ed avverrà solo a conclusione della compilazione delle tre domande per ognuno dei 16 scenari.

I dati saranno messi a disposizione della piattaforma attraverso metodo POST: in particolare la comunicazione tra l'applicazione e la piattaforma avverrà attraverso il messaggio JSON dettagliato nel seguito e contenente:

- indicazione dell'istante temporale in cui è stata conclusa la raccolta delle risposte
- identificativo dell'utente
- incrementale relativo allo scenario (da 1 a 16)
- punteggio selezionato per domanda 1
- punteggio selezionato per domanda 2
- punteggio selezionato per domanda 3

Le informazioni sopra riportate dovranno essere ripetute, in maniera ricorsiva, per tutti gli scenari sottoposti all'utente.

A titolo esemplificativo, si riporta nel seguito una proposta di interfacce da impiegare per sottomettere le domande.

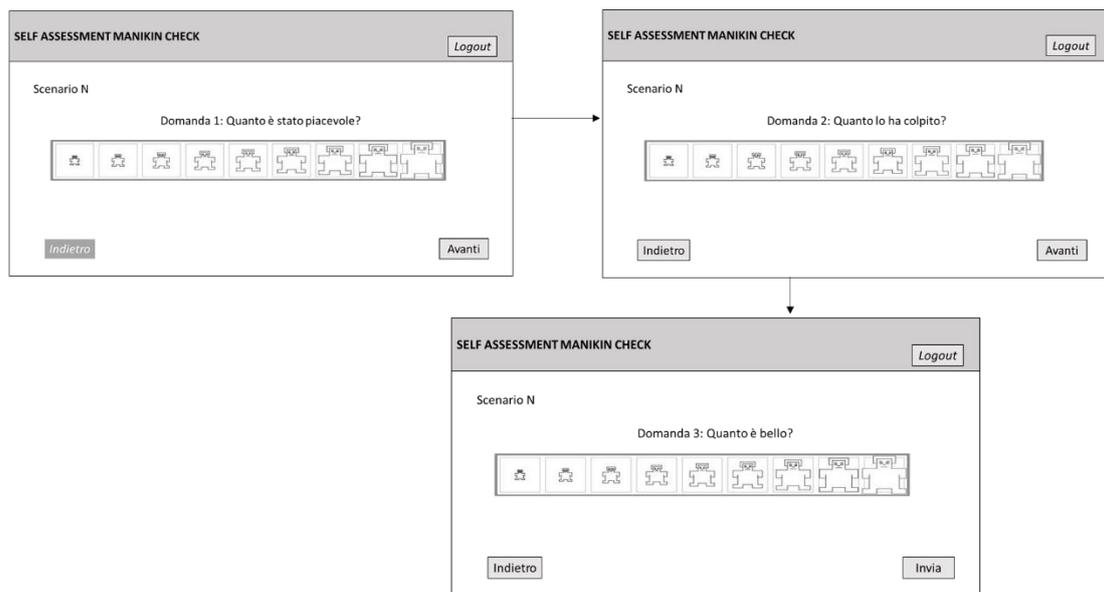


FIGURA 113 - INTERFACCIA COMPILAZIONE DOMANDE

2.11.4 COMUNICAZIONE CON PIATTAFORMA REMOTA

I web services per la comunicazione con la piattaforma OmniaCaresaranno necessari per le seguenti fasi:

- autenticazione dell'utente
- elenco degli scenari associati all'utente in piattaforma domotica

- memorizzazione delle risposte fornite dall'utente alla SAM Check

Si rimanda al documento OR4 - A4. 8 – Realizzazione del sistema di acquisizione delle scale di ADL la descrizione dettagliata dei web service e delle fasi su indicate.

2.12 PIATTAFORMA PER LA GESTIONE REMOTA (3.12)

2.12.1.1 SCENARI

L'amministratore del sistema crea il medico nella piattaforma OMNIACARE e gli assegna le credenziali di accesso.

L'amministratore del sistema crea un set di credenziali per username. Tali credenziali servono al medico per essere associate agli assistiti e devono essere utilizzate per l'accesso all'applicazione su tablet per la valutazione del test SAM.

Le credenziali sono composte da una coppia: username e password.

2.12.1.2 SCENARIO COGNITIVO

L'utente accetta di partecipare alla sperimentazione.

Il medico accede con le proprie credenziali alla piattaforma. Si sposta nella sezione di Anagrafica e crea un nuovo assistito, assegnandogli un set di credenziali (da quelle rese disponibili dall'amministratore del sistema), ed inserendo i dati dell'utente.

Infine il medico assegna il nuovo utente alla propria lista di assistiti (solo in questo modo potrà prendere visione dei dati del paziente e verificare le sue informazioni).

L'utente sarà quindi preparato per la sperimentazione cognitiva. In posizione seduta, indosserà la cuffia per la registrazione EEG (sistema Micromed) ed il dispositivo OCULUS.

Sono previste due tipologie di esperienze in questo scenario.

1. Caso cognitivo: l'utente viene immerso in realtà virtuale e deve individuare le porte aperte.
2. Caso emotivo: l'utente viene immerso in realtà virtuale e gli vengono presentate varianti di colore dell'ambiente

Nel caso 1 "Caso cognitivo", l'obiettivo è di misurare la P300 durante l'immersione in realtà virtuale al momento in cui sarà esposto a degli eventi che cambiano la realtà virtuale stessa (trigger: apertura di una porta)

Nel caso 2 "Caso emotivo", l'obiettivo è di misurare EEG, ECG ed SSR durante l'immersione in realtà virtuale al momento in cui sarà esposto a degli eventi che cambiano la realtà virtuale stessa (trigger: cambio del colore delle pareti, accensione di una luce).

Per registrare questi valori utilizzerà altri elettrodi del sistema Micromed.

Al termine della registrazione, in modo offline sarà studiato il segnale registrato, il valore estrapolato (e dopo essere elaborato per estrarne l'esito secondo le indicazioni dei medici dell'UNIBA) sarà inviato utilizzando la tecnologia web services alla piattaforma.

Il messaggio dovrà contenere le seguenti informazioni:

1. Username
2. Timestamp (data e ora della registrazione)
3. Valore P300

4. Valore della risposta simpatico cutanea (ssr)
5. Informazioni che definiscono l'ambiente con gli stimoli inviati durante la registrazione.

All'arrivo del messaggio i dati saranno salvati nel database centrale di appoggio alla piattaforma e sarà possibile vedere tutte le informazioni tramite OMNIACARE.

Devono essere mantenute tutte le registrazioni cui ciascun utente sarà sottoposto.

Dall'analisi dei dati (P300 ed altro) il medico (o i medici) estrarrà le informazioni per definire gli scenari ambientali di partenza per la fase 2 "sperimentazione emozionale"

In prima analisi sono disponibili: registrazione dei diversi sensori, trigger e riferimenti anagrafici e temporali.

3 SVILUPPO DEL SISTEMA

3.1 METODOLOGIA RILIEVO E RENDERIZZAZIONE AMBIENTI (4.1)

3.1.1 PROCEDURA DI DIGITALIZZAZIONE

3.1.1.1 ACQUISIZIONE DEI DATI SPAZIALI

Dopo l'analisi degli ambienti da acquisire e il calcolo delle posizioni migliori per la strumentazione, ha luogo la procedura di rilievo che procede, parallelamente, tramite un sistema digitale (Leica 3D Disto) e analogico (rilievo classico, manuale). Una doppia acquisizione è utile per ottenere una certa ridondanza nelle misurazioni e far emergere immediatamente eventuali incongruenze. Un rilievo di precisione richiede ore di lavoro, a volte giorni, a seconda della complessità dell'ambiente acquisito. Nel caso degli ambienti presi in esame, una squadra sul campo, composta da tecnici di Trait D'Union e dalla strumentazione necessaria, si è occupata di rilevare tutti i dati spaziali che costituiranno l'input per le operazioni di post-processing e di generazione delle geometrie degli ambienti in realtà virtuale.

3.1.1.2 POST PROCESSING

I dati spaziali acquisiti sono stati elaborati dal personale tecnico di Trait D'Union. In particolare il software AutoCAD è stato sfruttato per ottimizzare i dati grezzi ottenuti dalle strumentazioni di rilievo.

3.1.1.3 PRODUZIONE DELLE GEOMETRIE TRIDIMENSIONALI

A partire dai punti rilevati, i tecnici di Trait D'Union sono stati in grado di ricostruire fedelmente i modelli tridimensionali corrispondenti alle caratteristiche architettoniche degli ambienti selezionati per l'acquisizione e la virtualizzazione. Tutti gli elementi ambientali sono stati ridisegnati rispettando le misure rilevate

3.1.2 GLI AMBIENTI ACQUISITI

Ad un'acquisizione effettuata con gli strumenti, è affiancata l'acquisizione delle texture relative ai materiali presenti negli ambienti. La procedura è effettuata utilizzando una macchina fotografia ad alta definizione, cercando di ottenere delle condizioni di luminosità il più possibile neutre. Per i materiali standard è stato possibile sfruttare le librerie di materiali presenti nei software adoperati per l'elaborazione dei dati

3.1.2.1 POLITECNICO DI BARI

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Di seguito la pianta del secondo Laboratorio di Informatica Industriale sito al Politecnico di Bari, utilizzato come ambiente di prova per le rilevazioni, le acquisizioni e la virtualizzazione e come ambiente virtuale per il demolab cognitivo. In blu, le diverse posizioni occupate dal laser scanner impiegato dal personale di Trait d'Union.

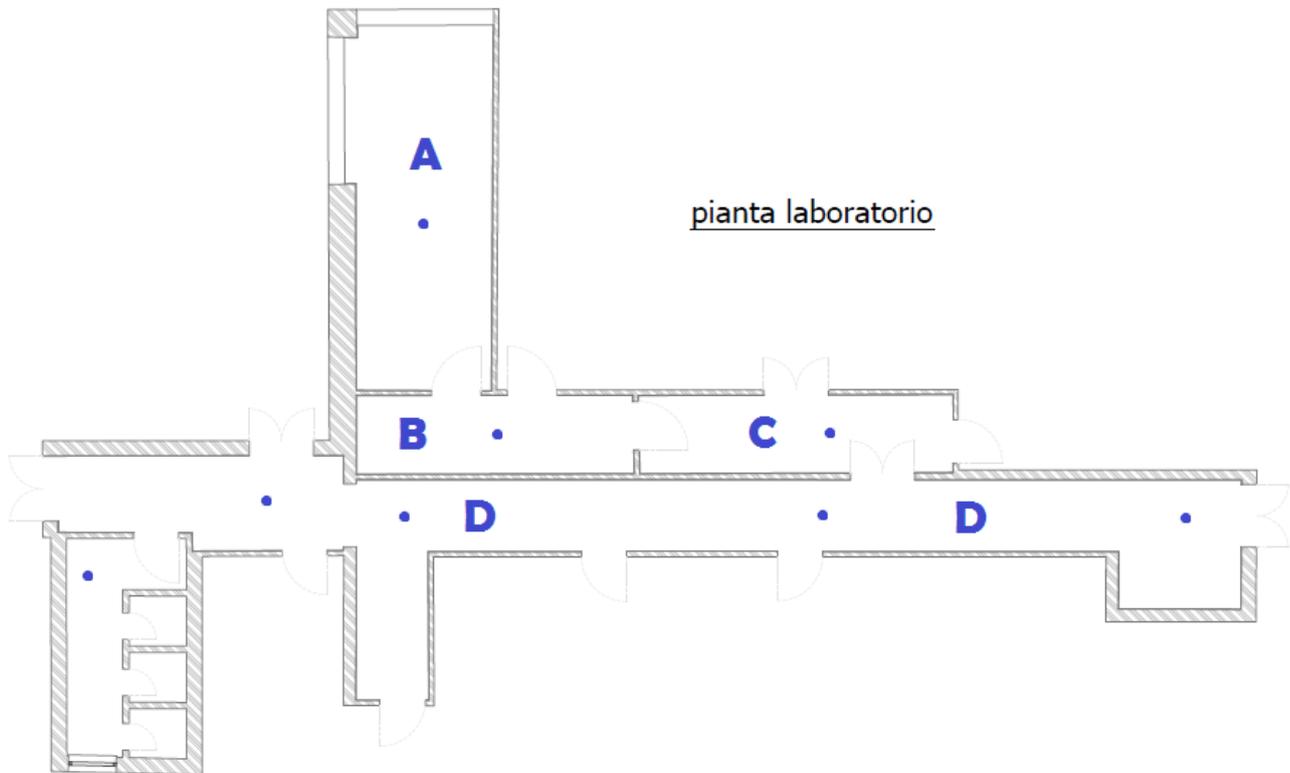


FIGURA 114 - PIANTA LABORATORIO ACQUISITO



FIGURA 115 - FOTO LABORATORIO, STANZA "A"

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



FIGURA 116 - FOTO LABORATORIO, STANZA "A", ALTRA PROSPETTIVA

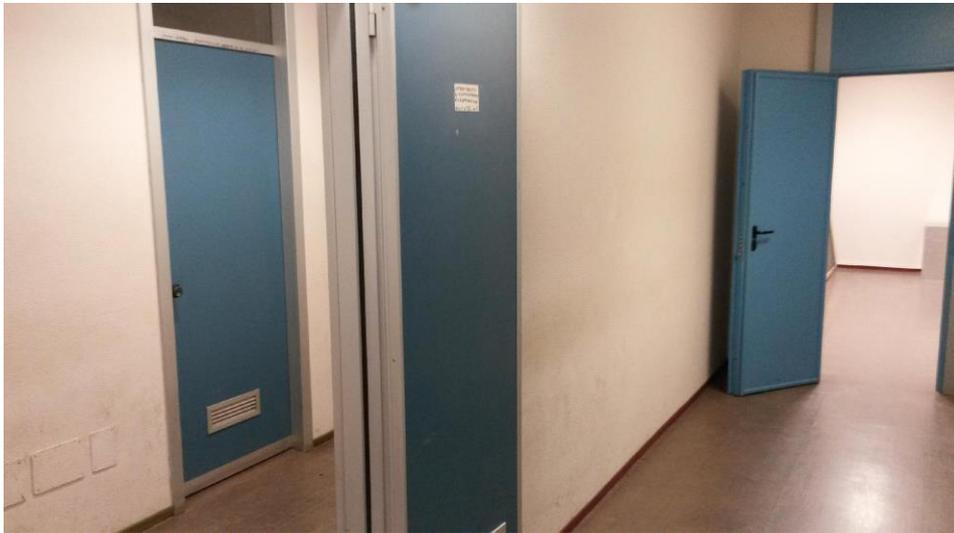


FIGURA 117 - FOTO LABORATORIO, STANZA "C"

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



FIGURA 118 - FOTO LABORATORIO, STANZA "B"



FIGURA 119 - FOTO LABORATORIO, STANZA "C", ALTRA PROSPETTIVA



FIGURA 120 - FOTO LABORATORIO, STANZA "D"



FIGURA 121 - FOTO LABORATORIO, STANZA "B", ALTRA PROSPETTIVA

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Le figure seguenti rappresentano i risultati a valle della ricostruzione 3D dell'ambiente.

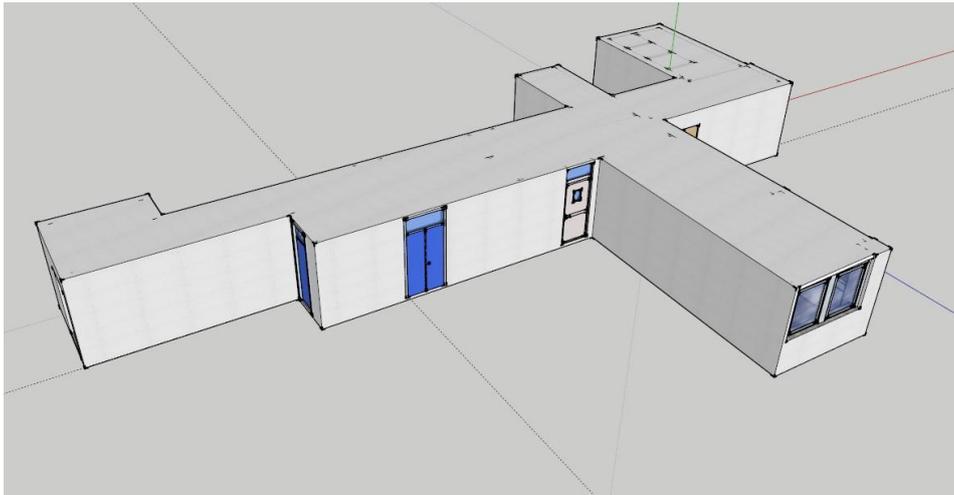


FIGURA 122 – PIANTA DELL'AMBIENTE RICOSTRUITO

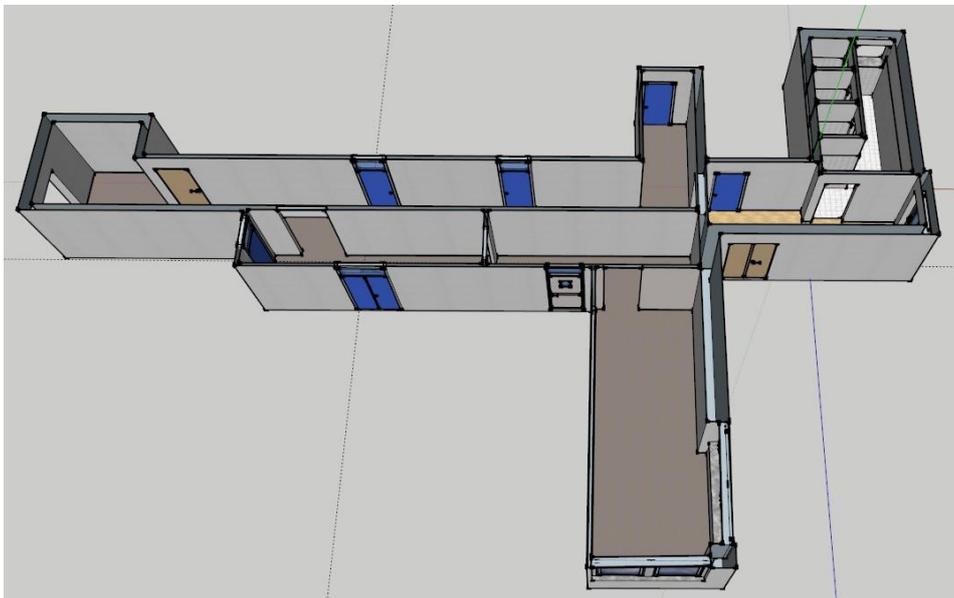


FIGURA 123 – PIANTA DELL'AMBIENTE RICOSTRUITO (VISUALIZZAZIONE DEGLI INTERNI)



FIGURA 124 - STANZA "A"

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



FIGURA 125 - STANZA "B"

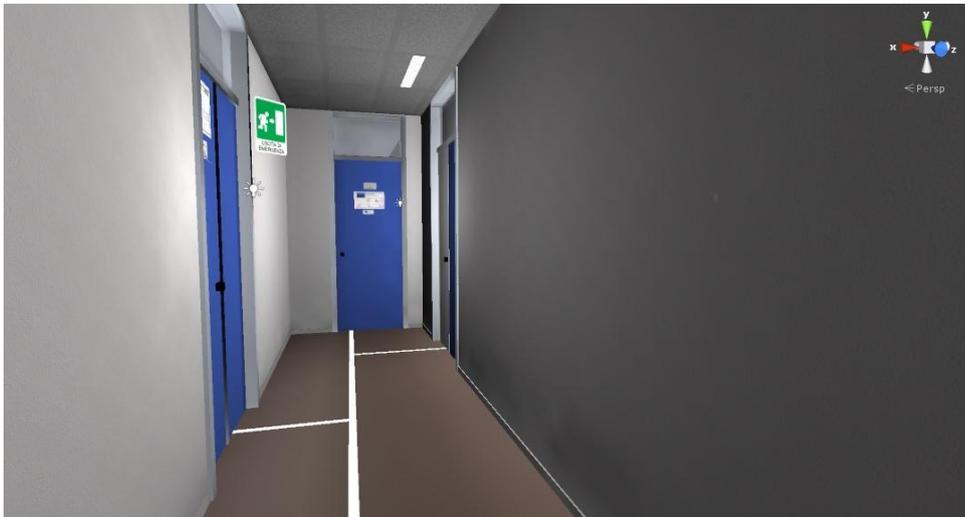


FIGURA 126 - STANZA "C"



FIGURA 127 - STANZA "D" (IL CORRIDOIO)

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



FIGURA 128 - STANZA "D", PARTE DEI SERVIZI IGIENICI



FIGURA 129 - SERVIZI IGIENICI IN FONDO ALLA STANZA "D"

3.1.2.2 AMT SERVICES

Una procedura analoga ha consentito di riprodurre fedelmente i locali messi a disposizione da AMT Services per ospitare il demolab emozionale.

La digitalizzazione degli ambienti si è rivelato di particolare utilità per la progettazione delle soluzioni architettoniche, oggetto delle fasi successive del progetto, mettendo in evidenza le criticità dell'ambiente e consentendo ai tecnici di Trait D'Union una presenza virtuale negli spazi senza la necessità di continui sopralluoghi e misurazioni.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

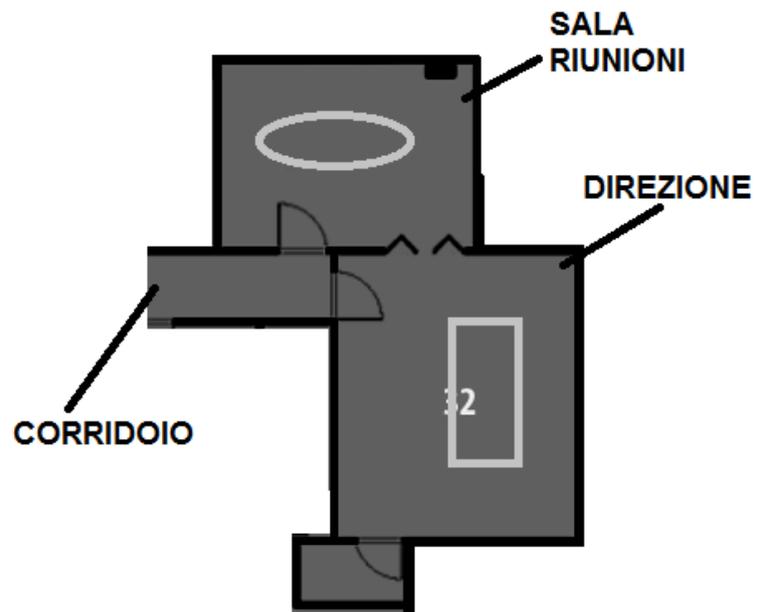
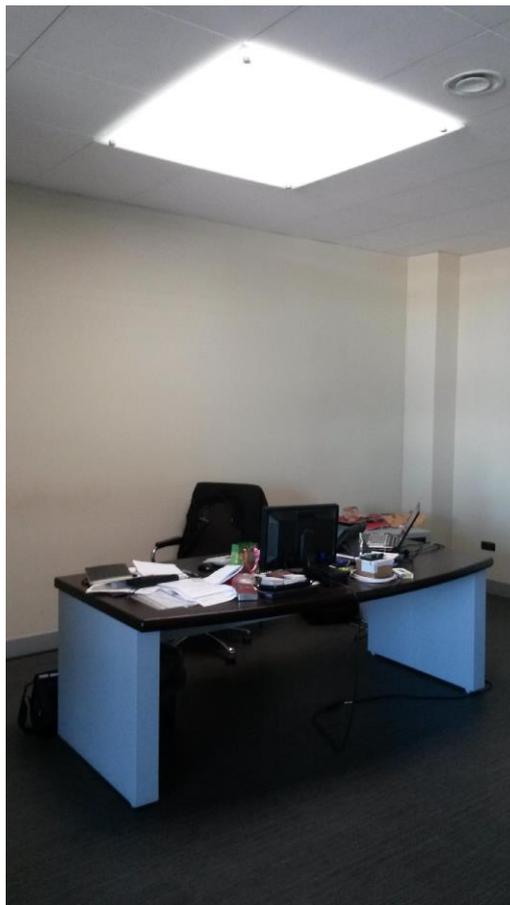


FIGURA 130 – PIANTE DEI LOCALI DI AMT SERVICES ACQUISITI



Deliverable 3 (D3) - Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni





FIGURA 131 - DETTAGLI DEGLI AMBIENTI REALI

3.1.3 I RISULTATI OTTENUTI

I due ambienti sono stati acquisiti fedelmente e le geometrie ottenute costituiscono il punto di partenza per la realizzazione del sistema di realtà virtuale necessario alle fasi successive del progetto.

La precisione delle misurazioni è un utile punto di partenza per le fasi di design degli interventi architettonici e di arredamento atti a ospitare il sistema domotico offerto al paziente.

3.2 REALTÀ VIRTUALE / AUMENTATA (4.2)

3.2.1 SIMULAZIONE COGNITIVA

L'ambiente virtuale nel quale vengono eseguite le simulazioni cognitive è composto da due corridoi nel quale l'utente a cui viene somministrato l'esperimento, naviga in modalità automatica.

Tale scenario virtuale è stato implementato, a valle dell'acquisizione e digitalizzazione degli ambienti, con l'utilizzo del motore di gioco Unity 3D.

3.2.1.1 PANORAMICA DELLA STRUTTURA PRESSO POLIBA

In questo paragrafo sarà rappresentata e descritta la struttura presso il Politecnico di Bari utilizzata per modellare gli ambienti virtuali della simulazione cognitiva.

Deliverable 3 (D3) - Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

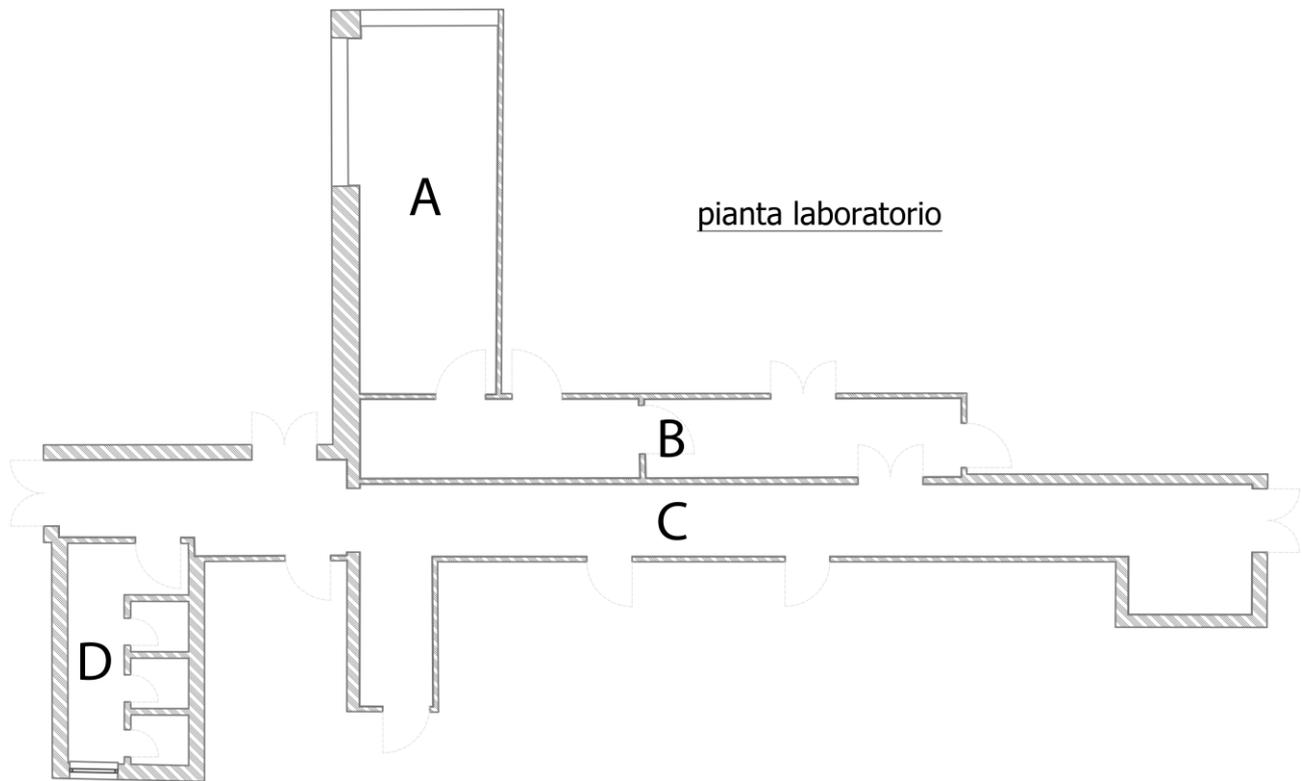


FIGURA 132 - PIANTA DEGLI AMBIENTI DEL LABORATORIO

In particolare, l'ambiente A è un laboratorio di informatica, gli ambienti B e C sono due corridoi, mentre l'ambiente D è il bagno.

3.2.1.2 COMPLETAMENTO STRUTTURE ACQUISITE DA TDU

In una prima fase sono stati acquisiti gli ambienti dei laboratori del Politecnico di Bari; tali acquisizioni sono state processate ed elaborate in Autocad, e l'output di questo processo è stato salvato come un oggetto in SketchUp 3D. Gli ambienti acquisiti si presentano nel modo seguente:

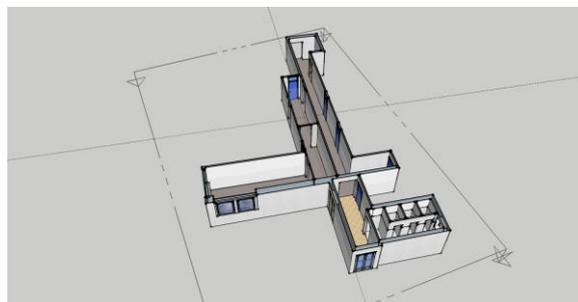


FIGURA 133 – LA REPLICA VIRTUALE DEL LABORATORIO

Gli ambienti in SketchUp 3D sono stati esportati come oggetti FBX e successivamente importati in Unity 3D.

Il primo ambiente ad essere elaborato è stato quello derivante dall'acquisizione dei laboratori del Politecnico di Bari; come si può vedere dalle immagini seguenti, in Unity 3D l'ambiente è stato arredato in modo da risultare identico all'ambiente reale.



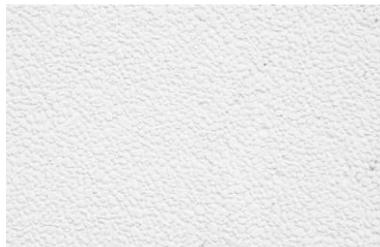
Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



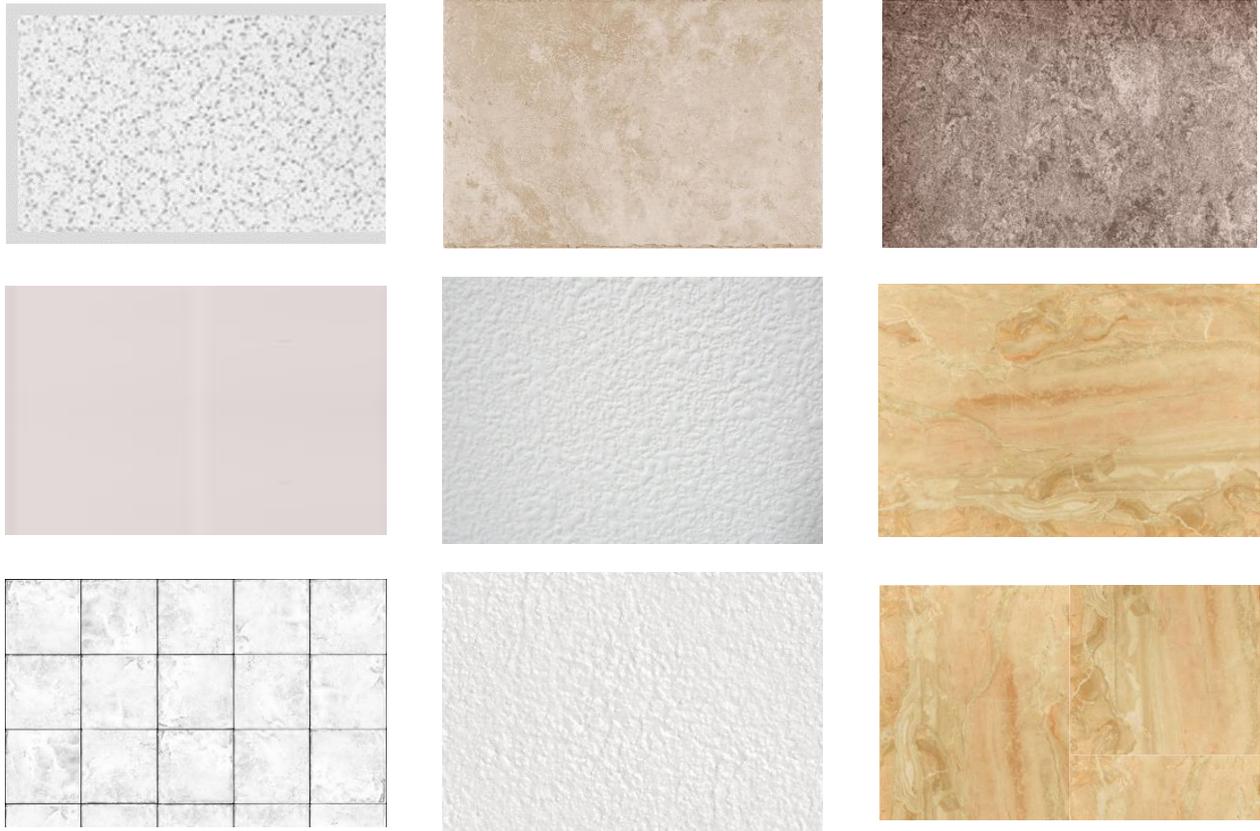
FIGURA 134 – CONFRONTI TRA AMBIENTI REALI E CORRISPONDENTI AMBIENTI VIRTUALI

3.2.1.2.1 TEXTURES

Le textures in 3D vengono fatte attraverso l'uso del software Crazy Bump a partire dalle seguenti texture in 2D:



Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



Crazy Bump permette di creare le normal map per ogni texture in 3D.

Normal map e texture in 3D vengono applicate alla superficie.

3.2.1.2.2 ILLUMINAZIONE

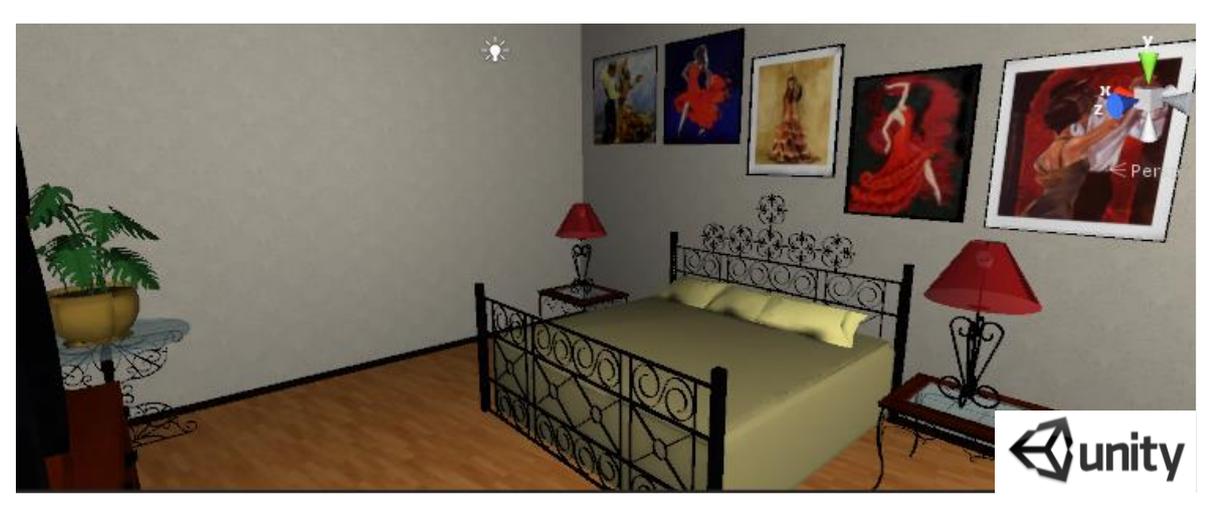
Per l'illuminazione della scena virtuale si è fatto uso delle Light Map piuttosto che della Directional Light a causa della riduzione del Frame Rate dovuto al calcolo e al disegno delle ombre a run time. Infatti la Light Map, che è possibile definirla come struttura dati che contiene la brillantezza di superfici, è precalcolata.

3.2.1.3 COSTRUZIONE SCENA VIRTUALE NAVIGABILE

L'oggetto di partenza è stato ulteriormente arredato fino a sembrare un ambiente domestico; dalla scena originaria ottenuta dall'ambiente del Politecnico di Bari, dopo che sono state aggiunte le texture opportune, e dopo aver progettato in maniera ottimale l'illuminazione dell'ambiente, sono stati creati i 4 ambienti principali di una casa, ovvero soggiorno, cucina, camera da letto e bagno.

Le immagini seguenti mostrano il risultato di tale elaborazione.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



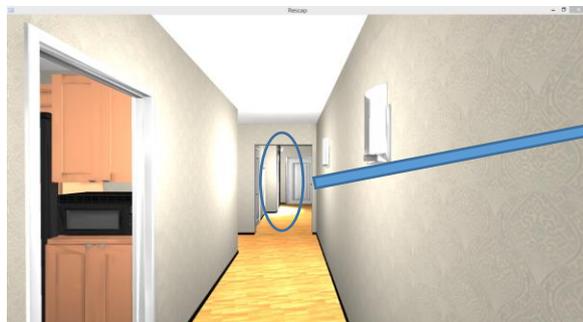
Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



FIGURA 135 – ASPETTO FINALE DEGLI AMBIENTI VIRTUALIZZATI E PRONTI PER LA NAVIGAZIONE VIRTUALE

Successivamente sono state create 3 scene diverse ottenute spostando il bagno nelle diverse posizioni secondo le specifiche richieste per il test cognitivo.

Le immagini seguenti mostrano il bagno rispettivamente nel corridoio, nel soggiorno e in camera da letto.



Bagno



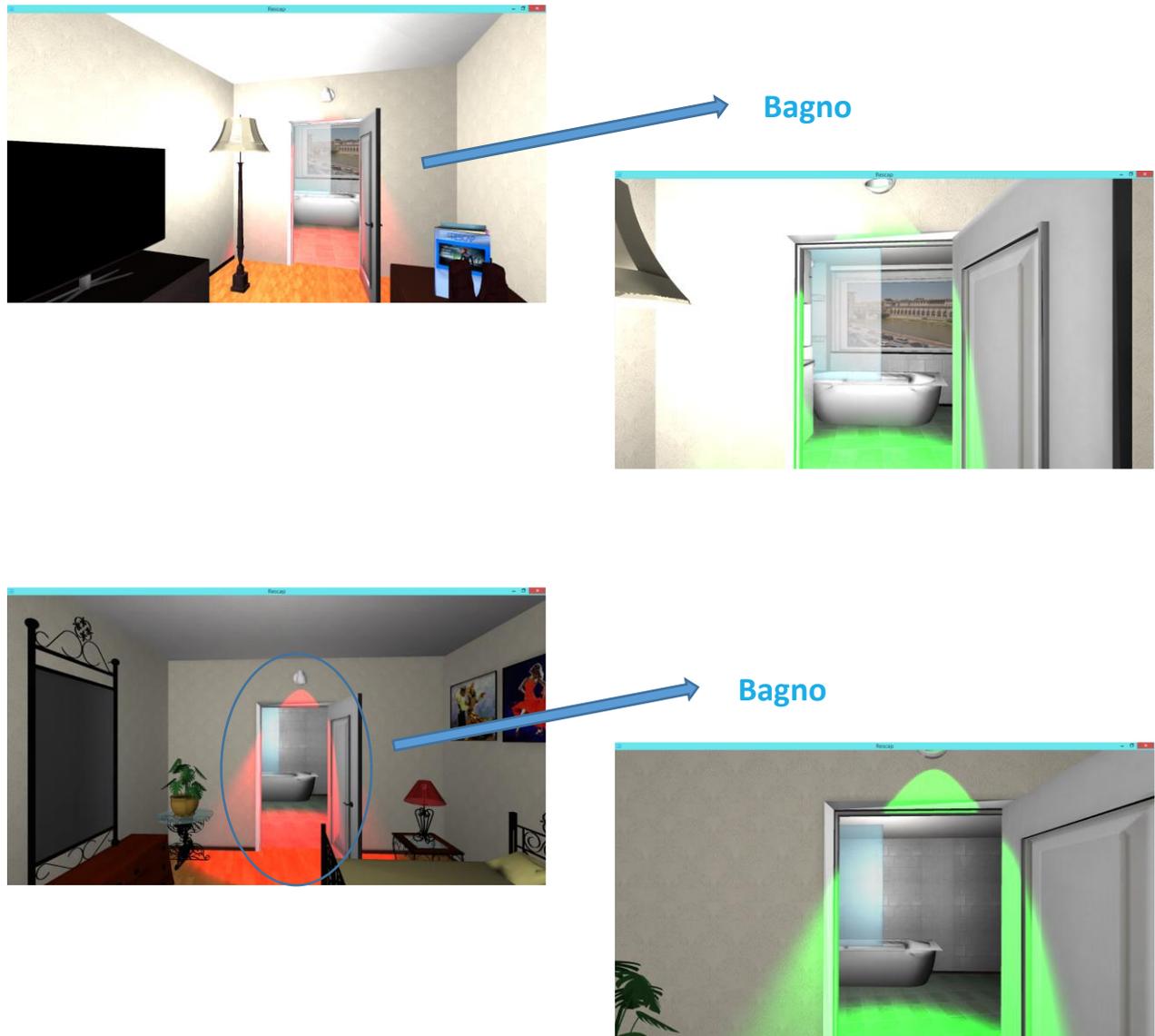


FIGURA 136 – ASPETTI DEL BAGNO DA INDIVIDUARE AI FINI DI UNO DEGLI ESPERIMENTI

3.2.1.4 IL MENU

In questa sezione si vanno ad impostare le opzioni che riguardano il test cognitivo; in particolare troviamo:

- **Colore Luce Bagno:** permette di impostare i tre colori, il neutro e gli altri due colori, da utilizzare durante l'esperimento.
- **Rotazione Porte:** permette di impostare l'apertura delle porte durante l'esperimento; in particolare queste possono essere Aperte, Chiuse o Socchiuse.
- **Numero Esperimenti:** anche se definito a 21 iterazioni, è possibile regolare il numero degli esperimenti.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- Intensità Luce Porta Bagno: permette di aumentare o diminuire l'intensità della luce che irradia l'oggetto target.
- Posizione Bagno: permette di selezionare la scena virtuale da utilizzare, in relazione alla posizione del bagno.



FIGURA 137 – IL MENU DELLE IMPOSTAZIONI INIZIALI DELL'APPLICATIVO DI REALTA' VIRTUALE

3.2.1.5 GLI SCRIPT

3.2.1.5.1 NAVIGAZIONE AUTOMATICA

All'interno dell'ambiente virtuale è possibile, anche, muoversi in maniera automatica. La gestione dei percorsi automatici è effettuata per mezzo delle Navigation Meshes messe a disposizione da Unity 3D attraverso tecniche di Artificial Intelligence (AI) dette Pathfinding.

Il sistema di Pathfinding implementato da Unity 3D, per funzionare correttamente, ha bisogno di sapere:

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- Gli elementi della scena raggiungibili da un player;
- I parametri per determinare il percorso tra due punti e scegliere il migliore tra quelli calcolati.

La soluzione ai problemi precedenti è data dalle Navigation Mesh, o Navmesh, ovvero oggetti ottenuti scomponendo la mesh grafica associata ad un oggetto (solitamente troppo complessa per essere elaborata) in parti più semplici, solitamente poligoni.

Il percorso tra due punti viene scomposto in hops tra i poligoni adiacenti.



FIGURA 138 - LA NAVIGATION MESH

Una volta che la navmesh è stata creata, è necessario che il Player sia in grado di riconoscerla. Unity mette a disposizione un componente, il NavMesh Agent, che, associato al player e opportunamente settato, riesce a raggiungere il punto di destinazione in maniera automatica percorrendo la Navigation Mesh.

A tale scopo, sono stati inseriti degli elementi invisibili che fungono da àncora, ovvero punti di partenza/arrivo per il nav mesh agent.

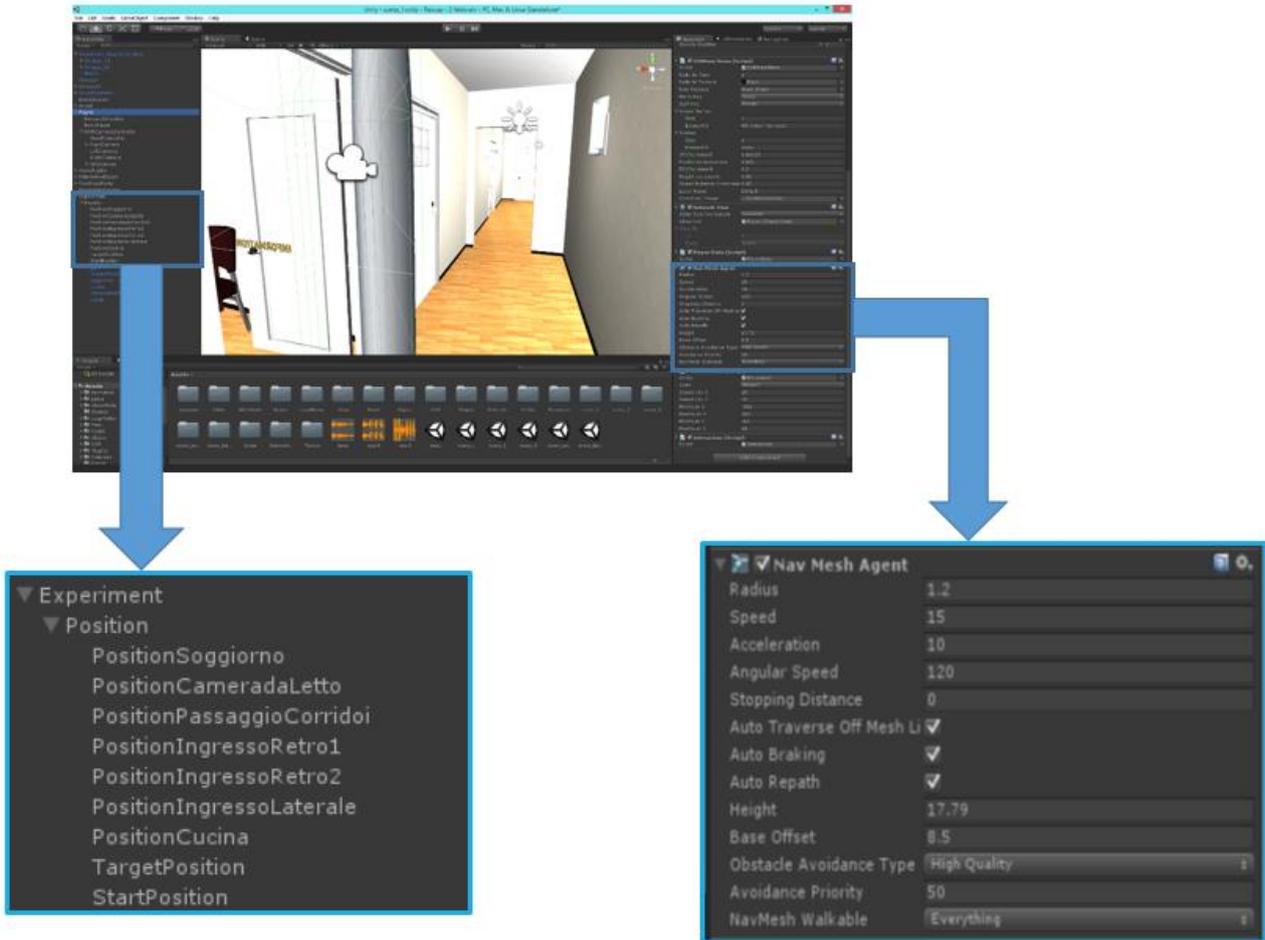


FIGURA 139

3.2.1.5.2 INDIVIDUAZIONE PORTA

Per l'invio dei trigger verso il software di registrazione EEG, ai fini dello studio che va fatto successivamente sui dati, è necessario che questi siano lanciati nel preciso istante in cui il paziente vede una determinata porta (stimolo). A tal fine, si è ricorso ad uno strumento molto importante di Unity 3D che fa uso delle Occlusion Culling.

Occlusion Culling è una proprietà di Unity 3D che disabilita il rendering degli oggetti che non sono visibili correttamente dalla camera perché nascosti da altri oggetti.

Il processo di Occlusion Culling sfrutta una camera virtuale per costruire una gerarchia di set di oggetti potenzialmente visibili; questi dati sono utilizzati a run-time da ciascuna camera per identificare ciò che è visibile da ciò che non lo è.

Con queste informazioni Unity assicura che solo gli oggetti visibili siano renderizzati riducendo il numero di draw calls incrementando, così, le prestazioni del sistema.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

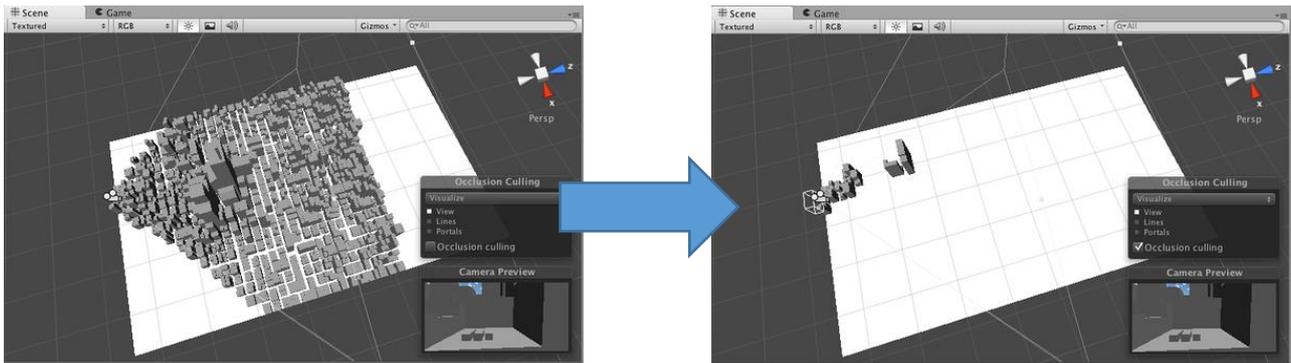


FIGURA 140

3.2.2 SIMULAZIONE EMOZIONALE

3.2.2.1 PANORAMICA DELLA STRUTTURA PRESSO AMT

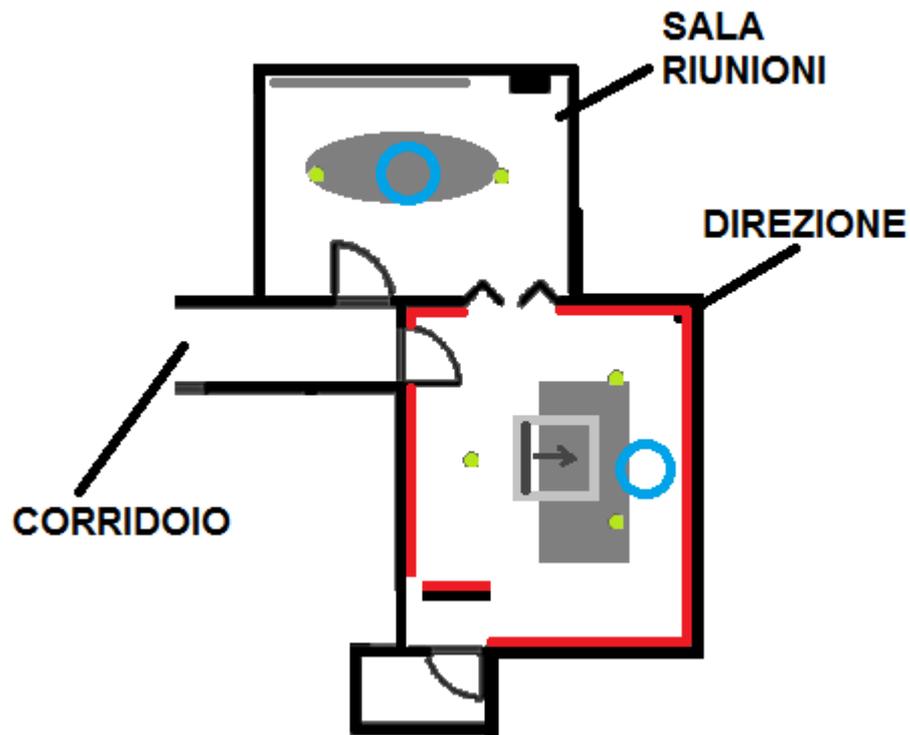
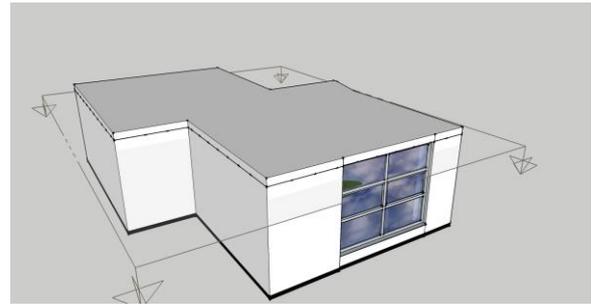


FIGURA 141 – PIANTA DEGLI AMBIENTI ACQUISITI PRESSO AMT SERVICES. ROSSO: STRIP LED. AZZURRO: ALTOPARLANTI. GRIGIO SCURO: TENDE (UNA VERTICALE E UNA ORIZZONTALE). VERDE CHIARO: ILLUMINAZIONE PRINCIPALE STANZE (A SOFFITTO).

3.2.2.2 COMPLETAMENTO STRUTTURE ACQUISITE DA TDU

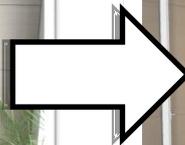
Analogamente a quanto fatto con gli ambienti Poliba riguardo il test cognitivo, anche gli ambienti di AMT Services S.r.l., dopo una fase di processing in SketchUp, si presentano nel seguente modo:

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



Gli ambienti in SketchUp 3D sono stati esportati come oggetti FBX e successivamente importati in Unity 3D.

In Unity 3D, gli ambienti sono stati processati ulteriormente fino a raggiungere una notevole somiglianza con l'ambiente reale. Il risultato di questa elaborazione è mostrato nelle immagini sottostanti.



Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

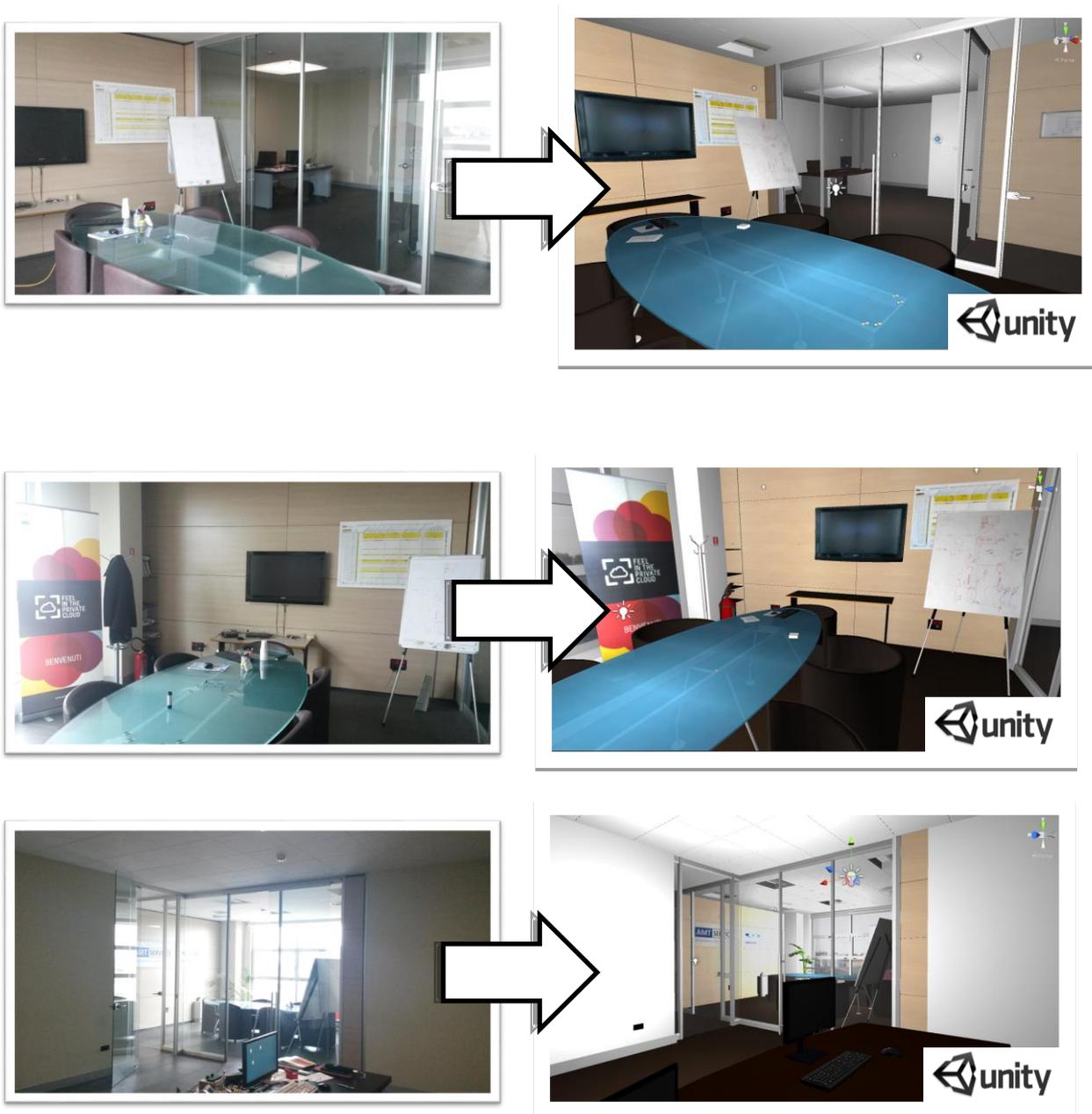
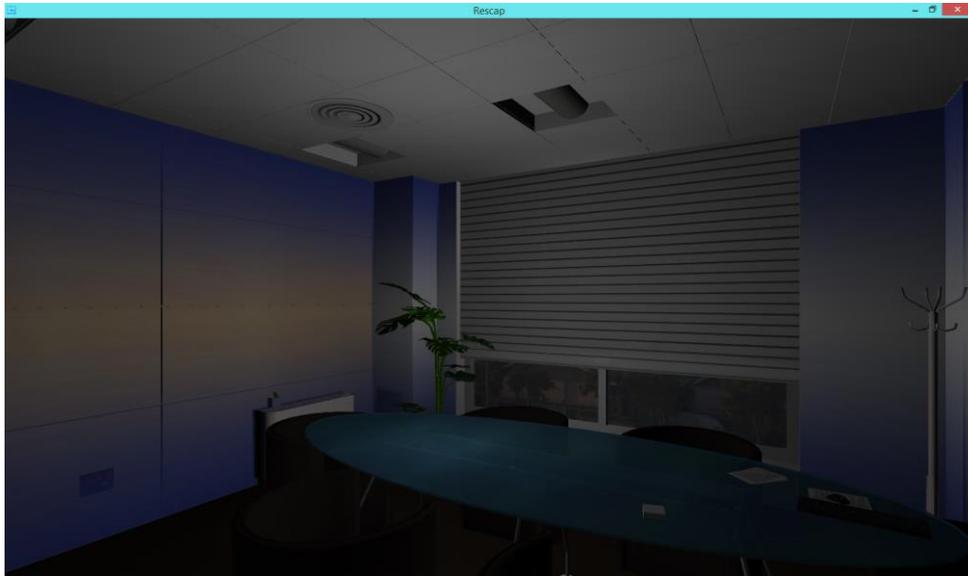
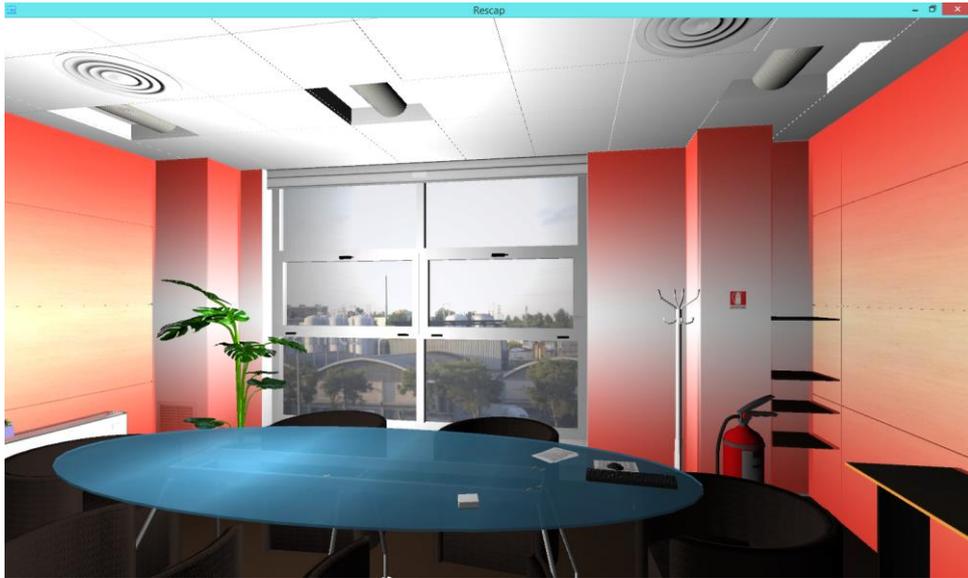


FIGURA 142 – CONFRONTI TRA REALE E VIRTUALE DEGLI AMBIENTI ACQUISITI PRESSO AMT SERVICES

3.2.2.3 COSTRUZIONE SCENA VIRTUALE NAVIGABILE

Dopo aver ricostruito la scena virtuale, sono stati aggiunti gli stimoli per l'esperienza emozionale concordati con Uniba, ovvero la colorazione delle pareti, musica di sottofondo e gestione dell'illuminazione.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

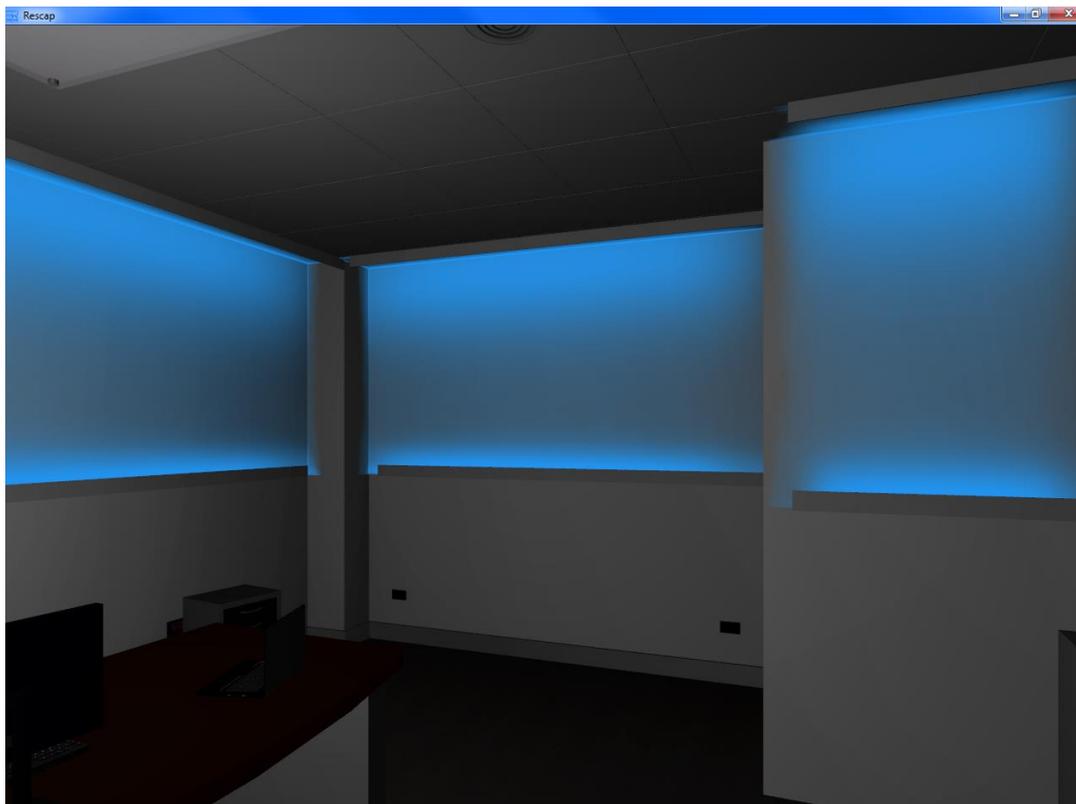


FIGURA 143 – ASPETTO FINALE DEGLI AMBIENTI VIRTUALIZZATI DI AMT SERVICES

3.2.2.4 IL MENU

In questa sezione si vanno ad impostare le opzioni che riguardano il test emozionale; in particolare troviamo:

- Intensità Luce Migliore: permette di selezionare l'intensità di luce preferita dal paziente.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- **Colore Pareti:** permette di scegliere il colore migliore e quello peggiore per le pareti, da utilizzare nella scena emozionale; come si può vedere, in questo caso la scelta è ristretta a 21 possibili colori.
- **Musica:** in una lista di 9 brani (compresa la musica spenta) è possibile selezionare la musica di sottofondo migliore e quella peggiore.
- **Durata in Secondi:** permette di impostare la durata (in secondi) degli scenari durante la valutazione della SAM, degli scenari scelti come migliore e peggiore e della pausa tra uno scenario e l'altro. I valori di default sono rispettivamente 30 s, 420 s (ovvero 7 minuti), e 180 s (ovvero 3 minuti).

	Migliore	Peggior
<input checked="" type="checkbox"/> Nessuna musica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Jazz		
<input type="checkbox"/> Sophisticated Lady	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Summertime	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Classica		
<input type="checkbox"/> Le onde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Concerto per violino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pop popolare		
<input type="checkbox"/> C'era una volta in America	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Quattro amici al bar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ambient		
<input type="checkbox"/> Caribbean blue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Relax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FIGURA 144 – MENU PER L'IMPOSTAZIONE DELL'ESPERIMENTO EMOZIONALE

3.2.2.5 IL PUNTO DI VISTA

Per ridurre al minimo i problemi legati all'utilizzo dell'Oculus Rift si è preferito implementare una "navigazione" automatica, in cui la rotazione della vista sia molto lenta, quasi impercettibile. In questo modo, salendo il livello di sopportabilità dello strumento da parte dei pazienti, è stato possibile aumentare la durata di ogni scenario della simulazione.

3.2.2.6 GLI SCENARI

Il test emozionale, come già detto, è composto da più fasi; in particolare, nella prima fase l'utente setta le opzioni utili alla configurazione dei 16 scenari sui quali si andrà a valutare la SAM.

Questi scenari sono così strutturati:

Numero Scenario	Stanza	Intensità di Luce	Colore Pareti	Musica
1	Giorno	Alta	Migliore	Migliore
2	Giorno	Alta	Migliore	Peggior
3	Giorno	Alta	Peggior	Migliore
4	Giorno	Alta	Peggior	Peggior
5	Giorno	Bassa	Migliore	Migliore
6	Giorno	Bassa	Migliore	Peggior
7	Giorno	Bassa	Peggior	Migliore
8	Giorno	Bassa	Peggior	Peggior
9	Notte	Alta	Migliore	Migliore
10	Notte	Alta	Migliore	Peggior
11	Notte	Alta	Peggior	Migliore
12	Notte	Alta	Peggior	Peggior
13	Notte	Bassa	Migliore	Migliore
14	Notte	Bassa	Migliore	Peggior
15	Notte	Bassa	Peggior	Migliore
16	Notte	Bassa	Peggior	Peggior

3.2.3 PROBLEMATICHE CON GLI STRUMENTI

3.2.3.1 OCULUS RIFT E I MALORI

Durante la sperimentazione sono stati riscontrati disagi nei pazienti durante le registrazioni con l'uso del dispositivo Oculus Rift; quindi si è deciso di intervallare le fasi di registrazione con delle pause. Nei casi più gravi, è prevista l'interruzione della somministrazione e si passa alla visualizzazione 2D su schermo LED normale.

3.2.4 APPROFONDIMENTI CODICE



FIGURA 145

Unity 3D è uno strumento di authoring integrato per la creazione di videogiochi 3D. Attualmente supporta lo sviluppo solo su Windows e iOS ma le opzioni di esportazione sono numerose e includono Windows, Linux, Iphone, Google Android, Nintendo Xbox 360, Sony Playstation 3 e anche un semplice browser dotato del plugin Unity 3D player.

Gli script che è possibile associare ad un game object possono essere scritti in JavaScript, C# e Boo.

Un game object in Unity è una qualsiasi entità rappresentabile nella scena: un cubo, una luce, un piano, un modello 3D importato sono tutti esempi di game object. Ad un game object può essere associata una mesh, una texture, un materiale e, più in generale, una componente. Qualsiasi game object ha la componente "transform" che conserva informazioni sulla posizione nello spazio rispetto ad un riferimento fisso della scena, sulla rotazione e sulla scala (dimensione). Una componente agganciabile può essere anche uno script scritto in uno dei linguaggi indicati poc'anzi.

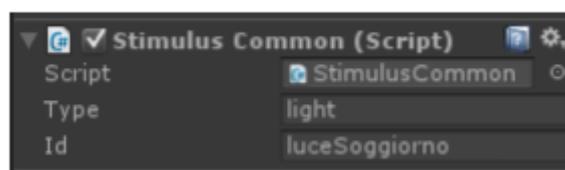


FIGURA 146

Per esempio nel progetto ogni game object che rappresenta uno stimolo ha uno script "StimulusCommon" associato. Per quanto riguarda l'interfacciamento con il visore virtuale Oculus Rift,

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

è necessario scaricare un plugin gratuito dal sito degli sviluppatori di Oculus Rift (dopo essersi registrati): questo plugin sarà un file ".unitypackage" che verrà importato in Unity 3D e metterà a disposizione i game object appropriati per la modellazione ed esportazione con il visore Oculus (come per esempio la doppia telecamera per la stereoscopia).

Ad importazione avvenuta, si aggiungerà un menu "Oculus" nell'editor Unity attraverso il quale gestire le build del progetto e aggiungere i prefab giusti. Il prefab da aggiungere è OVRPlayerController composto da una forward direction (la direzione in cui è rivolto il personaggio) e da un OVRCameraController che contiene le due telecamere per la visione stereoscopica (leftCamera e rightCamera).

3.2.4.1.1 LE CLASSI

Alcune delle classi sono derivate da una classe di Unity denominata MonoBehaviour (nel package UnityEngine, di cui va segnalato l'utilizzo in ogni file sorgente C#).

Tutti gli script che divengono componenti di un game object dovrebbero essere derivati da MonoBehaviour, poichè offre un'interfaccia per accedere all'esecuzione della scena, ai suoi elementi e ai game object. Per fare un esempio, i metodi più frequentemente reimplementati di quest'interfaccia sono Awake(), Start(), Update(), onDestroy() e vengono richiamati in precise circostanze durante l'esecuzione:

- Awake viene eseguita all'avvio dell'eseguibile della scena
- Start all'istanziamento del game object cui è associato lo script
- Update è richiamato ad ogni frame
- onDestroy alla distruzione del game object.

3.2.4.1.1.1 EVENT MANAGER

La libreria riutilizzata per la gestione del sistema event-oriented: contiene metodi per il dispatching degli eventi e per l'aggiunta e rimozione dei listeners.

3.2.4.1.1.2 GUI

Il file gui.cs contiene la classe Gui che si occupa dell'interfaccia grafica e dell'inizializzazione dell'ambiente virtuale istanziando la classe che gestisce la connessione TCP, passandole l'indirizzo IP del server e la porta. Questi parametri è possibile inserirli nella prima scena che si carica all'avvio dell'eseguibile che è la scena che contiene un menu dove poter specificare alcune impostazioni. L'oggetto di classe Gui rimane poi in un ciclo infinito che prevede la ricezione di dati dal server e il loro dispatching sottoforma di eventi attraverso il metodo TriggerEvent(). Questo ciclo infinito è eseguito in un altro thread attraverso la chiamata a RunAsync della libreria Loom, altrimenti la scena di gioco sarebbe stata inservibile in quanto sempre bloccata con la ricezione sincrona di dati su socket TCP.

3.2.4.1.1.3 NET MANAGER

Si occupa della connessione e disconnessione del client al server e della trasmissione e ricezione dei dati. La ricezione dei dati è effettuata con un metodo sincrono poichè il chiamante di questo metodo è già in un thread secondario: diversamente dal Qt che offre un metodo sul socket TCP per la ricezione di un'intera riga di caratteri, in C# l'unico metodo per la lettura di dati da stream TCP richiede un parametro in ingresso che specifichi quanti byte leggere dal socket. Non disponendo a priori di quest'informazione, si acquisisce un byte (un char) alla volta finchè non viene incontrato il carattere di line feed "\n" e vengono aggiunti man mano questi byte ad una lista dinamica: alla ricezione del line feed, la lista viene copiata in un vettore di byte e poi convertita in stringa ASCII. Sarà ovviamente

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

premura del server evitare che nella stringa JSON inviata siano presenti dei caratteri di line feed all'infuori di quello finale.

3.2.4.1.1.4 RVEVENTOBJ

Contiene le stringhe statiche di tutti gli eventi possibili, come "audio" e "solid".

3.2.4.1.1.5 STIMULUS COMMON

La differenza principale nella progettazione delle classi lato Unity e lato Qt giace nell'assenza della derivazione dei singoli stimoli da un'unica classe Stimulus poichè i linguaggi C++ e C# non lasciano al programmatore le stesse libertà.

In particolare, la differenza è nel polimorfismo a runtime, limitato al solo downcast in C#. Si consideri il seguente codice.

```
Stimulus* stimolo;
```

```
Solid* solido = new Solid("cubo");
```

```
stimolo = solido;
```

L'ultima riga non costituisce errore in C++ poichè Solid è una classe derivata da Stimulus e il C++ supporta il polimorfismo a runtime in entrambe le direzioni.

```
Solid* solid = (Solid*) (getStimuli()[i]);
```

Il metodo "getStimuli()" restituisce la QList (gergo Qt) di tutti gli stimoli. Tale lista è stata dichiarata come "QList<Stimulus*>" e può contenere riferimenti a Solid, Light e Audio senza che ciò costituisca un errore, trattandosi di classi derivate da Stimulus stesso.

In C# invece il polimorfismo a runtime è supportato solo nella direzione di generalizzazione e non in quella di specializzazione: in altre parole è possibile trattare un oggetto Solid come se fosse uno Stimulus, ma il cast di uno Stimulus in Solid o altra classe derivata genera un'eccezione a runtime di tipo "unsafe cast". Di conseguenza, nella struttura delle classi lato Unity si è eliminata la differenza tra uno stimolo generale e gli stimoli concreti implementando una sola classe (StimulusCommon) che ha al suo interno l'unione degli insiemi delle proprietà (e dei metodi di accesso) di tutti gli stimoli previsti.

3.2.4.1.2 L'ARCHITETTURA EVENT-ORIENTED

Affinchè i valori delle nuove proprietà specificate via JSON arrivino ai rispettivi stimoli, si è scelto l'adozione di un'architettura orientata agli eventi che prevede un singolo dispatcher degli eventi ed n listener, ovvero tutti i game object corrispondenti agli stimoli.

I listener sono raggruppati per tipo di evento, corrispondente al tipo di stimolo (solid, audio, light, ...). Le classi afferenti a quest'architettura event-oriented sono state create da Dustin Andrew nel 2012 e rilasciate sotto licenza GNU GPL, nel rispetto della quale vengono riutilizzate in questo contesto. Il funzionamento di quest'architettura è suddiviso in cinque diverse fasi.

1. **Inizializzazione dell'architettura.** In Unity si crea un game object vuoto e gli si aggiunge come componente lo script C# "EventListener". Si estende la classe "CustomEvent" personalizzandola con le stringhe identificative dei diversi tipi di evento previsti (nel progetto, "RVEventObj").
2. **Ricezione del messaggio.** Si riceve il messaggio JSON con il metodo NetManager.rx() e ne si crea un oggetto di classe CommPack da passare al metodo TriggerEvent(CommPack).

- 3. Generazione dell'evento.** All'interno del metodo `TriggerEvent` si crea l'evento come oggetto di classe `RVEventObj` e ne si avvalorano il tipo e le proprietà. Quest'oggetto viene poi inviato a tutti i game object già in ascolto tramite il metodo `EventManager.instance.dispatchEvent(RVEventObj)`.
- 4. Iscrizione del listener.** Nel metodo `Start()` della classe `StimulusCommon` ogni game object si mette in ascolto del tipo di evento appropriato servendosi del metodo `EventManager.instance.addEventListener(string, gameObject, callBack)`: il primo parametro è il tipo di evento (in accordo al punto 1), il secondo è il game object in questione (una sorta di "this") e il terzo è la funzione di callback da chiamare alla ricezione dell'evento. La funzione di callback dovrà avere la seguente firma: `public void CallBackFunc(RVEventObj)`.
- 5. Esecuzione delle modifiche.** All'interno della suddetta funzione si effettuerà un controllo sull'id a cui l'evento si riferisce: se coincide con l'id del game object che ha ricevuto l'evento allora si assegnano le varie proprietà.

La struttura di Unity, inoltre, impedisce che thread secondari abbiano permessi di modifica dei game object, operazione a disposizione solo del thread principale del gioco. Ciò rappresenterebbe un problema in quanto la ricezione dei dati JSON in rete avviene in un thread separato da quello principale per ovvi motivi di continuità dell'esecuzione e disponibilità dell'interfaccia utente. Si è ovviato a questo problema servendosi della libreria Loom suggerita nella documentazione ufficiale di Unity. Loom è tornata utile sostanzialmente in due evenienze nel contesto del presente progetto: per eseguire operazioni in modo asincrono e per accodare operazioni sul thread principale. Rispettivamente questi due compiti sono svolti dalle chiamate

```
Loom.RunAsync(() => {...}); Loom.QueueOnMainThread(() => {...});
```

La notazione tra parentesi degli argomenti è detta funzione lambda. Sulla destra dell'operatore lambda (" \Rightarrow ") c'è il corpo della funzione che si riferisce ai parametri passati in ingresso sulla parte sinistra dell'operatore lambda (in questo caso sono assenti).

3.2.4.2 LA NAVIGABILITÀ

All'interno dell'ambiente virtuale del laboratorio è possibile muoversi nella scena tramite:

- **Tastiera & Mouse:** il movimento avviene tramite mouse e tasti W, A, S, D (o frecce direzionali).
- **Leap Motion:** il movimento del Player avviene se e solo se sulla scena sono presenti entrambe le mani; in particolare, la mano sinistra è la mano di controllo, ovvero quella che abilita il movimento, mentre la mano destra, in particolare il dito indice di questa mano, specifica la direzione e il verso del movimento. In dettaglio, la direzione del dito indica la direzione del movimento, mentre l'inclinazione del dito, ovvero il pitch, specifica il verso del movimento: un pitch positivo (dito inclinato verso l'alto, indica che il movimento deve essere effettuato in avanti, mentre il movimento indietro è specificato da un pitch negativo, ovvero il dito inclinato verso il basso).
- **Navigazione Assistita** (descritta in un paragrafo precedente).

Per quanto riguarda l'interazione con l'ambiente virtuale, è possibile interagire in modo tale che ad un input dell'utente corrisponda un feedback nella realtà virtuale. La modalità di interazione implementata segue un approccio di tipo on/off, ovvero gli oggetti interattivi possono assumere solo due stati opposti.

L'interazione può avvenire tramite:

- **Tastiera & Mouse:** tramite il tasto 'I' o il tasto destro del mouse;

- Leap Motion: una mano che esegue una gesture di tipo «ScreenTap».

3.2.5 L'INTERFACCIA OPERATORE

Per permettere all'operatore di interfacciarsi con il sistema mentre è in corso l'esperimento, ed eventualmente modificare on line l'esperimento stesso o per monitorare il suo andamento, sono state implementate due modalità di interfacciamento:

- Interfaccia di controllo Qt;
- Interfaccia di monitoraggio Web Browser.

3.2.5.1 INTERFACCIA IN QT

Nella figura seguente è rappresentata la GUI dell'operatore. Essa è composta da tre parti principali: l'elenco degli stimoli, la configurazione di uno stimolo e i comandi.

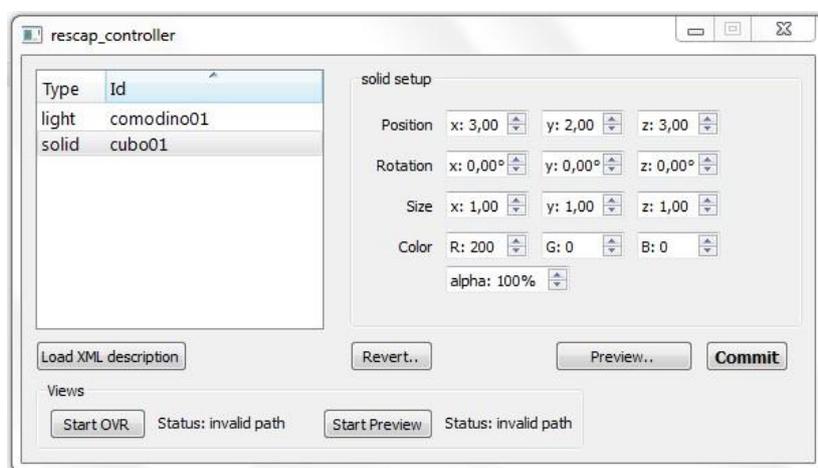


FIGURA 147 – L-INTERFACCIA OPERATORE

La parte dei comandi offre all'operatore la possibilità di caricare un file XML contenente la configurazione degli stimoli nel mondo virtuale (in qualsiasi momento dell'esecuzione) mediante il pulsante "Load XML description": a lettura completata, la lista degli stimoli viene svuotata e ripopolata.

I pulsanti "Start OVR" e "Start Preview" avviano (e osservano lo stato) l'eseguibile della scena, rispettivamente stereoscopica e normale.

Per il controllo della scena virtuale e per il suo eventuale roll-back si utilizzano i pulsanti "Revert.", "Preview.." e "Commit". La funzione della preview permette di mostrare le modifiche al mondo solo nella scena di anteprima dell'operatore (la scena del paziente non subisce modifiche); i pulsanti "Commit" e "Revert" rispettivamente rendono effettive o comandano il roll-back delle modifiche anche al visore virtuale del paziente.

Per configurare uno stimolo è sufficiente che l'operatore ne selezioni uno dall'elenco e la schermata accanto verrà popolata con gli adeguati comandi, a seconda della tipologia dello stimolo.

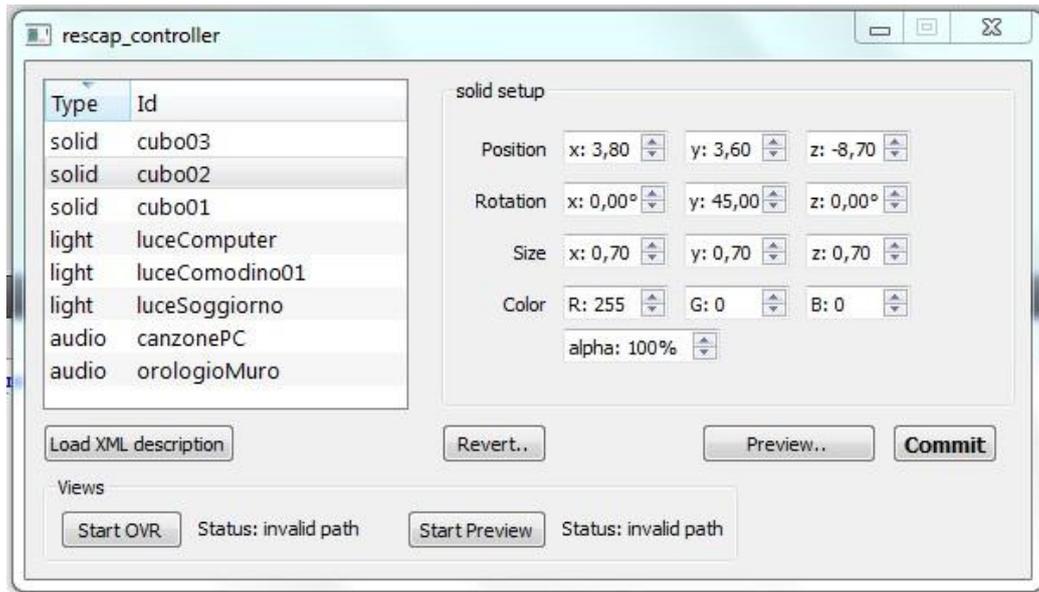


FIGURA 148

È bene notare che la GUI deve essere in esecuzione prima delle scene virtuali in quanto funge da server: inoltre, è opportuno conoscere le regole del firewall della macchina su cui è in esecuzione e modificarle in modo tale che le porte 6001 e 6002 risultino aperte.

3.2.5.2 ALTERNATIVE DI VISUALIZZAZIONE

3.2.5.2.1 INTERFACCIA WEB BROWSER

L'interfaccia di monitoraggio Web Browser è un'interfaccia, sviluppata in Unity 3D, che serve a replicare la vista sulla scena del paziente, con l'aggiunta di una serie di informazioni che aiutano l'operatore a monitorare lo svolgersi degli esperimenti.

Durante l'esperimento cognitivo l'operatore, oltre a vedere le stesse cose che vedono i pazienti, ha a disposizione le informazioni sull'iterazione dell'esperimento in corso, sul momento in cui viene lanciato un trigger e sul tipo di quest'ultimo.



FIGURA 149 - UNA DELLE SCHERMATE MOSTRATE ESCLUSIVAMENTE ALL'OPERATORE DURANTE L'ESPERIMENTO

Durante l'esperimento emozionale, invece, è presente una barra che indica la durata dell'esperimento, oltre ad una indicazione sulla fase dell'esperimento emozionale in corso.



FIGURA 150

3.2.6 MODALITA' DI FRUIZIONE SCENA VIRTUALE

E' possibile navigare la scena virtuale attraverso un percorso automatico utilizzando il dispositivo Oculus Rift ovvero, per i pazienti che manifestano effetti collaterali quali nausea o vertigini, sarà possibile fruire della scena virtuale 2D su un normale schermo LED.

3.2.7 PROTOCOLLO JSON

JavaScript Object Notation è un formato di descrizione e di interscambio di dati standardizzato nel 1999 che si basa su Unicode e sulla sintassi di descrizione degli oggetti in JavaScript (linguaggio di client-side scripting nelle pagine web). È inoltre di facile comprensione per gli umani (human-readable).

Si consideri il seguente codice javascript.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

```
var num = 4;
var arr = ["lun", "mar", "mer", "gio", "ven"];
var obj = {"qty": 5};
arr.push("sab");
obj.what = "days";
obj.content = arr;
obj.qty++;
console.log(obj);
```

L'output in console dell'oggetto "obj" sarebbe il seguente:

```
obj = {
  "qty": 12,
  "what": "days",
  "arr": ["lun", "mar", "mer", "gio", "ven"]
};
```

Questa notazione propria di Javascript è lo standard di notazione degli oggetti JSON. Nonostante la sintassi semplice permette di rappresentare oggetti di qualsivoglia complessità e permette la gestione di diversi tipi di dato quali numeri (interi e decimali), array di oggetti, oggetti, stringhe e valori booleani.

Un altro vantaggio di JSON è la possibilità di essere trasformato in stringa, eliminando spazi e line feed e preparandolo quindi all'invio in rete o alla semplice memorizzazione.

In Javascript è possibile convertire un oggetto arbitrario in una stringa JSON mediante il metodo "stringify" e il processo intero prende il nome di serializzazione. L'operazione inversa è detta deserializzazione e la si esegue con il metodo "parse".

Negli altri linguaggi è necessario ricorrere a librerie esterne per interpretare e convertire correttamente dati in formato JSON: ne esistono diverse per ogni linguaggio (C, C++, Qt, Java, Objective C, C#, ...).

3.2.7.1 FORMATO MESSAGGI JSON OVER TCP

Una volta scelto JSON come formattazione dei messaggi scambiati, sono stati messi a punto una serie di comandi comprensibili da tutti gli attori che partecipano alla comunicazione. A tal proposito il candidato ha sviluppato un semplice protocollo di comunicazione tra il server e i client nello scenario del progetto.

```
msg = {
  "method" : "edit" | "reply" | "check",
  "error": null | "error_reason",
  "content" : [
    {"id": "obj_id",
     "type": "<obj_type_as_listed_in_XML>",
     "col" : {"r": 255, "g": 0, "b":100,
             "a": 1},
     "pos" : {"x": 0, "y": 0, "z":0},
     "rot" : {"x": 0, "y": 90, "z":0},
     "size" : {"dx": 2, "dy": 2, "dz":2}
    }
  ]
};
```

Il protocollo prevede che un messaggio scambiato abbia sempre i tre seguenti campi:

- "method": è una stringa che indica lo scopo del messaggio ed è sempre presente. Può assumere tre valori:
- "edit": il messaggio comporta una modifica alla configurazione dell'ambiente virtuale. Il campo "content" non potrà essere vuoto e conterrà i dettagli di tale modifica.
- "reply": il messaggio che temporalmente segue sempre un messaggio con method "edit". Il suo scopo è di dare conferma dell'avvenuta modifica dei parametri del mondo come indicato nell'ultimo comando di modifica.
- "check": serve a verificare la presenza di connessione ed è periodicamente (~1min) inviato dal server a tutti i client. La risposta a tale messaggio ha anch'essa method "check". Una sequenza di due check, il primo in un verso e il secondo nell'altro, asserisce il corretto funzionamento della connessione tra il server e uno dei client.
- "error": stringa che indica l'eventuale presenza di un errore. Tipicamente, un errore può aver luogo in risposta ad un messaggio "edit" con indicazioni di modifica che portano il mondo in una configurazione errata, come per esempio la sovrapposizione di due solidi o lo spostamento di una fonte luminosa al di fuori dei confini della casa. In un messaggio di "reply" senza errori, tale campo non ha valore (null).
- "content": è un vettore di oggetti istanze delle classi degli stimoli implementati, come solido, audio o luce (si rimanda a 3.5 per l'elenco completo degli stimoli e 4.1.3 per le rispettive classi). È avvalorato solo in un messaggio di tipo "edit" e contiene l'elenco degli stimoli da modificare: per ciascuno di questi, sono elencate solo le proprietà da variare e il relativo nuovo valore.

Quest'approccio permette quindi di avere messaggi concisi, intendendo con ciò la non necessità di ritrasmettere tutte quelle proprietà che durante una commit non cambiano valore e, in modo simile, si evita anche di ritrasmettere i dettagli di quegli oggetti non coinvolti nella modifica. Ciascun oggetto eventualmente presente in questo vettore dovrà avere al online: controllo della realtà virtuale suo interno obbligatoriamente l'identificativo univoco dell'oggetto nel mondo virtuale ("id"), il tipo di oggetto di cui è istanza ("type") e almeno una delle proprietà dell'oggetto con un valore associato, sempre in accordo alle associazioni oggetto proprietà modificabili elencate nel file .xml di configurazione.

Il menù del sistema Rescap è composto da diverse sezioni, oltre le sezioni riguardanti la simulazione cognitiva e quella emozionale descritte nei capitoli precedenti.

- Impostazioni Generali.

In questa sezione si vanno a specificare l'indirizzo IP del server (sia il server Qt, sia il Server Patient), le porte seriali da utilizzare per l'invio dei trigger sul tracciato EEG e per la comunicazione con il laser (via Arduino), e la velocità di navigazione automatica.



FIGURA 151

- Impostazioni Paziente.

In questa sezione si vanno a specificare sia la modalità di visualizzazione, ovvero Oculus Rift oppure Monitor, sia le modalità di movimento e di interazione nella scena virtuale; con i due pulsanti in basso, poi, si decide il tipo di esperimento che si andrà ad eseguire, ovvero il test cognitivo o quello emozionale.

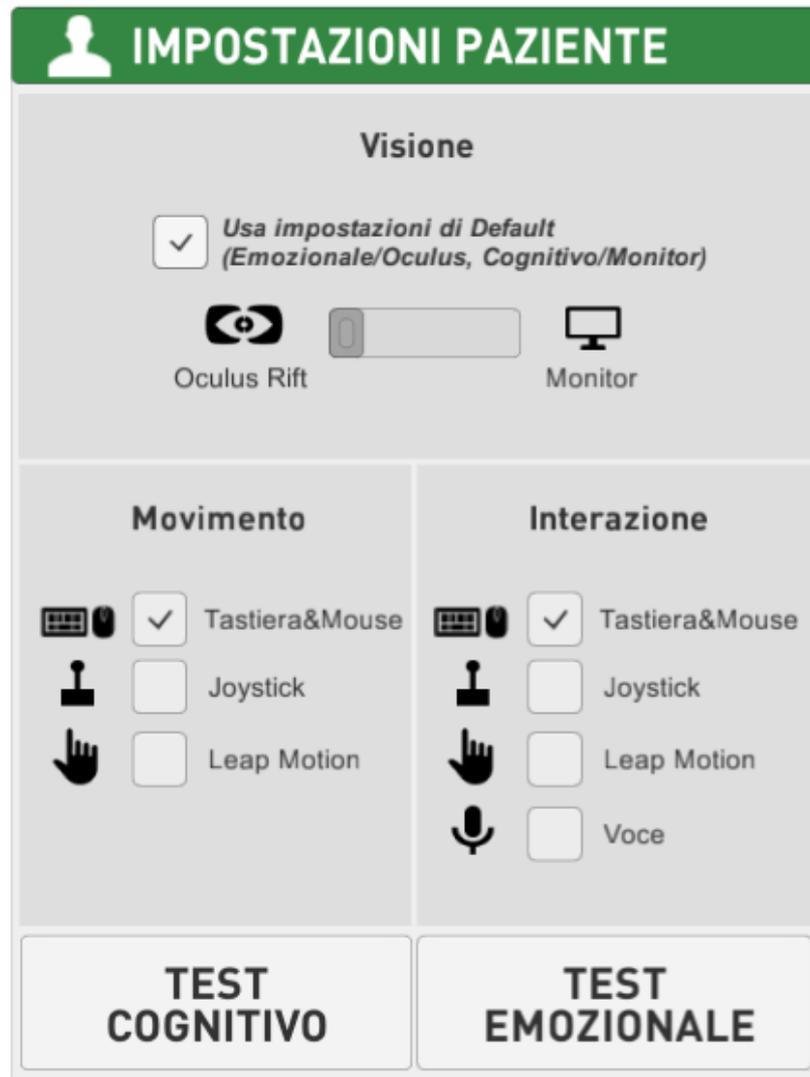


FIGURA 152

- Impostazioni Operatore.

In questa sezione si va a specificare quale sia la modalità attraverso la quale l'operatore si deve interfacciare con il sistema Rescap; in particolare queste sono:

- Interfaccia Qt;
- Interfaccia Web Browser;
- Ghost Mode;
- Camera Mode.

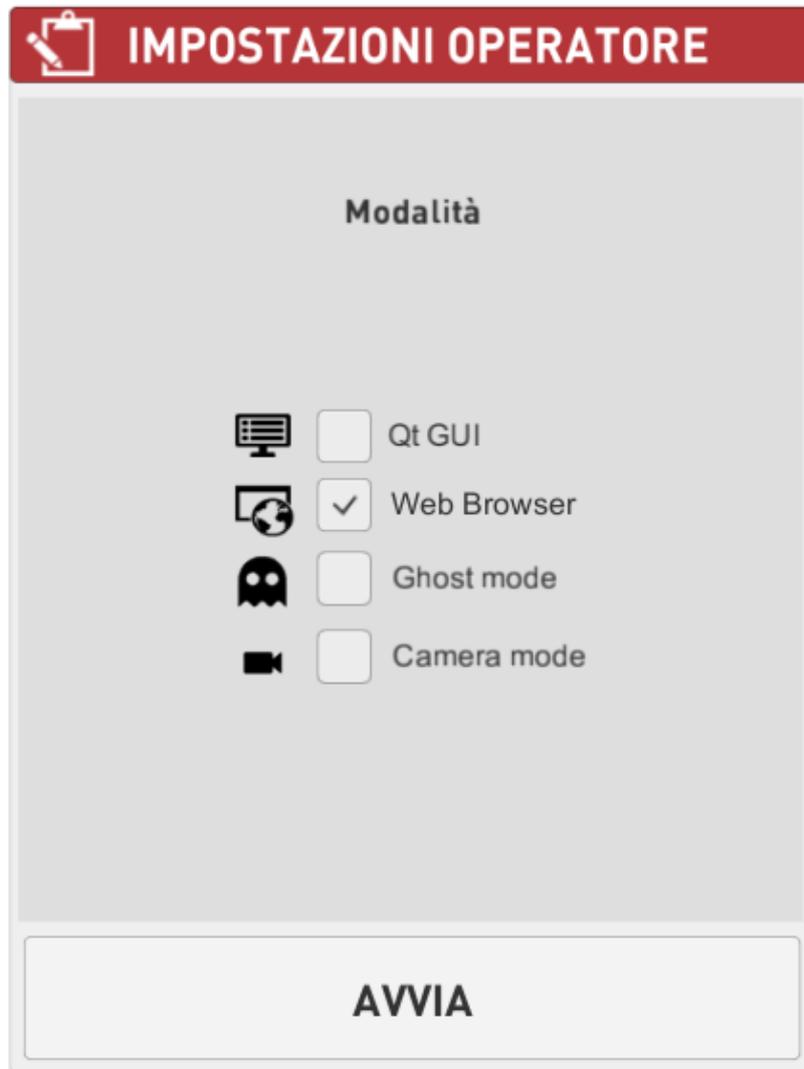


FIGURA 153

- **Impostazioni Laboratorio.**

Questa sezione è dedicata alle impostazioni per la configurazione della demo laboratorio sviluppata per Rescap; in particolare si possono specificare:

- **Lampeggio Porte:** la frequenza del lampeggio delle porte interattive presenti nell'ambiente;
- **Movimento e Interazione:** come l'utente specifica l'input di movimento e di interazione con l'ambiente virtuale.



FIGURA 154

3.3 SISTEMA DI MISURAZIONE E ACQUISIZIONE PARAMETRI FISIOLGICI (4.3)

3.3.1 SESSIONE DI REGISTRAZIONE

3.3.1.1 SIMULAZIONE COGNITIVA

L'obiettivo della simulazione cognitiva è quello di registrare e processare il segnale elettroencefalografico del paziente immerso in realtà virtuale al quale vengono somministrati degli stimoli visivi. Del segnale sono poi valutate caratteristiche della P300 come presenza, magnitudine, topografia e latenza che sono spesso usati come misura delle funzioni cerebrali in compiti di decisione.

La P300 è un'onda ERP (potenziale evento-correlato) che si registra a causa della reazione di una persona ad uno stimolo ed è ritenuta espressione di un avvenuto processo cognitivo di discriminazione e categorizzazione degli stimoli. Quando è registrata da un elettroencefalografia (EEG), si presenta come una deflessione positiva, con una latenza tra i 300 e i 600 ms. Solitamente la P300 è elicitata usando il paradigma dell'odd-ball nel quale target a bassa probabilità di presentazione (stimoli rari), sono interposti a non-target ad alta probabilità (stimoli frequenti).

È stato individuato come stimolo visivo le porte aperte delle stanze di una casa e si è scelto di assegnare lo stimolo raro alla porta del bagno (che rappresenta un ambiente significativo per il

soddisfacimento dei bisogni primari) e quelli frequenti alle porte corrispondenti a diverse stanze (soggiorno, camera da letto e cucina).

L'esperimento si svolge immergendo in paziente in realtà virtuale, chiedendogli di prestare attenzione alla porta del bagno e invitandolo a fornire un feedback, tramite click sul mouse, non appena egli pensa di averla individuata. La porta del bagno si distingue dalle altre perché è illuminata con una luce colorata che, durante l'esperimento, varia in maniera casuale assumendo tre differenti colori.

Il protocollo sperimentale prevede che il paziente sia guidato lungo un percorso a navigazione automatica ripetuto per 21 volte (7 percorsi per 3 colori diversi delle luce che illumina la porta del bagno) durante il quale, ad ogni ciclo, viene somministrato lo stimolo raro oltre che quelli frequenti.

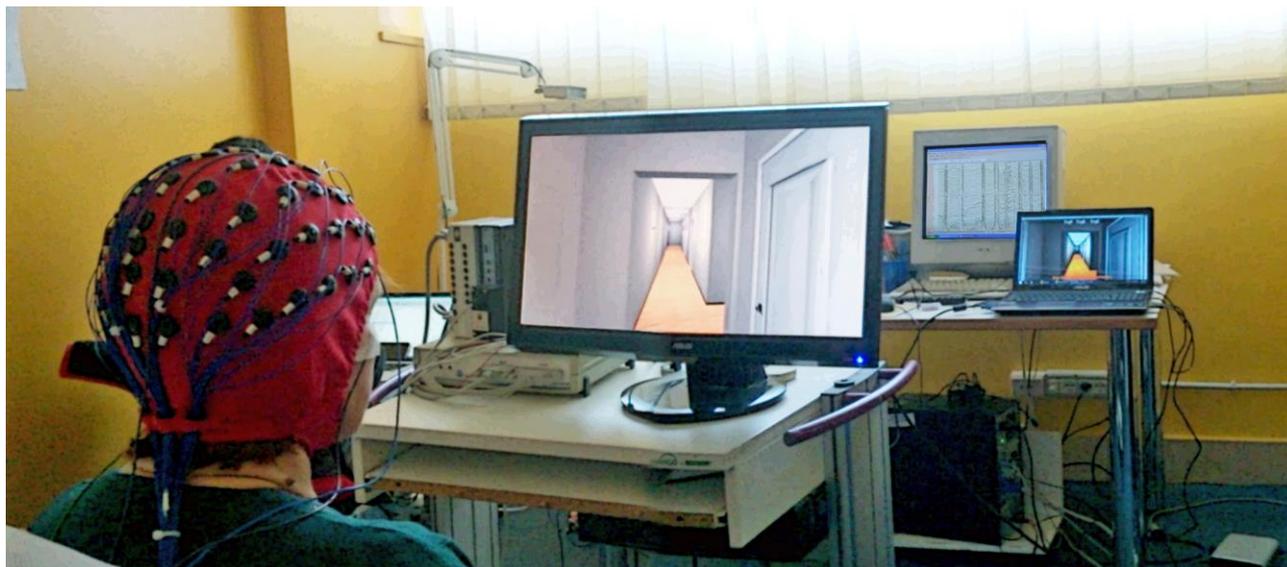


FIGURA 155 – DURANTE L'ESPERIMENTO COGNITIVO

3.3.1.2 SIMULAZIONE EMOZIONALE

L'obiettivo della simulazione emozionale è quello di valutare la condizione di benessere di un paziente immerso in un insieme diversificato di scenari virtuali che si differenziano per condizione ambientali di luce, colorazione delle pareti e presenza di sottofondo musicale.

L'esperimento prevede che il paziente, prima della somministrazione della realtà virtuale, indichi l'intensità luminosa preferita tra forte e debole, un colore preferito ed uno che non gradisce e un brano musicale preferito ed uno che reputa sgradevole.

Combinando opportunamente queste condizioni ambientali nei due momenti della giornata (diurno e notturno) si ottengono 16 scenari virtuali nei quali il paziente è immerso in VR per 30 secondi terminati i quali si va a valutare la SAM. I punteggi della SAM decretano lo scenario migliore e quello peggiore nei quali il paziente viene nuovamente immerso per 7 minuti durante i quali si effettua una registrazione EEG. Per i primi 4 minuti non vi è altra stimolazione esterna mentre nei restanti 3 minuti vi è una stimolazione attraverso un laser puntato su una particolare zona cutanea.

La successiva analisi del tracciato EEG permette di stabilire quali sono le condizioni favorevoli per un determinato paziente.

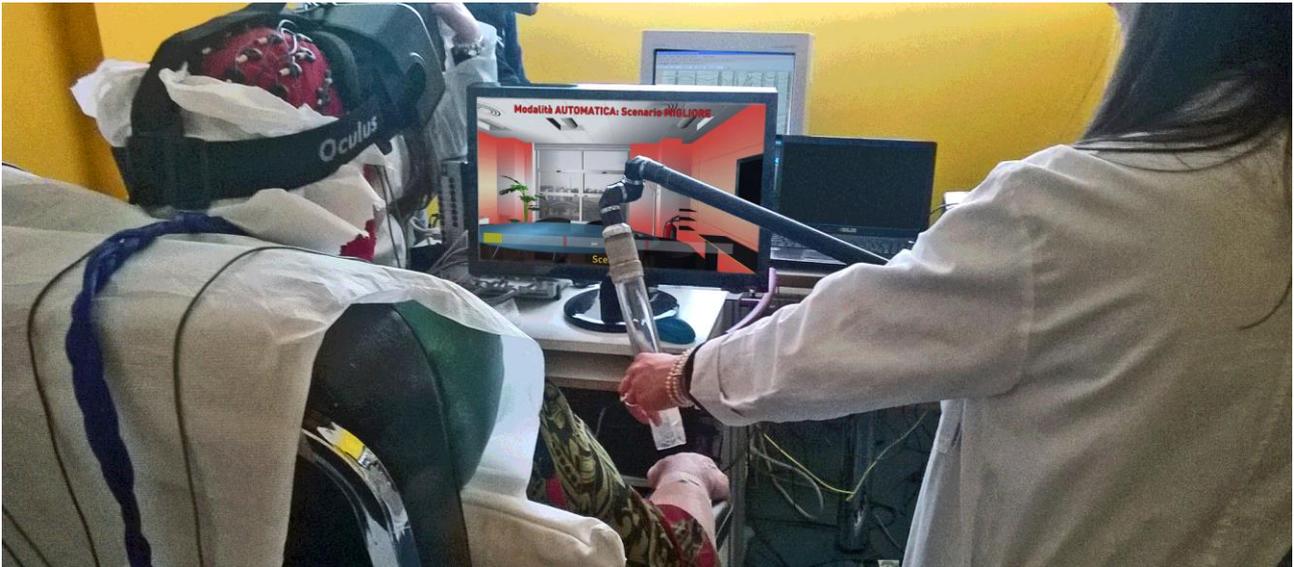


FIGURA 156 – DURANTE L'ESPERIMENTO EMOZIONALE, CON LASER

3.3.1.3 COMUNICAZIONE CON ARDUINO

Il protocollo di comunicazione tra Unity ed Arduino è costituito dall'invio di una stringa contenente uno specifico carattere. In assenza di un segnale o di un codice diverso da quello impostato non sarà inviato alcun segnale di trigger alla scheda di registrazione.

Codice Input	Stato	LED
Ingresso Seriale Arduino	Uscita in tensione [0-5]V	
"1"	HIGH	ON
Pulsante		
Non Premuto	LOW	OFF
Premuto	HIGH	ON

Nella soluzione rappresentata in tabella il codice "1" corrisponde alla presenza dello stimolo che ne consegue l'invio del segnale elettrico alla scheda di registrazione. Il dispositivo è in grado di inviare un segnale elettrico quando riceve il codice "1" o quando il pulsante è stato premuto.

3.3.1.4 SCHEMA ELETTRICO

Lo schema in figura rappresenta le connessioni con Arduino nel caso di un solo comando di trigger.

La tensione è di 5 V mentre la resistenza serve a limitare il flusso di corrente ($R=10\text{ k}\Omega$); il connettore rappresenta le polarità necessarie affinché la scheda PCI dell'amplificatore possa rilevare il segnale. Il LED è usato per verificare che ci sia alimentazione sul connettore e per fornire una semplice e veloce verifica visuale all'operatore. Affinchè ci sia piena compatibilità con la scheda di registrazione, il segnale elettrico inviato a tale scheda avrà una durata di un secondo (variabile a piacere) e di

conseguenza all'occorrenza dell'evento il LED resterà acceso per un secondo. Sarà cura della scheda di registrazione convertire tale segnale in un impulso visibile sul tracciato EEG e segnalare l'evento.

Nella modalità digitale, il pin 13 di Arduino è impostato come uscita digitale (DO), pertanto fornirà un potenziale di 5V quando sarà richiesto.

Plug rappresenta il connettore del cavo e illustra anche le polarità necessarie richieste.

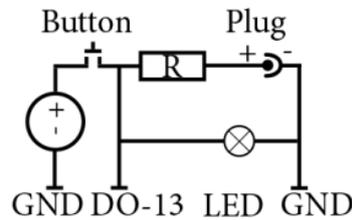


FIGURA 157

3.3.1.5 INDIVIDUAZIONE DELLA P300

Dopo la somministrazione della realtà virtuale vengono valutate le caratteristiche della P300 come presenza, magnitudine, topografia e latenza che sono spesso usati come misura delle funzioni cerebrali in compiti di decisione.

La P300 è un'onda ERP (potenziale evento-correlato) che si registra a causa della reazione di una persona ad uno stimolo ed è ritenuta espressione di un avvenuto processo cognitivo di discriminazione e categorizzazione degli stimoli. Quando è registrata da un elettroencefalografia (EEG), si presenta come una deflessione positiva, con una latenza tra i 300 e i 600 ms. Solitamente la P300 è elicitata usando il paradigma dell'odd-ball nel quale target a bassa probabilità di presentazione (stimoli rari), sono interposti a non-target ad alta probabilità (stimoli frequenti).

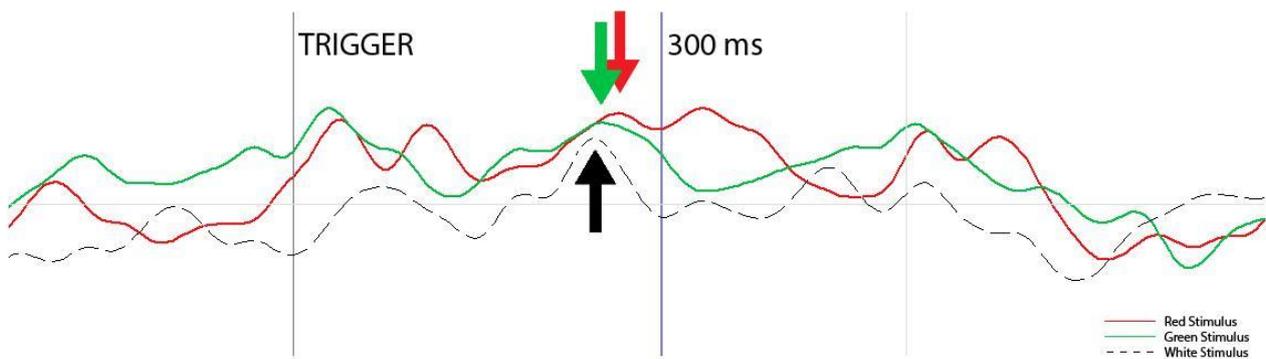


FIGURA 158

L'individuazione della P300 è stata effettuata dai medici attraverso l'uso del software ASA. Questo programma permette di graficare i vari segnali EEG, registrati durante la somministrazione dell'ambiente virtuale, e di andare ad individuare il trigger e di conseguenza in prossimità di esso il segnale P300.

3.3.2 ARCHITETTURA IMPLEMENTATA

L'architettura logica implementata per il processo di acquisizione dei dati è riportata di seguito:

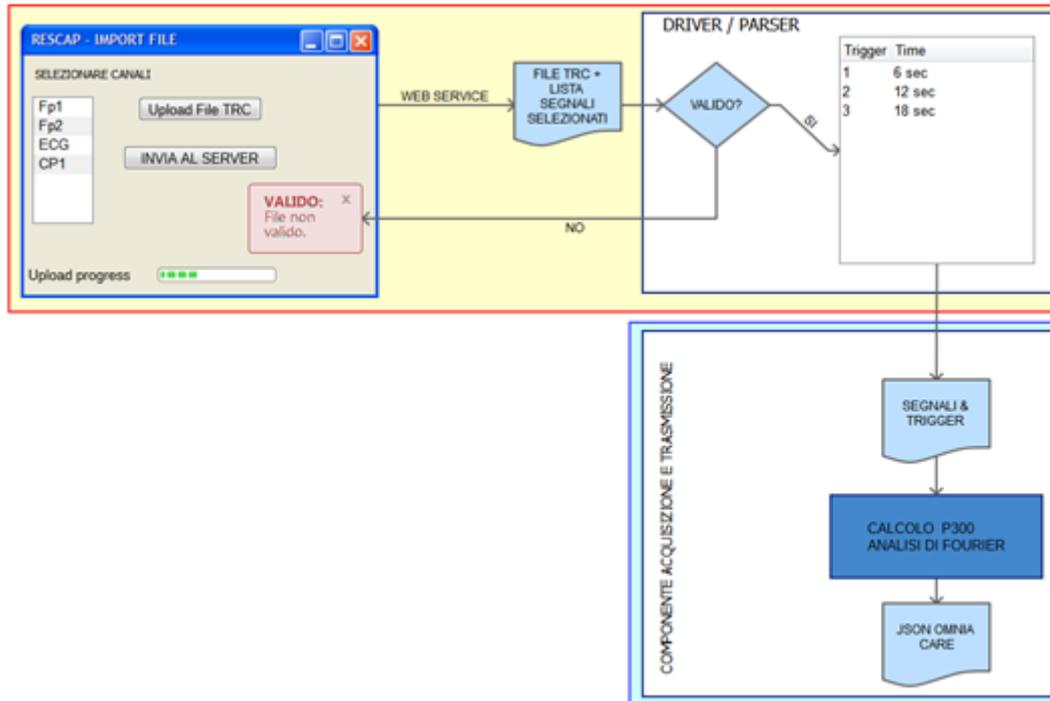


FIGURA 159

L'architettura è composta da 3 macro-componenti con le seguenti caratteristiche e funzionalità:

- C1 GUI Windows per il caricamento del file TRC da analizzare e associazione del file al paziente cui si riferisce, allo scenario somministrato e al tipo
- C2 Procedura in linguaggio C# che richiama il driver software che esegue il parsing del file e restituisce le informazioni di interesse; C2 memorizza queste informazioni in un formato strutturato idoneo per i calcoli
- C3 Procedura in linguaggio C# per il calcolo della P300 e l'analisi di Fourier sui canali di interesse. Terminati i calcoli esegue l'invio dei dati alla piattaforma di gestione OMNIACARE

Riportiamo di seguito i dettagli implementativi delle singole componenti e il funzionamento delle stesse all'interno dell'architettura progettata.

3.3.3 C1 - GUI PER UTENTE FINALE

C1 sarà realizzato come classico applicativo Windows da installare su un PC ed eseguire su richiesta lanciando il file eseguibile.

All'avvio del programma l'utente potrà selezionare il file TRC da inviare alle altre componenti per l'analisi e per la memorizzazione.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

Scelto il file, l'operatore deve indicare a che tipologia di test il file TRC fa riferimento tra *Esperimento Cognitivo* e *Test Emozionale*: i tipi di calcoli da eseguire e le tipologie di trigger da analizzare sono diversi dipendentemente dal test eseguito.

Ultimo passaggio da eseguire in C1 e l'associazione tra file TRC, scenario somministrato (in caso di Esperimento Cognitivo) e paziente interessato: la lista dei pazienti viene popolata automaticamente all'avvio di C1 recuperandola dalla piattaforma di gestione in cui vengono anagrafati preliminarmente i pazienti coinvolti nel progetto RESCAP. Di seguito si riporta una immagine di esempio della interfaccia allestita per la componente C1 e la funzionalità di selezione test e associazione con il paziente.

The screenshot shows a software interface with three main sections:

- Tipo di test:** A section with two radio buttons: "Esperimento Cognitivo" (checked) and "Test Emozionale" (unchecked).
- Parametri per il calcolo:** A section with two radio buttons: "Seleziona parametri di default" (checked) and "Seleziona ultima configurazione scelta per i parametri" (unchecked).
- Analisi del Test:** A section containing two buttons: "Carica segnale" and "Visualizza segnale". Below these buttons are two labels: "Paziente:" and "Dettagli:".

FIGURA 160

Il file TRC contiene al suo interno le informazioni relative al paziente che è stato sottoposto alla registrazione EEG, ma si è preferito dare la possibilità all'operatore di recuperare il nome del paziente dalla piattaforma, evitando il riconoscimento automatico di questa informazione in quanto il software MICROMED non esegue alcuna validazione e verifica su queste informazioni che quindi potrebbero essere mancanti o errate.

In ottica di flessibilità della soluzione e con lo scopo di ottenere un alto livello di personalizzazione delle analisi da eseguire, si è deciso di parametrizzare un a serie di informazioni a supporto dei calcoli previsti. Nella schermata di caricamento del file TRC è presente quindi una sezione dedicata alla scelta di questi parametri. I parametri previsti sono i seguenti:

- canali che si intende considerare per il calcolo della P300
- intervallo temporale in millisecondi rispetto all'istante in cui viene identificato un trigger, da considerare come range per il calcolo della P300
- canali che si intende considerare per il calcolo di Fourier

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- valori soglia che si intende scartare dalla elaborazione in quanto costituiscono “rumore” della registrazione

Di seguito è possibile consultare una immagine descrittiva del pannello per la scelta dei parametri implementati.

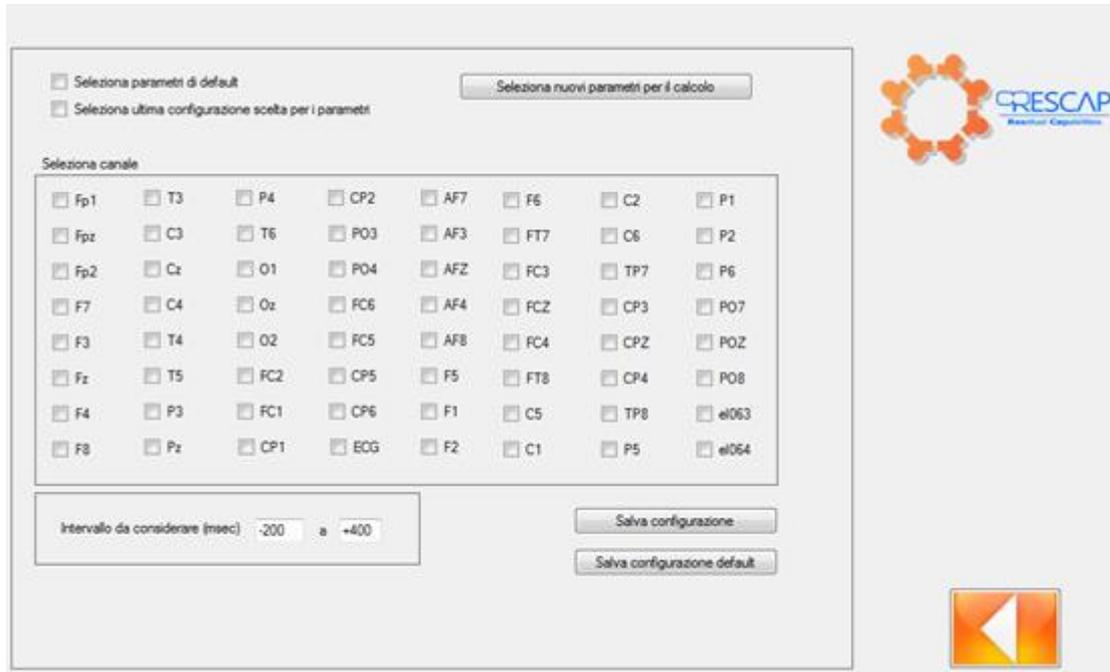


FIGURA 161

I parametri selezionati possono essere salvati come configurazione provvisoria o come configurazione di default: l'operatore può scegliere per ogni file da analizzare se usare la configurazione di default o l'ultima utilizzata (configurazione provvisoria).

C1 dopo aver raccolto queste informazioni dall'operatore procederà all'invio del file unitamente alla lista dei parametri ed alle informazioni sul tipo di test eseguito, alla componente C2 attraverso un Webservice REST

3.3.4 IL PARSING E LE INFORMAZIONI ESTRATTE

C2 avrà una interfaccia che esporrà il WS di comunicazione con C1 e al suo interno comunicherà attraverso chiamate a procedure esposte da una DLL, con la componente di PARSER del file TRC.

Il PARSER realizzato, effettuerà una validazione preliminare del file per verificarne la correttezza della struttura, in caso di esito negativo il Webservice trasmetterà un messaggio di validazione fallita e l'utente dovrà riprovare l'invio; in caso di validazione positiva, il Webservice risponderà con esito positivo e l'applicativo C1 terminerà la sua operazione e la comunicazione con le altre componenti. L'operatore a questo punto potrà chiudere l'applicativo o proseguire con il caricamento di un nuovo file TRC, ripetendo la procedura descritta.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

C2 procede alla memorizzazione delle informazioni estratte dal PARSER e una volta terminato, produce una cartella sul file system del server denominata secondo la seguente funzione:

HASH(<Nome_Paziente><Cognome_Paziente><timestamp_esame>)

All'interno di questa cartella C2 memorizza una serie di file binari serializzati che rappresentano i valori rilevati sui canali estratti, quindi avremo un file per ogni canale analizzato con nome file definito secondo la seguente struttura:

<Nome Canale>.sig

3.3.5 INVIO TRAMITE WEB SERVICE

I file serializzati sono quindi a disposizione della componente C3. Questa analizzerà i singoli file andando a calcolare, secondo il modello di calcolo fornito dalla compagine di ricerca medica, i valori della P300 in corrispondenza dei Trigger in caso di test Cognitivo e i valori dell'analisi di Fourier sulle diverse bande in caso di Test Emozionale.

Tali informazioni saranno aggregate in una struttura dati JSON per l'invio alla piattaforma di gestione.

Si è scelto di utilizzare come meccanismo di scambio con la piattaforma remota OMNIACARE un meccanismo basato su WEBSERVICES e scambio di informazioni in formato JSON.

Si riportano dettagli circa il formalismo JSON.

JSON (acronimo di JavaScript Object Notation) è un formato adatto per lo scambio dei dati in applicazioni client-server; è basato sul linguaggio JavaScript Standard ECMA-262 3a edizione dicembre 1999, ma ne è indipendente. Viene usato in AJAX come alternativa a XML/XSLT.

La semplicità di JSON ne ha decretato un rapido utilizzo specialmente nella programmazione in AJAX. Il suo uso tramite JavaScript, è particolarmente semplice, infatti l'interprete è in grado di eseguirne il parsing tramite una semplice chiamata ad una funzione. Questo fatto lo ha reso velocemente molto popolare a causa della diffusione della programmazione JavaScript nel mondo del Web.

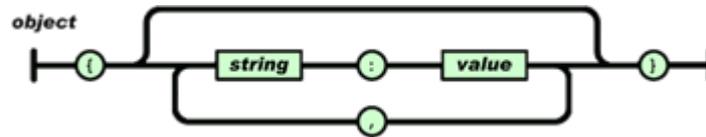
JSON è costruito principalmente su due strutture:

- Un insieme di coppie chiave/valore: in molti linguaggi questo viene realizzato con oggetti, record, strutture, dizionari, tavole di Hash, liste indicizzate o array associativi.
- Un lista ordinata di valori: in molti linguaggi ciò viene realizzato con un array, una lista o una sequenza

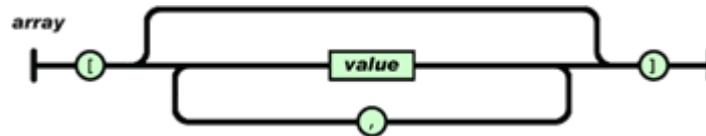
Tutti i moderni linguaggi di programmazione supportano queste strutture dati, che possiamo definire universali. In JSON queste strutture dati prendono la seguente forma così come descritta nella rappresentazione grafica in BNF (Backus-Naur Form) riportata di seguito:

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

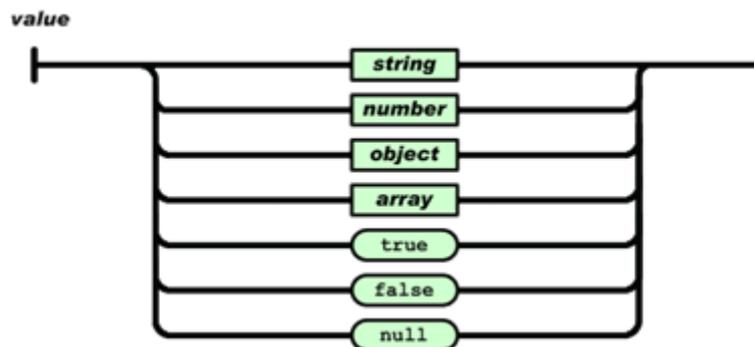
Object: un oggetto è un insieme non ordinato di coppie chiave/valore. Un oggetto inizia con “{” (left brace) e termina con “}” (right brace). Ogni chiave è seguita da “:” (colon) e ogni coppia chiave/valore è separata da “,” (comma).



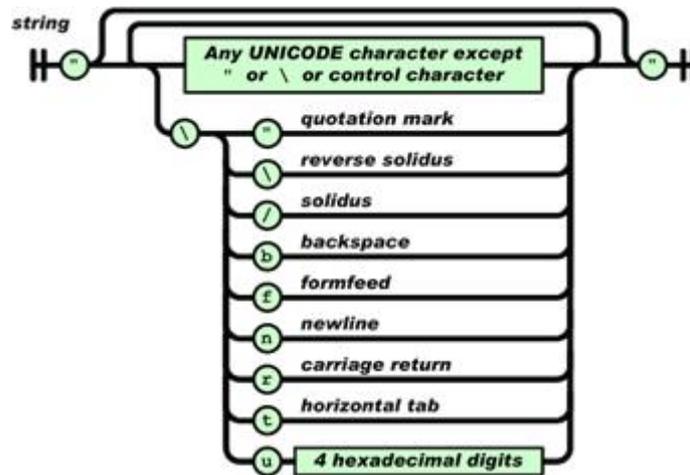
Array: un array è una collezione di valori. Un array inizia con “[” (left bracket) e termina con “]” (right bracket). I valori di un array sono separati da “,” (comma).



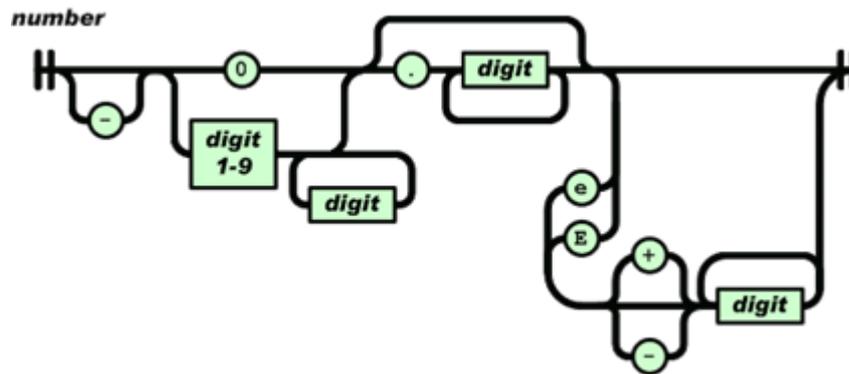
Value: un valore può essere una stringa racchiusa tra doppi apici, o un numero, oppure un valore booleano (true or false) oppure un valore null (null), o ancora un oggetto o un array così come descritti sopra. Queste strutture possono essere quindi innestate tra di loro.



String: una stringa è una sequenza di zero o più caratteri unicode, racchiusa tra doppi apici, usando come simbolo di escape un backslash. Un carattere è rappresentato come una stringa costituita da un singolo elemento.



Number: un numero è simile al tipo di dati usato in C o Java con l'eccezione che le notazioni ottale ed esadecimale non sono usate.



Riepilogando i tipi di dati supportati da questo formato sono:

- booleani (true e false);
- interi, reali, virgola mobile;
- stringhe racchiuse da doppi apici (");
- null.

La maggior parte dei linguaggi di programmazione possiede un typesystem molto simile a quello definito da JSON per cui risulta chiaro come questo formalismo sia ampiamente utilizzato e risulti idoneo anche alla trasmissione di dati tra componenti software diverse come nello scenario RESCAP.

3.3.6 VISUALIZZAZIONE DEI DATI

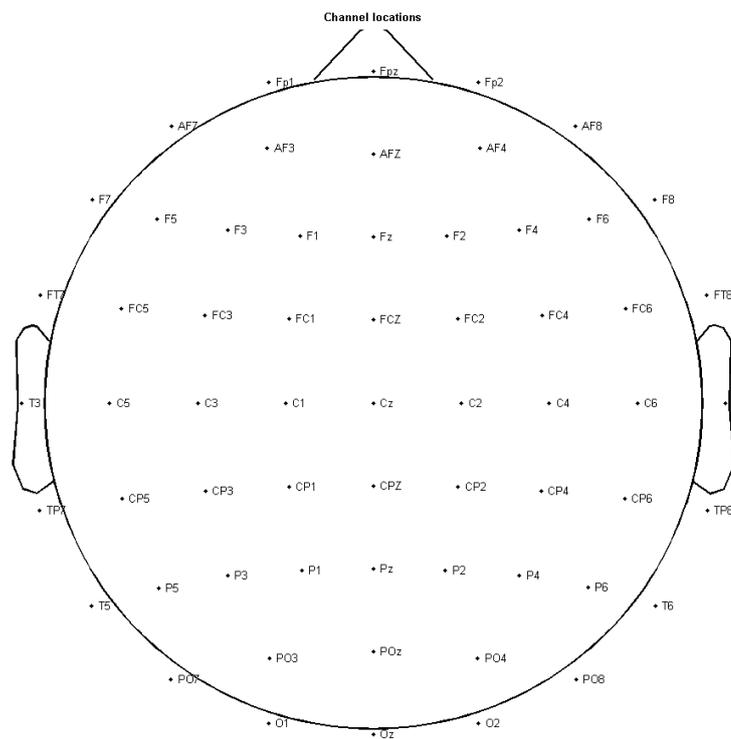
...

3.4 ALGORITMI DI SEGMENTAZIONE CHE INDIVIDUINO LE CLASSI DI CAPACITÀ RESIDUE (4.4)

3.4.1 LA CLUSTERIZZAZIONE

I dati grezzi acquisiti dal software di registrazione Micromed hanno subito un processo di elaborazione utile alla pulizia dei dati stessi in modo tale da facilitare la fase di processing; in particolare, attraverso il toolbox EEGLAB per Matlab, ogni tracciato è stato così elaborato:

- Attraverso un plugin appositamente rilasciato dalla Micromed, il tracciato è stato importato;
- Al tracciato è stato associato un file .CED per la nomenclatura dei canali secondo lo standard internazionale 10-20 secondo lo schema riportato in Figura 162.



61 of 64 electrode locations shown

FIGURA 162 - POSIZIONE DEI SENSORI E CANALI EEG SULLO SCALPO

- E' stato applicato un filtro passa-banda tra [0.5 – 30] Hz in modo da limitare il segnale nelle frequenze di interesse.
- E' stato applicato un filtro Notch a 50 Hz per rimuovere la frequenza dovuta all'alimentazione dell'attrezzatura, quindi 50 Hz e le sotto – armoniche.
- Attraverso ispezione visiva sono stati rimossi gli artefatti dovuti a problemi riguardanti gli elettrodi posizionati sullo scalpo e ai disturbi dovuti alla muscolatura.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- Attraverso algoritmi di ICA (Independent Component Analysis) sono stati rimossi gli artefatti riconducibili a pattern prestabiliti, ovvero blink e movimenti oculari laterali e verticali.
- Sfruttando i trigger presenti sul tracciato, sono state estratte finestre temporali comprese tra 300 ms prima di ciascun trigger e 800 ms dopo di essi. Inoltre, in questa fase è stata effettuata anche la correzione della baseline nei millisecondi prima del trigger.
- Tutte le epoche riguardanti un singolo trigger sono state mediate in modo da ottenere, per ciascun tipo di trigger, 4 segnali, ciascuno avente una durata pari a quella di un'epoca.
- Da ciascuno dei segnali precedenti sono stati estratti i valori di picco e latenza della P300.

E' stato creato un database relazionale mysql strutturato come nella figura seguente (Figura 163).

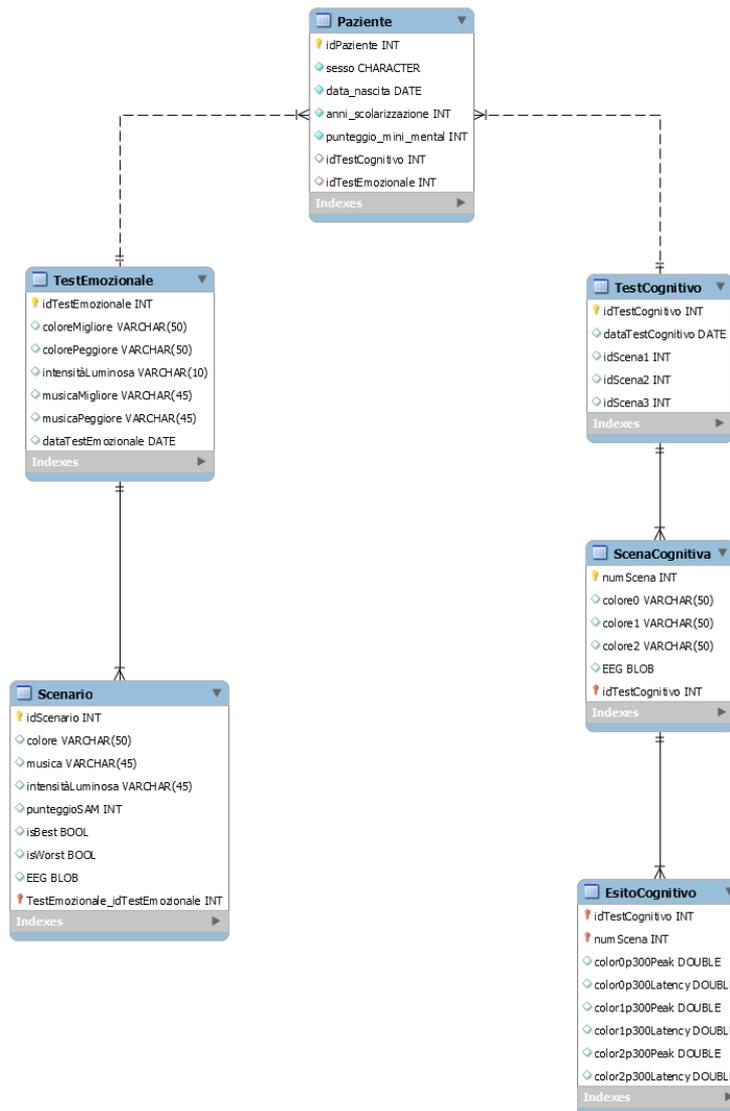


FIGURA 163 - DIAGRAMMA ER DEL DATABASE RESCAP

E' stato creato uno script Matlab che consente di acquisire i dati relativi ai valori di P300 salvati nel database precedente, oltre alla configurazione dello scenario cognitivo. Questi dati sono utilizzati come input di una rete neurale ad apprendimento non supervisionato di tipo SOM (Self Organized Map), la quale produce in output dei cluster di soggettivi.

3.4.2 LE CARTELLE CLINICHE TIPICHE

I dati clinici necessari, nel rispetto della Legge della Privacy, sono:

ID, sesso, età, diagnosi, risultato test MMSE (Mini Mental State Examination)

3.5 PIATTAFORMA DI DOMOTICA AVANZATA (4.5)

3.5.1 PANORAMICA DELLA PREPARAZIONE DEL DEMOLAB

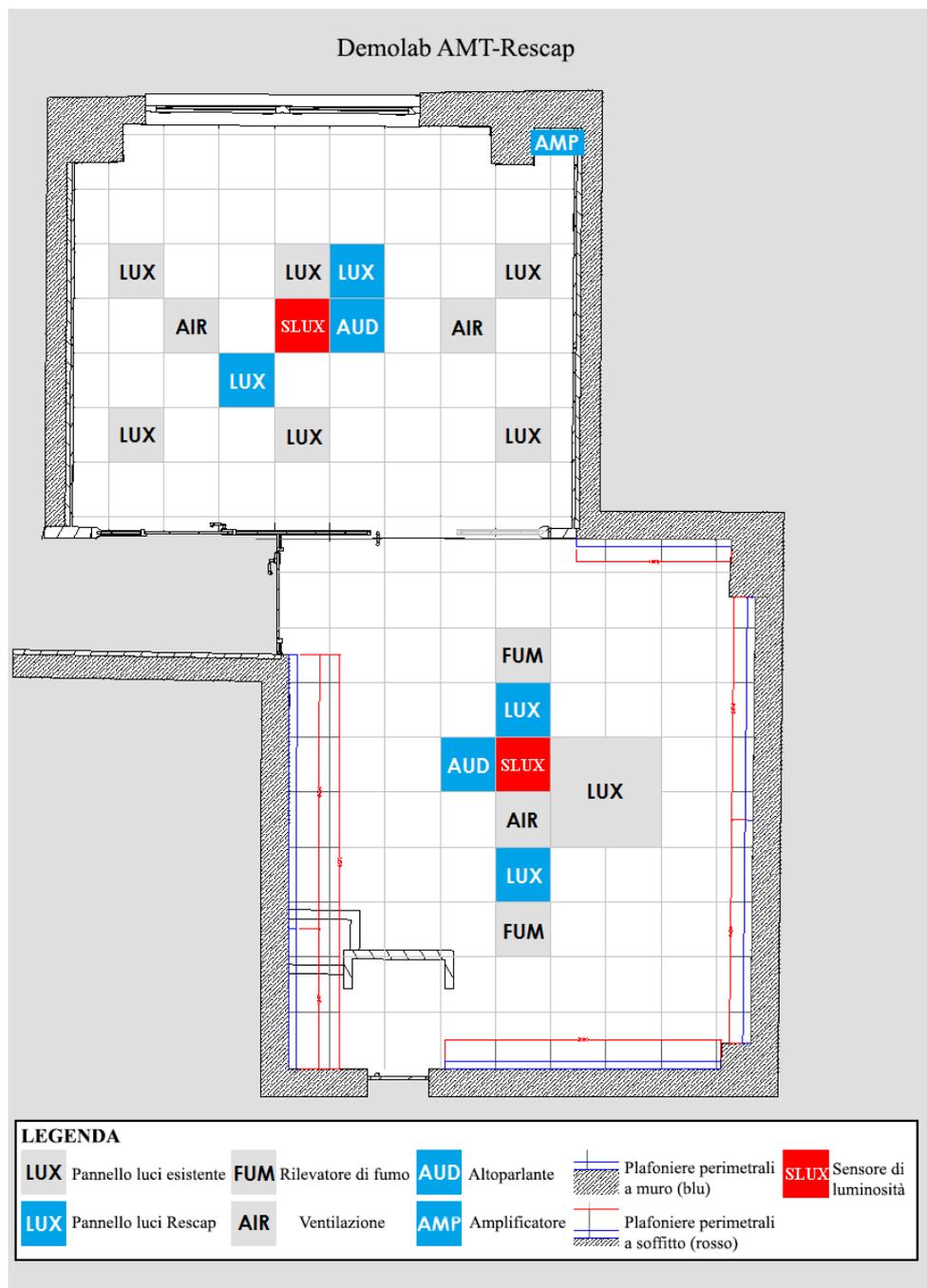


FIGURA 164 – GLI AMBIENTI DEL DEMOLAB PRESSO AMT SERVICES S.R.L.

In Figura 164 è riportata la piantina dei due ambienti siti presso AMT Services che ospitano il demolab.

I pannelli grigi rappresentano dispositivi già presenti. I pannelli celesti invece rappresentano dispositivi che sono stati aggiunti per il demolab Rescap. Lungo il perimetro della sala presidenza sono riportati gli spazi occupati dalle plafoniere a muro (blu) e a soffitto (rosso).

3.5.2 DISPOSITIVI UTILIZZABILI

I dispositivi utilizzabili all'interno del demolab sono di seguito riportati.

- Colorazione pareti della sala Direzione. Si possono rappresentare ventuno colori, corrispondenti alla palette di colori indicata dal Material Design di Google.



FIGURA 165 – COLORI PREVISTI DAL GOOGLE MATERIAL DESIGN

- Intensità dell'illuminazione delle luci a soffitto in entrambi gli ambienti. Questa proprietà si esprime attraverso una percentuale relativa alla massima luminosità della lampada: 0% indica lo stato di spegnimento della lampada.
- Altezza delle tende in entrambi gli ambienti. Anche questa proprietà è indicabile con una percentuale, dove lo 0% indica lo stato di tenda tutta sollevata mentre il 100% indica lo stato di tenda tutta srotolata.
- Volume e tipo dell'audio da diffondere in entrambi gli ambienti (diffusione comune).

3.5.3 SCENARI REALIZZABILI

3.5.3.1 COLORAZIONE PARETI

All'interno di un ufficio dell'azienda AMT Services è stato allestito il sistema domotico per permettere la colorazione delle pareti attraverso l'uso di stripled RGB.

E' possibile vedere il risultato ottenuto nella Figura 166, nella quale si può notare come l'effetto di colorazione dell'intera stanza sia uniforme e ben riuscito.

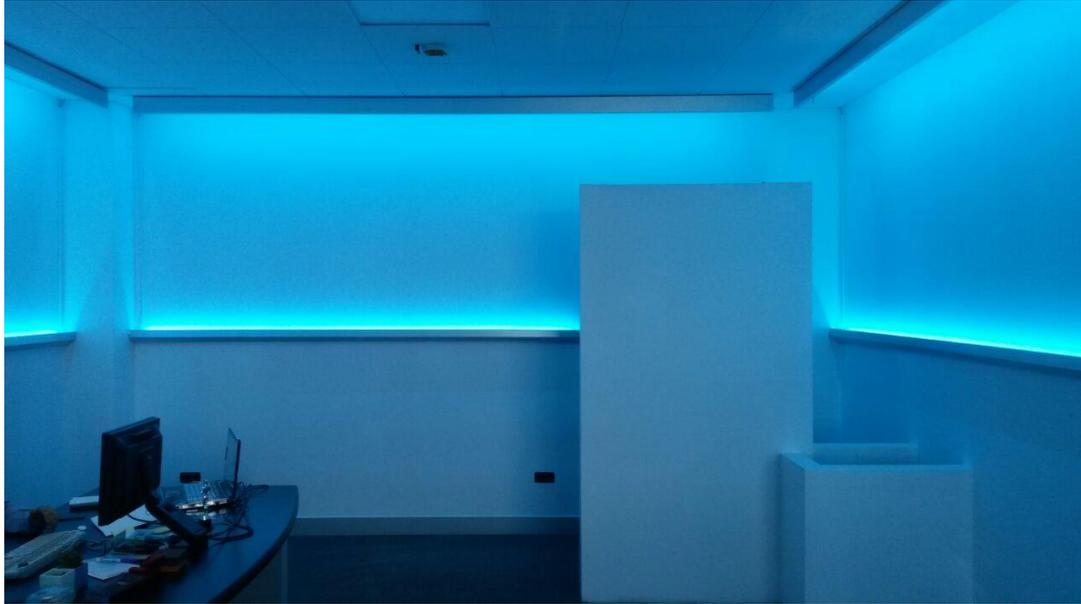


FIGURA 166 DEMOLAB RESCAP - COLORAZIONE PARETI

3.5.3.2 SISTEMA DI ILLUMINAZIONE DIMMERABILE

All'interno delle due stanze dell'azienda AMT Services, adibite come demolab del progetto Rescap per i servizi domotici, sono state montate quattro plafoniere a led Novalux.

Esse presentano le seguenti caratteristiche:

- Dimensione 60x60 cm per montaggio a controsoffitto.
- Controllo dimmerabilità attraverso il protocollo DALI.
- Alimentazione lampade attraverso box esterno.

In Figura 167 e in Figura 168 vengono mostrate alcune foto delle lampade a lavoro ultimato.

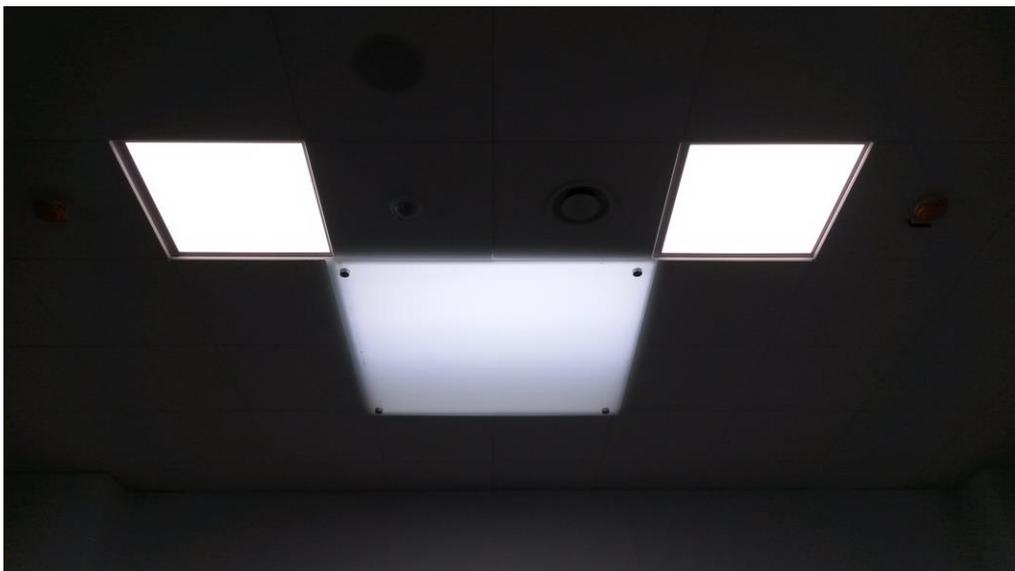


FIGURA 167 SISTEMA DI ILLUMINAZIONE RESCAP – PRESIDENZA



FIGURA 168 SISTEMA DI ILLUMINAZIONE RESCAP - SALA RIUNIONI

In Figura 169 è possibile vedere il sensore di presenza che è stato installato a controsoffitto; questo dispositivo permette di individuare un soggetto all'interno della stanza e regolare l'intensità luminosa in base al livello di illuminazione attuale, secondo la logica implementata nel sistema domotico.



FIGURA 169 DEMOLAB AMT RESCAP - SENSORE DI PRESENZA

3.5.3.3 TENDE OSCURANTI

Per permettere di dimmerare la luminosità all'interno delle stanze del demolab sono state installate delle tende oscuranti che permettono di ridurre la quantità di luce naturale proveniente dall'esterno. All'interno delle stanze sono stati installati anche dei sensori di luminosità hanno il compito non solo di accendere le luci in presenza di un soggetto, ma di raggiungere il livello di lux preimpostato.



FIGURA 170 TENDE OSCURANTI - DEMOLAB RESCAP

3.5.3.4 SISTEMA DI DIFFUSIONE AUDIO: VOLUME E TIPOLOGIA BRANO MUSICALE

Nel demolab Rescap è stato sviluppato un impianto di diffusione audio che permetterà al sistema di riprodurre i brani musicali scelti dal paziente. Il sistema si compone da due altoparlanti audio (Figura 171) montati a controsoffitto e un amplificatore posizionato nella sala riunioni (Figura 172).



FIGURA 171 - ALTOPARLANTI DEMOLAB RESCAP

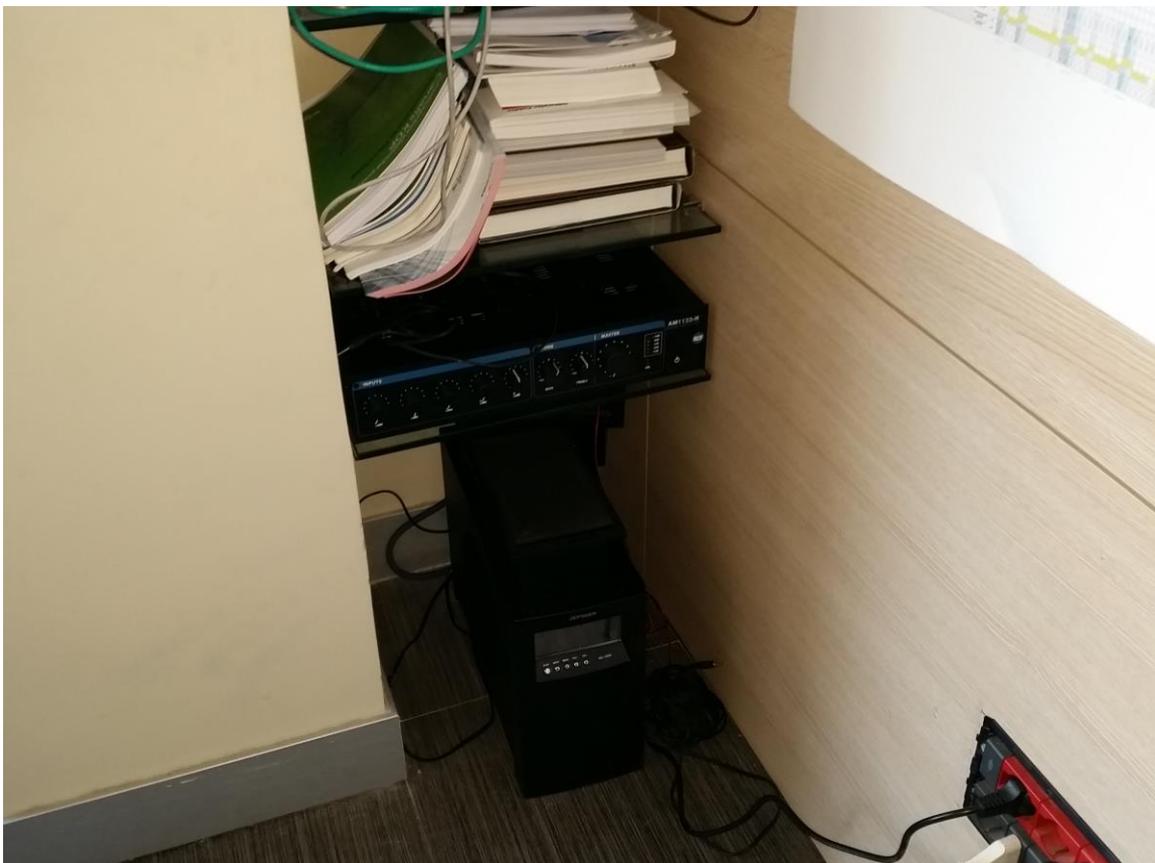


FIGURA 172 - AMPLIFICATORE IMPIANTO AUDIO RESCAP

3.5.4 L'INFRASTRUTTURA DEL SISTEMA DOMOTICO

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

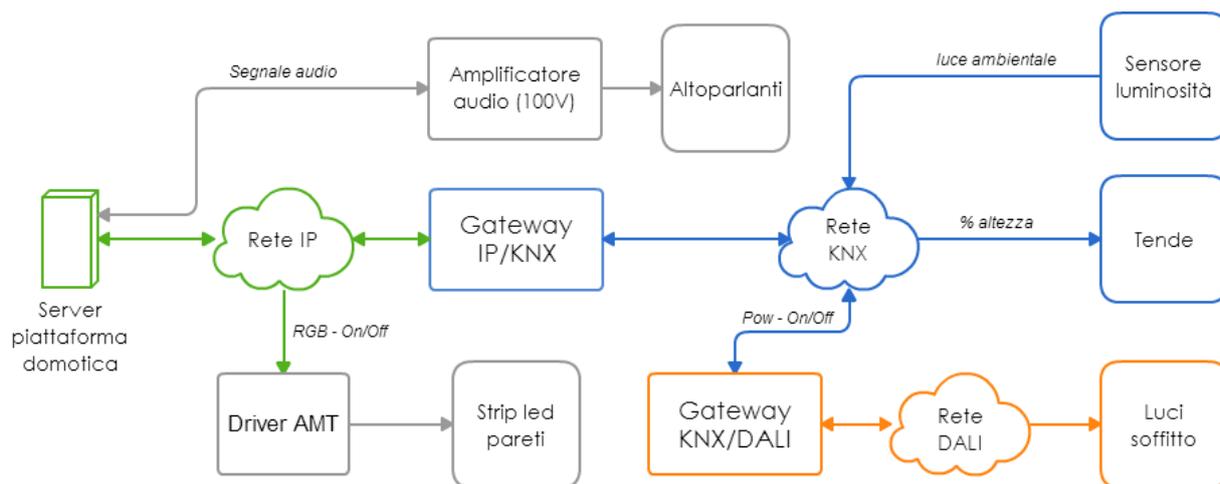


FIGURA 173 – DIAGRAMMA A BLOCCHI DELLE CONNESSIONI TRA LE COMPONENTI DEL SISTEMA DOMOTICO

3.5.5 COMUNICAZIONE CON PIATTAFORMA REMOTA

Il sistema domotico installato presso l'abitazione del paziente deve quindi poter comunicare con la piattaforma remota messa a disposizione sui server di eResult S.r.l. .

3.5.5.1 PANORAMICA DELLA COMUNICAZIONE

Nella Figura 174 è rappresentato lo scambio dei messaggi tra il sistema di realtà virtuale e la piattaforma remota durante la fase di sperimentazione e i messaggi scambiati tra la piattaforma remota e il sistema domotico durante la fase di riqualificazione degli ambienti e monitoraggio remoto.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

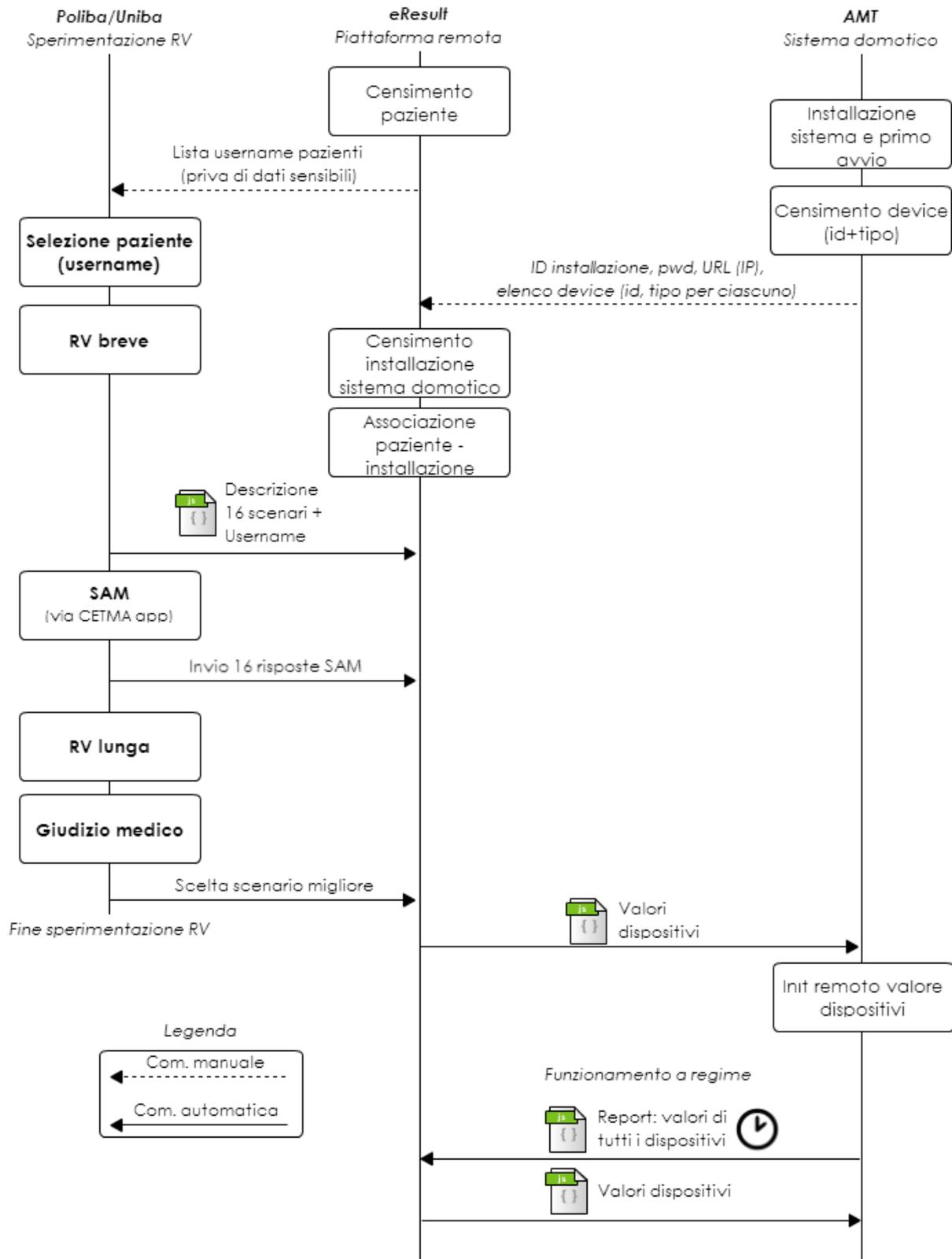


FIGURA 174 - I MESSAGGI SCAMBIATI TRA IL SISTEMA DI REALTÀ VIRTUALE, LA PIATTAFORMA REMOTA E IL SISTEMA DOMOTICO. QUESTO GRAFICO VA LETTO DALL'ALTO VERSO IL BASSO, DIREZIONE CHE RAPPRESENTA LO SCORRERE DEL TEMPO.

Si noti che le frecce a tratto continuo rappresentano messaggi inviati su rete IP mentre le frecce tratteggiate indicano che il messaggio è comunicato manualmente senza utilizzare la rete IP, non essendo stato messo a disposizione alcun servizio web idoneo da parte di eResult sulla propria piattaforma remota.

3.5.5.2 CASI D'USO

3.5.5.2.1 PRIMO AVVIO DEL SISTEMA DOMOTICO

Al termine dell'installazione hardware e software del sistema domotico, si procede al primo avvio dello stesso. Si provvederà a comunicare allo staff di eResult i parametri necessari all'individuazione in rete del sistema domotico, quindi indirizzo IP o URL (nome simbolico), password per l'autenticazione dei messaggi inviati dalla piattaforma remota, identificativo del sistema domotico, elenco dei dispositivi collegati al sistema domotico provvisti ciascuno di ID e tipo.

Lo staff di eResult inserirà queste informazioni nella propria piattaforma e stabilirà una relazione tra il sistema domotico e il paziente già censito che abita quell'appartamento. Successivamente la piattaforma remota si occuperà di comunicare i valori di inizializzazione dei dispositivi al sistema domotico (si veda paragrafo 3.5.5.2.2).

3.5.5.2.2 MESSAGGIO DALLA PIATTAFORMA REMOTA AL SISTEMA DOMOTICO

In questo scenario la piattaforma remota invia una richiesta HTTP con metodo POST al sistema domotico comunicando al sistema domotico i valori più aggiornati dei dispositivi. Il formato JSON del corpo della richiesta HTTP è specificato da eResult: per approfondimenti si rimanda al documento OR4 A4.9.

Questo caso d'uso è impiegato sia per inizializzare i dispositivi domotici sia per comunicare, durante il funzionamento a regime, eventuali modifiche o ripristini di questi valori.

3.5.5.2.3 MESSAGGIO DAL SISTEMA DOMOTICO ALLA PIATTAFORMA

Questo caso d'uso permette la realizzazione del monitoraggio remoto del paziente. Periodicamente (per esempio ogni mezz'ora) il sistema domotico invia dei report alla piattaforma remota, raccogliendo i valori dei sensori e componendo un messaggio riassuntivo che rappresenta uno screenshot della situazione del sistema domotico e delle sue impostazioni.

La piattaforma remota estrarrà da questi dati i trend per intervalli di tempo e li presenterà al medico associato a quel paziente. Il medico, una volta valutate le entità di eventuali variazioni al comportamento del sistema domotico effettuate da parte del paziente, avrà facoltà di reimpostare la configurazione iniziale dei dispositivi assegnata originariamente, oppure impostare dei nuovi valori di default.

3.5.5.3 ARCHITETTURA DELLA COMUNICAZIONE SISTEMA DOMOTICO – PIATTAFORMA REMOTA

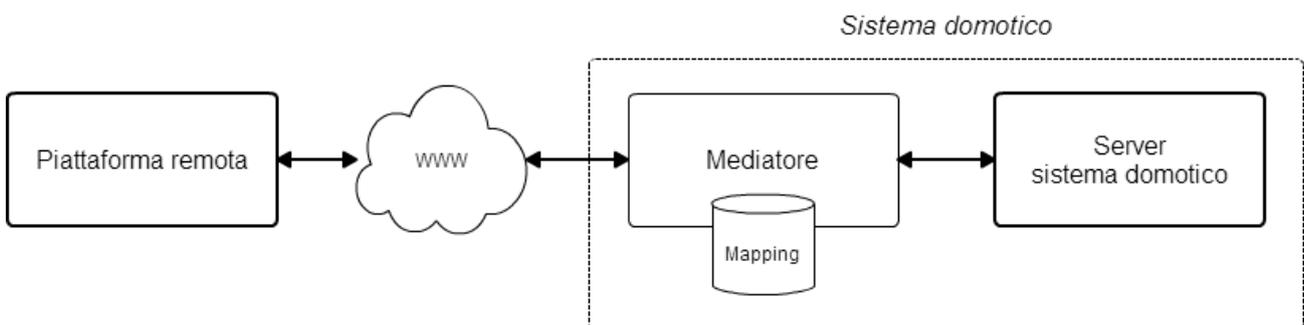


FIGURA 175 - L'ARCHITETTURA DELLA COMUNICAZIONE TRA LA PIATTAFORMA REMOTA E IL SISTEMA DOMOTICO

L'architettura della comunicazione su rete IP tra la piattaforma di monitoraggio remoto e il sistema domotico installato presso l'abitazione del paziente, come illustrato in Figura 175, prevede la presenza di una componente intermedia che funge da proxy reciproco per le richieste tra i due endpoint interessati (la piattaforma remota e il server del sistema domotico). Questa componente intermedia è necessaria per convertire opportunamente gli ID dei sensori tra il dominio della piattaforma remota e il dominio degli ID della base dati del sistema domotico; inoltre, si occupa della conversione del formato dei messaggi scambiati e della composizione e invio periodico del report sullo stato del sistema domotico alla piattaforma remota.

3.6 INTERFACCE EVOLUTIVE CON SISTEMA DOMOTICO (4.6)

3.6.1 SCENARI GESTIBILI

Gli scenari che è possibile modificare servendosi di queste interfacce prevedono la variazione delle impostazioni di:

- Lampade a soffitto
 - Intensità luminosa
 - Accensione/spegnimento
- Strip led per colorazione parete
 - Colore
 - Intensità
 - Accensione/spegnimento
- Altoparlanti per diffusione sonora negli ambienti
 - Brano
 - Genere (insieme di brani)
 - Volume
 - Accensione/spegnimento

3.6.2 UTILIZZO FISICO

L'utilizzo fisico tramite impiego di un tablet fornito di touch screen è la modalità di utilizzo di default del sistema domotico.

Con l'aiuto dello staff della prof.ssa Marina De Tommaso del Policlinico di Bari si è arrivati a stabilire, forti anche di esperienze pregresse, che la modalità migliore di interazione per un paziente che rientri nel target del progetto Rescap è tramite l'utilizzo di touch screen con una dimensione dello schermo che rappresenti un buon compromesso tra grandezza e portabilità (10" per esempio).

Seguono degli screenshot delle schermate di configurazione di ciascuno dei dispositivi e attuatori.

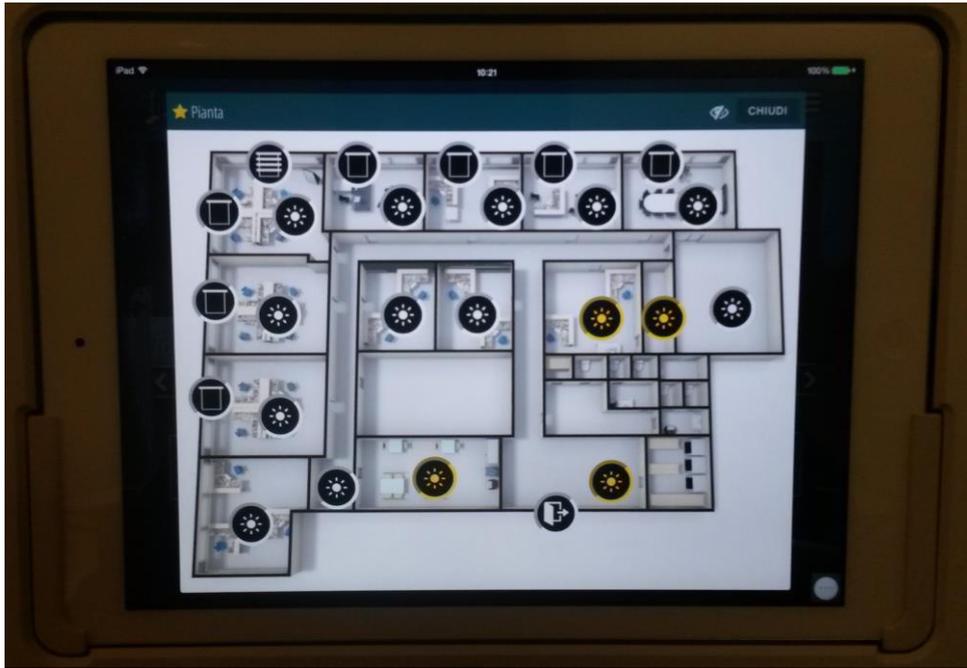


FIGURA 176 –ESEMPIO DI INTERFACCIA TOUCH SCREEN PER IL SISTEMA DOMOTICO

I due ambienti messi a disposizione da AMT Services per il laboratorio dimostrativo sono la sala riunioni e la presidenza (risp. Figura 177 e Figura 178).

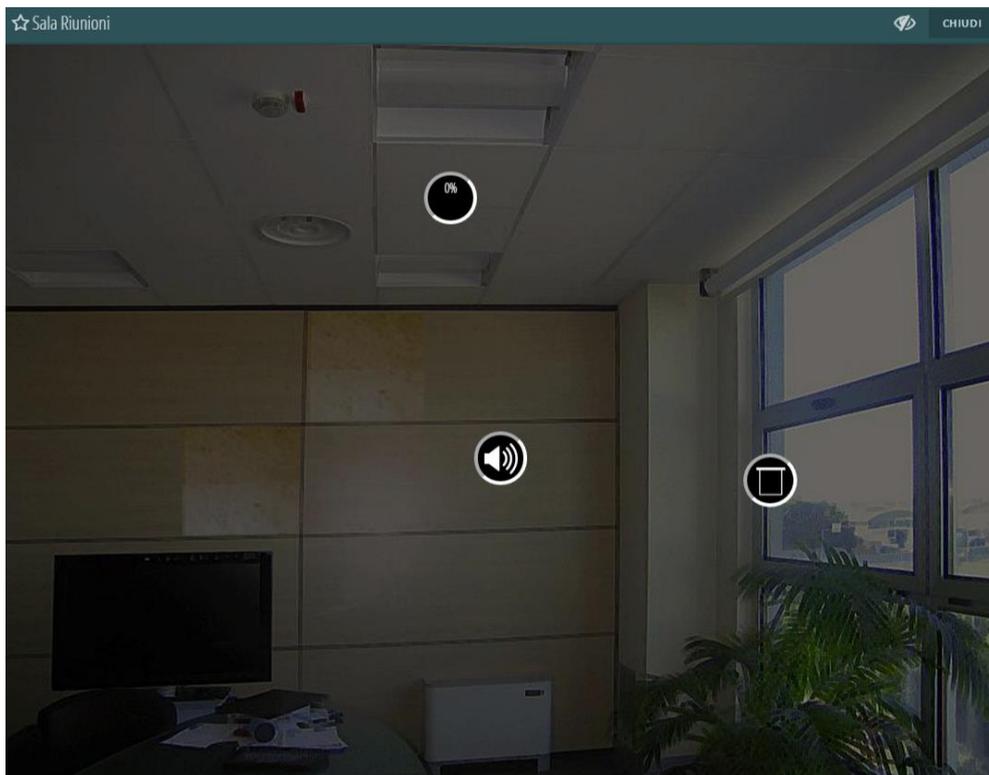


FIGURA 177 - SCHERMATA PRINCIPALE DI GESTIONE DELL'AMBIENTE "SALA RIUNIONI"

Nella sala riunioni, sono disponibili tre attuatori corrispondenti alle tre icone presenti nella schermata di Figura 177. Questi dispositivi sono le luci a soffitto, il sistema di riproduzione e diffusione audio e la tenda oscurante automatizzata.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



FIGURA 178 - SCHERMATA PRINCIPALE DI GESTIONE DELL'AMBIENTE "PRESIDENZA"

I dispositivi presenti nella schermata della presidenza in Figura 178 sono altre lampade dimmerabili a soffitto e strip led per la colorazione delle pareti. La diffusione audio è gestita attraverso la schermata dell'altro ambiente poiché i diffusori sono stati cablati tutti insieme.

3.6.2.1 GESTIONE LAMPADE SOFFITTO

Le lampade dimmerabili per l'illuminazione principale possono funzionare in due modalità diverse:

- Impostazione manuale luminosità (Figura 179)
- Inseguimento automatico di un set-point (Figura 180)



FIGURA 179 – SCHERMATA DI IMPOSTAZIONE MANUALE DELL'INTENSITÀ LUMINOSA DELLE LUCI (ESPRESSA IN PERCENTUALE)

L'impostazione manuale dell'illuminazione richiede solo la percentuale della potenza totale da irradiare.

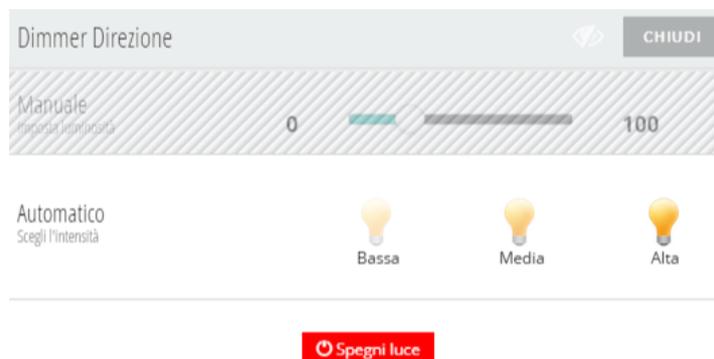


FIGURA 180 – SCHERMATA DI IMPOSTAZIONE AUTOMATICA DELL'INTENSITÀ LUMINOSA, CON SELEZIONE DI TRE LIVELLI DI LUMINOSITÀ DIFFERENTI

L'impostazione automatica dell'illuminazione invece, prevede l'impiego dei sensori di luminosità e presenza montati in entrambi gli ambienti, sulla base delle cui letture si regola l'intensità totale delle lampade. All'utente è lasciata la scelta di tre livelli di luminosità da mantenere: bassa, media o alta.

3.6.2.2 GESTIONE COLORAZIONE MURI

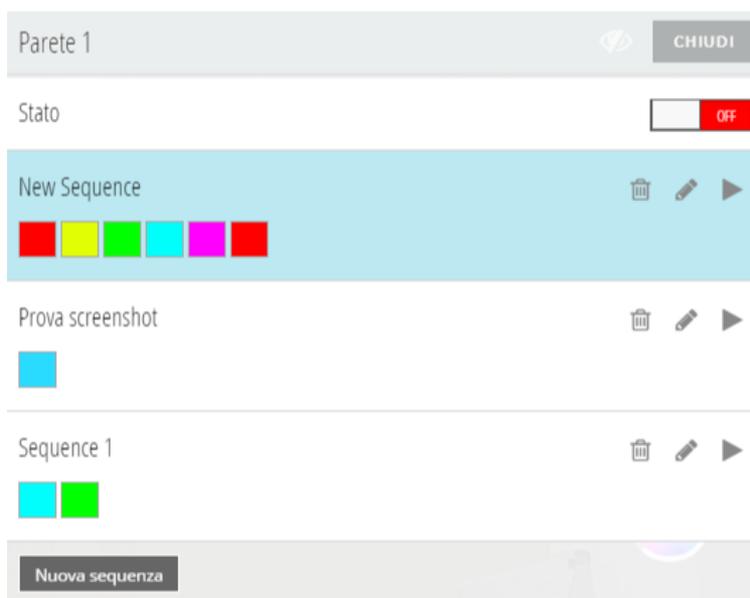


FIGURA 181 - INTERFACCIA DI GESTIONE DELLE SEQUENZE DI COLORI CON CUI ILLUMINARE LE STRIP LED A PARETE

Il sistema di colorazione delle pareti si basa sull'impostazione di sequenze di colori. Volendo impostare un solo colore per una parete sarà sufficiente creare una sequenza composta di un solo colore.

Ciascuna delle sequenze può essere modificata, eliminata o eseguita: è possibile creare nuove sequenze.

Ciascuna sequenza è composta da più colori (item) corredati ciascuno di tempi di permanenza e tempi di dissolvenza incrociata con il colore successivo della sequenza.

3.6.2.3 GESTIONE AUDIO

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

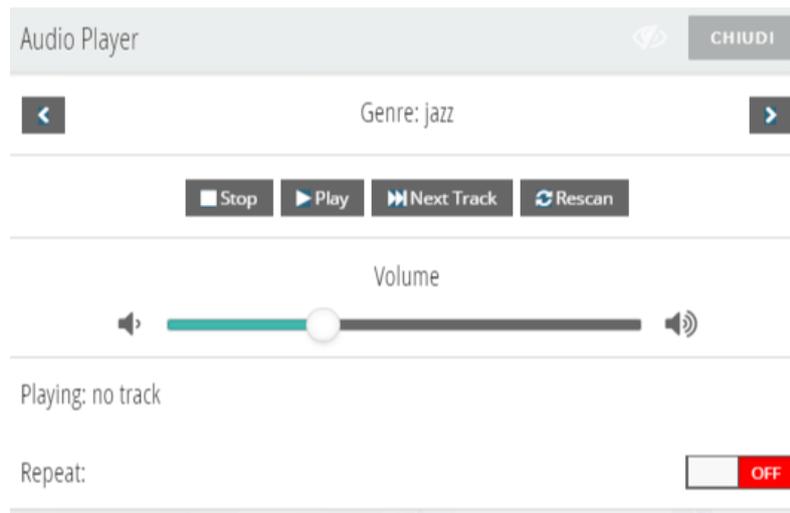


FIGURA 182 – SCHERMATA DI GESTIONE DELLA DIFFUSIONE SONORA NEGLI AMBIENTI

L'interfaccia di gestione dell'audio prevede la selezione del genere tra jazz, ambient, pop, classica e nessuno. In ciascun genere è possibile avanzare di brano, effettuare un aggiornamento dei file cartelle dove sono localizzati i file audio (in formato *wav*). È possibile impostare il volume e l'eventuale ripetizione del brano correntemente in riproduzione.

3.6.2.4 GESTIONE TENDA



FIGURA 183 - INTERFACCIA DI GESTIONE DELLA TENDA OSCURANTE IN SALA RIUNIONI

In maniera slegata dalla gestione automatica della luminosità delle lampade, le tende sono regolabili in altezza tramite l'interfaccia rappresentata in Figura 183.

3.6.2.5 MULTIMODALITÀ

L'interazione di una persona con il sistema domotico progettato e prodotto da AMT Services prevede l'interazione tramite schermo tattile o tablet come meccanismo di interazione di default.

Sono stati messi a punto altri meccanismi di interazione come l'utilizzo della voce per impartire comandi vocali al sistema domotico. Tale sistema alternativo di interazione, infatti, prevede che i comandi pronunciati seguano uno schema ben preciso dato dalla concatenazione di

“COMANDO, <dispositivo>, <variazione_dispositivo>”

Lo schermo tattile, ad ogni modo, mostra una Single Page Application ospitata su un web server in esecuzione nel sistema domotico. Questa macchina si occupa dell'interfacciamento del sistema domotico alla rete locale domestica (LAN). Ciò permette, inoltre, la possibilità di accedere all'interfaccia di gestione del sistema domotico tramite qualunque dispositivo connesso alla rete locale che sia dotato di un web browser aggiornato (es. supporto per l'HTML5): si potrà accedere dunque, come tra l'altro mostrato nel corrispondente OR di progettazione delle interfacce evolute (OR3 A3.9), anche tramite uno smartphone o un qualsiasi PC.

3.6.3 UTILIZZO TRAMITE WEB SERVICES

Questa seconda interfaccia esposta dal sistema domotico richiede, ovviamente, la possibilità della macchina su cui è in esecuzione di poter accedere alla Rete esterna. Ciò è necessario per poter esporre all'esterno un servizio che la piattaforma remota sa di poter invocare e, viceversa, permette al sistema domotico di effettuare report periodici verso la piattaforma remota circa le condizioni ed impostazioni di tutti i dispositivi collegati, per fini di monitoraggio e diagnostici.

L'access point dell'abitazione dovrà essere quindi opportunamente configurato con una regola NAT (Network Address Translation) che permette di mappare un URL esterno su un IP e numero di porta corrispondenti ad una macchina collegata all'interno della LAN.

Questa modalità di interazione è possibile solo tra il sistema domotico e la piattaforma remota fornita da eResult, che contatterà il primo fornendo opportune credenziali di accesso (username e password) comunicate precedentemente all'atto dell'installazione degli attuatori e del sistema domotico. Nessun'altra entità è autorizzata o può, in alcuna maniera, contattare direttamente il sistema domotico e accedere all'interfaccia di gestione dello stesso dall'esterno.

3.6.3.1 INTERFACCIA DI IMPOSTAZIONE MEDIATORE

Il sistema domotico si interfaccia all'esterno per mezzo di un ulteriore modulo software di nome "Mediator", la cui architettura è stata spiegata nel OR di progettazione corrispondente al presente OR (OR3 A3.9). Questo modulo software ha il compito di effettuare una transcodifica degli ID dal dominio del sistema domotico al dominio della piattaforma remota.

Per l'impostazione della transcodifica, il modulo software Mediator offre una web application che permette l'impostazione delle corrispondenze ID dispositivi interni ed esterni (e la tipologia del dispositivo). Servendosi di quest'interfaccia (raggiungibile tramite http://IP_MACCHINA_SISTEMA_DOMOTICO/mappings) è possibile aggiornare questa tabella di lookup.

In questa tabella vengono automaticamente caricati tutti i dispositivi presenti nel sistema domotico e ne vengono segnalati, qualora presenti, quelli che non sono stati mappati nella piattaforma remota (tag di alert giallo "Not mapped in ext"). Con un tag rosso invece vengono segnalati quei dispositivi di cui la piattaforma remota ha cognizione ma che non corrispondono ad alcun device reale installato nel sistema domotico.

In Figura 184 è raffigurata la semplice interfaccia.

ID mappings config utility

Project: I-Do.Mediator

Update mappings

INT_ID	TYPE	EXT_ID	
279	Ledrgb	609	Delete
278	AudioPlayer	614	Delete
179	Ledrgb	632	Delete
244	DimmedLight	601	Delete
243	DimmedLight	608	Delete
280	Ledrgb	??	Delete Not mapped in ext

Add mapping

Commit mappings

FIGURA 184 – INTERFACCIA DI GESTIONE DELLE CORRISPONDENZE ID DISPOSITIVI DEL SISTEMA DOMOTICO E DELLA PIATTAFORMA REMOTA

3.7 SPECIFICHE ARCHITETTONICHE E DI ARREDO (4.7)

3.7.1 LE SOLUZIONI IMPLEMENTATE

Le attività di progettazione e di implementazione procedono parallelamente, sfruttando dei prototipi intermedi che consentano di rifinire progressivamente il prodotto finale.

3.7.2 IMPIANTO DI COLORAZIONE DELLE PARETI

3.7.2.1 PRODUZIONE DEI PRESSOPIEGATI

I profili in alluminio, disegnati in fase di progettazione, sono stati lavorati opportunamente con una pressa piegatrice in modo da ottenere le caratteristiche geometriche desiderate.

Di seguito sono riportati schematicamente i le componenti realizzate per le plafoniere a soffitto:

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

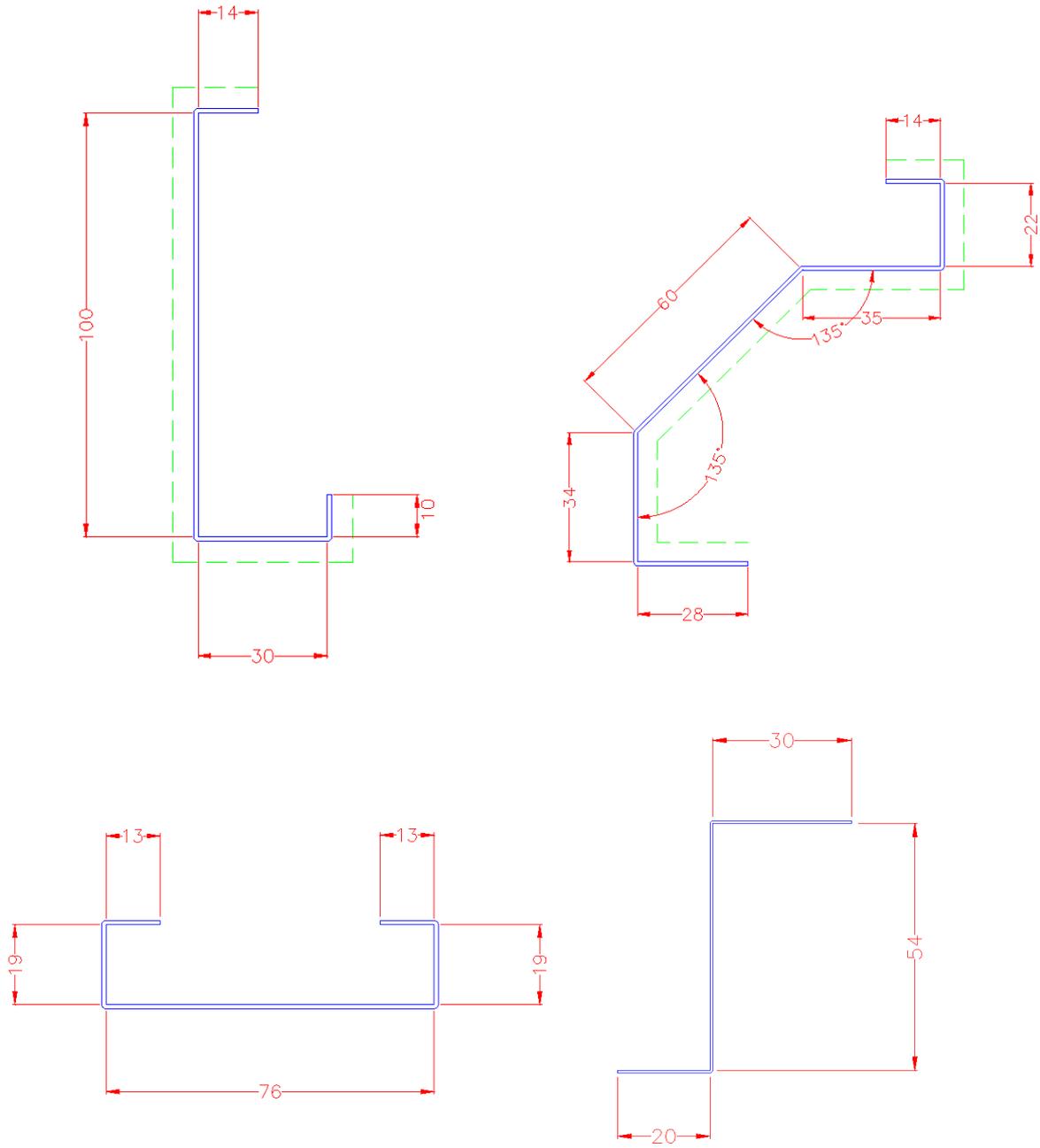
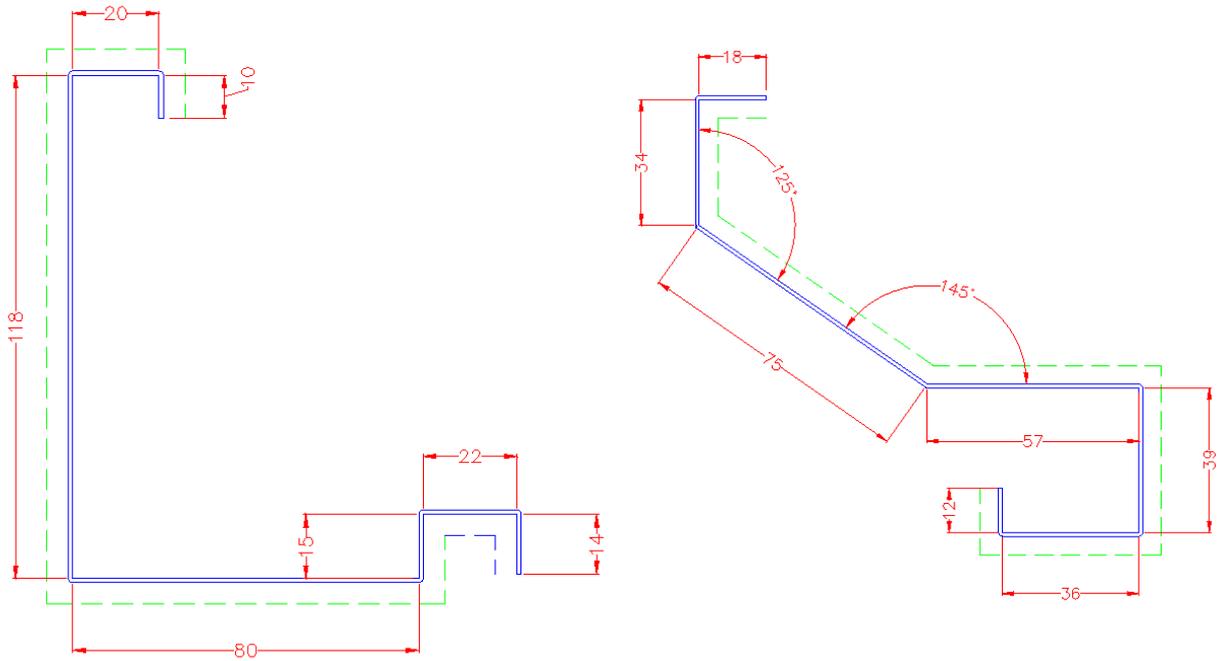


FIGURA 185 – DETTAGLI DEI PROFILI

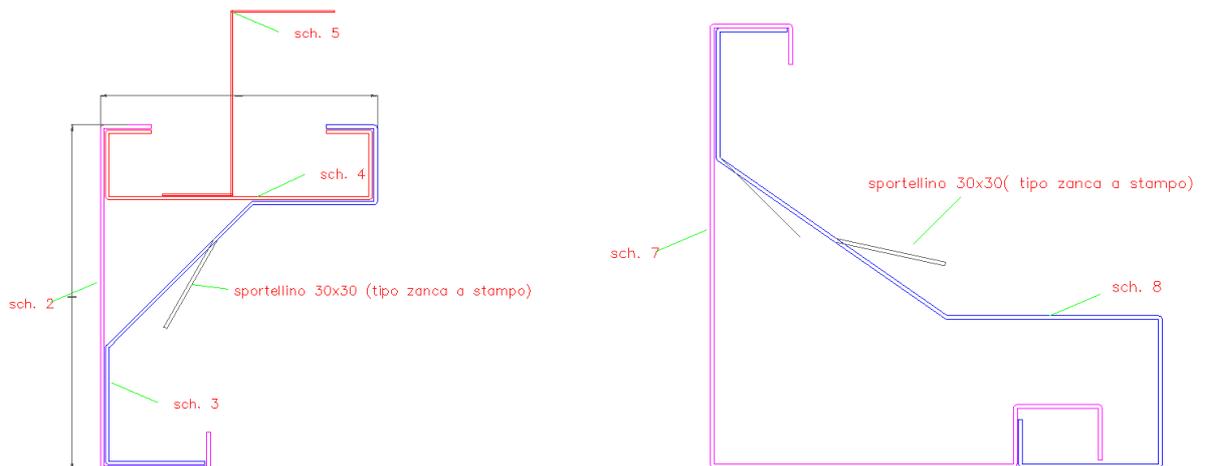
Per l'illuminazione a muro:

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni



3.7.2.2 ASSEMBLAGGIO

L'assemblaggio delle componenti è avvenuto a cura del personale di Trait D'Union, sulla base delle schede di assemblaggio prodotte dall'ufficio tecnico



3.7.2.3 MONTAGGIO

Il montaggio è avvenuto in due fasi, la prima per l'installazione del prototipo e la seconda per la posa in opera definitiva.



FIGURA 186 - PROTOTIPO INSTALLATO NEGLI UFFICI DI AMT SERVICES



FIGURA 187 - ASPETTO DELL'AMBIENTE CON TUTTE LE PLAFONIERE INSTALLATE E ILLUMINATE

3.7.3 SISTEMA OSCURANTE

Di seguito alcune fotografie del sistema oscurante installato. Si è scelto di aggiungere una seconda tenda alla sala riunioni che era già provvista di una tenda automatica per via della differenza del colore delle tende. La tenda già presente infatti era di colore bianco e anche in condizioni di totale srotolamento lasciava entrare una quantità di luce rilevante, cosa che invece non avviene con la nuova tenda montata che è costituita da un telo scuro.

Deliverable 3 (D3) - Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni





FIGURA 188 – DETTAGLIO DEL SISTEMA OSCURANTE

3.8 SISTEMA DI ACQUISIZIONE DELLE SCALE DI ADL (4.8)

3.8.1 SCALA SAM SU APP PER TABLET

L'applicazione nativa da fruire attraverso un tablet 10" è stata sviluppata utilizzando il sistema operativo *Android*, selezionato per il suo vasto utilizzo e per la caratteristica di essere *open-source*. La versione del sistema operativo installato sul dispositivo che può utilizzare l'app deve essere superiore al 4.0. L'applicazione è basata sullo scambio di dati con la piattaforma remota OMNIACARE, a cui gli stessi vengono forniti richiamando opportuni web services e per il tramite di messaggi JSON strutturati. La piattaforma remota memorizza le informazioni dopo averle ricevute, recependole in riferimento alla valutazione soggettiva del soggetto dell'esperienza emozionale.

L'utente effettua la propria valutazione scegliendo una delle figure riportate in interfaccia e a cui corrisponde un punteggio compreso tra 1 e 5 con un incremento di 1,5. La memorizzazione delle risposte in piattaforma avviene solo a completamento della sequenza di tre domande relative ad ogni scenario.

Come riportato in Figura 189 l'utente può accedere alla compilazione delle domande a valle del processo di autenticazione nel sistema, realizzato adoperando le credenziali fornite al momento della registrazione del soggetto in anagrafica.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

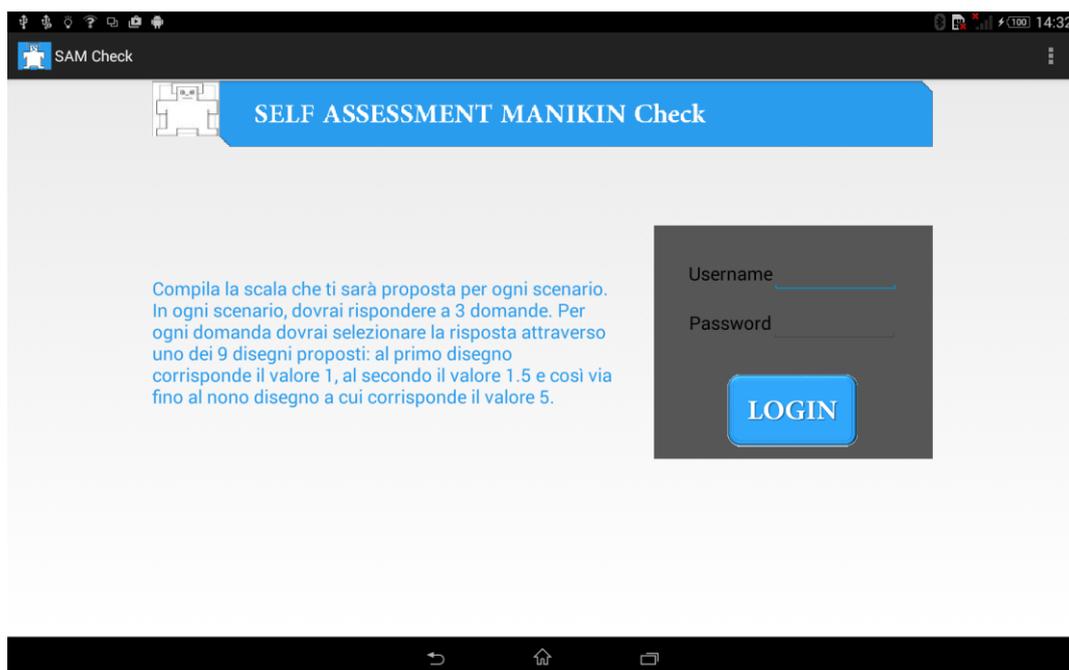


FIGURA 189 - SCHERMATA DI LOGIN ALL'APPLICAZIONE SAM CHECK

A seguito dell'avvenuta autenticazione, come riportato in Figura 190, Figura 191, Figura 192 l'utente può rispondere alla sequenza di domande, selezionando una delle icone disponibili associate ad uno specifico punteggio.



FIGURA 190 - SCHERMATA PER LA COMPILAZIONE DELLA DOMANDA 1

La sequenza di domande scorre con il cambio solo del numero della domanda e dello scenario a cui esse sono riferite.

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

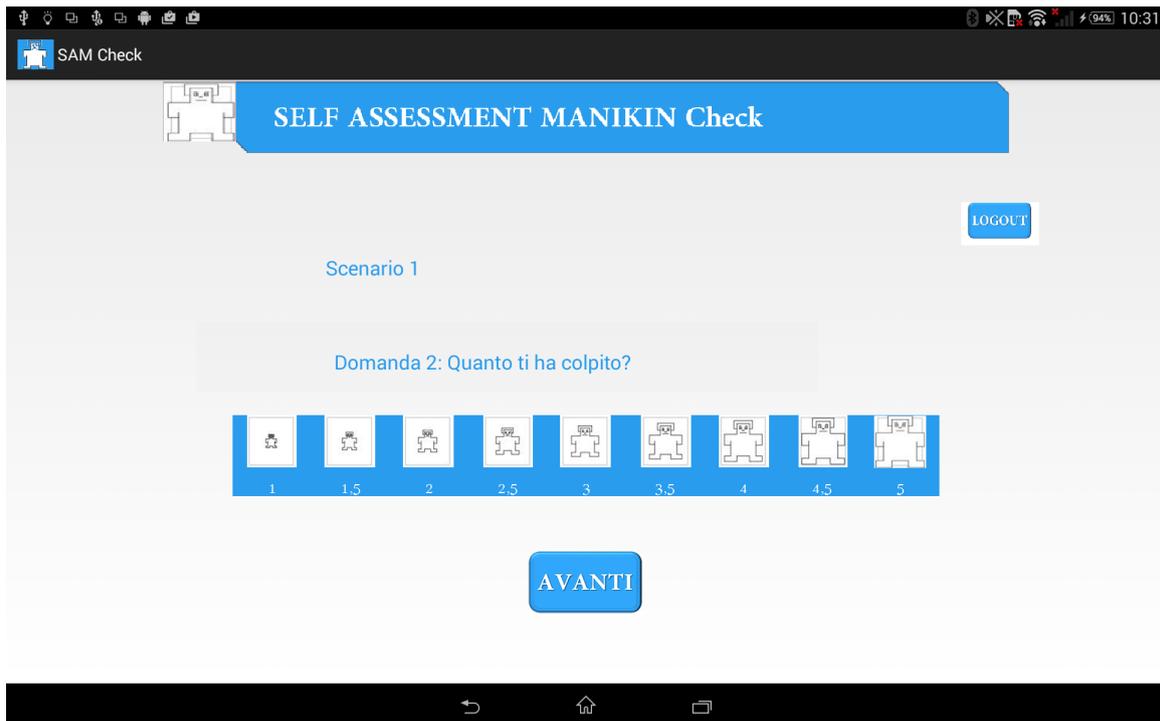


FIGURA 191 - SCHERMATA PER LA COMPILAZIONE DELLA DOMANDA 2

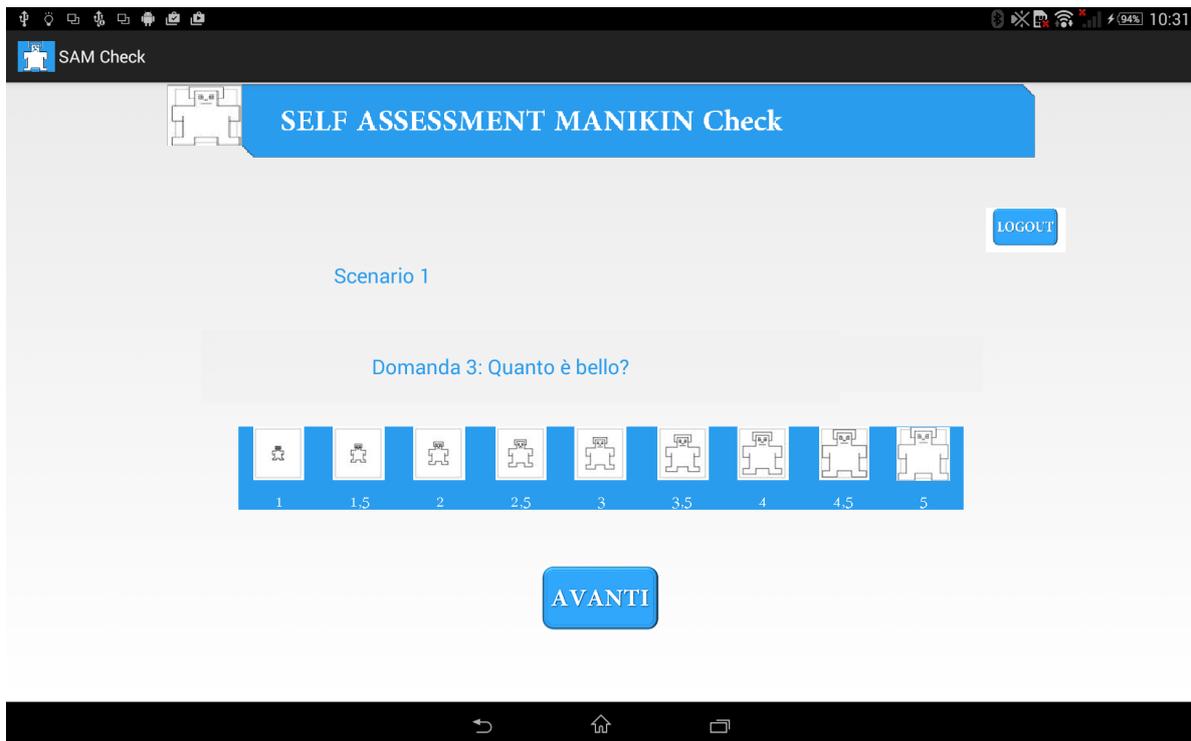


FIGURA 192 - SCHERMATA PER LA COMPILAZIONE DELLA DOMANDA 3

A conclusione del ciclo di 3 domande l'applicazione invia l'insieme dei punteggi raccolti alla piattaforma e comunica attraverso struttura *Toast* il buon esito dell'operazione. all'utente viene comunicato altresì il mancato invio delle informazioni, suggerendo la ricompilazione delle 3 domande.

Al termine della compilazione, l'utente viene riportato nella schermata riservata all'autenticazione.

3.8.2 PROTOCOLLO DI COMUNICAZIONE

La comunicazione tra l'applicazione SAM Check e la piattaforma remota OMNIACARE è affidata ad opportuni web services messi a disposizione da eResult. In particolare essi sono stati adoperati per le seguenti fasi:

- autenticazione dell'utente
- elenco degli scenari associati all'utente in piattaforma domotica
- memorizzazione delle risposte fornite dall'utente alla SAM Check

Nella tabella seguente si riporta il dettaglio delle informazioni inviate e richieste dai web service, sotto forma di oggetto JSON:

FINALITA'	web-service	method	JSON object INPUT
autenticazione utente	http://apptest.omniacare.com/wsomniacare/api/Users/Login	POST	{ "username": "pippo", "password": "pippopoppo" }
elenco scenari associati all'utente	http://apptest.omniacare.com/wsomniacare/api/People/{username o codice fiscale}/Activities	GET	
Memorizzazione risposte SAM Check	http://apptest.omniacare.com/wsomniacare/api/Insert/Activity	POST	{ "id": 28, "username": "Smarrita", "timestamp": "2014-04-09T16:37:10", "outputs": [{ "id": 17, "value": "1", "repetition": 1 }, { "id": 18, "value": "8", "repetition": 1 }, { "id": 25, "value": "SI", "repetition": 1 }] }

TABELLA 1 ELENCO WEB SERVICE PER IL RECUPERO E L'INVIO DELLE INFORMAZIONI

Come mostrato in Tabella 1, l'oggetto JSON per la memorizzazione dei risultati ottenuti dalla SAM Check contiene le seguenti informazioni:

- *Id*: id dell'esercizio
- *Username*: username assistito che ha eseguito l'esercizio
- *Timestamp*: è la data e ora in cui è stato eseguito

Deliverable 3 (D3) – Prototipazione e personalizzazione delle soluzioni

- *Outputs*: lista di oggetti dei parametri di output
 - *Id*: id indice
 - *Value*: valore
 - *Repetition*: numero di ripetizione

Nel tabella seguente si dettagliano le informazioni di output fornite dai web service riportati in Tabella1:

FINALITA'	Response
autenticazione utente	Output: HttpStatusCode: 200, 400 o 500 Json: <ul style="list-style-type: none"> • Status: <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 autenticato ○ -1 non autenticato (password errata) ○ -2 non autenticato (username inesistente) ○ -100 Exception • Message: dettaglio dello status
elenco scenari associati all'utente	Output: HttpStatusCode: 200 or 500 Json: <ul style="list-style-type: none"> • Status: <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 Success ○ 0 Failure ○ -100 Exception • Message: dettaglio dello status • Activities: lista esercizi (alias attività)
Memorizzazione risposte SAM Check	Output: HttpStatusCode: 201, 400, 401 o 500 Json: <ul style="list-style-type: none"> • Status: <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 Success ○ 0 Failure ○ -100 Exception • Message: dettaglio dello status

TABELLA 2 TABELLA DELLE RISPOSTE OTTENUTE DALLE CHIAMATE A WEB SERVICES

3.8.3 GESTIONE ANOMALIE

All'interno dell'applicazione sono state gestite le anomalie generate da:

1. mancata autenticazione
2. pressione tasto soft back
3. mancato invio del risultato

Nel seguito si riportano le soluzioni adottate:

1. nel caso di *mancata autenticazione*, l'applicazione comunica all'utente tramite struttura *toast* il fallimento, riportando all'activity di autenticazione;
2. all'interno dell'intera applicazione è stato disabilitato il tasto back, consentendo all'utente l'esplicito annullamento delle operazioni in corso;
3. l'invio del risultato alla piattaforma Omniacare è condizione necessaria per l'avanzamento degli scenari: all'utente infatti viene notificato il successo dell'operazione, ma anche l'insuccesso. Come nelle altre anomalie, è assegnato ad una struttura toast, la comunicazione dell'esito della comunicazione. Qualora venisse registrato un insuccesso l'utente viene invitato a ripetere la compilazione.

3.9 PIATTAFORMA DI GESTIONE UTENZA FINALE E RELATIVI ALERT (4.9)

...