

POLITECNICO DI TORINO

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA ELETTRICA



TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**DOMOTICA RESIDENZIALE: CASO STUDIO DI
UNA STRUTTURA DESTINATA AD UTENTI CON
DISABILITA'**

Relatore:

Paolo Di Leo

Candidata:

Emanuela Graziano

Correlatore:

Alessandro Ciocia

A.A. 2019/2020

*Ai miei genitori,
che mi hanno sempre sostenuta e
ai quali posso dire solo un sincero GRAZIE.*

INDICE

INDICE	3
INDICE DELLE FIGURE	5
INDICE DELLE TABELLE	7
LISTA DEGLI ACRONIMI	8
INTRODUZIONE	9
STATO DELL'ARTE DELLA DOMOTICA.....	10
1.1 ACCEZIONE DI CASA	10
1.1.1 SMART HOME.....	11
1.2 SIGNIFICATO E STORIA DELLA DOMOTICA.....	14
1.3 OBIETTIVI DELLA DOMOTICA	15
1.4 PRO E CONTRO DELLA DOMOTICA.....	16
1.4.1 VANTAGGI	16
1.4.2 SVANTAGGI	17
1.5 COMPONENTI DELLA SMART HOME TECHNOLOGY AUTOMATION	19
1.6 TIPI DI DOMOTICA.....	19
1.6.1 DOMOTICA CABLATA	20
1.6.2 DOMOTICA WIRELESS STRUTTURATA.....	20
1.6.3 DOMOTICA PER SINGOLI COMPONENTI	20
1.7 STANDARD O PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE.....	21
1.7.1 CONFRONTO TRA I PROTOCOLLI	25
1.8 SISTEMI DI AUTOMAZIONE DOMESTICA POPOLARI	27
1.8.1 SISTEMA DI AUTOMAZIONE DOMESTICA BASATO SU BLUETOOTH	27
1.8.2 AUTOMAZIONE DOMESTICA BASATA SUL RICONOSCIMENTO VOCALE	28
1.8.3 SISTEMA DOMOTICO WIRELESS BASATO SU ZIGBEE	29
1.8.5 IoT PER L'AUTOMAZIONE DOMESTICA	29
1.8.5.1 SISTEMA DI AUTOMAZIONE DOMESTICA BASATO SU INTERNET OF THINGS (IoT).....	30
1.8.6 SISTEMA DI AUTOMAZIONE DOMESTICA BASATO SU EnOcean.....	31
1.8.7 CONFRONTO TRA LE TECNOLOGIE.....	32
1.9 SMART HOME PER DISABILI	34

1.9.1 APPLICAZIONI DELLE SMART HOME NELLA DISABILITA'	36
1.9.2 BENEFICI DELLE SMART HOME PER I DISABILI	41
1.9.3 CONTROLLO DEI DISPOSITIVI DOMESTICI NELLA SMART HOME	41
1.9.4 ASSISTENTI SMART	42
1.9.5 SISTEMI PER L'HOME AUTOMATION REALIZZATI	43
1.9.5.1 CONCLUSIONI	49
1.9.6 SFIDE DI RICERCA	50
1.9.7 CONCLUSIONI	51
APPLICAZIONE PER CHIERI	52
2.1 PREMESSA	52
2.2 IMPIANTO ELETTRICO TRADIZIONALE.....	52
2.2.1 QUADRO GENERALE BT E CENTRALINE.....	55
2.2.2 IMPIANTO TV.....	67
2.2.3 PROGETTO ILLUMINOTECNICO	67
2.2.3.1 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	79
2.3 IMPIANTO FOTOVOLTAICO	80
2.3.1 COMPOSIZIONE IMPIANTO	85
2.3.1.1 LATO DC.....	86
2.3.1.2 LATO AC.....	87
2.4 IMPIANTO ELETTRICO DOMOTICO.....	90
2.4.1 IMPIANTO ANTINTRUSIONE.....	90
2.4.2 IMPIANTO ANTIALLAGAMENTO.....	93
2.4.3 IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA	95
2.4.4 IMPIANTO VIDEOCITOFONO	97
2.4.5 IMPIANTO ANTINCENDIO E RILEVATORE GAS	99
2.4.6 DIFFUSIONE SONORA.....	102
2.4.7 GESTIONE LUCI.....	104
2.4.8 GESTIONE CARICHI ELETTRICI	106
2.5 COMPUTO METRICO.....	107
CONCLUSIONE	116
BIBLIOGRAFIA.....	118

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-Domotica e i suoi scenari applicativi [1]	9
Figura 2- Tipologie della domotica.....	20
Figura 3-Diagramma di blocco del sistema di automazione domestica [2]	27
Figura 4- Diagramma di blocco del sistema di automazione domestica basato sul riconoscimento vocale [2].....	28
Figura 5-Schema di blocco del sistema di automazione domestica basato su ZigBee [2] 29	
Figura 6-Diagramma di blocco della HAS basato sull'IoT [2].....	31
Figura 7- Diagramma di blocco di HAS basato su EnOcean [2]	32
Figura 8- Yue e Yand [9] sistema ad attivazione vocale	45
Figura 9- Apparecchi abilitati Alexa [10]	46
Figura 10- Usare Alexa per controllare apparecchi normali tramite le spine smart abilitate Alexa [11]	47
Figura 11-Sorveglianza dei locali tramite telecamere smart [11]	48
Figura 12- Utilizzo del monitor della videocamera DeeLens per rilevare e rispondere a spiacevoli incidenti [11]	49
Figura 13- Plafoniera a led	68
Figura 14- Specifiche plafoniera.....	68
Figura 15- Emissione luce plafoniera	69
Figura 16- Faretto a led	69
Figura 17- Specifiche faretto a led	70
Figura 18- Emissione luce faretto a led.....	70
Figura 19- Vista 2D e 3D Area piano interrato	71
Figura 20- Vista 2D e 3D Area piano terreno	72
Figura 21-Vista 2D e 3D Area piano primo.....	73
Figura 22- Vista 2D, vista 3D, grafico valori del locale tecnico (piano interrato).....	75
Figura 23- Vista 2D, vista 3D, grafico valori del soggiorno (piano terreno)	78
Figura 24- Vista 2D, vista 3D, grafico valori della camera (piano primo).....	79
Figura 25- Falda meglio esposta	81
Figura 26- Energia prodotta dal sistema FV fisso.....	82
Figura 27- Irraggiamento mensile sul piano fisso	82
Figura 28- Disposizione moduli sul tetto e layout dell'impianto fotovoltaico	86
Figura 29- Schema a blocchi impianto antintrusione	91
Figura 30- Impianto antintrusione con percorso canalizzazione	93
Figura 31-Schema a blocchi impianto antiallagamento.....	94
Figura 32- Impianto antiallagamento con percorso canalizzazione	95
Figura 33- Schema a blocchi impianto videosorveglianza	96
Figura 34- Impianto videosorveglianza	97
Figura 35-Schema a blocchi impianto videocitofono.....	98
Figura 36- Impianto videocitofono	99

Figura 37- Schema a blocchi impianto antincendio e rilevatore gas	100
Figura 38- Impianto antincendio e rilevatore gas con percorso canalizzazione	102
Figura 39-Schema a blocchi impianto diffusione sonora	103
Figura 40-Impianto diffusione sonora.....	103
Figura 41- Sonoff [13]	105
Figura 42-Schema di collegamento del Sonoff, relè ad impulsi, pulsanti e punti luce [13]	106
Figura 43- Confronto costi tra le varie soluzioni	115

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1- Caratteristiche degli standard di comunicazione.....	26
Tabella 2-Confronto tra HAS differenti	32
Tabella 3-Aree di applicazione delle caratteristiche della SH con potenziali per le persone con diversi tipi di disabilità.....	41
Tabella 4-Dati specifici della potenza richiesta in edifici ad appartamenti	53
Tabella 5-Calcolo superfici singolo piano.....	54
Tabella 6-Tabella riassuntiva delle specifiche di dimensionamento	54
Tabella 7-Dati rete punto di consegna.....	54
Tabella 8-Dati lato BT	55
Tabella 9-Ubicazione dei quadri elettrici	55
Tabella 10-Dati QG1	58
Tabella 11-Dati QGP	59
Tabella 12-Dati QG2	61
Tabella 13-Disposizione dei corpi illuminanti di emergenza	79
Tabella 14-Dati medi mensili di energia FV, irraggiamento e variazione standard	83
Tabella 15-Computo metrico dell'impianto fotovoltaico.....	90
Tabella 16-Prese intelligenti nelle rispettive stanze	107
Tabella 17- Computo metrico impianto elettrico tradizionale	110
Tabella 18-Computo metrico impianto elettrico domotico tradizionale.....	113
Tabella 19-Computo metrico impianto elettrico domotico innovativo.....	114

LISTA DEGLI ACRONIMI

API Application Programming Interface

BLE Bluetooth Low-Energy

BMI Brain-Machine Interface

CCU Central Control Unit

CEI Comitato Elettrotecnico Italiano

CENELEC Comitato Europeo responsabile della normalizzazione in tutti i settori
eccetto quello elettronico

EIB European Installation Bus

EHS European Home System

GSM Global System for Mobile Communications

GUI Graphical User Interface

HAS Home Automation System

HBA Home and Building Automation

IoT Internet of Things

KNX Konnex

SH Smart Home

INTRODUZIONE

Lo sviluppo tecnologico degli impianti elettrici è uno dei temi più importanti e più discussi di oggi in tutti i Paesi del mondo. Negli ultimi anni si è cercato di dare una svolta agli impianti elettrici tradizionali nel campo residenziale utilizzando tecnologie innovative, ad esempio la teleassistenza, la gestione energetica dell'edificio e i sistemi di automazione domestica. Ciò porta alla nascita di strutture intelligenti, definite nel campo domestico come smart home o smart building. L'obiettivo è cercare di rendere le strutture sempre più sicure ed efficienti garantendo così benefici in termini economici e allo stesso tempo assicurare più comfort alle persone, soprattutto alle persone diversamente abili in modo da renderle il più possibile autonome e agli anziani in modo da semplificare alcune loro azioni quotidiane. La domotica è una delle realtà tecnologiche più interessanti degli ultimi anni perché è in grado di rendere smart una struttura abitativa. Ovviamente le tecnologie all'avanguardia devono rispettare le norme gestite dal Comitato Elettrotecnico Italiano, detto "CEI", responsabile nazionale della normazione tecnica sia nel mondo elettrico ed elettronico sia nell'ambito delle telecomunicazioni, con attiva partecipazione anche nell'organismo normativo europeo (CENELEC) e internazionale (IEC).



Figura 1-Domotica e i suoi scenari applicativi [1]

STATO DELL'ARTE DELLA DOMOTICA

1.1 ACCEZIONE DI CASA

Ci sono vari significati per poter definire una casa. Analizziamo alcuni aspetti:

- Il primo aspetto è casa intesa come sicurezza e controllo. In opposizione al posto di lavoro, alle istituzioni e città, la casa è il luogo in cui puoi sentirti al sicuro e sotto controllo, forse proprio perché la casa potrebbe essere circondata da una società ostile. È quindi anche associata ad un rifugio sicuro. Dal punto di vista sociologico si può, tuttavia, obiettare dicendo che essa non è sempre un luogo sicuro, per esempio per donne e bambini maltrattati o per molti adolescenti, i quali potrebbero non sentire la casa come luogo sicuro ma come una specie di gabbia in quanto non hanno il pieno controllo della propria vita.
- Il secondo aspetto è la casa come luogo di attività, intesa sia come attività di cucina, pulizia, alimentazione, sonno e costituisce la vita di tutti i giorni, e sia come attività di lavoro.
- La casa è un luogo di relazioni e continuità. Facendo riferimento ad una questione familiare la casa è un luogo di continuità in quanto è un edificio passato da una generazione ad un'altra, legato anche ai nostri ricordi di infanzia, come il Natale in casa o altre feste ricorrenti, quindi in generale luogo di continuità inteso come senso di appartenenza e di radici. L'altro significato di casa si riferisce alle relazioni con famiglie ed amici, quindi è un luogo per rafforzare i rapporti con le persone a cui teniamo.
- Casa come identità e valori: come riflesso delle idee e dei valori di una persona, come un indicatore dello stato sociale e come una proprietà da possedere. Attraverso questi connotati possiamo concludere che la casa sta diventando sempre più un'espressione dei residenti e dei loro valori e stili di vita, mentre dal punto di vista di edificio, con le sue decorazioni e oggetti inseriti all'interno può essere vista come microcosmo che riflette i valori e le identità sociali dei residenti.

1.1.1 SMART HOME

Il concetto di casa oggi chiede uno studio più approfondito per poter attribuire una connotazione più accurata rispetto a quelle tradizionali. Non c'è definizione fissa per una smart home (SH), ma intelligente è sicuramente una casa che incorpora dispositivi di rilevamento e comunicazione digitali. In modo cruciale, questi dispositivi comunicano tra loro perfettamente al fine di fornire uno o più dei seguenti servizi: controllo più sofisticato dell'energia; maggiore sicurezza contro le irruzioni; innovazioni nell'home entertainment e nell'ambiente; monitoraggio della salute e condizioni di vita indipendenti / assistite. Analizziamo il concetto di "smart home" nell'ambito degli aspetti discussi precedentemente riguardo alla definizione di "casa":

- Sicurezza e controllo: il concetto di sicurezza svolge un ruolo di primo piano nello sviluppo e marketing della tecnologia della smart home. Ci sono anche interessi nello sviluppo del monitoraggio sanitario in casa e della tecnologia per assistere le persone con malattie croniche o disabilità. Nel 2018 un sondaggio austriaco ha rilevato che, mentre gli intervistati residenziali e commerciali si fidavano del loro fornitore di energia per gestire i loro dati energetici, c'erano preoccupazioni riguardo alla privacy e ai problemi di sicurezza, che ponevano sfide nella progettazione di interfacce, disposizioni sulla memorizzazione dei dati e amministrazione appropriata. Potrebbero esserci tensioni tra sicurezza sociale e personale. Ad esempio, mentre lo spostamento del carico può aiutare a mantenere stabile una rete elettrica del vicinato, potrebbero esserci problemi di sicurezza relativi al funzionamento degli elettrodomestici mentre il proprietario di casa è assente. Mentre le case sono state nel corso della storia luoghi di discussione e conflitto, nonché di armonia e cura, le visioni della smart home sono in qualche modo presentate come libere da conflitti. Tuttavia, le nuove tecnologie possono ridistribuire il controllo all'interno delle famiglie, verso la persona che comprende meglio i nuovi controlli o che maggiormente desidera utilizzare le apparecchiature domestiche. Questa redistribuzione può essere aggiunta ai cambiamenti nel controllo tra gli occupanti e gli agenti "esterni" come l'operatore di rete. Se è coinvolto il controllo diretto (industriale) di determinati carichi elettrici, è comprensibile il desiderio di sapere che il controllo è delegato ad un agente affidabile. Un modo per gli occupanti di mantenere il

controllo delle loro case potrebbe essere attraverso approcci fai-da-te alle case smart. A livello di hobby, si nota come alcune persone pensano che sia interessante lavorare con l'installazione di tecnologie intelligenti per controllare parte della loro casa. Dall'altra parte ci saranno altre persone nelle famiglie che sentiranno di perdere il controllo e che spesso vi è un forte aspetto di genere. Tuttavia, nell'approccio fai-da-te, gli occupanti stanno prendendo il controllo attraverso la tecnologia a un livello molto più elevato. In sostanza, le connessioni intelligenti possono ridisegnare i confini domestici se consentono il controllo diretto del carico di alcune funzioni da parte del fornitore o di una terza parte. Il fatto che gli occupanti si sentano più o meno sicuri di conseguenza può avere molto a che fare con le loro opinioni sulle persone, i sistemi o le organizzazioni con cui condividono le informazioni e le loro percezioni di ciò che costituisce una minaccia alla sicurezza.

- **Luogo di attività:** le case sono sempre state luoghi per attività, comprese le attività quotidiane che si svolgono nella stessa abitazione. Le interconnessioni digitali possono aggiungere una nuova dimensione a tali attività. Ad esempio, l'uso frequente di smartphone per la messaggistica e per le informazioni insieme ad altre attività come conversazione, guardare la TV o leggere. Possono anche sostituire le attività tradizionali, ad esempio la regolazione della temperatura, tenere d'occhio i familiari, fare controlli o modifiche di routine per gli apparecchi familiari. Attraverso dei dispositivi automatizzati, che possono memorizzare le azioni di routine e adattarsi ad esse, le famiglie saranno in grado di accettare e vedere positivamente la tecnologia innovativa.
- **Luogo di relazioni e continuità:** una casa smart accettabile in termini di continuità può essere una casa che offre flessibilità e affidabilità ai nuovi residenti, una dove non sono "bloccati" in pratiche che non gradiscono o non comprendono. Questo molto probabilmente significa che ci devono essere iterazioni mentre la programmazione viene provata e adattata fino a quando non funziona per famiglie specifiche. In alcune case, tuttavia, queste iterazioni potrebbero non aver luogo a causa della mancanza di conoscenza o della mancanza di interesse da parte dei membri della famiglia. Alcuni occupanti potrebbero trovarsi ad accettare installazioni che non funzionano in modo ottimale in base ai loro desideri e bisogni effettivi, oppure a respingerli, perché non sono interessati o non sono in

grado di intraprendere questo tipo di iterazione e avere qualcuno che quotidianamente li venga ad aiutare, situazione che risulterà assurda e poco probabile. Le funzioni automatizzate in casa possono dare una sensazione familiare, come una sorta di sentimento che viene espresso dalla tecnologia innovativa nei confronti delle persone che abitano nella casa, ad esempio l'essere felici quando si arriva a casa tardi e la luce si accende in automatico in quanto precedentemente era stata programmata.

- Riflesso dell'identità e dello stato sociale: una casa può essere vista come temporanea o permanente, complessa o semplice. In ogni caso, riflette la vita della persona o delle persone che ci abitano, dalla stanza condivisa di un lavoratore migrante o dal rifugio di un nomade a un appartamento di lusso in città o una casa che appartiene ad una famiglia da generazioni. Dal punto di vista del consumo sociologico, la casa riflette l'identità e mostra lo stato dei suoi residenti e quindi una smart home potrebbe anche essere considerata in base a ciò che segnala ai residenti e ai loro pari. Con tutte le nuove tecnologie che vengono introdotte nella vita di tutti i giorni, ci sono coloro che sono interessati al senso di novità e questo può essere visto come un motore generale per un consumo ancora maggiore. Tuttavia, a lungo termine spesso segue una normalizzazione, quando queste nuove tecnologie si diffondono e perdono il loro potere distintivo. Ci sono persone che vogliono esprimere, attraverso la propria casa, che sono moderne: ad esempio persone che desiderano una nuova casa moderna e smart, sebbene non avessero mai avuto una connessione Internet prima. Ci sono invece altre persone che desiderano una smart home semplicemente perché la tecnologia è un loro hobby, in particolare proprietari di case intelligenti fai-da-te che hanno un background all'interno della programmazione. Quindi parte della motivazione può essere vista semplicemente come un hobby, in cui le idee di programmazione vengono provate nella propria casa e questo hobby può quindi essere visto anche come un modo per riflettere la propria identità in casa. Questi proprietari possono utilizzare le tecnologie intelligenti per personalizzare e rendere la propria casa più accogliente, impressionando gli altri, solo per ricevere un semplice fattore di stupore ma anche per rendere la casa più simile ad un riflesso del proprio senso di sé, sia per l'estetica e sia per la tecnica e modo funzionale. Per alcuni occupanti

rendere la casa smart vuol dire rappresentare a pieno la propria identità e dare una riflessione delle persone che vivono lì, invece per altri è possibile anche il contrario, ossia che le persone preferiscano non avere tecnologie intelligenti perché potrebbero non corrispondere alla loro identità.

Le SHs possono essere descritte o riconosciute come aventi cinque elementi fondamentali:

- Automazione: capacità di sintonizzare dispositivi automatici o eseguire funzioni automatiche;
- Multifunzionalità: avere la capacità di svolgere vari compiti o generare vari risultati;
- Adattabilità: avere la capacità di adattarsi per fornire le esigenze in base alle abitudini degli utenti;
- Interattività: essere in grado di interagire o consentire l'interazione tra gli utenti;
- Efficienza: competenza per eseguire le funzioni in modo conveniente ed economico.

1.2 SIGNIFICATO E STORIA DELLA DOMOTICA

La domotica, derivante dal termine latino *domus*, ossia "casa", e dal suffisso greco *ticos*, riferito allo studio interdisciplinare, è una delle realtà tecnologiche più importanti e più interessanti degli ultimi anni. È una scienza che si occupa dello studio di tecnologie che possano garantire una migliore qualità della vita, maggiore sicurezza, semplificare la manutenzione, progettazione e installazione, e ridurre i costi all'interno di una struttura abitativa.

I primi cenni di domotica ci conducono al costruttore edile William Penn Powers che nel 1891 riuscì a realizzare un dispositivo contenente liquido che variava con il variare della temperatura regolando così il contributo di energia di un sistema di riscaldamento. In seguito agli inizi del 1900 si realizzò il primo hotel con impianto di aria condizionata automatico, fino ad arrivare agli anni '50 quando venne realizzato un dispositivo in grado di controllare il funzionamento degli impianti ricevendo informazioni in tempo reale. Un'ulteriore scoperta venne fatta dall'ingegnere Jim Sutherland nel 1966 che inventò l'ECHO IV, un dispositivo in grado di controllare la temperatura e alcuni apparecchi elettronici all'interno di una struttura domestica. Alla fine degli anni '70 venne fondata la Pico Electronics,

creando uno dei protocolli tuttora utilizzati nel campo della domotica, ossia lo standard X10. Fino ad arrivare agli ultimi anni, detti dell'evoluzione digitale, in cui il mercato della domotica cresce in maniera incontrollabile, diventando il mezzo migliore per una diretta interazione tra l'uomo e il suo ambiente abitativo. Infatti, quando si parla della domotica si fa riferimento alla home and building automation, detta "HBA".

1.3 OBIETTIVI DELLA DOMOTICA

La domotica ha come obiettivo quello di rendere la struttura abitativa intelligente, in inglese smart home o smart building. Oggetto di particolare interesse della domotica è l'home automation, branca di scienza che realizza i sistemi per l'automatizzazione della casa. Il sistema di automazione domestica sta crescendo rapidamente negli ultimi anni, è utilizzato per fornire comfort, praticità, qualità della vita migliore, sicurezza per i residenti e garantire un ridotto consumo energetico. Al giorno d'oggi, la maggior parte dei sistemi di automazione domestica vengono utilizzati per facilitare gli anziani e i disabili e per ridurre il lavoro umano nella produzione di servizi e merci. I campi in cui questa scienza si sta sviluppando sono:

- sicurezza: inserimento di un impianto innovativo antifurto per la protezione della casa quando non si è nell'abitazione; un sistema di videosorveglianza in grado di chiedere soccorso telefonicamente in maniera automatica; impianti per rilevare fughe di gas, incendi o allagamenti;

-ambiente: sistemi di illuminazione in grado di regolare l'intensità della luce a seconda delle proprie necessità; utilizzo di termostati smart con un modulo Wi-Fi in grado di regolare la temperatura dell'abitazione anche quando non si è in casa garantendo massimo comfort ed efficienza e sono vantaggiosi anche da un punto di vista energetico perché ti segnalano eventuali eccessi di consumo energetico; sistemi per la qualità dell'aria all'interno della casa in grado di attivare automaticamente il riciclo dell'aria

-comunicazione e informazione: utilizzo di smart TV dotate di comando vocale o gestuale e capaci di collegarsi direttamente ad Internet per la visione on-demand, installando e accedendo a tante applicazioni; inserire dispositivi in grado di informare il residente riguardo a possibili anomalie all'interno della struttura abitativa tramite smartphone.

-azioni quotidiane: automatizzare piccole azioni giornaliere per semplificarle, ad esempio alzare o abbassare le tapparelle, accensione o spegnimento delle luci, spostare automaticamente le tende.

-carichi: automatizzare gli apparecchi elettrodomestici in modo da controllarli anche quando si è fuori casa, ad esempio azionare a distanza la lavatrice di sera quando il costo dell'energia è più basso.

1.4 PRO E CONTRO DELLA DOMOTICA

La domotica è un settore in forte crescita in molte nazioni in via di sviluppo. Dal punto di vista commerciale la domotica porta numerose compagnie hardware verso l'automazione domestica, ossia verso l'home automation. Le organizzazioni Apple e Sony stanno tentando di rivendicare un settore aziendale basato sulla domotica, in quanto l'home automation ha un potenziale enorme che si sta sviluppando solo in questi ultimi anni. Fino a qualche anno fa, in effetti, non molte persone possedevano un cellulare avanzato o uno smartphone. Comunque sia, oggi giorno quasi tutti hanno uno smartphone o un telefono avanzato con dispositivo iOS e Android, tant'è vero che si sta trasformando in standard. Con l'avvento delle nuove tecnologie, le persone vogliono più comfort nella loro vita. In questa nuova era di cose automatizzate come auto automatiche, lavastoviglie automatiche, robot automatici e così via, arriva la necessità di case automatizzate in cui le persone hanno il lusso di fare le cose con il minimo sforzo. Inoltre, questo sistema è stato progettato anche per aiutare le persone con disabilità motorie o per facilitare le azioni delle persone anziane che non hanno energia per camminare. L'obiettivo è rendere la vita delle persone più comoda e facile. Darà loro un senso di sicurezza e anche il comfort necessario per rimanere sul posto e controllare i sistemi tramite comandi vocali.

1.4.1 VANTAGGI

I vantaggi dell'automazione domestica sono:

- controllo: la struttura residenziale può essere controllata e gestita facilmente da una vasta gamma di dispositivi come smartphone, tablet, desktop e laptop. La rapida crescita delle tecnologie wireless ci influenza a utilizzare gli smartphone per controllare e monitorare da remoto gli elettrodomestici di tutto il mondo. Diversi

sistemi di automazione domestica utilizzano gli smartphone per comunicare con i microcontrollori utilizzando varie tecniche di comunicazione wireless come Bluetooth, GSM, ZigBee, Wi-Fi e EnOcean. Le applicazioni smartphone vengono utilizzate per connettersi alla rete in modo che gli utenti autorizzati possano regolare le impostazioni del sistema sui propri dispositivi personali. Diversi tipi di sistemi di automazione domestica offrono una vasta gamma di funzioni e servizi, alcune delle caratteristiche comuni sono il controllo degli apparecchi, il controllo del termostato, l'illuminazione del telecomando, la videosorveglianza in diretta, la telecamera di sicurezza del monitor, gli avvisi di testo in tempo reale.

– sicurezza: garantire una abitazione sicura in quanto è monitorata 24h, qualsiasi sia il posto in cui ci troviamo. Importante per gli anziani e per le persone diversamente abili perché siamo in grado di poterli controllare.

- comodità: attraverso l'inserimento di serrature smart possiamo aprire o chiudere le porte della casa attraverso il nostro smartphone o anche con l'impronta digitale. Con l'ausilio di piccoli sensori e dispositivi che possano facilitare le nostre azioni quotidiane, ad esempio azionare le luci in casa automaticamente adeguandosi alla nostra presenza e al nostro stile di vita.

-risparmio: attraverso il controllo automatizzato dei dispositivi smart, possiamo migliorare l'efficienza della casa regolando il nostro consumo energetico. Tutte le apparecchiature automatizzate, in base al nostro stile di vita, possono gestire le loro funzioni garantendo risparmio dal punto di vista economico.

-controllo flessibile: con stretta integrazione della Smart Home con la tecnologia IoT (Internet of Things), i dispositivi possono essere controllati dovunque via Internet.

1.4.2 SVANTAGGI

Ci sono degli svantaggi:

- le case intelligenti dotate di Internet of Things mirano a fornire un maggiore comfort all'utente mediante sistemi di automazione della casa non intrusivi. Sfortunatamente, le case intelligenti oggi non hanno ancora raggiunto il livello richiesto di maturità. Gli attuali abitanti delle smart home lottano con interfacce utente complesse e configurazioni di dispositivi statici. L'interfaccia utente di una

casa intelligente deve andare oltre gli strumenti tradizionali come tastiere e touchpad per una migliore usabilità.

- un altro limite delle attuali case intelligenti è che non sono abbastanza intelligenti da modificare lo stato degli elettrodomestici in base alla cronologia di utilizzo. D'altra parte, anche raccomandare le impostazioni del dispositivo appropriate agli utenti in base al loro comportamento passato è una grande sfida. Queste sfide devono essere adeguatamente affrontate al fine di portare soluzioni di automazione domestica sensate al mercato di massa.

- incapacità: essendo un argomento molto attuale, molti prodotti sono difficili da utilizzare a causa della inesperienza delle persone.

-security: è uno dei problemi principali, in quanto da un lato può essere vantaggioso avere una casa super smart, ma dall'altro lato, avendo dispositivi e impianti tecnologici ed innovativi, può essere un campanello di allarme per la security di questi apparecchi connessi alla grid.

- privacy: avere una smart home non significa avere problemi con gli hacker. Le probabilità sono poche. È un argomento ancora non totalmente concluso, ma si sta cercando di evitare la violazione della privacy, per evitare che qualcuno possa avere nelle mani codici e monitorare i dispositivi di automazione.

-complessità dell'architettura: l'architettura alla base di questa tecnologia è alquanto complessa in quanto c'è molta codifica, l'integrazione delle apparecchiature e l'installazione del controller centrale richiedono molte competenze e la comprensione dei circuiti è davvero impegnativa.

-costi dell'apparecchiatura: poiché molti sistemi richiedono cavi fisici e sensori sofisticati e anche con una stretta integrazione dei moduli Wireless e ZigBee, il sistema può sostenere ingenti spese per gli utenti.

-interfaccia non flessibile: i sistemi esistenti offrono agli utenti varie interfacce per controllare e monitorare i dispositivi, ma poiché il controllo arriva in una sola mano, la flessibilità diventa una sfida.

-danni all'apparecchiatura: a volte con enormi interruzioni di corrente elettrica, sensori e altri componenti possono affrontare danni e portare all'intero guasto del sistema.

1.5 COMPONENTI DELLA SMART HOME TECHNOLOGY AUTOMATION

I sistemi di automazione domestica sono caratterizzati dai seguenti dispositivi integrati tra loro:

1. Sensori: lavorare per misurare, rilevare e acquisire vari tipi di dati in forma di temperatura, umidità, infrarossi, calore / fumo ecc.
2. Controller: composto da PC o controller di automazione domestica che funge da server / computer centrale del sistema.
3. Attuatori: vari componenti come valvole, interruttori e motori che funzionano da spina dorsale per il funzionamento del sistema.
4. Bus: fornire mezzi di comunicazione cablata / wireless.
5. Interfacce: possono essere macchina-macchina o uomo-macchina attraverso le quali l'intero sistema può essere gestito in modo efficiente. I sistemi di automazione della casa intelligente possono controllare tutti i tipi di apparecchi e hanno la spina dorsale della tecnologia Bluetooth a infrarossi. Ma i moderni sistemi di automazione si stanno muovendo verso l'integrazione di mezzi di comunicazione wireless avanzati in termini di Wi-Fi, ZigBee e Internet of Things (IoT). E sono disponibili varie app per smartphone su Android Play Store, Apple iStore, Windows Store per automatizzare completamente il controllo fornendo all'utente una semplice GUI per controllare qualsiasi cosa dal dispositivo portatile.

1.6 TIPI DI DOMOTICA

Ci sono tre tipologie della domotica: domotica cablata, domotica wireless strutturata e domotica per singoli componenti. Questa classificazione viene fatta in base alla struttura del sistema e alle tecnologie che vengono utilizzate, illustrata nella Figura 2.

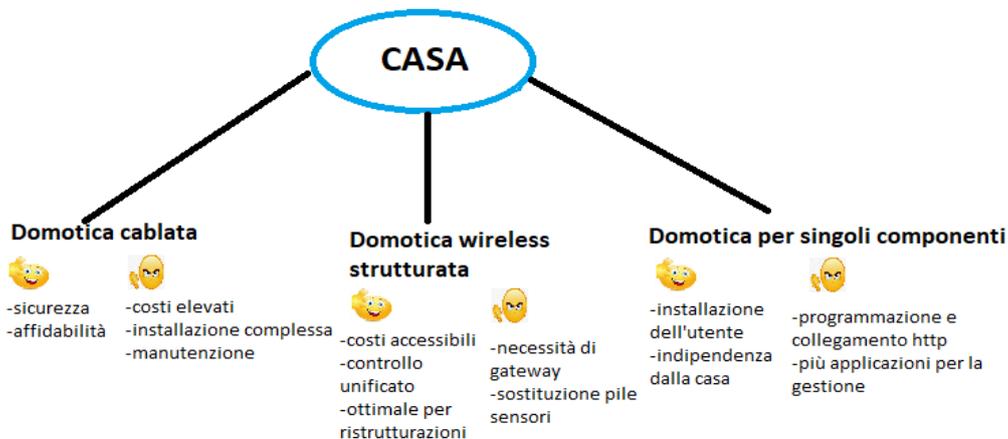


Figura 2- Tipologie della domotica

1.6.1 DOMOTICA CABLATA

La domotica cablata, utilizzata nel XX secolo, era molto complessa. C'era la necessità dell'intervento da parte di un tecnico che si occupava personalmente del progetto con la conseguenza di costi abbastanza elevati. Questo impediva lo sviluppo della domotica nelle case perché questi progetti chiedevano difficili connessioni tra i dispositivi, utilizzando sensori, cablaggio degli impianti e commutatori collegati tramite l'utilizzo di cavi connessi a un sistema a bus. Il sistema a bus è un sistema elettrico che permette la connessione tra i dispositivi e lo scambio di informazioni tra di loro.

1.6.2 DOMOTICA WIRELESS STRUTTURATA

È la seconda tipologia della domotica più recente rispetto alla precedente. Con l'utilizzo di gateway wireless non c'è più la necessità di interventi da parte del tecnico o di forature, tagli murari e risulta essere più economica rispetto alla domotica cablata. Il gateway wireless fa sì che tutti i dispositivi possano essere controllati attraverso un solo device e, non avendo la presenza di cavi, possono essere posizionati in qualunque parte della casa.

1.6.3 DOMOTICA PER SINGOLI COMPONENTI

La domotica per singoli componenti non prevede l'uso del gateway, ma la connessione dei dispositivi smart avviene attraverso Wi-Fi al router o Bluetooth ad un cellulare, funzionando singolarmente. Per mezzo di servizi via web, posso

collegare i dispositivi con altri permettendo un maggior scambio di informazioni, ovviamente con l'uso di una connessione Internet. Il vantaggio di questa ultima tipologia di domotica, che è anche quella dei giorni nostri, è che il proprietario della casa può scegliere i propri prodotti in base alle proprie esigenze, che possono essere di natura estetica, economica o funzionale. È ovvio che ogni prodotto utilizzato debba avere una propria applicazione per il funzionamento.

Con la presenza dell'home automation c'è la possibilità di far interagire gli impianti di varia natura, formando così un unico sistema che risulta essere efficace, innovativo e rapido. Il sistema domotico può essere di tipo aperto o di tipo proprietario.

Un sistema domotico aperto: sistema che permettere di includere gli impianti di varia natura senza vincoli, ad esempio stessa casa produttrice, permettendo agli utenti di scegliere i prodotti liberamente senza preoccuparsi della compatibilità tra i dispositivi smart.

Un sistema domotico proprietario: sistema che include impianti di natura diversa ma appartenenti alla stessa casa produttrice, quindi stessa marca, non garantendo all'utente la libera scelta dei dispositivi.

1.7 STANDARD O PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE

Gli standard o protocolli di comunicazione permettono la comunicazione tra i dispositivi che fanno parte di un impianto nell'ambito dei sistemi domotici. In base al tipo di mezzo di trasmissione che viene utilizzato, si propongono molti standard. Ogni standard ha degli obiettivi da raggiungere diversi, alcuni si sono incentrati sull'aspetto economico, dando poca importanza allo sviluppo delle applicazioni; altri invece hanno messo da parte l'aspetto economico, privilegiando l'implementazione di sistemi dotati di sofisticate applicazioni, dando immensa soddisfazione all'utente stesso. Per questo motivo oggi giorno non c'è uno standard migliore rispetto ad un altro.

I protocolli di comunicazione possono essere classificati:

- in base ai protocolli di rete contenuti all'interno, i quali si suddividono in protocolli peer-to-peer e protocolli Client-Server
- in base alla modalità di instaurazione della comunicazione, classificandoli come protocolli a commutazione di circuito e protocolli a commutazione di pacchetto.

Questi ultimi sono migliori rispetto ai primi perché il messaggio che si vuole trasmettere viene suddiviso in pacchetti, e ogni singolo pacchetto viene inoltrato per mezzo della rete con percorsi differenti. Qualora dovesse esserci una rottura di connessione, si perderebbe solo una parte del messaggio trasmesso, a differenza dei protocolli a commutazione di circuito nei quali l'informazione si perderebbe interamente.

I protocolli peer-to-peer sono caratterizzati da un rapporto non rigido, gli interlocutori possono svolgere sia il ruolo del server sia il ruolo del client. I protocolli Client-Server non garantiscono un ruolo alla pari fra le entità, infatti ciascuna assume o solo il ruolo del client o solo quello del server.

Si analizzano alcuni protocolli di comunicazione utilizzati nel mondo della smart home:

- BatiBus: è un protocollo sviluppato nel 1989 da alcune aziende europee; è attualmente confluito nel suo nuovo standard KNX, ossia Konnex, partecipando nel 1999 ad un processo chiamato "Convergenza" con i protocolli EIB ed EHS. Questo protocollo utilizzava come mezzo di collegamento tra i componenti del sistema domotico (interfacce, sensori e attuatori) un doppino. I dispositivi si connettevano attraverso qualsiasi tipologia, ad esempio a stella, ad anello, mista.
- X10: standard nato nel 1975 da una compagnia scozzese, la *Pico Electronics*. È lo standard più vecchio nel mondo della domotica. Un controller invia dei segnali alla rete elettrica, collegata a sua volta ad una ricetrasmittente. Il segnale viene smistato a un dispositivo, detto modulo, che funge da intermediario tra la rete elettrica e gli electronic home appliances, inserito tra la presa elettrica e l'home appliance. Successivamente la ricetrasmittente invia il segnale al modulo, inoltrandolo al device che esegue l'operazione richiesta, tutto questo avviene quando c'è connessione. Il controller funge da mezzo per inviare il messaggio formato da un codice iniziale, un codice riferito alla casa ed un codice chiave. A seconda del key code il messaggio può essere di due tipi: messaggio indirizzo e messaggio comando. Il primo indirizza l'unità attraverso il key code che è un indirizzo in questo caso. Il secondo invece contiene l'operazione che deve eseguire l'unità precedentemente indirizzata, sempre mediante il codice chiave. Quindi a seconda dei casi il key code può essere un indirizzo di unità o un codice di funzione.

Il protocollo X10 garantisce l'esecuzione delle operazioni in tempi brevissimi anche se presenta delle limitazioni. Si possono verificare dei disturbi che non permettono comunicazioni pulite tra i vari dispositivi connessi alla rete elettrica. A causa di questi disturbi i segnali inviati possono perdersi oppure il sistema rileva queste interferenze come comandi e li considera come tali.

Un altro problema è il protocollo inteso come tecnologia a senso unico, ossia inviare comandi ai dispositivi senza la presenza dei feedback. Questo standard non era molto affidabile sia perché non riusciva a distinguere il disturbo dal segnale vero e proprio e sia a causa della sua progettazione iniziale. Con il passare del tempo si riuscì a realizzare il protocollo X10 a doppio senso, rendendolo sì più affidabile però con costi più elevati.

- Bluetooth: è uno dei protocolli che viene maggiormente utilizzato nell'ambito della home automation per le tecnologie di comunicazione a corto raggio. L'evoluzione del protocollo ha contribuito a creare una modifica detta "Bluetooth Low-Energy (BLE)" o anche "Bluetooth Smart" entrata in scena nel 2010. È un protocollo di rete wireless che presenta consumi e costi ridotti rispetto al Bluetooth classico. Essendo uno standard wireless non ha bisogno di interventi manuali sulle abitazioni presenti, infatti è conosciuto e abbastanza utilizzato. Lo svantaggio di questo standard è che non può essere utilizzato per distanze superiori ai dieci metri tra i devices, soprattutto per via di ostacoli abitativi ad esempio pareti o arredi. Tra le varie configurazioni BLE la più conosciuta è la connessione master-slave, dove l'entità master può connettersi a più entità periferiche, però una sola entità slave può connettersi ad una sola entità centrale, ossia un solo master. Inoltre, i devices BLE sono in grado di comunicare tra di loro anche attraverso la trasmissione dati a dispositivi a corto raggio, permettendo ad un singolo device BLE di trasmettere a un vasto numero di dispositivi presenti in ascolto.
- ZigBee: rappresenta uno dei principali standard di comunicazione wireless per l'IoT. Creato nel 2003 dalla ZigBee Alliance con l'obiettivo di ridurre i consumi energetici e i costi e aumentare il livello di sicurezza. Ci sono vari tipi di dispositivi ZigBee:
 - ZigBee Coordinator (ZC): è il dispositivo base di una rete ZigBee che fa da ponte tra le varie reti. Altri compiti importanti sono memorizzare le informazioni della sua rete e custodire le chiavi di sicurezza;

- ZigBee Router (ZR): sono dispositivi che fanno da router intermedi per lo scambio di dati fra altri dispositivi;

-ZigBee End Device (ZED): include solo le funzionalità più semplici per poter dialogare con il Coordinator o Router, senza poter comunicare con altri devices.

Lo scopo finale della ZigBee Alliance è realizzare una rete magliata wireless economica e semplice, soprattutto per le applicazioni nell'ambito IoT. Bisogna garantire flessibilità per creare reti di sensori e attuatori nell'ambito della domotica. Essi sono ideali sia per la realizzazione di una rete informatica sia per i sistemi di sicurezza all'interno di un'abitazione ma possono essere utilizzati anche per il controllo dell'impianto illuminotecnico. Dato che tutti i dispositivi ZigBee sono noti per il loro ridotto consumo energetico, ciò permette di estendere la durata di vita della loro batteria. Si possono utilizzare sensori e attuatori di produzione diversa per configurare la rete, l'importante è che siano certificati ZigBee. Oggi giorno nel mercato elettrico c'è il nuovo ecosistema di Amazon, l'Echo Plus, che riesce a controllare tutti i dispositivi ZigBee e ad interagire con l'assistente virtuale Alexa.

- Wi-Fi: utilizzato da un gran numero di produttori nella domotica come mezzo per connettere vari smart devices alla rete domestica. Lo svantaggio del Wi-Fi è sia la non efficienza a livello di potenza per le applicazioni a larghezza di banda molto bassa sia il consumo eccessivo di energia. Ma essendo ormai presente in quasi tutte le case continua ad essere uno dei protocolli più importanti della Home Automation. La prima versione del protocollo è stata pubblicata nel 1997 noto come protocollo 802.11; successivamente nel 1999 è stata creata la seconda versione del protocollo noto come 802.11b. Nello stesso anno l'organizzazione Wi-Fi Alliance ha definito il protocollo Wi-Fi, coincidente con lo standard IEEE 802.11b. Il Wi-Fi ci permette di navigare su Internet senza fili con dispositivi quale tablet, cellulari e computer, mediante un modem e un router. Ci sono anche altri smart devices come tv ed elettrodomestici che utilizzano questa tecnologia connettendosi direttamente al router di casa, consentendo così il controllo da remoto. Quando i dispositivi che usano il Wi-Fi si connettono alla rete wireless, ricevono un indirizzo IP per essere rintracciabili dalle app e dalle centrali della Home Automation. Quando però abbiamo un numero elevato di dispositivi connessi alla rete Wi-Fi la connessione potrebbe

risultare lenta. A seconda della larghezza di banda che occupano e della massima velocità che possono supportare nella trasmissione di dati, ci sono varie versioni di rete Wi-Fi e tutti i dispositivi wireless per comunicare tra di loro devono supportare la stessa versione. Nel 2019 la Wi-Fi Alliance ha disposto nuove identificazioni per i dispositivi Wi-Fi attualmente in vendita e si riferiscono agli standard Wi-Fi 4 e Wi-Fi 5. I vantaggi del Wi-Fi sono:

- facilità di implementazione;
- non necessita di un hub aggiuntivo

Gli svantaggi sono:

- elevato consumo energetico;
- senza un hub dedicato permette più un controllo remoto che una totale automazione;
- il range del segnale potrebbe non essere sufficiente;
- congestionamento della rete

1.7.1 CONFRONTO TRA I PROTOCOLLI

In base all'analisi effettuata su alcuni protocolli possiamo concludere che ogni standard è caratterizzato da pregi e difetti e che quindi non esiste un protocollo unico per la Home Automation in modo che soddisfi ogni tipo di esigenza dell'utente. Grazie alla moderna tecnologia è possibile non solo scegliere uno standard e sfruttarlo al massimo ma anche sceglierne più di uno e utilizzarli assieme. Infatti, alcuni hub sono in grado di creare una connessione tra gli smart devices e l'hub stesso, in modo da farli lavorare assieme, controllandoli mediante un'unica app. Un protocollo ideale dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:

- basso consumo energetico;
- gestione semplice del sistema;
- rispetto della privacy dell'utente;
- buona comunicazione tra gli smart devices.

La Tabella 1 mostra le principali caratteristiche dei protocolli di comunicazione.

Standard	Configurazione automatica	Controllo da remoto	Frequenze	Trasmissione dati
KNX	SI	SI	132 kHz (frequenza massima)	9,6 kbps (velocità massima)
X10	NO	SI	120 kHz	100/120 bps
Bluetooth	SI	SI	2,4 GHz	1 Mbps (velocità massima)
ZigBee	SI	SI	2,4 GHz	250 kbps
Z-Wave	SI	SI	900 MHz	9,6/40/100 kbps
Wi-Fi	SI	SI	2,4 GHz 5 GHz	450 Mbps 1300 Mbps

Tabella 1- Caratteristiche degli standard di comunicazione

Riguardo al basso consumo energetico il protocollo ZigBee è il più indicato rispetto allo standard Z-Wave e Wi-Fi in quanto consente ai dispositivi smart connessi di non cambiare la batteria in modo frequente. Inoltre, i dispositivi certificati ZigBee sono anche i più veloci, avendo una frequenza di aggiornamento più elevata. È un protocollo ampiamente utilizzato da brand famosi ad esempio Amazon Echo Plus. A differenza del Wi-Fi che comporta un consumo energetico abbastanza elevato.

Tra gli standard appena descritti, tutti sono caratterizzati da una configurazione automatica tranne il protocollo KNX. L'autoconfigurazione è un enorme vantaggio perché garantisce la rimozione o l'aggiunta di dispositivi senza creare problemi al sistema, favorendo così la facilità nelle operazioni, ad esempio la rimozione di vecchi elettrodomestici.

Un'altra caratteristica dei protocolli citati nella tabella è la gestione da remoto: si può gestire tranquillamente da remoto l'ambiente domotico, per esempio attraverso Internet, con semplicità e senza problemi se lo standard scelto lo permette, garantendo all'utente stesso il pieno controllo della sua struttura abitativa ovunque si trovi.

In definitiva abbiamo una vasta scelta di protocolli, ognuno dei quali è importante a seconda delle proprie esigenze ed utilità. Ad oggi la domotica è un ambito tecnologico molto importante, è necessario sfruttare questa ricchezza tecnologica per migliorare le condizioni di vita delle persone.

1.8 SISTEMI DI AUTOMAZIONE DOMESTICA POPOLARI

Esistono diverse tecnologie di automazione domestica accessibili sul mercato. Si evidenziano alcune facendone il confronto, sottolineando i loro vantaggi e svantaggi.

1.8.1 SISTEMA DI AUTOMAZIONE DOMESTICA BASATO SU BLUETOOTH

I sistemi di automazione domestica che utilizzano smartphone, scheda Arduino e tecnologia Bluetooth sono sicuri e a basso costo. L'architettura hardware di questo sistema è costituita dalla scheda Arduino BT e da uno smartphone, la comunicazione tra la scheda Arduino BT e il cellulare avviene in modalità wireless utilizzando la tecnologia Bluetooth. In questo sistema gli elettrodomestici sono collegati alla scheda Arduino BT tramite relè. Il cellulare utilizza un'applicazione software che consente all'utente di controllare gli elettrodomestici. Inoltre, questo sistema utilizza la protezione con password per rendere sicuro il sistema e consentire l'uso solo agli utenti autorizzati. Ha il vantaggio di adattarsi facilmente alle case esistenti e al sistema automatizzato. Lo svantaggio principale del sistema è che è limitato al controllo degli elettrodomestici all'interno della gamma Bluetooth, fornendo un sistema di sicurezza e di allarme per il sistema di vita intelligente proposto. La Figura 3 illustra lo schema a blocchi del sistema di automazione domestica basato su Bluetooth.

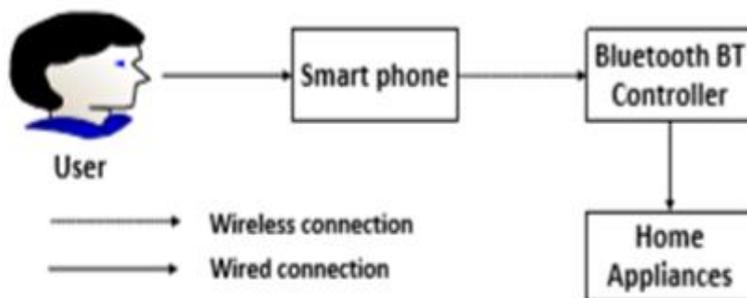


Figura 3-Diagramma di blocco del sistema di automazione domestica [2]

1.8.2 AUTOMAZIONE DOMESTICA BASATA SUL RICONOSCIMENTO VOCALE

L'architettura hardware di questo sistema è costituita da Arduino UNO e smartphone. La comunicazione wireless tra lo smartphone e Arduino UNO avviene tramite la tecnologia Bluetooth. Il sistema operativo Android ha una funzione di riconoscimento vocale integrata che viene utilizzata per sviluppare un'applicazione per smartphone in grado di controllare gli elettrodomestici dal comando vocale dell'utente. Questa applicazione converte il comando vocale dell'utente in testo, quindi trasmette il messaggio di testo al modulo Bluetooth che è collegato con Arduino UNO. Un vantaggio del sistema di automazione domestica a comando vocale è che l'utente pronuncia solo il nome dell'apparecchio nel microfono dello smartphone e gli dice di accendere o spegnere gli apparecchi, in questo modo gli utenti possono controllare facilmente l'elettrodomestico senza alcuno sforzo. Un'applicazione di riconoscimento vocale ha fornito agli utenti un'interfaccia intuitiva e ha la possibilità di aggiungere più elettrodomestici nel sistema. Questo sistema di automazione domestica può essere utilizzato in ogni edificio utilizzando apparecchi e dispositivi elettrici. Lo svantaggio principale del sistema è che ha una portata limitata a causa del Bluetooth, la sua portata può essere estesa utilizzando Internet anziché Bluetooth, ma questa soluzione non sarà conveniente. Inoltre, questo sistema non funziona in modo efficiente in un ambiente rumoroso. Lo schema a blocchi del sistema di automazione domestica basato sul riconoscimento vocale (HAS) è mostrato in Figura 4.

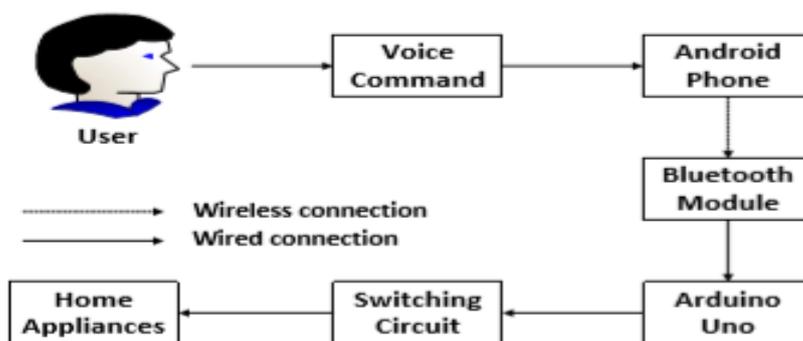


Figura 4- Diagramma di blocco del sistema di automazione domestica basato sul riconoscimento vocale [2]

1.8.3 SISTEMA DOMOTICO WIRELESS BASATO SU ZIGBEE

Il sistema domotico wireless basato su ZigBee è costituito da tre moduli principali: modulo microfono portatile, modulo controller centrale e modulo controller apparecchio. Il modulo microfono portatile utilizza il protocollo ZigBee e il modulo controller centrale si basa su PC. In questo sistema, l'API vocale di Microsoft viene utilizzata come applicazione di riconoscimento vocale, la rete wireless viene stabilita utilizzando i moduli RF ZigBee a causa della loro bassa potenza ed efficienza dei costi. L'accento degli altoparlanti, la velocità e il rumore circostante influenzano la precisione del sistema. La precisione di questo sistema è limitata nel raggio di 40 metri mentre il sistema di riconoscimento è accurato, fino a 80 m quando viene data una chiara linea di trasmissione della vista. La Figura 5 illustra lo schema a blocchi del sistema di automazione domestica basato su ZigBee.

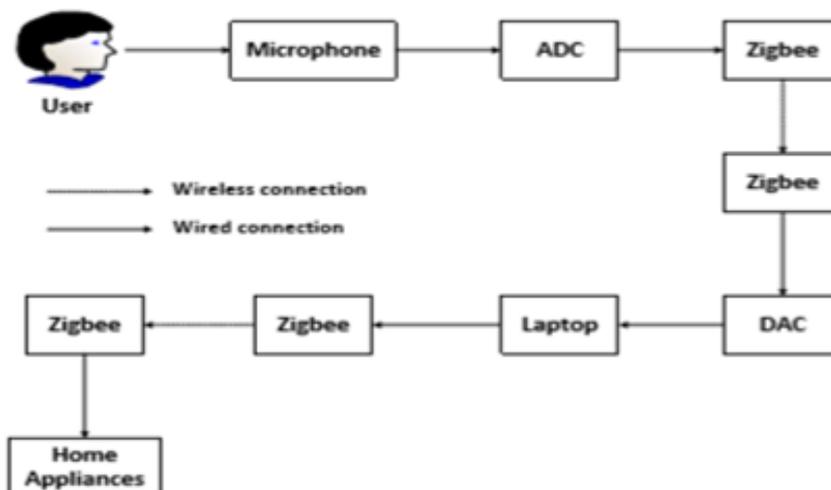


Figura 5-Schema di blocco del sistema di automazione domestica basato su ZigBee [2]

1.8.5 IoT PER L'AUTOMAZIONE DOMESTICA

L'Internet of Things (IoT) è un concetto in evoluzione riferito ad oggetti che si collegano tra di loro tramite dispositivi wireless integrati, portando ad un nuovo tipo di comunicazione tra gli oggetti e tra oggetti e persone. Si prevede che miliardi di oggetti smart saranno interconnessi entro il 2020. Tuttavia, l'evoluzione degli oggetti smart va in contrasto con la comprensione umana, l'interazione e

l'esperienza con una casa smart. Ciò crea sfide tecniche, tecnologiche ed economiche per l'IoT. Pertanto, si analizza l'IoT da tre punti di vista chiave: teoria tecnica, progettazione ed implementazione, esperienza dell'utente finale. Oggi giorno la ricerca si sofferma sull'esperienza dell'utente finale piuttosto che sulla progettazione ed implementazione del sistema. Il motivo principale di questo passaggio è quello di responsabilizzare gli utenti finali fornendo loro le conoscenze necessarie per comprendere e controllare pienamente il loro ambiente domestico. La casa smart è una delle applicazioni di spicco dell'IoT. Integra dispositivi intelligenti che controllano le funzionalità della casa. L'obiettivo originale alla base della tecnologia della smart home era controllare i sistemi di condizionamento dell'aria di riscaldamento (HVAC), ma utilizzando le recenti tecnologie intelligenti quasi tutti i componenti elettrici all'interno di una casa possono essere controllati utilizzando i sistemi della smart home. Questi sistemi fanno uso di molti dispositivi utilizzati per costruire sistemi di automazione domestica, dove i dispositivi possono comunicare tra loro. I sistemi di casa intelligente non si limitano più ad accendere e spegnere i dispositivi. Possono monitorare l'ambiente domestico interno e le attività delle persone, il che significa che le attività degli utenti possono ora essere monitorate e previste. La tecnologia IoT viene utilizzata per dare un'idea innovativa e una grande crescita per le case intelligenti per migliorare gli standard di vita.

1.8.5.1 SISTEMA DI AUTOMAZIONE DOMESTICA BASATO SU INTERNET OF THINGS (IoT)

Questo tipo di sistema è progettato e implementato utilizzando un microweb server incorporato, controllando dispositivi, smartphone e un'applicazione software. L'architettura del sistema è composta da tre parti: ambiente domestico, gateway domestico e ambiente remoto. La Figura 6 illustra l'architettura di questo sistema. L'ambiente remoto consente agli utenti autorizzati di controllare e monitorare in remoto gli elettrodomestici utilizzando uno smartphone, che supporta Wi-Fi, 3G o 4G e le applicazioni Android. L'ambiente di casa contiene il modulo di interfaccia hardware e il gateway di casa. La funzione di home gateway è di fornire il servizio di traduzione dei dati tra Internet, router e server Arduino Ethernet. La parte più importante del gateway di casa è un microweb server che viene costruito utilizzando uno scudo Ethernet Arduino. I moduli di interfaccia hardware sono interfacciati con attuatori e sensori tramite fili. Questo sistema ha

la capacità di controllare i sistemi di gestione dell'energia come prese di corrente, illuminazione, sistemi di sicurezza come serrature per cancelli e porte e riscaldamento, ventilazione e aria condizionata (HVAC). Per il sistema di monitoraggio, l'ambiente domestico supporta sensori come sensori di corrente e temperatura.

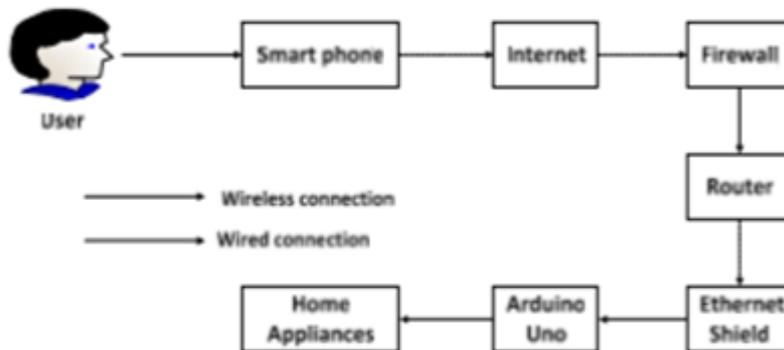


Figura 6-Diagramma di blocco della HAS basato sull'IoT [2]

Allo stesso modo, un altro sistema si concentra sul controllo degli elettrodomestici attraverso il World Wide Web. Questo sistema consente agli utenti di controllare e monitorare i diversi elettrodomestici utilizzando Wi-Fi e raspberry (sistema server). Gli elettrodomestici come ventilatore, TV e luce possono essere controllati da remoto tramite il sito Web. Inoltre, questo sistema fornisce anche protezione contro gli incendi e informa l'utente tramite un messaggio di avviso.

1.8.6 SISTEMA DI AUTOMAZIONE DOMESTICA BASATO SU EnOcean

EnOcean sta sviluppando di recente la tecnologia di raccolta dell'energia utilizzata nei sistemi di trasporto, edilizia e domotica. La tecnologia di EnOcean è produttiva sia nella logistica che nel settore grazie all'efficienza energetica e alla facilità di installazione del dispositivo ovunque per facilità degli utenti, il che consente di risparmiare significativamente il costo di installazione fino al 40%. Il sistema di automazione domestica basato su EnOcean può essere realizzato utilizzando dispositivi Internet, router, controller di automazione, dispositivi EnOcean e Duckbill 2 EnOcean. Duckbill 2 EnOcean è una chiavetta USB utilizzata per il

sistema di automazione domestica e ha un ricetrasmittitore EnOcean ed Ethernet. Inoltre, Duckbill 2 EnOcean esegue applicazioni con sistema Linux. Può funzionare come controller di automazione autonomo all'interno dei sistemi di automazione dell'edificio. Un sistema di automazione domestica basato su EnOcean è illustrato nella Figura 7.

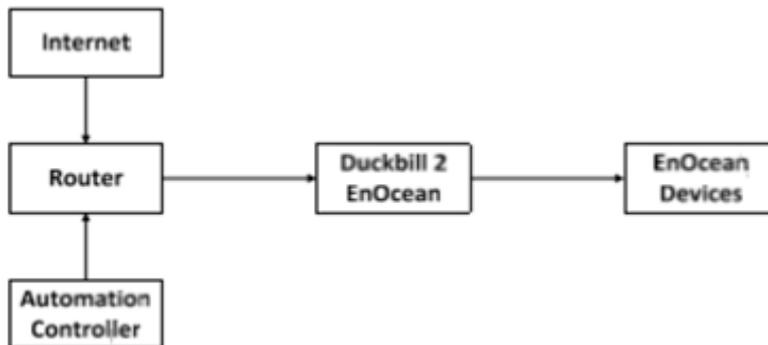


Figura 7- Diagramma di blocco di HAS basato su EnOcean [2]

1.8.7 CONFRONTO TRA LE TECNOLOGIE

Si confrontano tutti i sistemi di automazione domestica sopra discussi e si evidenziano tutte le loro caratteristiche, vantaggi e svantaggi comuni. Tutti i sistemi sopra discussi hanno un modulo principale collegato agli elettrodomestici. Diversi tipi di tecniche di comunicazione vengono utilizzati per trasmettere comandi dall'interfaccia utente alla scheda controller principale. Il confronto tra costo, velocità e applicazione in tempo reale dei sistemi sopra discussi è mostrato nella Tabella 2.

SISTEMA	COSTO	VELOCITA'	TEMPO REALE
Bluetooth	Basso	Alto	Sì
Riconoscimento vocale	Basso	Alto	Sì
ZigBee	Basso	Alto	Sì
Internet, Wi-Fi	Alto	Basso	Sì
EnOcean	Basso	Alto	Sì

Tabella 2-Confronto tra HAS differenti

Il sistema di automazione domestica basato su Bluetooth fornisce il controllo completo sull'elettrodomestico fintanto che l'utente si trova nel raggio di portata della rete Bluetooth. Il sistema Bluetooth utilizza un PC o uno smartphone come dispositivo ricevente. Ha un alto tasso di comunicazione, grande sicurezza e basso costo, quindi può essere implementato come un sistema in tempo reale. La rete Bluetooth ha una portata limitata di 10 metri se lo smartphone è fuori portata, quindi non sarà in grado di controllare gli elettrodomestici, questo è uno dei principali svantaggi del sistema di automazione domestica basato su Bluetooth.

I sistemi di automazione domestica basati sul riconoscimento vocale sono molto utili per le persone disabili e anziane, che vogliono controllare gli elettrodomestici pronunciando comandi vocali. La voce di ogni essere umano contiene caratteristiche uniche, quindi questo sistema ha una maggiore sicurezza. Un sistema operativo per smartphone Android ha una funzione di riconoscimento vocale integrata che può essere utilizzata come strumento di riconoscimento vocale per il sistema di automazione domestica. Lo svantaggio principale di questo sistema è che la comunicazione tra lo strumento di riconoscimento vocale e utente dipende dal rapporto segnale rumore (SNR), se il segnale vocale è rumoroso, la comunicazione può avere un effetto notevole e il sistema non mostrerà precisione. Questo sistema ha un raggio d'azione limitato del telecomando a causa dell'uso del Bluetooth, ma può essere aumentato utilizzando Internet, ma questa soluzione non sarà conveniente.

La tecnologia ZigBee è quasi simile a quella Bluetooth e i suoi vantaggi e svantaggi sono simili alla tecnologia Bluetooth. È uno degli standard del ricetrasmittitore ampiamente utilizzato con bassa velocità dati e potenza. Ha una portata fisica compresa tra 10 e 20 metri, che può aumentare fino a 150 metri utilizzando lo spettro di diffusione a sequenza diretta (DSSS). È ideale per lo sviluppo di prototipi e attività di ricerca.

I sistemi di automazione domestica basati su Internet of Things (IoT) sono flessibili e affidabili. La comunicazione tra elettrodomestici e utente avviene tramite Internet. Qualsiasi smartphone in grado di supportare 3G, 4G o Wi-Fi può essere utilizzato per la trasmissione di comandi da utente a server che è ulteriormente connesso con gli elettrodomestici. Uno dei principali vantaggi del sistema di automazione domestica basato su IoT è che se il Wi-Fi non è disponibile, l'utente può passare ai servizi 3G o 4G per controllare il sistema.

EnOcean è migliore delle tecnologie sopra descritte in termini di energia perché è un dispositivo di auto-potenza. È una nuova tecnologia e garantisce un futuro promettente per le attività di ricerca per migliorare il sistema. La velocità dati di EnOcean è di circa 125 kbps, che è superiore alla tecnologia sopra descritta, ma la velocità dati ZigBee può aumentare fino a 250 kbps utilizzando Quadrature Phase Shift Keying (QPSK).

1.9 SMART HOME PER DISABILI

In questi giorni, il mondo moderno desidera soluzioni intelligenti in qualsiasi aspetto della vita. Sono state aumentate le esigenze delle applicazioni legate alla tecnologia dell'informazione per portare lo stile di vita quotidiano a una dimensione completamente nuova. I sistemi di automazione intelligenti sono strumenti che potrebbero cambiare completamente il modo di vivere. L'automazione degli elettrodomestici per renderli intelligenti e adatti per soddisfare le esigenze delle persone è il vero scopo del sistema. Smart Home (SH) è una delle applicazioni realizzabili delle tecnologie di automazione intelligente che ha un grande potenziale. Le SHs sono case tecnologicamente avanzate con sistemi avanzati per consentire l'automazione delle attività domestiche, una comunicazione più semplice e una maggiore sicurezza. Qualificando il miglioramento della salute e del benessere, le SHs si attivano per orientare la sistemazione delle persone con bisogni speciali specialmente per i disabili. Mentre le persone normodotate beneficiano delle SHs, sono le persone con disabilità e autistiche i veri beneficiari del sistema. Le persone con disabilità che hanno parti del corpo non funzionanti o parzialmente funzionanti possono trarre grandi benefici dalle esse.

Nelle SHs, gli elettrodomestici possono essere controllati anche con un semplice movimento di un dito che potrebbe essere di grande aiuto per le persone con disabilità. I sistemi intelligenti possono anche aiutare a monitorare i disabili in remoto da qualsiasi luogo, riducendo così la necessità di assegnare operatori sanitari. Secondo [3], si può dimostrare che l'idea delle SHs per le persone con disabilità fisiche è stata considerata significativa da molte istituzioni socioeconomiche nei paesi sviluppati. Anche se è un concetto relativamente nuovo nei paesi in via di sviluppo, la corretta attuazione del sistema migliorerà sicuramente la vita quotidiana delle persone con disabilità. Questi sistemi stanno

offrendo nuove entusiasmanti possibilità per migliorare la qualità della vita delle persone con disabilità, specialmente nei paesi in via di sviluppo con scarse risorse. Secondo l'Organizzazione mondiale della sanità (OMS), circa il 15 % (circa 785 milioni) della popolazione mondiale soffre di significative disabilità fisiche o cognitive. Tra questi, alcuni sono anziani le cui disabilità sono causate dall'età e altre hanno disabilità a causa di vari motivi come incidenti, ictus, shock mentale ecc. Secondo i Centers for Disease Control and Prevention (CDCP), USA, 35,2 milioni di adulti hanno difficoltà di funzionamento fisico e rappresentano il 15 % della popolazione adulta nel mondo, mentre 75,4 milioni di adulti hanno difficoltà a compiere perfettamente almeno un'azione fisica ed è circa il 32,9 % della popolazione adulta. Queste statistiche mostrano che vi è un grande bisogno di tecnologie assistive per le persone con disabilità in quanto rappresentano una parte significativa della popolazione del mondo. Per i milioni di persone con disabilità, può fare la differenza che cambia la vita. La SH con tecnologie di automazione è un potenziale punto di svolta per i disabili. Questa forma di automazione intelligente si concentra sul rendere possibile per i disabili vivere a casa ed essere ancora sicuri e rilassati. Questi sistemi rendono possibili le normali attività della vita quotidiana per le persone che altrimenti non sarebbero in grado di vivere da sole. Può prevenire incidenti e mantenere o migliorare l'indipendenza. Può anche aiutare le persone con disabilità a rimanere nella propria casa, con dispositivi che possono avvisare chi si prende cura di loro o avvisare i parenti quando qualcosa non va.

Analizzeremo l'accettabilità e l'adattamento delle SH per i disabili dando priorità a quelli con disabilità fisiche.

"Disabili" è usato come termine universale per indicare un gran numero di individui che non hanno nessuna o parziale funzionalità per fare cose specifiche esattamente allo stesso modo di altre persone normodotate. Per la popolazione generale con disabilità ci sono molti problemi, limitando seriamente le loro decisioni. Queste barriere potrebbero essere evidenti, ad esempio, assenza di passaggi inclinati per individui che usano sedie a rotelle, assenza di mediatori per soggetti con problemi di ascolto, assenza di duplicati di materiale stampato, avanzati o registrati per persone con disabilità visive. Diversi ostacoli come questi spesso limitano gli scopi della vita indipendente per i disabili. In questo senso, le persone con handicap non devono solo gestire gli impatti delle loro condizioni di disabilità, ma devono anche gestire questi ostacoli; altrimenti, sono inclini a

limitarsi a dipendere dagli altri e ad avere anche una bassa soddisfazione personale.

Tenendo a mente le persone con bisogni speciali e usando il concetto delle SHs, sono stati rivelati una varietà di modelli diversi. Ciascuno dei modelli ha lo scopo di adattarsi alle esigenze particolari dell'utente e alle restrizioni fisiche. Le SHs variano a seconda dell'ordinamento e della formulazione dei dispositivi installati e possono essere organizzati nei seguenti tipi:

- SH per persone con disabilità motorie;
- SH per le persone anziane;
- SH per persone con problemi di vista;
- SH per persone con problemi di udito;
- SH per le persone con disabilità del linguaggio;
- SH per le persone con deficit cognitivi.

L'obiettivo principale è quello di progettare una SH per le persone con disabilità motorie fisiche che abbia le tecnologie assistive per favorire la mobilità e la manipolazione. Le SHs sono dotate di una speciale interfaccia di comunicazione per la navigazione per supportare le persone con disabilità visive, uditive e cognitive.

1.9.1 APPLICAZIONI DELLE SMART HOME NELLA DISABILITA'

Ci sono numerose applicazioni e caratteristiche delle smart home secondo ricerche condotte. Si identificano alcune caratteristiche chiave delle SHs particolarmente utili per le persone con disabilità. Queste funzionalità sono rappresentate nella Tabella 3 che indica anche i potenziali di tale funzionalità e specifica il tipo di disabilità che sarà assistito da esse. Per ogni applicazione con caratteristiche particolari adatta a persone con disabilità nei confronti dei paesi in via di sviluppo, i gruppi beneficiati di persone con disabilità sono contrassegnati con il segno "X" nella Tabella 3.

Caratteristica nella SH	Area di applicazione	Benefici per persone con tipi differenti di disabilità						Potenziali
		Movimento fisico	Visiva	Uditiva	Linguaggio	Cognizione	Anzianità	
Home Automation e di sistemi controllo	• Tecnologie di controllo degli elettrodomestici (ad es. accesso remoto ai dispositivi di controllo senza movimento fisico)	X	X				X	
	• Dispositivi domestici intelligenti (finestre automatiche, porte, illuminazione ecc.)	X	X	X	X	X	X	<ul style="list-style-type: none"> • Potrebbe funzionare come un compagno • Potrebbe innescare una vita indipendente • Potrebbe coinvolgere le persone con disabilità nelle attività quotidiane
	• Dispositivi controllati da remoto (controlla l'intera casa da remoto)	X	X	X	X		X	

Tecnologie speciali di assistenza	<ul style="list-style-type: none"> • Sedie a rotelle motorizzate combinate con sistemi di sollevamento specializzati per il trasferimento dell'utente tra il letto e la sedia a rotelle 	X						X	<ul style="list-style-type: none"> • Potrebbe supportare le persone con disabilità rendendo facili le loro attività quotidiane • Potrebbe ridurre la necessità delle badanti • Potrebbe innescare una vita indipendente
	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema di controllo dell'apparecchio basato su comando vocale 	X	X				X	X	
	<ul style="list-style-type: none"> • Allarme visibile usando dispositivi di visualizzazione 	X		X	X	X			
	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemi di assistenza alla memoria con sistema di identificazione degli oggetti incluso per oggetti persi di frequente come chiavi della porta, telefoni cellulari ecc. 						X	X	
	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema di promemoria di farmaci basato su immagini o video, localizzatori di oggetti 	X		X	X	X	X	X	
	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema di sintesi vocale integrato è costituito da dispositivi intelligenti 		X		X				
	<ul style="list-style-type: none"> • Accedere alle informazioni grafiche e leggere il testo 	X							

	utilizzando i dispositivi touchscreen • Sistema di navigazione con tecnologia di rilevamento ostacoli	X					X	
	• Sistemi vivavoce per il controllo dell'ambiente circostante (ad es. Utilizzo di segnali cerebrali per controllare la televisione)	X	X	X	X	X	X	X
Sistemi di monitoraggio	• Sistemi di monitoraggio remoto per tracciare le attività all'interno della casa	X		X	X			X
	• Sistema di monitoraggio della temperatura domestica, illuminazione, ventilazione ecc	X		X	X			X
	• Sistema di rilevazione incendi e fumo con allarme	X	X	X	X	X	X	X
	• Sistema di rilevamento caduta con allarme di emergenza	X	X				X	X
	• Monitoraggio fisiologico (ad es. Polso, temperatura)	X	X	X	X	X	X	X
Sistemi di sicurezza	• Sistema di sicurezza, inclusa la	X	X	X			X	X
		<ul style="list-style-type: none"> • Potrebbe aiutare a rilevare le emergenze. • Potrebbe fornire un monitoraggio continuo per le persone con disabilità. 						
		<ul style="list-style-type: none"> • Potrebbe impedire agli intrusi di accedere alla casa • Effettuare avvisi ogni volta 						

	videocamera della porta anteriore							che viene monitorata un'attività insolita
	• Sistema di chiusura intelligente di porte e finestre	X	X	X	X	X	X	
	• Monitoraggio antifurto con sistemi di allarme di sicurezza	X	X	X	X	X	X	
	• Piattaforma basata su sensori e sistema di riconoscimento facciale	X	X				X	
Sistemi di comunicazione interattiva	• Sistema di monitoraggio e assistenza delle interazioni sociali	X	X	X	X	X	X	
	• Sistema di consulenza medica per l'interazione tra il paziente e il medico	X	X					<ul style="list-style-type: none"> • Potrebbe aiutare le persone con disabilità a interagire con l'ambiente circostante • Potrebbe rendere le persone con disabilità più flessibili per interagire con i loro medici
	• Metodo di interfaccia cervello-macchina per consentire l'interazione e il controllo dei dispositivi mediante segnali cerebrali	X	X	X	X	X	X	

--	--	--	--	--	--	--	--

Tabella 3-Aree di applicazione delle caratteristiche della SH con potenziali per le persone con diversi tipi di disabilità

1.9.2 BENEFICI DELLE SMART HOME PER I DISABILI

Mentre le persone con disabilità sono generalmente separate dall'ambiente tipico, un ambiente con tecnologie assistite può incoraggiare l'interesse e il coinvolgimento delle persone con disabilità nella vita sociale e culturale. Abilitando l'ambiente circostante per l'assistenza, le SHs offrono accesso a risorse, costruzione e tecnologie di comunicazione delle informazioni ai disabili. La SH con tali tecnologie assistite rende facile per le persone con disabilità fisiche o mentali svolgere attività della vita quotidiana. Ciò aumenta anche significativamente la loro autostima. Inoltre, le SHs offrono indipendenza nella mobilità e manipolazione degli oggetti per coloro che hanno problemi nei movimenti normali. La domotica svolge automaticamente alcune attività quotidiane (ad es. controllo dell'illuminazione) per loro. Inoltre, i sistemi di monitoraggio migliorano l'autonomia delle persone con disabilità a casa, poiché riducono o eliminano le visite di controllo dei badanti. Anche i bambini sensoriali o i bambini autistici possono essere dotati di un ambiente interattivo che fornisce un'esperienza di apprendimento più ricca come lo sviluppo delle abilità cognitive, le abilità linguistiche, lo sviluppo delle abilità sociali ed emotive e quindi ottenere una maggiore autostima. Inoltre, l'ambiente si adatta anche al ritmo e al modello di apprendimento. L'apprendimento è meno difficile con questo sistema innovativo e amichevole. Il sistema di comunicazione per le persone con disabilità può essere implementato tramite interfacce cervello-macchina (BMI) per mezzo di procedure invasive o non invasive.

1.9.3 CONTROLLO DEI DISPOSITIVI DOMESTICI NELLA SMART HOME

Negli ultimi anni la conversione da casa "ordinaria" a casa "intelligente" è enormemente aumentata. Questo può essere attribuito a varie tecnologie come Internet of Things, sensori, smartphone, dispositivi intelligenti, cloud computing e assistenti digitali come Amazon Alexa, Google Home, Google Assistant, Apple Siri e Microsoft Cortana. All'inizio sono state costruite case smart per migliorare la qualità della vita delle persone normodotate. Incredibilmente, abbiamo visto residenti di case intelligenti in cerca di benefici per la sicurezza, per il risparmio energetico e per la capacità di controllare la loro illuminazione, HVAC

(riscaldamento, ventilazione e aria condizionata), serrature e macchine per il caffè mentre sono nel loro spazio di comfort, ad esempio a letto o su un divano. Tuttavia, la maggior parte dei dispositivi domestici intelligenti non è stata progettata tenendo conto delle persone con disabilità. Naturalmente, essere in grado di controllare i dispositivi domestici utilizzando la tecnologia intelligente potrebbe essere un enorme vantaggio per le persone con disabilità fisiche e per le persone anziane. All'interno delle smart home i dispositivi programmabili collegati utilizzano una rete per controllare le funzioni domestiche per una migliore qualità della vita e maggiore praticità. Questi dispositivi utilizzano la tecnologia wireless come Wi-Fi, Bluetooth, identificazione a radiofrequenza (RFID), ZigBee e altro. I residenti delle case intelligenti sono in grado di controllare l'illuminazione negli ambienti interni della casa, bloccare e sbloccare le porte e qualsiasi altra azione con semplicità e poco sforzo. La tecnologia utilizzata da questi sistemi rientra nella categoria dell'Internet of Things (IoT). Una casa intelligente è in grado di avvisare i residenti quando una lavatrice ha finito di lavare i vestiti, quando il cibo nel forno è pronto, mostrare ai residenti il contenuto del loro frigorifero da remoto ed eseguire molte più attività che i residenti devono svolgere manualmente. Il costo di una casa intelligente è generalmente elevato ma sappiamo che i costi possono diminuire nel tempo a causa di una serie di ragioni come economie di scala o concorrenza tra i fornitori. I dispositivi programmabili sono controllati tramite smartphone grazie alla loro capacità di comunicare in modalità wireless. Gli utenti scaricano e installano applicazioni progettate per inviare comandi ai dispositivi programmabili in modalità wireless. I residenti di case intelligenti sono anche in grado di inviare comandi tramite computer. Essere in grado di controllare i dispositivi domestici utilizzando la tecnologia intelligente potrebbe essere un enorme vantaggio per le persone diversamente abili ma anche per gli anziani che non hanno più energia per svolgere piccole azioni quotidiane.

1.9.4 ASSISTENTI SMART

Amazon Alexa, Google Home, Google Assistant, Apple Siri o Microsoft Cortana sono i nomi dei più noti assistenti smart vocali. Si possono fare delle richieste ad essi per monitorare i dispositivi smart e il loro stato. Acquisiscono comandi vocali da una persona con disabilità in modo da controllare ad esempio l'accensione o lo spegnimento degli elettrodomestici. L'assistente digitale come Amazon Alexa può comunicare con una ciabatta elettrica smart o con una mini presa di corrente

smart tramite Wi-Fi per accendere o spegnere gli apparecchi elettrici collegati. La persona con disabilità chiede semplicemente ad Alexa di accendere o spegnere un apparecchio dicendo "Alexa accendi il microonde", per esempio. Le limitazioni dei dispositivi programmabili della casa intelligente possono essere superate progettando sistemi che sfruttano la capacità di inviare comandi a questi sistemi usando la voce se la persona disabile può parlare o usare gesti per comunicare con il sistema stesso. Inoltre, gli smartphone potrebbero essere utilizzati da una persona con disabilità per controllare gli apparecchi collegati a una presa intelligente.

1.9.5 SISTEMI PER L'HOME AUTOMATION REALIZZATI

Si discutono alcuni sistemi realizzati in questi anni per l'home automation per persone con disabilità, evidenziando le loro caratteristiche e il loro funzionamento.

- Il sistema progettato da Iqbal ad al. [4], utilizza Microsoft Kinect e il protocollo X10 per creare un sistema per le persone con disabilità in modo che possano controllare gli elettrodomestici smart usando i gesti. L'architettura del loro sistema è costituita da un Kinect collegato all'unità di controllo centrale (CCU) (che è un computer desktop). La CCU è collegata a un modulo ricetrasmittitore X10 tramite USB / radiofrequenza. Il modulo X10 invia comandi attraverso fili esistenti agli apparecchi o ai dispositivi. Esiste anche un database che memorizza gli indirizzi e lo stato di ciascuna di questi apparecchi. La persona con disabilità indica semplicemente il dispositivo che desidera controllare. I sensori Kinect raccolgono i gesti e li inviano alla CCU per essere convertiti in comandi per l'appliance. Lo svantaggio di questo sistema è che funziona solo per le persone che non sono in grado di parlare.
- Rashid et al. [5] propongono un sistema per l'automazione domestica per le persone con disabilità fisiche. La sua architettura include una serie di moduli sensore IR (radiazione infrarossa), un modulo sensore a ultrasuoni (HC-SR04), un modulo Bluetooth, un'unità a microprocessore (MU) (un Arduino Mega2560) e una serie di relè collegati alle apparecchiature. I sensori forniscono i dati sullo stato delle apparecchiature all'MU che utilizza i relè per attivare le apparecchiature. Le porte si aprono e si

chiudono automaticamente quando le persone si avvicinano alla porta. L'obiettivo principale di questo sistema è ridurre il consumo di acqua (pompe controllate tramite MU) e il consumo di energia. Lo svantaggio di questo sistema è che non è progettato specificamente per le persone con disabilità poiché hanno il controllo diretto degli apparecchi attraverso i controlli del sistema.

- Vineeth ad al. [6] propongono un sistema chiamato eHome. Il loro sistema è in qualche modo simile al sistema precedente tranne per il fatto che usano i comandi vocali per controllare gli apparecchi. Le persone con disabilità fisiche possono utilizzare il sistema. L'architettura eHome include un modulo di riconoscimento vocale V3, un modulo in radiofrequenza (RF) costituito da un trasmettitore e un ricevitore, un microcontrollore Arduino UNO, un modello B+ Raspberry Pi, un microfono e un alimentatore per Arduino e Raspberry Pi. L'utente utilizza il microfono collegato al modulo V3 per inviare comandi. Il modulo V3 è collegato ad Arduino UNO. Converte i comandi in strutture dati interne che vengono inviate all'Arduino UNO che le trasmette al ricevitore RF. Il ricevitore RF è collegato al Raspberry Pi (RPi). L'RPi è collegato a temperatura, umidità, rilevatori di movimento e altri sensori. I dati acquisiti dai sensori vengono inviati al cloud per l'elaborazione e l'accesso da parte degli utenti. Lo svantaggio di eHome è che gli utenti devono apprendere i comandi per controllare il sistema e la complessità del sistema rende più difficile l'utilizzo soprattutto da parte delle persone con disabilità.
- Sunehra e Tejaswi [7] propongono un sistema costituito da due schemi. Il primo schema utilizza il modulo HC-05 Bluetooth e un Arduino Bluetooth controller mobile application per controllare gli apparecchi (ovvero accenderli o spegnerli). Il secondo schema utilizza Global Systems for Mobile Communication (GSM) / General Packet Radio Service (GPRS) per controllare gli apparecchi elettrici. I sensori, il modulo Bluetooth e il modem GSM SIM 900 sono collegati al Raspberry Pi come microcontrollore. I relè che controllano le luci e altri moduli ricevono comandi dall'RPi. Le Web Cam possono anche essere collegate all'RPi. I comandi vocali vengono inviati all'RPi tramite un'applicazione Arduino BlueControl installata su uno smartphone. L'utente finale utilizza lo smartphone per inviare comandi a RPi. Questo sistema risulta essere complesso per i disabili e anche molto costoso.

- Basanta et al. [8] propongono un sistema che utilizza sia la voce che i gesti. Utilizza l'accelerometro MPU6050 per catturare i gesti anziché Microsoft Kinect come nel primo sistema. La voce viene catturata utilizzando componenti hardware dedicati come Bluetooth, schede Arduino, smartphone e un codec audio AMR (adattivo multirate). Gli elettrodomestici sono collegati a un microcontrollore insieme a dispositivi Bluetooth. Gli utenti sono in grado di accendere e spegnere gli apparecchi tramite smartphone. Il componente gestuale del sistema è costituito dall'accelerometro MPU-6050, un microcontrollore NANO ATMEGA328P e un modulo seriale Bluetooth HC-06 per raccogliere i dati dell'accelerometro quando l'utente agita le braccia e le mani. Lo schema gestuale richiede che i filtri vengano utilizzati per filtrare il rumore, verificare e uniformare i dati mediante manipolazioni matematiche.
- L'ultimo sistema è stato progettato e sviluppato da Yue e Ping [9] mostrato in Figura 8. Un comando vocale o di testo viene inviato al servizio Amazon Alexa. Il servizio interpreta i comandi e invia comandi a specifici pin GPIO (input / output per scopi generici) sul Raspberry Pi. La casa o gli elettrodomestici ricevono quindi i comandi dall'RPi in modalità wireless. Potrebbero essere collegati all'RPi tramite una rete cablata.

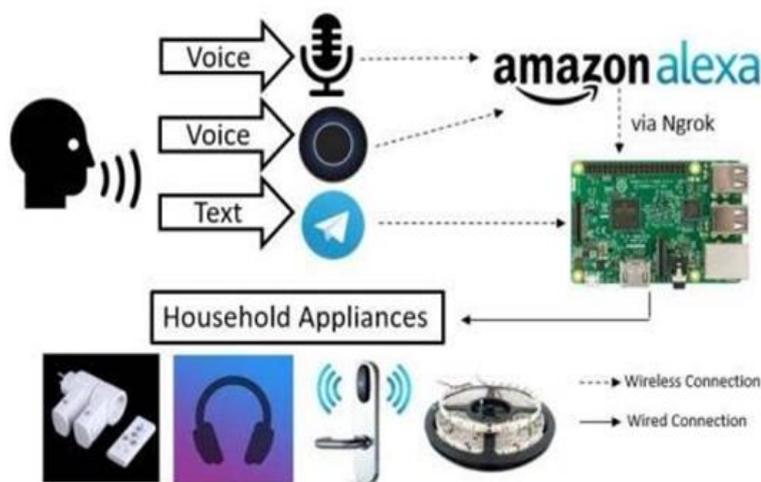


Figura 8- Yue e Yand [9] sistema ad attivazione vocale

Sono state proposte varie soluzioni per migliorare la vita delle persone con disabilità, rendendo più semplice per loro il controllo di dispositivi moderni che

non sono necessariamente dispositivi smart usando le loro voci, i loro gesti e i loro smartphone.

L'ultimo sistema è più semplice, intuitivo, economico e facile da implementare. L'introduzione di assistenti smart come Amazon Echo, Amazon Echo Show, Google Home, Google Assistant, Microsoft Cortana, ha reso molto più semplice l'interazione e il controllo degli apparecchi usando i comandi vocali. Inoltre, i produttori di dispositivi e apparecchi hanno progettato dispositivi in grado di interagire con gli assistenti digitali, semplificando così il controllo o l'invio di controlli tramite comandi. Alcuni di questi dispositivi mostrati nella Figura 9 includono lampadine Phillips Hue, termostati come Ecobee, Nest, prese intelligenti, frigoriferi, telecamere intelligenti, videocamere intelligenti, serrature delle porte, interruttori della luce Wemo e molti altri. Questi sono abilitati Alexa e funzionano anche con Google Home, Google Assistant. Abilitato ad Alexa significa che il dispositivo può ricevere comandi da Amazon Alexa.



Figura 9- Apparecchi abilitati Alexa [10]

Questo sistema sfrutta spine intelligenti, videocamere intelligenti e prese multiple intelligenti abilitate Wi-Fi e abilitate Alexa. Le videocamere intelligenti come DeepLens possono essere utilizzate come funzionalità di autenticazione aggiuntiva per catturare la presenza umana all'interno dei locali o eseguire il riconoscimento facciale. Il dispositivo Alexa viene attivato per accettare i comandi vocali quando DeepLens rileva una persona. Un'idea simile è proposta in [11] in cui usano un

pulsante di sicurezza virtuale basato sulla tecnologia Wi-Fi per rilevare la presenza di un essere umano con l'obiettivo di consentire ad Alexa di accettare comandi solo da persone autentiche. Amazon Echo è anche abilitato per Alexa e può quindi interagire con la presa intelligente. Gli utenti possono "parlare" con Alexa tramite Amazon Echo e istruire "lei" a inviare comandi alla presa intelligente o alla presa multipla per accendere o spegnere il dispositivo o i dispositivi collegati.

Consideriamo la Figura 10. Supponiamo che la persona con disabilità motoria abbia una stufa normale (non intelligente), una pentola a cottura lenta, una lampada, un ventilatore, un forno a microonde, un tostapane, un frigorifero, una lavatrice e un forno tostapane.



Figura 10- Usare Alexa per controllare apparecchi normali tramite le spine smart abilitate Alexa [11]

Consideriamo tre possibili scenari:

1. Gli apparecchi normali possono essere collegati alla presa multipla abilitata Alexa o alle mini-prese intelligenti che possono essere inserite in una normale presa a muro. Nella Figura 10, la ciabatta abilitata per Alexa ha quattro prese intelligenti che possono essere accese e spente singolarmente e indipendentemente. La stufa è inserita nella presa 1, la pentola a cottura lenta nella presa 2, la lampada nella presa 3, ventilatore e il forno a microonde nella presa 4. Il tostapane, il frigorifero, la lavatrice e il forno tostapane sono collegati alle prese a muro intelligenti. Le spine smart supportano il Wi-Fi e sono configurate per comunicare con Alexa utilizzando le app per smartphone che sono scaricabili da Google Play e

Apple Store (vedi Figura 9). Le prese possono essere configurate per utilizzare i nomi. Ad esempio, la presa 1 potrebbe essere denominata "stufa", la presa 2 "fornello lento", ecc. La persona potrebbe semplicemente dire: "Alexa, accendi il fornello", "Alexa spegni il fornello lento" "Alexa accendi la lampada ", ecc.

2. Nello Scenario 1, la persona con disabilità motoria può controllare solo apparecchi normali utilizzando le prese intelligenti, ma desidera anche sorvegliare i locali all'interno e / o all'esterno. Esistono telecamere intelligenti Alexa come Amazon Cloud Cam Security Camera, Wyze, Kasa e molte altre. La fotocamera sarebbe collegata ad uno schermo TV o computer.

Consideriamo la Figura 11. La persona con disabilità motoria chiederebbe ad Alexa di mostrare diverse viste dei locali tramite la telecamera semplicemente dicendo: "Alexa, fammi vedere fuori" "Alexa, mostrami la camera da letto". Per inciso, la telecamera ha un audio a due vie. Se qualcuno è alla porta, la persona con disabilità può vederlo attraverso la telecamera e parlare con la persona alla porta senza aprire la porta. Si noti che la fotocamera non è collegata alla presa intelligente poiché funziona direttamente con Alexa.



Figura 11-Sorveglianza dei locali tramite telecamere smart [11]

3. È ormai noto che le cadute sono la principale fonte di morte accidentale nelle persone anziane, specialmente per coloro che vivono sole. Nella Figura 12,

DeepLens può essere configurato per rilevare quando una persona con disabilità o anziana cade e risponde in tempo reale inviando un comando vocale, usando la funzione Audio out, ad Alexa, chiedendole di chiamare un centro di cura o un'istituzione nelle vicinanze. Alexa può utilizzare la "sua" posizione come luogo dell'incidente per consentire una rapida assistenza. La videocamera DeepLens analizza ciò che vede e intraprende le azioni necessarie.



Figura 12- Utilizzo del monitor della videocamera DeeLens per rilevare e rispondere a spiacevoli incidenti [11]

1.9.5.1 CONCLUSIONI

Le vite delle persone con disabilità non devono essere senza speranza solo a causa dei loro limiti fisici. Da molto tempo la tecnologia non è stata utilizzata per migliorare la vita delle persone diversamente abili in modo che esse possano godere di una migliore qualità della vita. Ad oggi si sono realizzate varie soluzioni IoT per il miglioramento delle loro vite. Sebbene alcune soluzioni siano complesse e costose, tuttavia sono un ottimo traguardo per le persone anziane e per le persone con disabilità di varia natura. Inoltre, ci sono soluzioni all'avanguardia,

come il sistema che utilizza assistenti smart come Amazon Alexa, molto semplici e facili da usare, rendendo più naturale l'interazione tra una persona con disabilità e l'assistente digitale ed è molto meno costosa.

1.9.6 SFIDE DI RICERCA

Un sistema robusto come la casa smart ha bisogno di un sacco di componenti da mettere insieme per ottenere un'automazione perfetta e sincronizzata. Si identificano diversi aspetti stimolanti della domotica intelligente.

- **Sfide finanziarie**
La sfida economica è un'altra grande sfida dell'implementazione delle SHs per disabili. I dispositivi essenziali per l'implementazione non sono sicuramente economici e se non fossero progettati e utilizzati in modo efficiente, l'intero sistema potrebbe causare un disastro. La progettazione deve essere eseguita in modo tale da ottenere la massima potenza utilizzando il numero minimo di sensori e attuatori. Se il costo dell'attuazione è eccessivo, le persone nei paesi in via di sviluppo non potranno permetterselo. Quindi la gestione dei costi è un grosso problema qui.
- **Sfide tecniche e di attuazione**
L'aspetto più impegnativo delle SHs per le persone disabili è la personalizzazione personalizzata. Poiché hanno esigenze particolari, l'ambiente deve essere competente per adattarsi alle diverse esigenze dell'utente. Ancora una volta, persone diverse hanno esigenze diverse. Devono essere indirizzati anche alle risorse. Il sistema deve evolversi in base alle esigenze dell'utente. Ad esempio, se un utente ha problemi di movimento, allora avrà solo bisogno di assistenza per spostarsi e deve solo essere aiutato ad accedere agli apparecchi da remoto. Ma se l'utente è disabilitato mentalmente o autistico, allora il problema è più profondo. La soluzione è far capire a lui / lei come usare il sistema prima di conoscere l'attività corretta da eseguire. Un altro aspetto stimolante delle SHs è la comunicazione per queste persone. Alcuni di loro hanno una consapevolezza cognitiva molto bassa. Le interfacce Human-machine (HMI) sono un potenziale modo per colmare il divario, ma le

implementazioni di HMI nei paesi in via di sviluppo sono finora molto impegnative.

- Sfide psicologiche

Le persone con disabilità sono spesso isolate dalla società e devono condurre una vita solitaria. A causa della mancanza di interazione tra loro e le altre componenti della società, mancano di fiducia in se stessi e hanno anche paura di accettare cose nuove. Sebbene le SHs siano progettate per aiutarli a condurre una vita migliore, è un nuovo concetto e sicuramente non ci sono abituati. Questo problema porta alla sfida psicologica per le SHs. Accettabilità, adattabilità e comfort sono gli aspetti principali che devono essere considerati per affrontare la sfida psicologica. La tecnologia e la sua implementazione devono essere accettabili e amichevoli per l'utente. Se l'interfaccia non sembra amichevole per gli utenti, non si fideranno mai di loro e non li useranno mai, non importa quanto sia utile per loro. Anche se accettano le nuove tecnologie, non garantisce che migliorerà la loro vita a meno che non si adattino ad essa. Essere a proprio agio durante l'utilizzo è il componente principale dell'adattamento. Tutti questi aspetti devono essere curati per ottenere il massimo rendimento attraverso i sistemi intelligenti. Le tecnologie della SH saranno più accettabili per coloro che non hanno familiarità con le sue applicazioni e i suoi benefici se possiamo aumentare la consapevolezza e guadagnare la loro fiducia nel modo giusto.

1.9.7 CONCLUSIONI

Molte persone in tutto il mondo soffrono di varie disabilità. Le persone nei paesi sviluppati hanno risorse, strutture e tecnologie per far fronte, mentre nei paesi in via di sviluppo soffrono di più a causa della mancanza di strutture e tecnologie assistive. Molte tecnologie sono state considerate una soluzione economica per superare le limitazioni nei paesi in via di sviluppo e la Smart Home (SH) è una di queste. Oramai il concetto della SH non è più nuovo. C'è stata una notevole quantità di implementazione delle SHs negli ultimi due decenni. La SH è una visione del sistema di automazione domestica che interagisce con gli utenti per offrire comfort e facilità di accesso. SH integrata con tecnologie assistive può fornire migliori strutture abitative per le persone con disabilità. Di conseguenza possono controllare gli elettrodomestici senza movimento e interagire meglio con l'ambiente circostante. Potrebbe aiutare a migliorare la loro fiducia e autostima in

tal modo, migliorando la qualità della vita. L'integrazione della SH nello stile di vita dei disabili potrebbe anche portare a un netto risparmio sui costi insieme a cure e supporto fornendo azioni rapide in caso di emergenza. L'implementazione a basso costo delle SHs sta diventando sempre più un'esigenza piuttosto che un lusso di giorno in giorno. L'intelligenza è la tecnologia di domani e le SHs potrebbero essere il nostro percorso più semplice verso di essa. È necessario adottare misure adeguate al fine di attuare e promuovere le SHs che non solo miglioreranno la facilità di accesso, ma aumenteranno anche il tenore di vita, consentendo così alle comunità in via di sviluppo di svilupparsi ai massimi livelli.

APPLICAZIONE PER CHIERI

2.1 PREMESSA

L'obiettivo è realizzare l'impianto elettrico, di illuminazione e di generazione fotovoltaica di un edificio residenziale smart per disabili situato nel Comune di Chieri, in provincia di Torino. La struttura di riferimento presenta un piano interrato, un piano terreno, un primo piano e copertura finale. A partire dalla planimetria e dalle nozioni elettriche di base viene determinata la potenza di progetto, da cui segue la scelta del tipo di fornitura elettrica. Viene inoltre riportato il dimensionamento del quadro generale e dei quadretti elettici, ossia le centraline, con i relativi organi di manovra e protezione. Riguardo al progetto illuminotecnico si determinano le caratteristiche e la disposizione dei corpi illuminanti al fine di ottenere la migliore qualità di illuminamento. Infine, viene definito l'impianto fotovoltaico, installato sulla copertura della struttura, specificando la falda d'installazione più adatta, la taglia e la stima di producibilità elettrica. Per rendere smart l'edificio complessivo si faranno dei miglioramenti progettuali per garantire la sicurezza, la teleassistenza, il comfort e il risparmio energetico della struttura abitativa.

2.2 IMPIANTO ELETTRICO TRADIZIONALE

La fornitura di Energia Elettrica avviene da parte dell'ENEL direttamente via cavo, in bassa tensione (230/400 V); pertanto il sistema di distribuzione è del tipo TT, ovvero l'utente dispone di un proprio impianto di messa a terra. La potenza di progetto è la stima della potenza a monte di tutto l'impianto elettrico ed è necessaria per definire la tensione di fornitura. Essa tiene conto delle perdite e dell'espandibilità dell'impianto, oltre che del carico convenzionale dell'impianto. Con carico convenzionale si intende il carico di riferimento per il dimensionamento

dei componenti di un impianto. Per l'impianto in questione, la valutazione dei carichi convenzionali viene effettuata utilizzando il metodo della densità di potenza. Si considera la superficie totale coperta dall'impianto, ottenuta tramite misurazione diretta sulle planimetrie fornite su Autocad, e i valori tabellati delle densità di potenza (Tabella 4). I seguenti valori si riferiscono ad un edificio adibito ad appartamenti.

tipo utilizzatore	densità di potenza	utilizzato?
	VA/m ²	
Illuminazione (incluse prese)	10	si
impianti di condizionamento inclusa sezione frigorifera	15,9	si
Ascensori	2,46	no
Cucine	7,32	si
altri utilizzatori	7,32	si
Totale	40,54	

Tabella 4-Dati specifici della potenza richiesta in edifici ad appartamenti

Il suddetto carico convenzionale viene così calcolato:

$$C_d = p_{\text{totale}} \cdot A_{\text{totale}} = 40,54 \text{ VA/m}^2 \cdot 254 \text{ m}^2 = 10,29716 \text{ kVA}$$

Per passare dal carico convenzionale totale alla potenza di progetto si definiscono un coefficiente di perdita c_p , che tiene conto delle perdite che avvengono nei componenti dell'impianto, e un coefficiente di espandibilità (o elasticità) c_e , che tiene conto di possibili espansioni future dell'impianto. I valori scelti per questi coefficienti sono:

- $c_p = 1,05$

- $c_e = 1,15$

La potenza di progetto viene calcolata nel seguente modo:

$$S_{\text{progetto}} = C_d \cdot c_p \cdot c_e = 12,43382 \text{ kVA}$$

Nella Tabella 5 è riportato il calcolo delle superfici di ogni piano mentre nella Tabella 6 è presente un sunto delle specifiche di dimensionamento.

SUPERFICI	
PIANO INTERRATO	39,511 m ²
PIANOTERRENO	100,202 m ²
PIANO PRIMO	114,497 m ²

Tabella 5-Calcolo superfici singolo piano

EDIFICIO	CASA PER DISABILI	
SUPERFICIE	254	m ²
CARICO CONVENZIONALE	10,29716	kVA
POTENZA DI PROGETTO	12,4338207	kVA

Tabella 6-Tabella riassuntiva delle specifiche di dimensionamento

A partire dal valore di potenza di progetto ottenuto, si è scelto il tipo di fornitura elettrica in bassa tensione. I dati relativi della rete nel punto di consegna sono riportati nella Tabella 7. Partendo da un valore di tensione nominale $V_n = 400$ V e un valore di corrente di cortocircuito $I_{cc} = 10$ kA si è determinata l'impedenza di rete Z_r :

$$Z_r = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times I_{cc}} = 0,023 \Omega$$

Dati Rete punto di consegna			
Tensione nominale rete	V_n	400	V
Corrente di cto	I_{cc}	10	kA
Impedenza di rete	Z_r	0,023	ohm
Resistenza di rete	R_r	0,002	ohm
Reattanza di rete	X_r	0,023	ohm

Tabella 7-Dati rete punto di consegna

La corrente di cortocircuito lato BT ha un'impedenza equivalente di cortocircuito uguale alla quella calcolata precedentemente (Tabella 8).

Calcolo correnti di cortocircuito			
Impedenza equivalente BT	Zeq BT	0,023	Ω
Corrente di cto BT	Icc BT	10,000	KA

Tabella 8-Dati lato BT

2.2.1 QUADRO GENERALE BT E CENTRALINE

Come mostrato nella Tabella 9 l'edificio è stato suddiviso in quattro zone elettriche, ognuna caratterizzata dal proprio quadro. Partendo dal quadro generale di bassa tensione QGBT ubicato nel locale tecnico nel piano interrato, si installano tre contatori di energia elettrica: il primo destinato al quadro delle parti comuni e alle linee relative alle luci, forza motrice e riserve del piano interrato; il secondo per il quadro del primo appartamento; il terzo per il quadro del secondo appartamento.

Nome quadro	Sigla	Ubicazione
Quadro BT	QGBT	Locale tecnico piano interrato
Quadro zona 1	QG1	Lato destro disimpegno scale al piano terreno
Quadro zona 2	QG2	Lato destro disimpegno scale al piano primo
Quadro parti comuni	QGPC	Lato sinistro disimpegno scale al piano terreno

Tabella 9-Ubicazione dei quadri elettrici

L'ubicazione dei quadri elettrici dovrà consentire al manutentore di accedere con sicurezza e facilmente a tutte le parti delle apparecchiature installate, per questo motivo è norma posizzarli ad una altezza di 1,70 m dal pavimento.

Le tabelle 10, 11, 12 contengono tutte le informazioni necessarie dei quadri elettrici. La potenza dei quadri di zona è stata calcolata dividendo la potenza di progetto per il numero dei quadri di zona, ossia tre. Conoscendo la potenza di ogni quadro, si ottiene il valore della corrente nominale del quadro stesso:

$$I_{nom} = \frac{S_{quadro}}{\sqrt{3} \cdot V_{nom}}$$

Per il dimensionamento dei cavi si determinano tre parametri:

- Corrente d'impiego I_b : la corrente che può attraversare il cavo in modo continuativo e dipende dal carico a valle della linea, nel caso studio $I_b = I_{nom}$;
- Coefficiente termico k_1 : coefficiente che tiene conto dell'effetto della temperatura ambiente e del tipo d'isolante;
- Coefficiente di posa k_2 : coefficiente che tiene conto del tipo di posa e dei circuiti adiacenti.

k_1 e k_2 vengono ricavati dalle tabelle normative.

Da questi 3 parametri si ricava la portata standard minima del cavo:

$$I_{o,min} = \frac{I_b}{k_1 \cdot k_2}$$

Da valori tabellati si sceglie un cavo che abbia portata standard $I_{o,cavo}$ tale che:

$$I_{o,cavo} \geq I_{o,min}$$

Dalla $I_{o,cavo}$ si ricava il valore della sezione S .

La portata del cavo sarà dunque:

$$I_z = I_{o,cavo} \cdot k_1 \cdot k_2$$

Una volta ottenute la portata del cavo e la sezione di ogni quadro, si procede con la verifica della caduta di tensione che deve essere inferiore al 4%.

$$\Delta V \% = \sqrt{3} \cdot 100 \left(\frac{r \cdot L \cdot I_{nom} \cdot \cos\varphi + x \cdot L \cdot I_{nom} \cdot \sin\varphi}{V_{nom}} \right),$$

dove r , L , x , scelti da valori tabellati.

Infine, si procede con il calcolo delle correnti di cortocircuito di ogni quadro.

$$I_{CC} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{eqBT}}$$

QG1			
Potenza	Potenza	3,432	kVA
Tensione	Tensione	400,00	V
Corrente nominale	In	4,954	A

Calcolo sezione cavo di alimentazione			
k1		0,94	
k2		0,85	
n conduttori parallelo	n	1	
port. standard minima	In/k1k2	6,20	A
Portata standard cavo	Io	12	A
Portata cavo	Iz	9,588	A
Sezione	S	1,0	mm ²

Verifica caduta di tensione			
lunghezza cavo	L	0,0078	km
resistenza cavo	R/km	22,1	ohm/km
reattanza cavo	X/km	0,176	ohm/km
tensione	V	400,00	V

Fattore di potenza	fp	0,93	
	phi	0,376	
caduta%	$\Delta V\%$	0,345	%

Calcolo correnti di cortocircuito			
Tensione nominale rete	Vn	400,00	V
Resistenza totale	Rtot1	0,175	Ω
Reattanza totale	Xtot1	0,02	Ω
Impedenza equivalente BT	Zeq BT	0,176378	Ω
Corrente di cortocircuito BT	Icc BT	1,309	kA

Tabella 10-Dati QG1

QGPC			
Potenza	Potenza	3,432	kVA
Tensione	Tensione	400,00	V
Corrente nominale	In	4,954	A

Calcolo sezione cavo di alimentazione			
k1		0,94	
k2		0,85	
n conduttori parallelo	n	1	

port. standard minima	$I_n/k1k$ 2	6,20	A
Portata standard cavo	I_o	12	A
Portata cavo	I_z	9,588	A
Sezione	S	1,0	mm ²

Verifica caduta di tensione			
lunghezza cavo	L	0,0078	km
resistenza cavo	R/km	22,1	ohm/k m
reattanza cavo	X/km	0,176	ohm/k m
tensione	V	400,00	V
Fattore di potenza	fp	0,93	
	phi	0,376	
caduta%	$\Delta V\%$	0,345	%

Calcolo correnti di cortocircuito			
Tensione nominale rete	V_n	400,00	V
Resistenza totale	R_{totpc}	0,175	Ω
Reattanza totale	X_{totpc}	0,02	Ω
Impedenza equivalente BT	$Z_{eq BT}$	0,176378	Ω
Corrente di cortocircuito BT	$I_{cc BT}$	1309	kA

Tabella 11-Dati QGP

QG2			
Potenza	Potenza	3,432	kVA
Tensione	Tensione	400,00	V
Corrente nominale	In	4,954	A

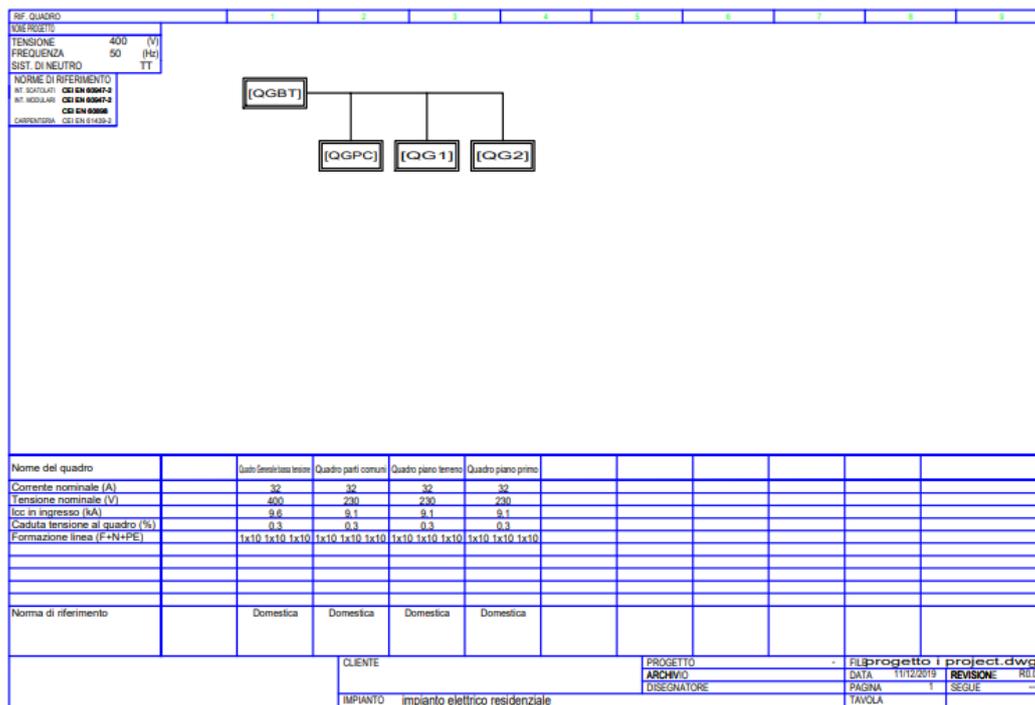
Calcolo sezione cavo di alimentazione			
k1		0,94	
k2		1	
n conduttori parallelo	n	1	
port. standard minima	In/k1k2	5,27	A
Portata standard cavo	Io	12	A
Portata cavo	Iz	11,28	A
Sezione	S	1,0	mm ²

Verifica caduta di tensione			
lunghezza cavo	L	0,012	km
resistenza cavo	R/km	22,1	ohm/km
reattanza cavo	X/km	0,176	ohm/km
tensione	V	400,00	V
Fattore di potenza	fp	0,93	
	phi	0,376	
caduta%	$\Delta V\%$	0,531	%

Calcolo correnti di cortocircuito			
Tensione nominale rete	Vn	400,00	V
Resistenza totale	Rtot2	0,268	Ω
Reattanza totale	Xtot2	0,03	Ω
Impedenza equivalente BT	Zeq BT	0,268683	Ω
Corrente di cortocircuito BT	Icc BT	0,860	kA

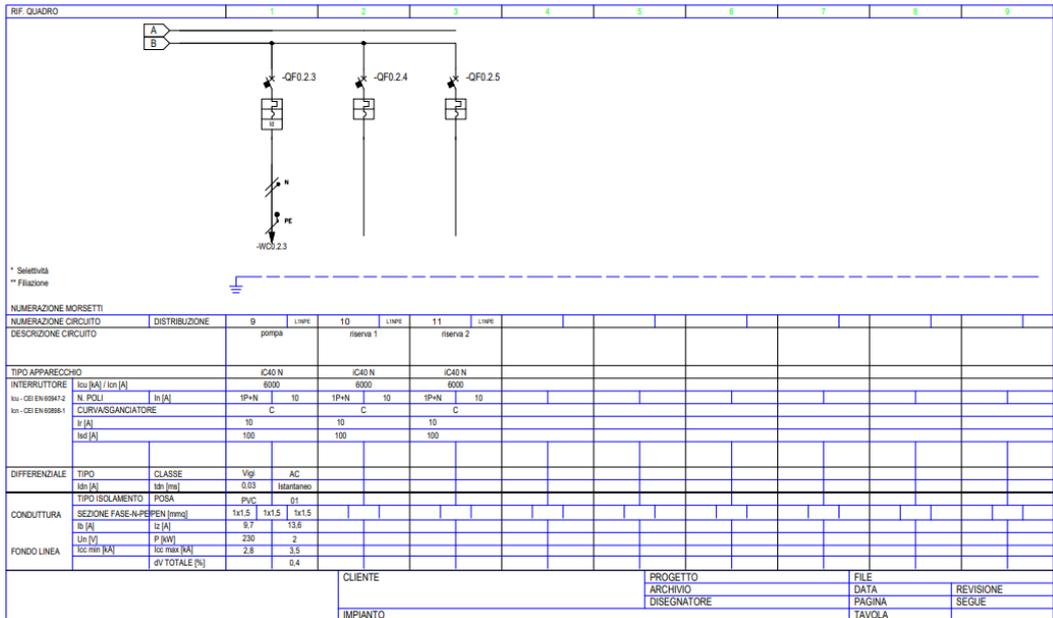
Tabella 12-Dati QG2

In seguito si riporta lo schema dell'impianto elettrico.



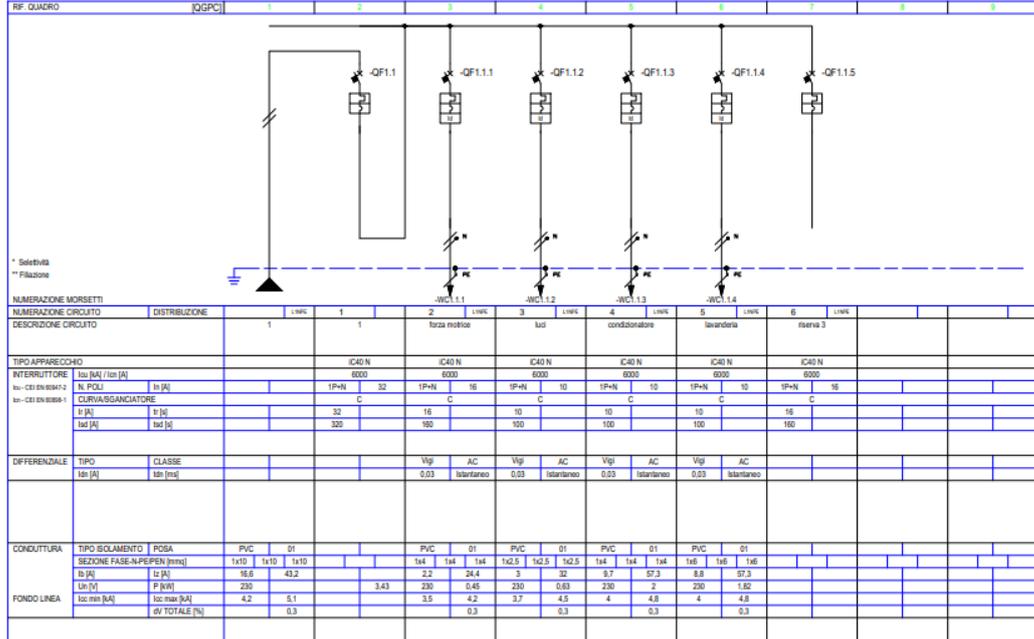
REF. QUADRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																					
<p>COMMITTENTE:</p> <p>COMMESSA:</p> <p>QUADRO:</p> <p style="font-size: 1.2em;">Quadro Generale bassa tensione</p>																																																														
<p>CARATTERISTICHE QUADRO</p> <p>IMPIANTO A MONTE</p> <table border="1"> <tr> <td>TENSIONE [V]</td> <td>400</td> <td>FREQ. [Hz]</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Icc PRES. SUL QUADRO [kA]</td> <td colspan="3">9,6</td> </tr> <tr> <td>SISTEMA DI NEUTRO</td> <td colspan="3">TT</td> </tr> <tr> <td colspan="4">DIMENSIONAMENTO SBARRE</td> </tr> <tr> <td>In [A]</td> <td>32</td> <td>Icc [kA]</td> <td>10 kA</td> </tr> <tr> <td>CARPENTERIA</td> <td colspan="3">metallica</td> </tr> <tr> <td>CLASSE DI ISOLAMENTO</td> <td colspan="3">IP 40</td> </tr> </table> <p>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</p> <table border="1"> <tr> <td>INTERRUTTORI SCATOLATI</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>CEI EN 60947-2</td> </tr> <tr> <td>INTERRUTTORI MODULARI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>CEI EN 60947-2</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>CEI EN 60898</td> </tr> <tr> <td>CARPENTERIA</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>CEI EN 61439-2</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>CEI 23-48 - CEI EN 60670-1</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>CEI 23-49 - CEI EN 60670-24</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>CEI 23-51</td> </tr> </table>										TENSIONE [V]	400	FREQ. [Hz]	50	CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]				Icc PRES. SUL QUADRO [kA]	9,6			SISTEMA DI NEUTRO	TT			DIMENSIONAMENTO SBARRE				In [A]	32	Icc [kA]	10 kA	CARPENTERIA	metallica			CLASSE DI ISOLAMENTO	IP 40			INTERRUTTORI SCATOLATI	<input checked="" type="checkbox"/>	CEI EN 60947-2	INTERRUTTORI MODULARI	<input type="checkbox"/>	CEI EN 60947-2		<input type="checkbox"/>	CEI EN 60898	CARPENTERIA	<input checked="" type="checkbox"/>	CEI EN 61439-2		<input type="checkbox"/>	CEI 23-48 - CEI EN 60670-1		<input type="checkbox"/>	CEI 23-49 - CEI EN 60670-24		<input type="checkbox"/>	CEI 23-51
TENSIONE [V]	400	FREQ. [Hz]	50																																																											
CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]																																																														
Icc PRES. SUL QUADRO [kA]	9,6																																																													
SISTEMA DI NEUTRO	TT																																																													
DIMENSIONAMENTO SBARRE																																																														
In [A]	32	Icc [kA]	10 kA																																																											
CARPENTERIA	metallica																																																													
CLASSE DI ISOLAMENTO	IP 40																																																													
INTERRUTTORI SCATOLATI	<input checked="" type="checkbox"/>	CEI EN 60947-2																																																												
INTERRUTTORI MODULARI	<input type="checkbox"/>	CEI EN 60947-2																																																												
	<input type="checkbox"/>	CEI EN 60898																																																												
CARPENTERIA	<input checked="" type="checkbox"/>	CEI EN 61439-2																																																												
	<input type="checkbox"/>	CEI 23-48 - CEI EN 60670-1																																																												
	<input type="checkbox"/>	CEI 23-49 - CEI EN 60670-24																																																												
	<input type="checkbox"/>	CEI 23-51																																																												
tesi	CLIENTE			PROGETTO		FILE progetto 1 project IQ001 IQGBT1.dwg																																																								
	IMPIANTO impianto elettrico residenziale			ARCHIVIO		DATA 11/12/2019 REVISIONE RD.0																																																								
				DISEGNATORE		PAGINA 1 SEQUE 2																																																								
						TAVOLA																																																								

REF. QUADRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																																																																																														
<p>* Selettività ** Filiazione</p>																																																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NUMERAZIONE MORSETTI</th> <th>DISTRIBUZIONE</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESCRIZIONE CIRCUITO</td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>TIPO APPARECCHIO</td> <td></td> <td>IC40 H</td> <td>IC40 N</td> <td>IC40 N</td> <td>IC40 N</td> <td>IC40 N</td> <td>SW</td> <td>IC40 N</td> <td>IC40 N</td> </tr> <tr> <td>INTERRUTTORE</td> <td>Icu [kA] / Icn [A]</td> <td>10000</td> <td>6000</td> <td>6000</td> <td>6000</td> <td>6000</td> <td></td> <td>6000</td> <td>6000</td> </tr> <tr> <td>Icu - CEI EN 60947-2</td> <td>N. POLI</td> <td>4P</td> <td>3P+N</td> <td>3P+N</td> <td>3P+N</td> <td>3P+N</td> <td>3P</td> <td>3P+N</td> <td>3P+N</td> </tr> <tr> <td>Icn - CEI EN 60898-1</td> <td>CURVASGANCIATORE</td> <td>C</td> <td>C</td> <td>C</td> <td>C</td> <td>C</td> <td></td> <td>C</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>I_n [A]</td> <td></td> <td>32</td> <td>32</td> <td>32</td> <td>32</td> <td>32</td> <td>16</td> <td>16</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>I_{sd} [A]</td> <td></td> <td>320</td> <td>320</td> <td>320</td> <td>320</td> <td>320</td> <td>160</td> <td>160</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>DIFERENZIALE</td> <td>TIPO</td> <td>Vigi</td> <td>AC</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Vigi</td> <td>AC</td> <td>Vigi</td> </tr> <tr> <td></td> <td>CLASSE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>I_{Δn} [A]</td> <td></td> <td>0,3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,03</td> <td></td> <td>0,03</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>istantaneo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>istantaneo</td> <td></td> <td>istantaneo</td> </tr> <tr> <td>CONDUTTURA</td> <td>TIPO ISOLAMENTO</td> <td>PVC</td> <td>PVC</td> <td>PVC</td> <td>PVC</td> <td>PVC</td> <td>PVC</td> <td>PVC</td> <td>PVC</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEZIONE FASE-NE-PE-PEN [mm²]</td> <td>1x10 1x10 1x10</td> <td>1x4 1x4 1x4</td> <td>1x4 1x4 1x4</td> <td>1x2,5 1x2,5 1x2,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>I_b [A]</td> <td>18,4</td> <td>38,5</td> <td>16,6</td> <td>43,2</td> <td>18,5</td> <td>43,2</td> <td>17,3</td> <td>43,2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>U_n [V]</td> <td>400</td> <td>8,12</td> <td>9,12</td> <td>230</td> <td>3,43</td> <td>230</td> <td>4,03</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td></td> <td>I_{cc} min [kA]</td> <td>4,6</td> <td>9,6</td> <td>4,2</td> <td>5,1</td> <td>4,2</td> <td>5,1</td> <td>3,3</td> <td>4,1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>I_{cc} max [kA]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>dV TOTALE [%]</td> <td>0,3</td> <td></td> <td>0,3</td> <td></td> <td>0,3</td> <td></td> <td>0,3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										NUMERAZIONE MORSETTI	DISTRIBUZIONE	1	2	3	4	5	6	7	8	DESCRIZIONE CIRCUITO		1	2	3	4	5	6	7	8	TIPO APPARECCHIO		IC40 H	IC40 N	IC40 N	IC40 N	IC40 N	SW	IC40 N	IC40 N	INTERRUTTORE	Icu [kA] / Icn [A]	10000	6000	6000	6000	6000		6000	6000	Icu - CEI EN 60947-2	N. POLI	4P	3P+N	3P+N	3P+N	3P+N	3P	3P+N	3P+N	Icn - CEI EN 60898-1	CURVASGANCIATORE	C	C	C	C	C		C	C	I _n [A]		32	32	32	32	32	16	16	10	I _{sd} [A]		320	320	320	320	320	160	160	100	DIFERENZIALE	TIPO	Vigi	AC				Vigi	AC	Vigi		CLASSE									I _{Δn} [A]		0,3					0,03		0,03			istantaneo					istantaneo		istantaneo	CONDUTTURA	TIPO ISOLAMENTO	PVC		SEZIONE FASE-NE-PE-PEN [mm ²]	1x10 1x10 1x10	1x4 1x4 1x4	1x4 1x4 1x4	1x2,5 1x2,5 1x2,5		I _b [A]	18,4	38,5	16,6	43,2	18,5	43,2	17,3	43,2		U _n [V]	400	8,12	9,12	230	3,43	230	4,03	230		I _{cc} min [kA]	4,6	9,6	4,2	5,1	4,2	5,1	3,3	4,1		I _{cc} max [kA]										dV TOTALE [%]	0,3		0,3		0,3		0,3												
NUMERAZIONE MORSETTI	DISTRIBUZIONE	1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																																																																																																														
DESCRIZIONE CIRCUITO		1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																																																																																																														
TIPO APPARECCHIO		IC40 H	IC40 N	IC40 N	IC40 N	IC40 N	SW	IC40 N	IC40 N																																																																																																																																																																																														
INTERRUTTORE	Icu [kA] / Icn [A]	10000	6000	6000	6000	6000		6000	6000																																																																																																																																																																																														
Icu - CEI EN 60947-2	N. POLI	4P	3P+N	3P+N	3P+N	3P+N	3P	3P+N	3P+N																																																																																																																																																																																														
Icn - CEI EN 60898-1	CURVASGANCIATORE	C	C	C	C	C		C	C																																																																																																																																																																																														
I _n [A]		32	32	32	32	32	16	16	10																																																																																																																																																																																														
I _{sd} [A]		320	320	320	320	320	160	160	100																																																																																																																																																																																														
DIFERENZIALE	TIPO	Vigi	AC				Vigi	AC	Vigi																																																																																																																																																																																														
	CLASSE																																																																																																																																																																																																						
I _{Δn} [A]		0,3					0,03		0,03																																																																																																																																																																																														
		istantaneo					istantaneo		istantaneo																																																																																																																																																																																														
CONDUTTURA	TIPO ISOLAMENTO	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC																																																																																																																																																																																														
	SEZIONE FASE-NE-PE-PEN [mm ²]	1x10 1x10 1x10	1x4 1x4 1x4	1x4 1x4 1x4	1x2,5 1x2,5 1x2,5																																																																																																																																																																																																		
	I _b [A]	18,4	38,5	16,6	43,2	18,5	43,2	17,3	43,2																																																																																																																																																																																														
	U _n [V]	400	8,12	9,12	230	3,43	230	4,03	230																																																																																																																																																																																														
	I _{cc} min [kA]	4,6	9,6	4,2	5,1	4,2	5,1	3,3	4,1																																																																																																																																																																																														
	I _{cc} max [kA]																																																																																																																																																																																																						
	dV TOTALE [%]	0,3		0,3		0,3		0,3																																																																																																																																																																																															
tesi	CLIENTE			PROGETTO		FILE progetto 1 project IQ001 IQGBT1.dwg																																																																																																																																																																																																	
	IMPIANTO impianto elettrico residenziale			ARCHIVIO		DATA 11/12/2019 REVISIONE RD.0																																																																																																																																																																																																	
				DISEGNATORE		PAGINA 4 SEQUE 5																																																																																																																																																																																																	
						TAVOLA																																																																																																																																																																																																	



RF QUADRO	[QGPC]	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																							
<p>COMMITTENTE:</p> <p>COMMESSA:</p> <p>QUADRO:</p> <p>Quadro parti comuni</p>																																																	
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">CARATTERISTICHE QUADRO</th> </tr> <tr> <td colspan="3">IMPIANTO A MONTE [QGBT]</td> </tr> <tr> <td>TENSIONE [V]</td> <td>400</td> <td>FREQ. [Hz]</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td colspan="3">CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]</td> </tr> <tr> <td>lcc PRES. SUL QUADRO [kA]</td> <td colspan="2"></td> <td>9.1</td> </tr> <tr> <td colspan="3">SISTEMA DI NEUTRO</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>TT</td> </tr> <tr> <td colspan="3">DIMENSIONAMENTO SBARRE</td> </tr> <tr> <td>In [A]</td> <td colspan="2"></td> <td>lcc [kA]</td> </tr> <tr> <td>CARPENTERIA</td> <td colspan="2"></td> <td>METALLICA</td> </tr> <tr> <td colspan="3">CLASSE DI ISOLAMENTO</td> <td>IP</td> </tr> </table>											CARATTERISTICHE QUADRO			IMPIANTO A MONTE [QGBT]			TENSIONE [V]	400	FREQ. [Hz]	50	CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]			lcc PRES. SUL QUADRO [kA]			9.1	SISTEMA DI NEUTRO						TT	DIMENSIONAMENTO SBARRE			In [A]			lcc [kA]	CARPENTERIA			METALLICA	CLASSE DI ISOLAMENTO			IP
CARATTERISTICHE QUADRO																																																	
IMPIANTO A MONTE [QGBT]																																																	
TENSIONE [V]	400	FREQ. [Hz]	50																																														
CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]																																																	
lcc PRES. SUL QUADRO [kA]			9.1																																														
SISTEMA DI NEUTRO																																																	
			TT																																														
DIMENSIONAMENTO SBARRE																																																	
In [A]			lcc [kA]																																														
CARPENTERIA			METALLICA																																														
CLASSE DI ISOLAMENTO			IP																																														
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">NORMATIVA DI RIFERIMENTO</th> </tr> <tr> <td>INTERRUTTORI SCATOLATI</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2</td> </tr> <tr> <td>INTERRUTTORI MODULARI</td> <td><input type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> — CEI EN 60898</td> </tr> <tr> <td>CARPENTERIA</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 61439-2</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> — CEI 23-48 - CEI EN 60670-1</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> — CEI 23-49 - CEI EN 60670-24</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> — CEI 23-51</td> </tr> </table>											NORMATIVA DI RIFERIMENTO		INTERRUTTORI SCATOLATI	<input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2	INTERRUTTORI MODULARI	<input type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2		<input type="checkbox"/> — CEI EN 60898	CARPENTERIA	<input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 61439-2		<input type="checkbox"/> — CEI 23-48 - CEI EN 60670-1		<input type="checkbox"/> — CEI 23-49 - CEI EN 60670-24		<input type="checkbox"/> — CEI 23-51																							
NORMATIVA DI RIFERIMENTO																																																	
INTERRUTTORI SCATOLATI	<input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2																																																
INTERRUTTORI MODULARI	<input type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2																																																
	<input type="checkbox"/> — CEI EN 60898																																																
CARPENTERIA	<input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 61439-2																																																
	<input type="checkbox"/> — CEI 23-48 - CEI EN 60670-1																																																
	<input type="checkbox"/> — CEI 23-49 - CEI EN 60670-24																																																
	<input type="checkbox"/> — CEI 23-51																																																
CLIENTE IMPIANTO impianto elettrico residenziale		PROGETTO ARCHIVIO DISEGNATORE		FILE progetto\project_[Q01]_[QGPC].dwg DATA 11/12/2019 REVISIONE R0.0 PAGINA 1 SEQUE 2 TAVOLA																																													

tesì



CLIENTE IMPIANTO impianto elettrico residenziale		PROGETTO ARCHIVIO DISEGNATORE		FILE progetto\project_[Q01]_[QGPC].dwg DATA 11/12/2019 REVISIONE R0.0 PAGINA 4 SEQUE 5 TAVOLA						
---	--	-------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

RF QUADRO	[QG1]	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																				
<p>COMMITTENTE:</p> <p>COMMESSA:</p> <p>QUADRO: Quadro piano terreno</p>																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">CARATTERISTICHE QUADRO</th> </tr> <tr> <td colspan="3">IMPIANTO A MONTE [QGBT]</td> </tr> <tr> <td>TENSIONE [V]</td> <td>400</td> <td>FREQ. [Hz]</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td colspan="3">CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]</td> </tr> <tr> <td>Icc PRES. SUL QUADRO [kA]</td> <td colspan="2"></td> <td>9,1</td> </tr> <tr> <td colspan="3">SISTEMA DI NEUTRO</td> <td>TT</td> </tr> <tr> <td colspan="3">DIMENSIONAMENTO SBARRE</td> </tr> <tr> <td>In [A]</td> <td colspan="2"></td> <td>Icc [kA]</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CARPENTERIA</td> <td colspan="2">METALLICA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CLASSE DI ISOLAMENTO</td> <td colspan="2">IP</td> </tr> </table>											CARATTERISTICHE QUADRO			IMPIANTO A MONTE [QGBT]			TENSIONE [V]	400	FREQ. [Hz]	50	CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]			Icc PRES. SUL QUADRO [kA]			9,1	SISTEMA DI NEUTRO			TT	DIMENSIONAMENTO SBARRE			In [A]			Icc [kA]	CARPENTERIA		METALLICA		CLASSE DI ISOLAMENTO		IP	
CARATTERISTICHE QUADRO																																														
IMPIANTO A MONTE [QGBT]																																														
TENSIONE [V]	400	FREQ. [Hz]	50																																											
CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]																																														
Icc PRES. SUL QUADRO [kA]			9,1																																											
SISTEMA DI NEUTRO			TT																																											
DIMENSIONAMENTO SBARRE																																														
In [A]			Icc [kA]																																											
CARPENTERIA		METALLICA																																												
CLASSE DI ISOLAMENTO		IP																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">NORMATIVA DI RIFERIMENTO</th> </tr> <tr> <td>INTERRUTTORI SCATOLATI</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> CEI EN 60947-2</td> </tr> <tr> <td>INTERRUTTORI MODULARI</td> <td><input type="checkbox"/> CEI EN 60947-2</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> CEI EN 60898</td> </tr> <tr> <td>CARPENTERIA</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> CEI EN 61439-2</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> CEI 23-49 - CEI EN 60670-1</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> CEI 23-49 - CEI EN 60670-24</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> CEI 23-51</td> </tr> </table>											NORMATIVA DI RIFERIMENTO		INTERRUTTORI SCATOLATI	<input checked="" type="checkbox"/> CEI EN 60947-2	INTERRUTTORI MODULARI	<input type="checkbox"/> CEI EN 60947-2		<input type="checkbox"/> CEI EN 60898	CARPENTERIA	<input checked="" type="checkbox"/> CEI EN 61439-2		<input type="checkbox"/> CEI 23-49 - CEI EN 60670-1		<input type="checkbox"/> CEI 23-49 - CEI EN 60670-24		<input type="checkbox"/> CEI 23-51																				
NORMATIVA DI RIFERIMENTO																																														
INTERRUTTORI SCATOLATI	<input checked="" type="checkbox"/> CEI EN 60947-2																																													
INTERRUTTORI MODULARI	<input type="checkbox"/> CEI EN 60947-2																																													
	<input type="checkbox"/> CEI EN 60898																																													
CARPENTERIA	<input checked="" type="checkbox"/> CEI EN 61439-2																																													
	<input type="checkbox"/> CEI 23-49 - CEI EN 60670-1																																													
	<input type="checkbox"/> CEI 23-49 - CEI EN 60670-24																																													
	<input type="checkbox"/> CEI 23-51																																													
CLIENTE tesì		PROGETTO ARCHIVIO DISEGNATORE				FILE progetto\project_[Q02]_[QG1].dwg DATA 11/12/2019 REVISIONE RD.0 PAGINA 1 SEGUE 2 TAVOLA																																								

RF QUADRO	[QG1]	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																																																																																																																	
<p>* Selettività ** Filiazione</p>																																																																																																																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>NUMERAZIONE CIRCUITO</th> <th>DISTRIBUZIONE</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESCRIZIONE CIRCUITO</td> <td></td> <td>1 LAMP</td> <td>1</td> <td>forza motrice</td> <td>3 luci</td> <td>condizionatore</td> <td>forno-piano cottura</td> <td>riserva 4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TIPO APPARECCHIO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>INTERRUTTORE</td> <td>Icu [kA] / Ion [A]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N. POLI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IN - CEI EN 60898-1</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>I_n [A]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>I_{td} [A]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DIFFERENZIALE</td> <td>TIPO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ClASSE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>I_{th} [A]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>t_{th} [ms]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CONDUTTURE</td> <td>TIPO ISOLAMENTO</td> <td>PVC</td> <td>01</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>SEZIONE FASE-ALFAPEPEN [mm²]</td> <td>1x10</td> <td>1x10</td> <td>1x4</td> <td>1x4</td> <td>1x2,5</td> <td>1x2,5</td> <td>1x2,5</td> <td>1x4</td> <td>1x4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>I_b [A]</td> <td>19,5</td> <td>43,2</td> <td>2,2</td> <td>3,2</td> <td>3,8</td> <td>43,2</td> <td>9,7</td> <td>75,2</td> <td>12,1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>I_{th} [A]</td> <td>230</td> <td>230</td> <td>230</td> <td>230</td> <td>230</td> <td>230</td> <td>2</td> <td>230</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>FONDO LINEA</td> <td>Icc min [kA]</td> <td>4,2</td> <td>5,1</td> <td>3,7</td> <td>4,5</td> <td>3,9</td> <td>4,7</td> <td>4,1</td> <td>4,9</td> <td>4,1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Icc max [kA]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>di TOTALE [%]</td> <td></td> <td>0,3</td> <td></td> <td></td> <td>0,3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,4</td> </tr> </tbody> </table>											NUMERAZIONE CIRCUITO	DISTRIBUZIONE	1	2	3	4	5	6				DESCRIZIONE CIRCUITO		1 LAMP	1	forza motrice	3 luci	condizionatore	forno-piano cottura	riserva 4			TIPO APPARECCHIO											INTERRUTTORE	Icu [kA] / Ion [A]										N. POLI											IN - CEI EN 60898-1												I _n [A]											I _{td} [A]										DIFFERENZIALE	TIPO											ClASSE											I _{th} [A]											t _{th} [ms]										CONDUTTURE	TIPO ISOLAMENTO	PVC	01									SEZIONE FASE-ALFAPEPEN [mm²]	1x10	1x10	1x4	1x4	1x2,5	1x2,5	1x2,5	1x4	1x4		I _b [A]	19,5	43,2	2,2	3,2	3,8	43,2	9,7	75,2	12,1		I _{th} [A]	230	230	230	230	230	230	2	230	2,5	FONDO LINEA	Icc min [kA]	4,2	5,1	3,7	4,5	3,9	4,7	4,1	4,9	4,1		Icc max [kA]											di TOTALE [%]		0,3			0,3				0,4
NUMERAZIONE CIRCUITO	DISTRIBUZIONE	1	2	3	4	5	6																																																																																																																																																																																																																				
DESCRIZIONE CIRCUITO		1 LAMP	1	forza motrice	3 luci	condizionatore	forno-piano cottura	riserva 4																																																																																																																																																																																																																			
TIPO APPARECCHIO																																																																																																																																																																																																																											
INTERRUTTORE	Icu [kA] / Ion [A]																																																																																																																																																																																																																										
N. POLI																																																																																																																																																																																																																											
IN - CEI EN 60898-1																																																																																																																																																																																																																											
	I _n [A]																																																																																																																																																																																																																										
	I _{td} [A]																																																																																																																																																																																																																										
DIFFERENZIALE	TIPO																																																																																																																																																																																																																										
	ClASSE																																																																																																																																																																																																																										
	I _{th} [A]																																																																																																																																																																																																																										
	t _{th} [ms]																																																																																																																																																																																																																										
CONDUTTURE	TIPO ISOLAMENTO	PVC	01																																																																																																																																																																																																																								
	SEZIONE FASE-ALFAPEPEN [mm²]	1x10	1x10	1x4	1x4	1x2,5	1x2,5	1x2,5	1x4	1x4																																																																																																																																																																																																																	
	I _b [A]	19,5	43,2	2,2	3,2	3,8	43,2	9,7	75,2	12,1																																																																																																																																																																																																																	
	I _{th} [A]	230	230	230	230	230	230	2	230	2,5																																																																																																																																																																																																																	
FONDO LINEA	Icc min [kA]	4,2	5,1	3,7	4,5	3,9	4,7	4,1	4,9	4,1																																																																																																																																																																																																																	
	Icc max [kA]																																																																																																																																																																																																																										
	di TOTALE [%]		0,3			0,3				0,4																																																																																																																																																																																																																	
CLIENTE tesì		PROGETTO ARCHIVIO DISEGNATORE				FILE progetto\project_[Q02]_[QG1].dwg DATA 11/12/2019 REVISIONE RD.0 PAGINA 4 SEGUE 5 TAVOLA																																																																																																																																																																																																																					

RF QUADRO	[QG2]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-----------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

COMMITTENTE:

COMMESSA:

QUADRO:
Quadro piano primo

CARATTERISTICHE QUADRO

IMPIANTO A MONTE
[QGBT]

TENSIONE [V] 400 FREQ. [Hz] 50

CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]

I_{cc} PRES. SUL QUADRO [kA] 9.1

SISTEMA DI NEUTRO TT

DIMENSIONAMENTO SBARRE
I_n [A] I_{cc} [kA]

CARPENTERIA METALLICA

CLASSE DI ISOLAMENTO IP

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

INTERRUTTORI SCATOLATI — CEI EN 60947-2

INTERRUTTORI MODULARI — CEI EN 60947-2
 — CEI EN 60898

CARPENTERIA — CEI EN 61439-2
 — CEI 23-48 - CEI EN 60670-1
 — CEI 23-49 - CEI EN 60670-24
 — CEI 23-51

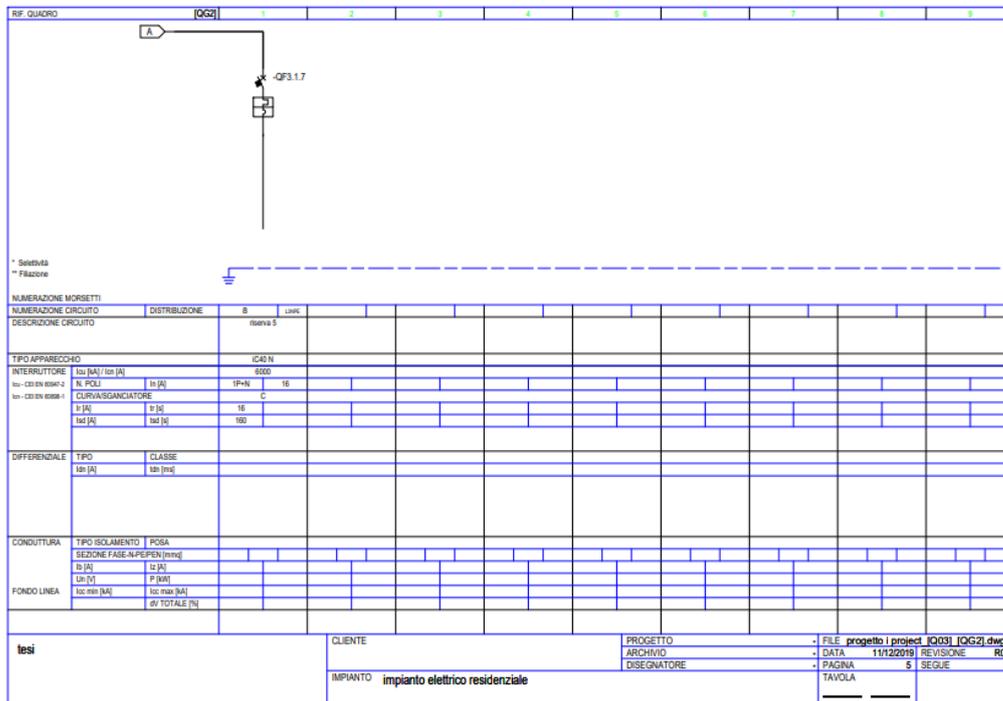
tesi	CLIENTE	PROGETTO	FILE progetto i project [QG3] [QG2].dwg
		ARCHIVIO	DATA 11/12/2019 REVISIONE R0.0
	IMPIANTO impianto elettrico residenziale	DISEGNATORE	PAGINA 1 SEGUE 2
			TAVOLA

RF QUADRO	[QG2]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-----------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

* Selettività
** Filiazione

NUMERAZIONE MORSETTI	DISTRIBUZIONE	1	2	3	4	5	6	7	
DESCRIZIONE CIRCUITO		1	1	luci sal	forza motrice sal	luci da	forza motrice da	condizionati	fontepiano cottura
TIPO APPARECCHIO		IC40 N	IC40 N	IC40 N	IC40 N	IC40 N	IC40 N	IC40 N	
INTERRUTTORE	I _{cu} [kA] / I _{cs} [kA]	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	
N. POLI		1P+N	1P+N	1P+N	1P+N	1P+N	1P+N	1P+N	
CURVA SGANCIAITORE		C	C	C	C	C	C	C	
I _n [A]		32	10	16	10	16	10	16	
I _{cc} [kA]		320	100	160	100	160	100	160	
DIFERENZIALE	TIPO		Vigi AC	Vigi AC	Vigi AC	Vigi AC	Vigi AC	Vigi AC	
	CLASSE		0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
	tip [mA]		istantaneo	istantaneo	istantaneo	istantaneo	istantaneo	istantaneo	
CONDUITTA	TIPO ISOLAMENTO	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	
	SEZIONE FASE-NEUTRO PEN [mm²]	1x10 1x10 1x10	1x2.5 1x2.5 1x2.5	1x4 1x4 1x4	1x2.5 1x2.5 1x2.5	1x4 1x4 1x4	1x4 1x4 1x4	1x6 1x6 1x6	
	R [Ω]	17.3	0.8	0.6	2.2	16.3	1.9	10.6	
	U ₀ [V]	230	0.16	0.16	0.45	230	0.39	230	
	I _{cc} max [kA]	4.2	2.6	3.1	3.8	2.6	3.1	3.8	
	dv TOTALE [%]	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	

tesi	CLIENTE	PROGETTO	FILE progetto i project [QG3] [QG2].dwg
		ARCHIVIO	DATA 11/12/2019 REVISIONE R0.0
	IMPIANTO impianto elettrico residenziale	DISEGNATORE	PAGINA 4 SEGUE 5
			TAVOLA



2.2.2 IMPIANTO TV

L'impianto TV è caratterizzato da un'antenna posizionata sul tetto dell'edificio e fissata con gli accessori e i collegamenti idonei e da un centralino a larga banda ubicato nel disimpegno del piano primo. Dal centralino partono n. 7 discese (quattro per il piano terreno e tre per il piano primo).

2.2.3 PROGETTO ILLUMINOTECNICO

L'impianto di illuminazione dell'edificio è realizzato dai seguenti corpi illuminanti:

- plafoniere a led 1x35 W
- faretti a led 3x7,1 W

Si considera un illuminamento medio pari a $E_m=300$ lx in tutte le stanze della struttura abitativa per consentire un adeguato svolgimento delle attività per le destinazioni d'uso considerate.

I calcoli sono stati elaborati con un programma di calcolo automatico. I risultati di calcolo rappresentano un riferimento tecnico per le prestazioni illuminotecniche richieste.

La Figura 13 mostra il modello di plafoniera scelto.



Figura 13- Plafoniera a led

Le specifiche di questo corpo illuminante sono mostrate nella Figura 14 e nella Figura 15 è presente la sua emissione luce.

1 x LED

Potenza nominale	35 W	LOR	86%
Flusso	5500 lm	Flusso totale	4745 lm
Emissione luminosa	136 lm/W	Potenza totale	35 W
CCT	4000 K		
CRI	80		

Tipo di montaggio

Sospeso, Montaggio a soffitto

Forma e Dimensioni

Lunghezza: 1537 mm

Larghezza: 64 mm

Altezza: 60 mm

Cablaggio / Dimming

Potenza sistema: 35 W

Grado di protezione

IP: 54

Figura 14- Specifiche plafoniera

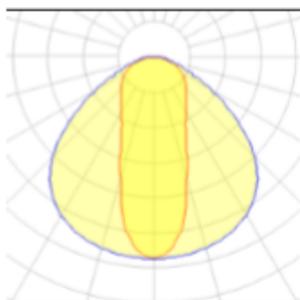


Figura 15- Emissione luce plafoniera

La Figura 16 mostra il modello di faretto scelto.



Figura 16- Faretto a led

Le specifiche di questo corpo illuminante sono evidenziate nella Figura 17, mentre nella Figura 18 è presente la sua emissione luce.

3 x LED

Potenza nominale	7,1 W	LOR	93%
Flusso	510 lm	Flusso totale	1423 lm
Emissione luminosa	219 lm/W	Potenza totale	6,5 W
CCT	4000 K		
CRI	79		

Tipo di montaggio

Lampada da terra / Dissuasore, Montaggio a parete

Forma e Dimensioni

Lunghezza: 52 mm

Larghezza: 36 mm

Altezza: 75 mm

Regolazione

Giunto cardanico

Cablaggio / Dimming

Potenza sistema: 14 W

Classe di protezione: I

Grado di protezione

IP: 65

IK: 10

Figura 17- Specifiche faretto a led

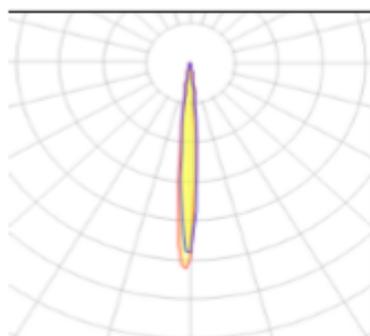


Figura 18- Emissione luce faretto a led

Le plafoniere con montaggio a soffitto sono state utilizzate nel piano interrato, nelle scale e disimpegno del piano terreno e nel piano primo. Invece, i faretti a led installati a parete sono stati utilizzati nel soggiorno comune, situato nel piano terreno, e nell'appartamento del piano terreno: l'obiettivo è garantire l'illuminazione indiretta per la presenza di soffitto ad arco.

Si espongono le viste 2D e 3D del piano interrato, piano terreno e piano primo rispettivamente nella Figura 19, Figura 20 e Figura 21.

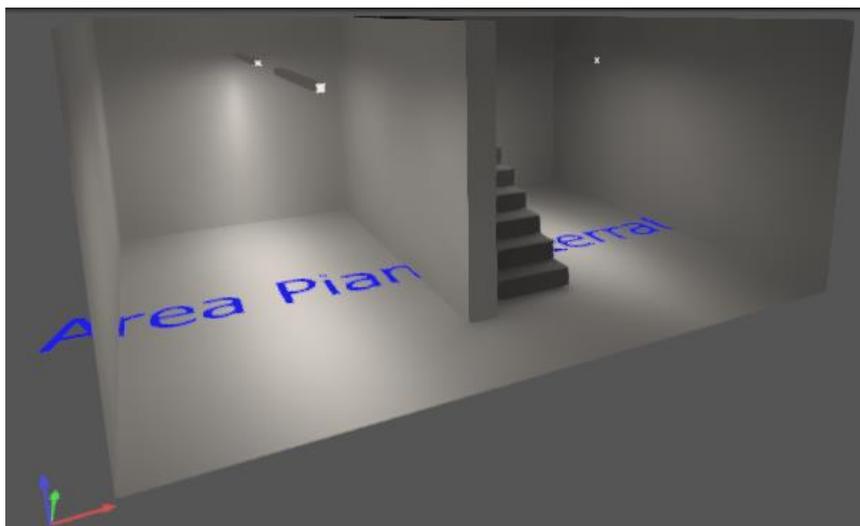
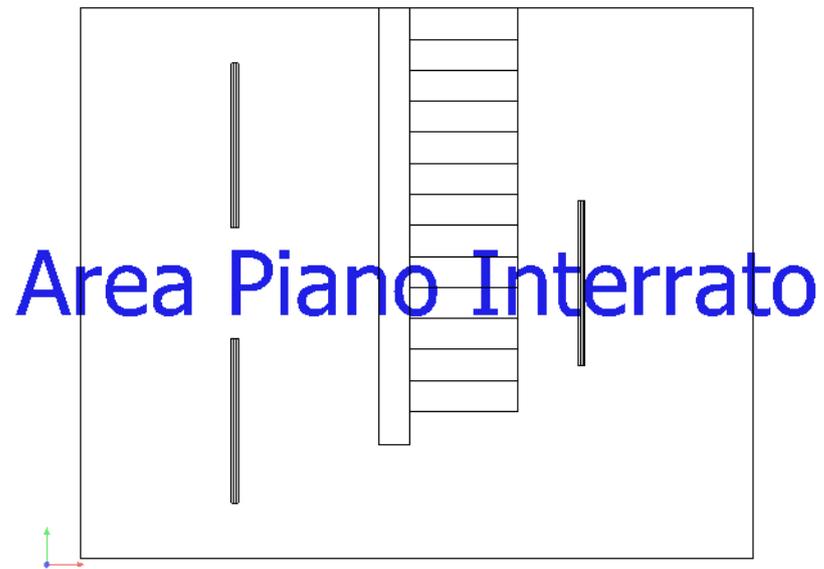


Figura 19- Vista 2D e 3D Area piano interrato

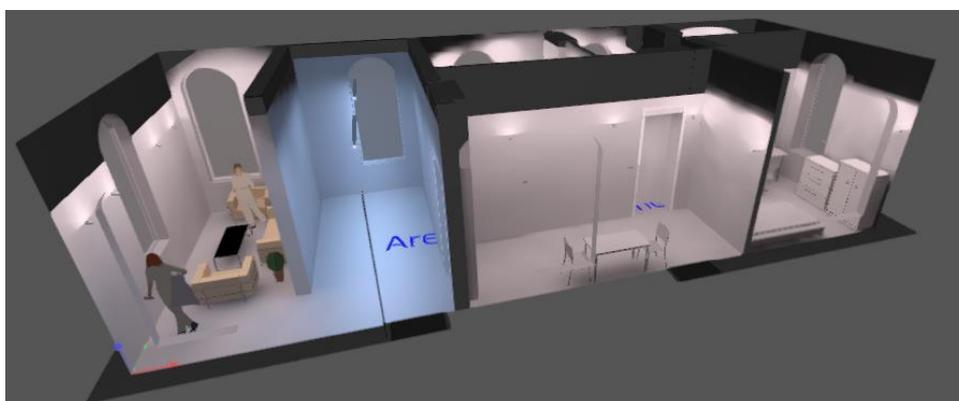
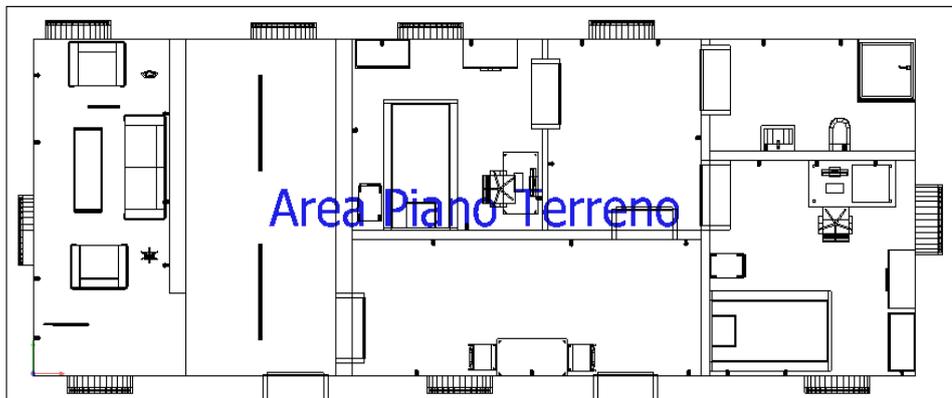


Figura 20- Vista 2D e 3D Area piano terreno

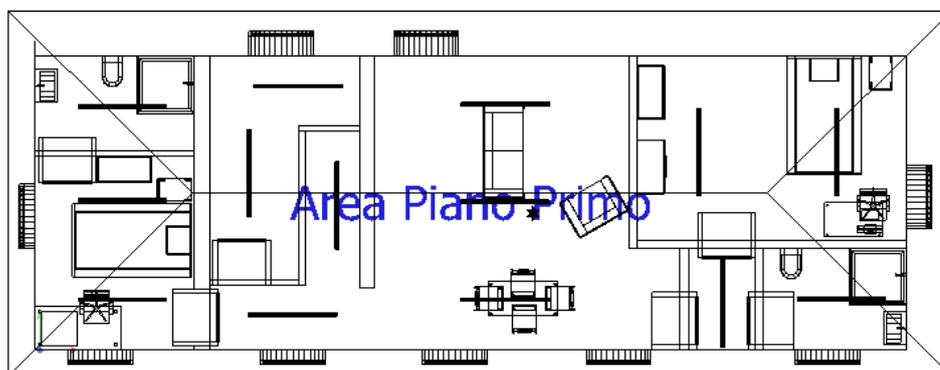
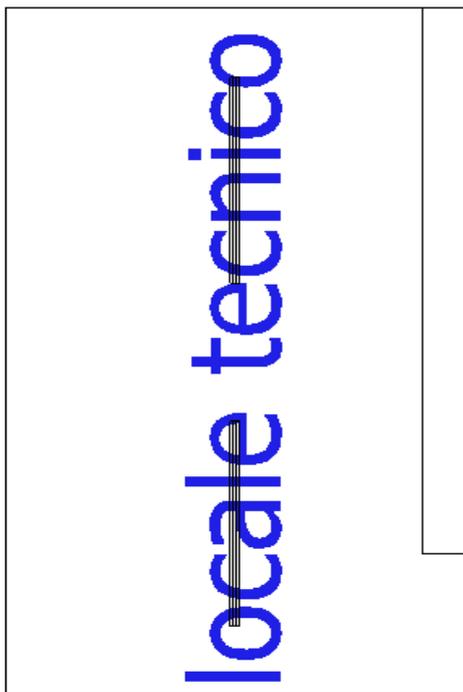
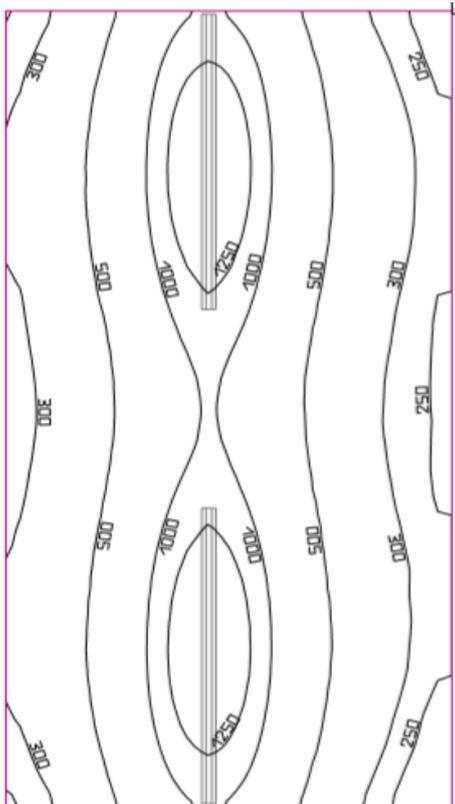




Figura 21-Vista 2D e 3D Area piano primo

Di seguito si riportano la vista 2D, la vista 3D e il grafico valori di illuminamento di una stanza per ogni piano rispettivamente nella Figura 22, Figura 23 e Figura 24.





Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 47.8%, Pavimento 48.0%,

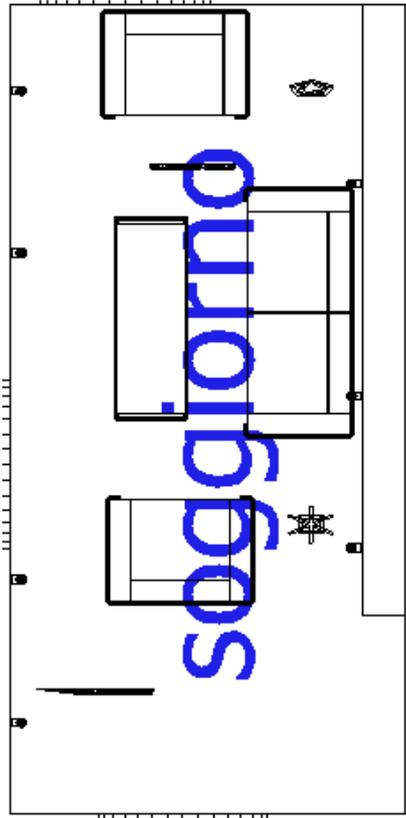
Fattore di diminuzione: 0.80

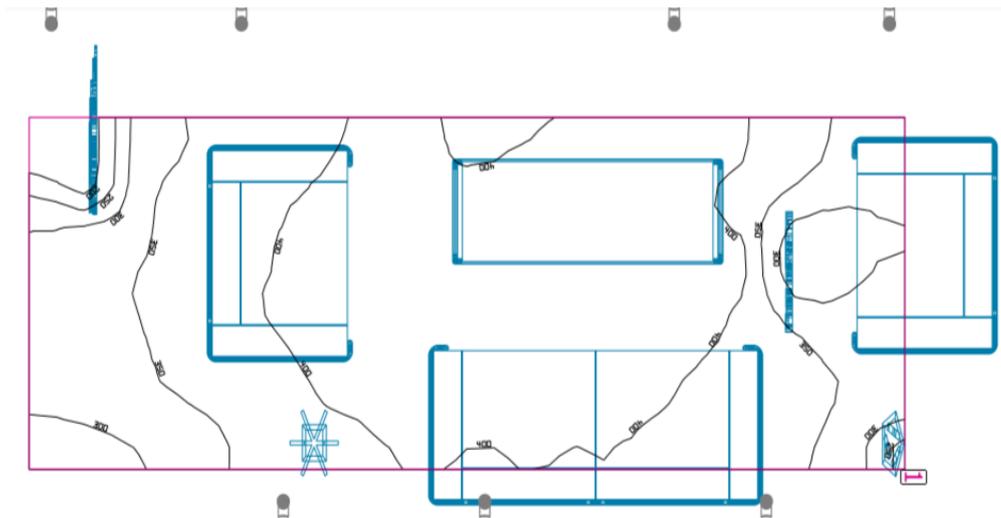
SUPERFICIE UTILE						
Superfici e	Risultato	Medio (Nominale)	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1 Superfici e utile (locale tecnico)	Illuminamento perpendicolare (adattivo) [lx] Altezza: 1.000 m Zona margine: 0.500 m	632(≥ 250)	195	1480	0.31	0.13

# Lampada	Φ(Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
2 plafoniere LED	4745	35.0	135.6
Somma di tutte le lampade	9490	70.0	135.6

Valore di allacciamento specifico: 4.45 W/m² (Superficie del locale 15.72 m²). Valore di allacciamento specifico: 8.22 W/m² = 1.30 W/m²/100 lx (Superficie utile 8.52 m²). Consumo: 12 kWh/a Da max. 600 kWh/a. I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità. I risultati sono puramente informativi. Il consumo energetico di un edificio è dato dalla somma di tutte le utenze nelle stanze.

Figura 22- Vista 2D, vista 3D, grafico valori del locale tecnico (piano interrato)





Coefficienti di riflessione: Soffitto 58.6%, Pareti 50.0%, Pavimento 50.0%,

Fattore di diminuzione: 0.80

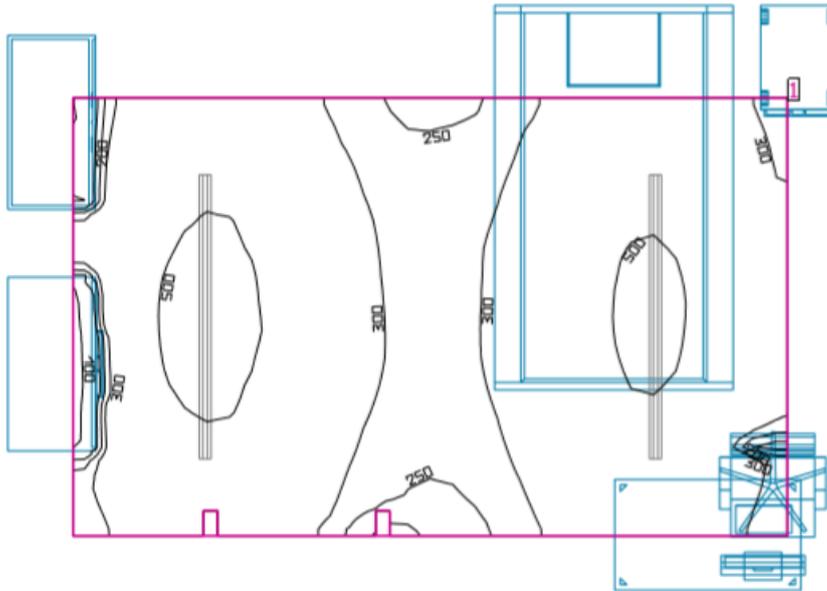
SUPERFICIE UTILE						
Superficie	Risultato	Medio (Nominale)	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1 Superficie utile (soggiorno)	Illuminamento perpendicolare (adattivo) [lx] Altezza: 0.800 m Zona margine: 0.500 m	375(≥ 300)	158	438	0.42	0.36

# Lampada	Φ(Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
7 faretto LED	3279	21.3	153.9
Somma di tutte le lampade	22953	149.1	153.9

Valore di allacciamento specifico: 10.58 W/m² (Superficie del locale 14.09 m²). Valore di allacciamento specifico: 21.06 W/m² = 5.61 W/m²/100 lx (Superficie utile 7.08 m²). Consumo: 180-290 kWh/a Da max.500 kWh/a. I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità. I risultati sono

puramente informativi. Il consumo energetico di un edificio è dato dalla somma di tutte le utenze nelle stanze.

Figura 23- Vista 2D, vista 3D, grafico valori del soggiorno (piano terreno)



Coefficienti di riflessione: Soffitto 58.4%, Pareti 50.0%, Pavimento 50.0%,

Fattore di diminuzione: 0.80

SUPERFICIE UTILE						
Superfici e	Risultato	Medio (Nominale)	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1 Superfici e utile (camera)	Illuminamento perpendicolare (adattivo) [lx] Altezza: 0.800 m Zona margine: 0.500 m	375(≥ 300)	58.2	534	0.16	0.11

# Lampada	Φ(Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]

2 plafoniere LED	4745	35.0	135.6
Somma di tutte le lampade	9490	70.0	135.6

Valore di allacciamento specifico: 4.30 W/m² (Superficie del locale 16.29 m²). Valore di allacciamento specifico: 7.70 W/m² = 2.05 W/m²/100 lx (Superficie utile 9.09 m²)
Consumo: 490-610 kWh/a Da max. 600 kWh/a. I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità. I risultati sono puramente informativi. Il consumo energetico di un edificio è dato dalla somma di tutte le utenze nelle stanze.

Figura 24- Vista 2D, vista 3D, grafico valori della camera (piano primo)

2.2.3.1 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

Sarà garantita una illuminazione di sicurezza in caso di mancanza di energia elettrica attraverso luci di emergenza. L'impianto di illuminazione di sicurezza viene realizzato mediante plafoniere 1x8 W, dotate di accumulatori ermetici Ni-Cd ricaricabili incorporati. La Tabella 13 mostra il numero e il posizionamento dei corpi illuminanti di emergenza nelle rispettive stanze.

PIANO	STANZA	N° PLAFONIERE
Interrato	Ingresso piano interrato	1
Terreno	Soggiorno	1
	Disimpegno scale al piano terreno	2
	Cucina	1
	Disimpegno 1° appartamento	1
	Camera	1
Primo	Camera	1
	Camera	1
	Bagno	1
	Camera	1
	Bagno	1
	Disimpegno scale al piano primo	1
	Lavanderia	1
	Soggiorno	1
	Camera	1
	Disimpegno 2° appartamento	1
Bagno	1	

Tabella 13-Disposizione dei corpi illuminanti di emergenza

2.3 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico è un impianto in grado di convertire la luce direttamente in energia elettrica da sfruttare all'interno delle abitazioni. Di conseguenza si riesce a far funzionare tutti gli elettrodomestici e gli impianti di casa, per esempio il riscaldamento, con costi più ridotti. Un impianto fotovoltaico è formato da:

1. Insieme di moduli fotovoltaici
2. Uno o più inverter fotovoltaici
3. Un contatore per misurare l'energia prodotta
4. Componenti elettrici per garantire la protezione e l'isolamento dell'impianto
5. Inserimento di una eventuale batteria di accumulo per immagazzinare l'energia elettrica non consumata all'istante

I vantaggi di un impianto fotovoltaico sono:

- Costo di manutenzione basso
- Assenza di inquinamento atmosferico
- Elevata affidabilità e lunga vita
- Produzione vicino al consumo
- Assenza di rumore
- Aumento del valore dell'immobile

Gli svantaggi sono:

- Costo di installazione elevato
- Fluttuazione della produzione di energia
- Necessità di componenti aggiuntivi

Nel caso studio la falda meglio esposta al sole per la produzione di energia elettrica viene mostrata tratteggiata nella Figura 25.

Area totale della falda=37,40 m²



Figura 25- Falda meglio esposta

Tramite il software PVGIS del JRC si è determinata la producibilità annuale dell'impianto fotovoltaico.

Valori inseriti:

Lat./Long.: 45.007, 7.830
 Orizzonte: Calcolato
 Database solare: PVGIS-SARAH
 Tecnologia FV: Silicio cristallino
 FV installato: 3 kWp
 Perdite di sistema: 14 %

Output del calcolo

Angolo inclinazione:	30 °
Angolo orientamento:	30 °
Produzione annuale FV:	3843.16 kWh
Irraggiamento annuale:	1698.08 kWh/m ²
Variazione interannuale:	344.63 kWh
Variazione di produzione a causa di:	
Angolo d'incidenza:	-2.8 %
Effetti spettrali:	0.98 %
Temperatura e irradianza bassa:	-10.63 %
Perdite totali:	-24.56 %

Nella Figura 26 e 27 sono riportati i grafici dell'energia prodotta dal sistema FV fisso e dell'irraggiamento mensile sul piano fisso.

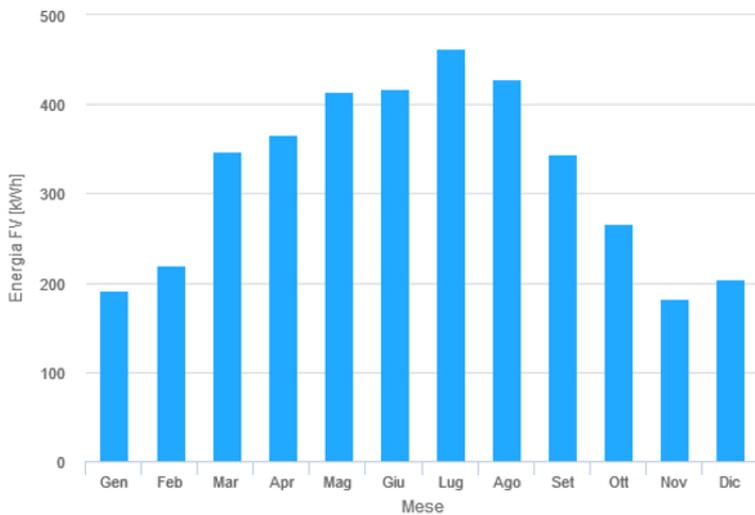


Figura 26- Energia prodotta dal sistema FV fisso

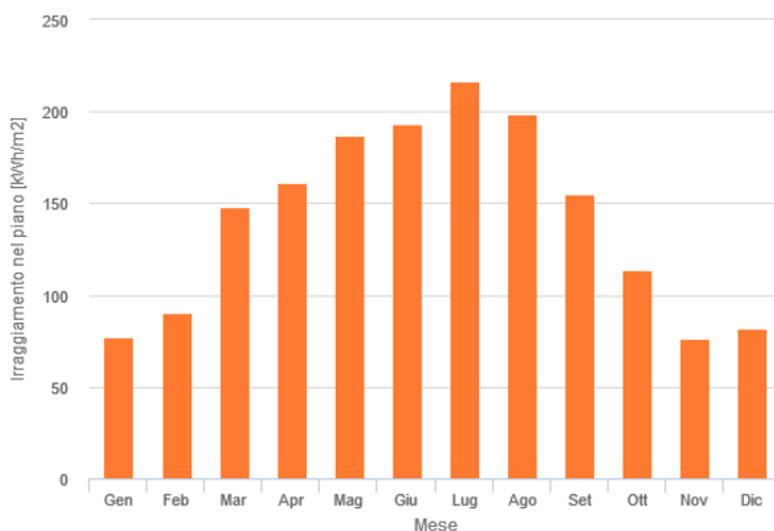


Figura 27- Irraggiamento mensile sul piano fisso

Nella Tabella 14 si riportano i dati relativi alla media mensile del rendimento energetico del sistema scelto [kWh], i dati della media mensile di irraggiamento al metro quadro sui moduli del sistema scelto [kWh/m²], e i dati della variazione standard del rendimento mensile di anno in anno [kWh].

Mese	E_m	H(i)_m	SD_m
Gennaio	192.2	77.5	54.0
Febbraio	219.1	90.6	59.4
Marzo	346.6	147.7	56.3
Aprile	365.5	161.0	55.3
Maggio	414.5	187.2	38.8
Giugno	417.8	192.9	49.2
Luglio	462.2	216.5	39.1
Agosto	428.0	198.3	27.6
Settembre	344.9	155.1	28.9
Ottobre	266.0	113.6	43.5
Novembre	182.9	76.2	50.5
Dicembre	203.5	81.6	34.7

Tabella 14-Dati medi mensili di energia FV, irraggiamento e variazione standard

Di seguito vengono riportati le specifiche dei moduli e dell'inverter scelti.

SCHEDA TECNICA MODULO		
CARATTERISTICHE MECCANICHE		
<i>FORMATO</i>		1670 mm x 1000 mm x 32 mm (inclusa cornice)
<i>PESO</i>		18.8 kg
<i>TIPO DI CELLA</i>		6 x 10 cella monocristallina Q. ANTUM
<i>CAVO</i>		Cavo solare 4 mm ² ; (+) 1000 mm, (-) 1000 mm
<i>SCATOLA DI GIUNZIONE</i>		66-77 mm × 111-90 mm × 15-19 mm Protezione IP67, con 3 diodi di bypass
CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC		
<i>PRESTAZIONI A MPP</i>	P _{MPP}	305 [W]
<i>CORRENTE DI CORTOCIRCUITO</i>	I _{SC}	9.84 [A]
<i>TENSIONE A VUOTO</i>	V _{OC}	40.05 [V]
<i>CORRENTE NEL MPP</i>	I _{MPP}	9.35 [A]
<i>TENSIONE NEL MPP</i>	V _{MPP}	32.62 [V]
<i>EFFICIENZA</i>	η	≥18.3 [%]

COEFFICIENTE DI TEMPERATURA DI I_{SC}	α	+0.04 [%/K]
COEFFICIENTE DI TEMPERATURA DI V_{SC}	β	-0.28 [%/K]
COEFFICIENTE DI TEMPERATURA DI P_{MPP}	γ	-0.39 [%/K]
NORMAL OPERATING CELL TEMPERATURE	NOC T	45 [°C]

SPECIFICHE PER L'INTEGRAZIONE DEL SISTEMA

TEMPERATURA DEI MODULI CONSENTITA IN REGIME DI FUNZIONAMENTO CONTINUO	-40 °C a + 85 °C
---	------------------

SCHEDA TECNICA INVERTER

TIPO FASE	MONOFASE	
INGRESSI MPPT		
INTERVALLO MPPT DI TENSIONE DC ($V_{MPPTMIN}$... $V_{MPPTMAX}$)	320...530 [V]	
MASSIMA TENSIONE ASSOLUTA DC IN INGRESSO	$V_{MAX,ABS}$	600 [V]
MASSIMA CORRENTE DC IN INGRESSO /PER OGNI MPPT	$I_{DCMAX} / I_{MPPTMAX}$	10.0 [A]
POTENZA NOMINALE DC DI INGRESSO	$P_{DC NOM}$	3300 [W]
PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA		
POTENZA APPARENTE MASSIMA	S_{MAX}	3000 [VA]
TENSIONE NOMINALE AC DI USCITA	V_{AC}	230 [V]
FATTORE DI POTENZA	PF	≈ 1
FREQUENZA NOMINALE DI USCITA	f	50 [Hz]
DISTORSIONE ARMONICA TOTALE DI CORRENTE	< 3 %	

<i>EFFICIENZA MASSIMA</i>	η_{MAX}	96.7 %
<i>EFFICIENZA PESATA (EURO/CEC)</i>		90.0 %
CARATTERISTICHE MECCANICHE		
<i>DIMENSIONI (H x L x P)</i>		553 x 418 x 175 [mm]
<i>PESO</i>		15 [kg]
NOTE		
<i>NOTE</i>	INVERTER SOLARE SENZA TRSFORMATORE; IP 65; PRESSIONE DI EMISSIONE ACUSTICA 50 [dBA]	

2.3.1 COMPOSIZIONE IMPIANTO

Si elencano tutte le informazioni necessarie per la disposizione dell'impianto fotovoltaico:

- Area falda utilizzata dal FV=28,28 m²
- Numero inverter= 1
- Numero totale di moduli=10
- Numero di stringhe=1
- Numero di moduli per stringa= 10

Il layout dell'impianto fotovoltaico viene rappresentato in Figura 28.

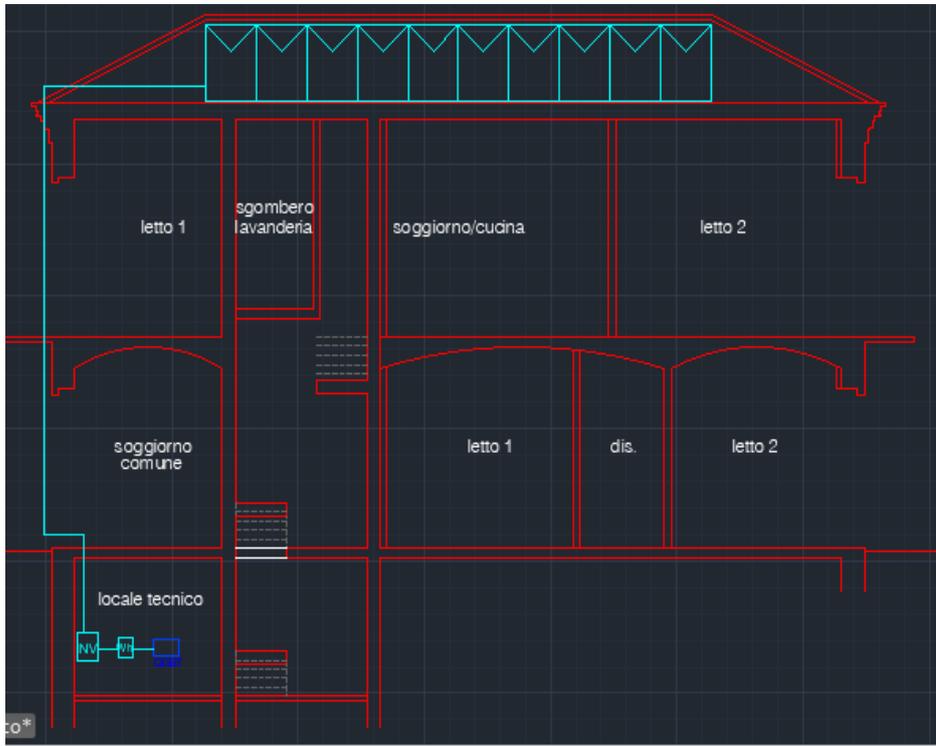


Figura 28- Disposizione moduli sul tetto e layout dell'impianto fotovoltaico

2.3.1.1 LATO DC

Per la stringa di moduli fotovoltaici si sceglie un cavo di collegamento stringa-quadro DC.

$$I_b = 1.25 \cdot I_{sc} = 1.25 \cdot 9.84 \text{ [A]} = 12.3 \text{ A,}$$

dove I_b è la corrente d'impiego della stringa di moduli fotovoltaici, mentre il valore di I_{sc} è preso dalla scheda tecnica dei moduli FV.

Si sceglie la sezione del cavo DC utilizzando $k_1=0.53$ (cavo solare) e $k_2=1$

$$I_z \geq (12.3/0.53) = 23.21 \text{ A}$$

$$I_{o,cavo} = 24 \text{ A}$$

$$I_z = I_{o,cavo} \cdot k_1 \cdot k_2 = 12.72 \geq I_b \rightarrow S = 2.5 \text{ mm}^2$$

Gli impianti fotovoltaici possono essere soggetti a sovratensioni di natura atmosferica. In generale l'impianto fotovoltaico non influisce sulla forma dell'edificio e pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta sulla struttura, per cui non è richiesta nessuna precauzione specifica contro il rischio di

fulminazione. Invece, nel caso di fulminazione indiretta occorre adottare misure adeguate a ridurre la presenza di sovratensioni che possono portare fuori uso alcuni componenti i tra cui, in particolare, gli inverter. Anche se gli inverter sono muniti di protezioni interne, attraverso l'inserzione di SPD (scaricatori di sovratensione) si può rinforzare tale protezione.

Le caratteristiche dell'SPD sono:

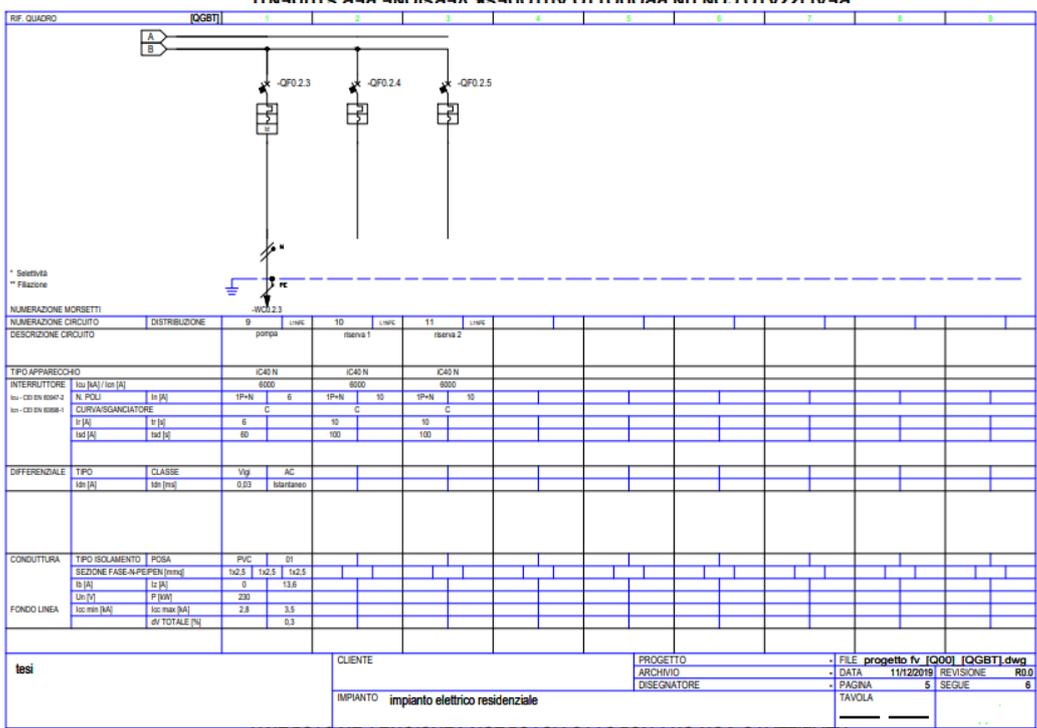
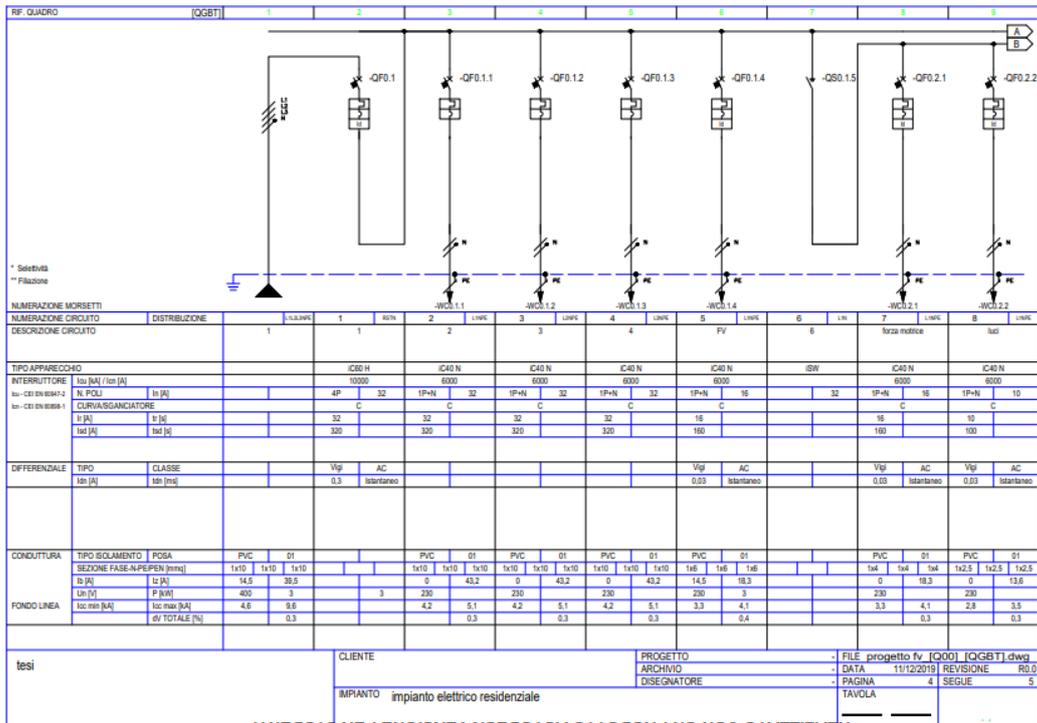
- Tipo 2
- Tensione massima di esercizio continuativo $V_{MAX,DC}=600\text{ V}$

2.3.1.2 LATO AC

Si considerano le protezioni lato AC per l'inverter e per la linea che lo collega al QGBT. L'inverter presenta una protezione interna contro i guasti. Si inserisce comunque un interruttore a protezione della linea di collegamento al QGBT. La corrente nominale dell'interruttore dovrà garantire la massima corrente che l'inverter può erogare, ovvero $I_{inverter,nom} = 14.5\text{ A}$. L'interruttore avrà quindi $I_n = 16\text{ A}$.

Si riporta lo schema elettrico dell'impianto fotovoltaico.

RIF. QUADRO	[QGBT]	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																												
COMMITTENTE:		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CARATTERISTICHE QUADRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">IMPIANTO A MONTE</td> </tr> <tr> <td>TENSIONE [V]</td> <td>400 FREQ. [Hz]</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Icc PRES. SUL QUADRO [kA]</td> <td></td> <td>9,6</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SISTEMA DI NEUTRO</td> <td>TT</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DIMENSIONAMENTO SBARRE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>In [A]</td> <td>32 Icc [kA]</td> <td>10 kA</td> </tr> <tr> <td>CARPENTERIA</td> <td></td> <td>metallica</td> </tr> <tr> <td>CLASSE DI ISOLAMENTO</td> <td></td> <td>IP 40</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">NORMATIVA DI RIFERIMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INTERRUTTORI SCATOLATI</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2</td> </tr> <tr> <td>INTERRUTTORI MODULARI</td> <td><input type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> — CEI EN 60898</td> </tr> <tr> <td>CARPENTERIA</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 61439-2</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> — CEI 23-48 - CEI EN 60670-1</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> — CEI 23-49 - CEI EN 60670-24</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> — CEI 23-51</td> </tr> </tbody> </table>									CARATTERISTICHE QUADRO		IMPIANTO A MONTE		TENSIONE [V]	400 FREQ. [Hz]	50	CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]			Icc PRES. SUL QUADRO [kA]		9,6	SISTEMA DI NEUTRO		TT	DIMENSIONAMENTO SBARRE			In [A]	32 Icc [kA]	10 kA	CARPENTERIA		metallica	CLASSE DI ISOLAMENTO		IP 40	NORMATIVA DI RIFERIMENTO		INTERRUTTORI SCATOLATI	<input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2	INTERRUTTORI MODULARI	<input type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2		<input type="checkbox"/> — CEI EN 60898	CARPENTERIA	<input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 61439-2		<input type="checkbox"/> — CEI 23-48 - CEI EN 60670-1		<input type="checkbox"/> — CEI 23-49 - CEI EN 60670-24		<input type="checkbox"/> — CEI 23-51
CARATTERISTICHE QUADRO																																																						
IMPIANTO A MONTE																																																						
TENSIONE [V]	400 FREQ. [Hz]	50																																																				
CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]																																																						
Icc PRES. SUL QUADRO [kA]		9,6																																																				
SISTEMA DI NEUTRO		TT																																																				
DIMENSIONAMENTO SBARRE																																																						
In [A]	32 Icc [kA]	10 kA																																																				
CARPENTERIA		metallica																																																				
CLASSE DI ISOLAMENTO		IP 40																																																				
NORMATIVA DI RIFERIMENTO																																																						
INTERRUTTORI SCATOLATI	<input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2																																																					
INTERRUTTORI MODULARI	<input type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2																																																					
	<input type="checkbox"/> — CEI EN 60898																																																					
CARPENTERIA	<input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 61439-2																																																					
	<input type="checkbox"/> — CEI 23-48 - CEI EN 60670-1																																																					
	<input type="checkbox"/> — CEI 23-49 - CEI EN 60670-24																																																					
	<input type="checkbox"/> — CEI 23-51																																																					
COMMESSA:																																																						
QUADRO: Quadro Generale bassa tensione																																																						
tesì	CLIENTE	PROGETTO	FILE	progetto fv [Q00] [QGBT].dwg	ARCHIVIO	DATA	11/12/2019	REVISIONE	RD.0	DISEGNATORE	PAGINA	1	SEGUE	2																																								
	IMPIANTO	impianto elettrico residenziale	TAVOLA																																																			



Nella Tabella 15 è rappresentato il computo metrico dell'impianto fotovoltaico. E' stato considerato il prezzario della regione Piemonte edizione 2019 [12].

Se z.	Codice	Descrizione	U. M.	Euro	Quantità	Costo tot
03	03.P14	SISTEMI SOLARI				6.189,00 €
03	03.P14.A 16	Sistema fotovoltaico per connessione in rete costituito da moduli in silicio cristallino, inverter, struttura di sostegno per tetti inclinati, esclusi cavi di connessione, quadri DC e AC con dispositivi di protezione ed interfaccia				
03	03.P14.A 16.010	Impianto parzialmente integrato complanare alla falda, potenza kWp 3	cad	6.030,60	1	6.030,60 €
06	06.A07	INTERRUTTORI, DIFFERENZIALI, FUSIBILI				159,00 €
06	06.A07. A03	F.O. Fornitura in opera entro quadro o contenitore predisposto di interruttore automatico magnetotermico (MT), tipo modulare, curva C potere d'interruzione di 10 kA secondo norme CEI EN 60898. compreso ogni accessorio per la posa ed i collegamenti elettrici.				
06	06.A07.A 03.010	F.O. di MT 10 kA curva C - 1P - da 10 a 32 A	cad	22,37	1	22,37 €
06	06.A07. B01	F.O. Fornitura in opera di blocco differenziale da accoppiare ad interruttore magnetotermico modulare, classe AC, (per correnti di guasto alternate sinusoidali) compreso ogni accessorio				

		per la posa ed i collegamenti elettrici.				
06	06.A07.B 01.010	F.O. di Bl.diff. 2P In <= 25 A cl.AC - 30 mA	cad	42,47	1	42,47 €
06	06.P01.E 01.020	cavo tipo FG160R16 0,6/1 kV 1 x 6	m	0,91	50	45,50 €
06	06.A10.A 01.015	F.O. di tubo PVC rigido D. 25 mm	m	3,25	15	48,75 €
						€ 6.348,00

Tabella 15-Computo metrico dell'impianto fotovoltaico

2.4 IMPIANTO ELETTRICO DOMOTICO

La domotica è la scelta migliore per gli utenti che desiderano una casa in grado di soddisfare ogni esigenza. L'obiettivo è garantire sicurezza, comfort e comodità, ma anche controllare e gestire i carichi elettrici per un risparmio economico. Nel caso studio in questione si utilizza una domotica cablata e non una domotica wireless per i seguenti motivi:

- è molto più economica rispetto alla domotica wireless;
- è una struttura pubblica per persone con disabilità, per cui risulta scomodo il continuo cambio delle pile;
- riguardo alla manutenzione non si può garantire una gestione accorta e duratura, ad esempio, dopo un anno.

Si gestiscono le seguenti funzioni:

- antintrusione;
- gestione e controllo carichi elettrici;
- gestione comando luci;
- antiallagamento
- rilevatore gas e fumi;
- diffusione sonora.

2.4.1 IMPIANTO ANTINTRUSIONE

L'impianto antifurto ha l'obiettivo di segnalare il tentativo di intrusione nella struttura residenziale mediante la protezione perimetrale di porte e finestre e

rileva la presenza di persone non autorizzate attraverso la rilevazione volumetrica. Si crea una linea antintrusione nel quadro generale ubicato nel locale tecnico del piano interrato e si inserisce un alimentatore che ha il compito di fornire energia elettrica alla linea Bus antifurto in bassa tensione. Alla linea Bus antifurto si collega la centrale antifurto. Si inseriscono i sensori magnetici sul perimetrale esterno delle persiane delle finestre e delle porte che danno accesso alla strada e i sensori volumetrici nell'edificio per le intrusioni. Lo scopo è quello di garantire sicurezza a coloro che abitano nella struttura sia quando non ci sono mediante l'attivazione del sistema antifurto e sia quando sono in casa disattivando i sensori volumetrici in modo da permettere alle persone di spostarsi liberamente all'interno della casa e lasciar attivi solo i sensori magnetici o parte di essi, ad esempio si può disattivare il sensore magnetico della finestra della camera perché la persona ha caldo o perché vuole far arieggiare la stanza e sente il bisogno di aprire la finestra. Il sistema antifurto è dotato anche di una sirena interna situata nel locale tecnico, di una sirena esterna posta sul balcone del piano primo e di due inseritori con tastiera e display posti all'ingresso di ciascun appartamento. L'attivazione o disattivazione del sistema avviene sia in casa tramite la centrale antifurto con comunicatore telefonico e i due inseritori sia a distanza tramite cellulari o qualsiasi dispositivo portatile. Si realizzano 3 anelli di connessione per dispositivi dell'impianto antintrusione, uno per ogni piano dell'edificio, attraverso il cavo Bus antifurto. Nella Figura 29 si evidenzia lo schema a blocchi del sistema antintrusione e nella Figura 30 viene rappresentato l'impianto antifurto con percorso canalizzazioni e simboli.

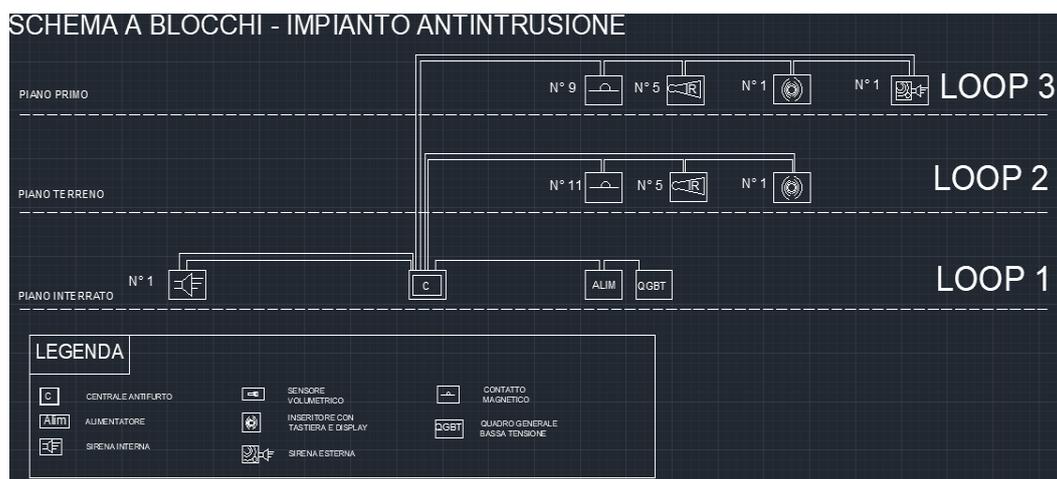
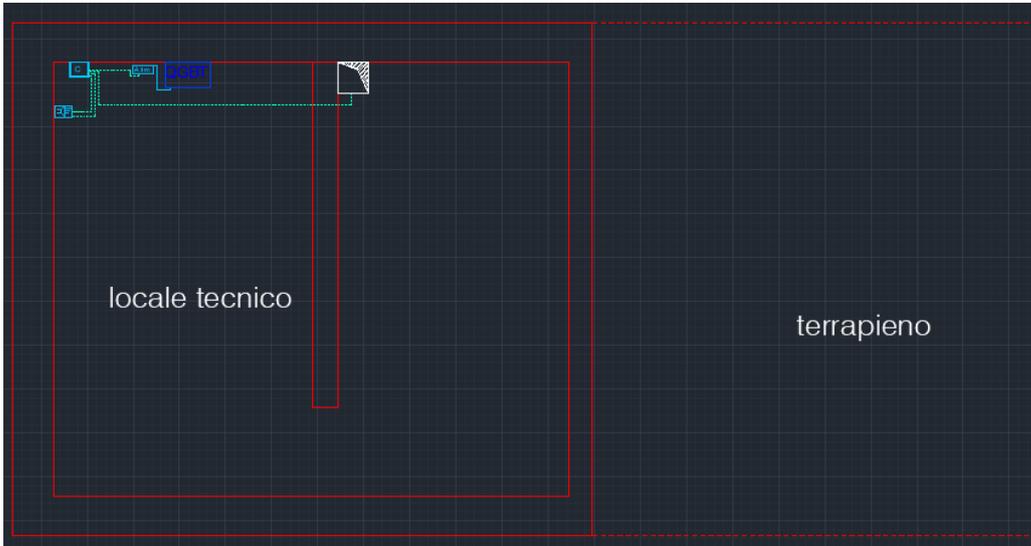
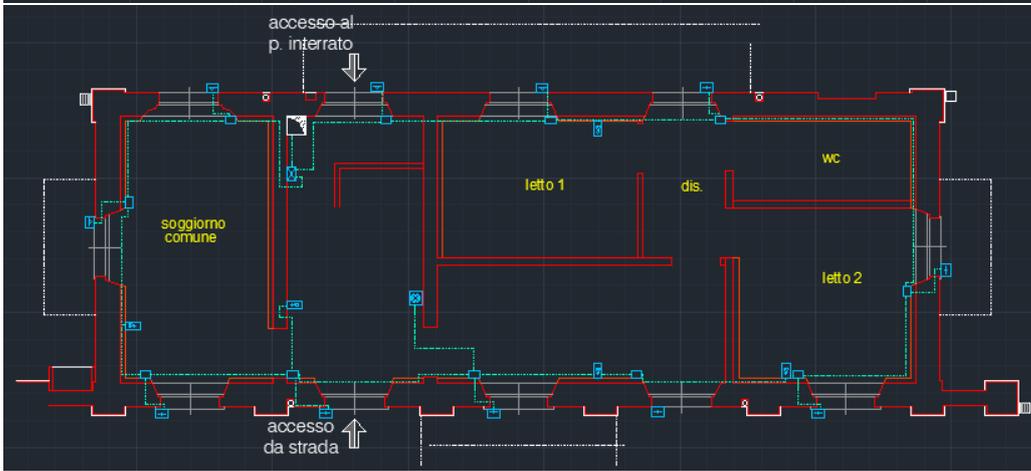
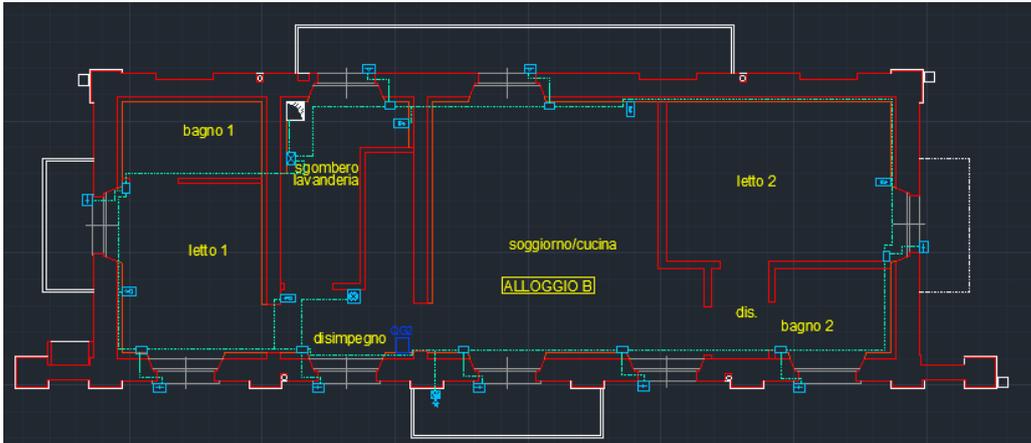


Figura 29- Schema a blocchi impianto antintrusione



LEGENDA			
	CENTRALE ANTIFURTO		INSERITORE CON TASTIERA E DISPLAY
	ALIMENTATORE		QUADRO GENERALE BASSA TENSIONE
	SIRENA INTERNA		CANALIZZAZIONE LINEA ANTIFURTO
	CONTATTO MAGNETICO		CANALIZZAZIONE CAVO BUS ANTIFURTO
	SIRENA ESTERNA		CASSETTA CAVI PER CONTATTI MAGNETICI
	SENSORE VOLUMETRICO		CASSETTA DI DERIVAZIONE

Figura 30- Impianto antintrusione con percorso canalizzazione

2.4.2 IMPIANTO ANTIALLAGAMENTO

L'impianto antintrusione può essere esteso per la protezione di persone o cose da eventi pericolosi, ad esempio perdite d'acqua. Si integra il sistema antintrusione con sensori di allagamento. In caso di perdite d'acqua, il sensore anti-allagamento invia un segnale di allarme tramite un ricevitore radio connesso all'impianto antintrusione. Si realizzano 3 anelli di connessione per dispositivi dell'impianto anti-allagamento, uno per ogni piano dell'edificio, attraverso il cavo Bus antifurto. Nella Figura 31 viene mostrato lo schema a blocchi dell'impianto anti-allagamento, mentre nella Figura 32 si evidenzia l'impianto con percorso canalizzazione e simboli.

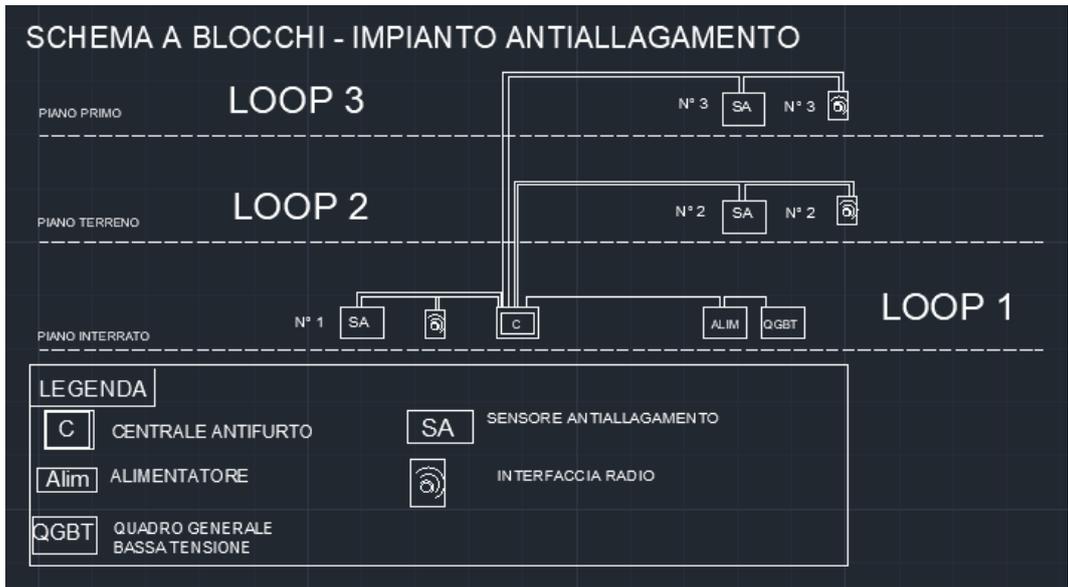
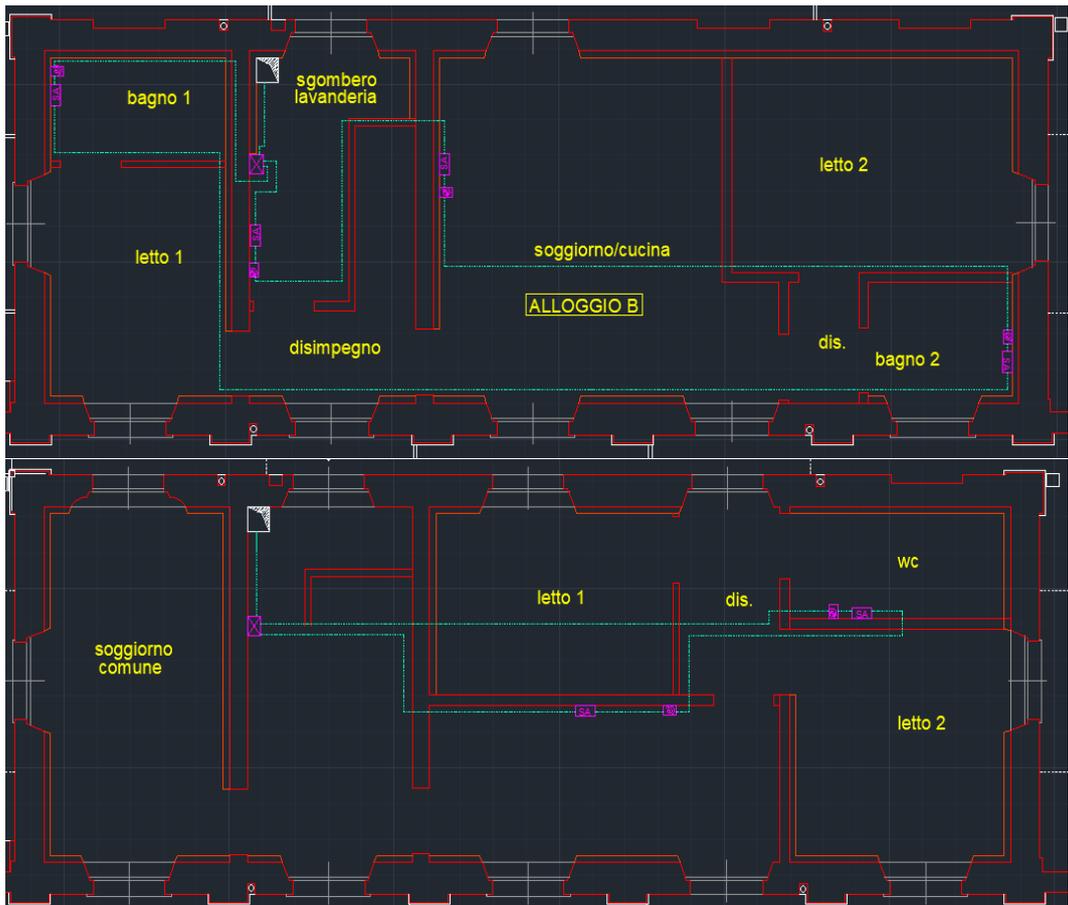


Figura 31-Schema a blocchi impianto anti allagamento



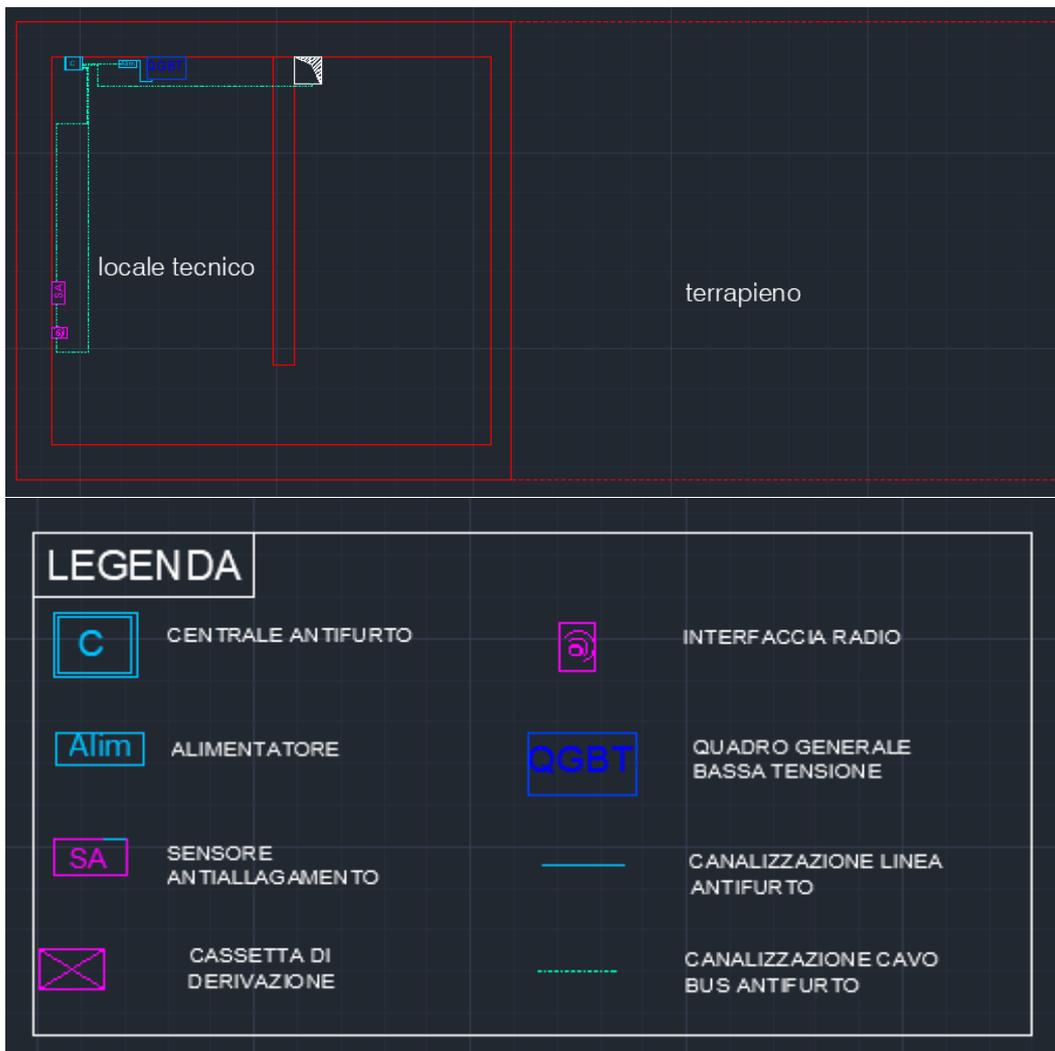


Figura 32- Impianto antiallagamento con percorso canalizzazione

2.4.3 IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA

Lo scopo è dare maggiore sicurezza nell'ambito domestico. Più sicurezza comporta una migliore qualità di vita. La videosorveglianza viene garantita attraverso delle telecamere collegate ad un registratore con un cavo di rete. Il connettore alimentazione della videocamera si connette ad un alimentatore 12 V, connesso a sua volta ad una presa elettrica per fornire corrente alla telecamera. Per la visualizzazione delle immagini si collega un monitor al registratore tramite un cavo VGA. Dal registratore partirà un altro cavo ethernet per il collegamento ad Internet e la visione in remoto. Attraverso questo impianto è possibile visualizzare le immagini fornite dalle telecamere in diretta nella struttura abitativa e grazie al sistema di registrazione è possibile registrare gli eventi per una successiva

consultazione/visualizzazione. Si può registrare in modo continuo, o solo in certi orari oppure solo in caso di intrusione. Il registratore è fornito di Hard Disk utile per archiviare i files video. È importante l'utilizzo di un Hard Disk per la videosorveglianza per una durata maggiore di tempo. Una volta esaurito lo spazio di archiviazione, l'impianto sovrascrive automaticamente i files più vecchi, oppure si limita il numero di giorni da tenere in archivio con la cancellazione automatica dei files di troppo. Nella Figura 33 è rappresentato lo schema a blocchi dell'impianto di videosorveglianza e nella Figura 34 è rappresentata la struttura dell'impianto.

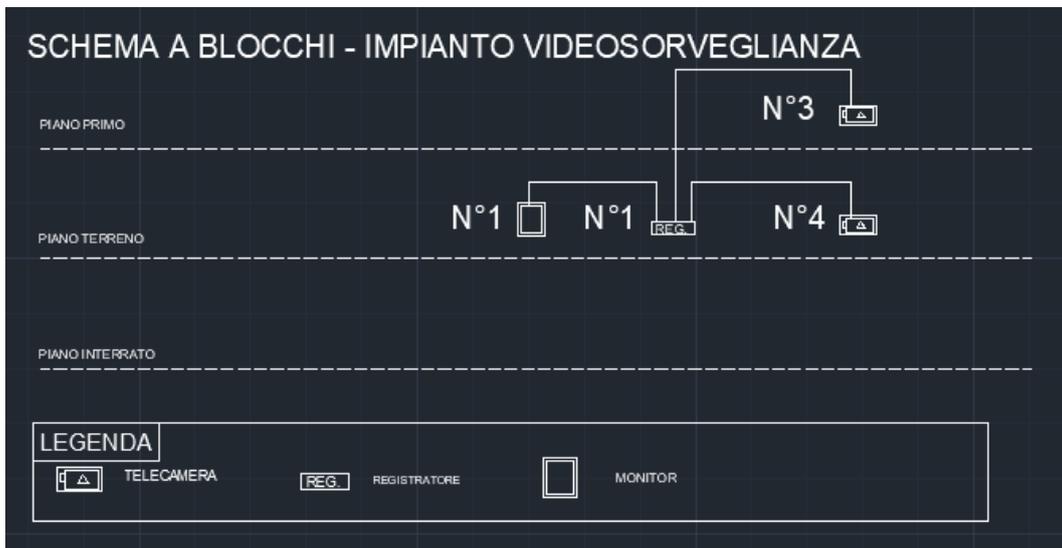
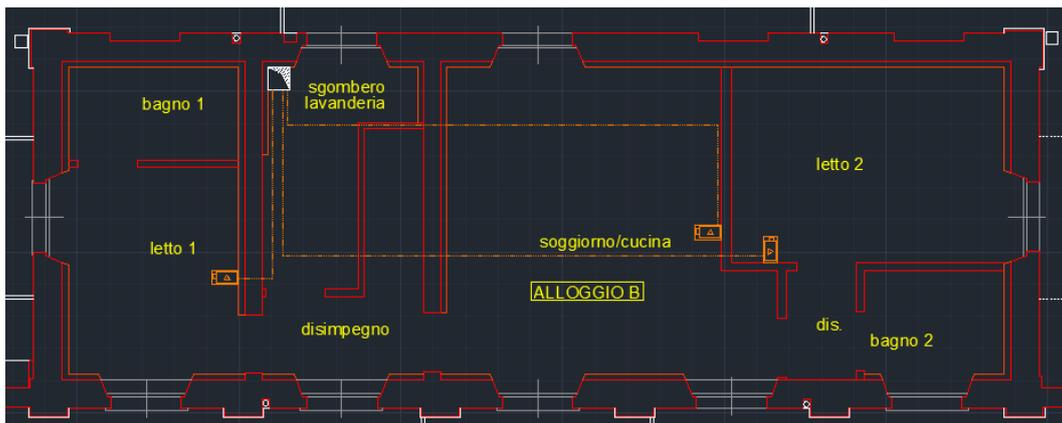


Figura 33- Schema a blocchi impianto videosorveglianza



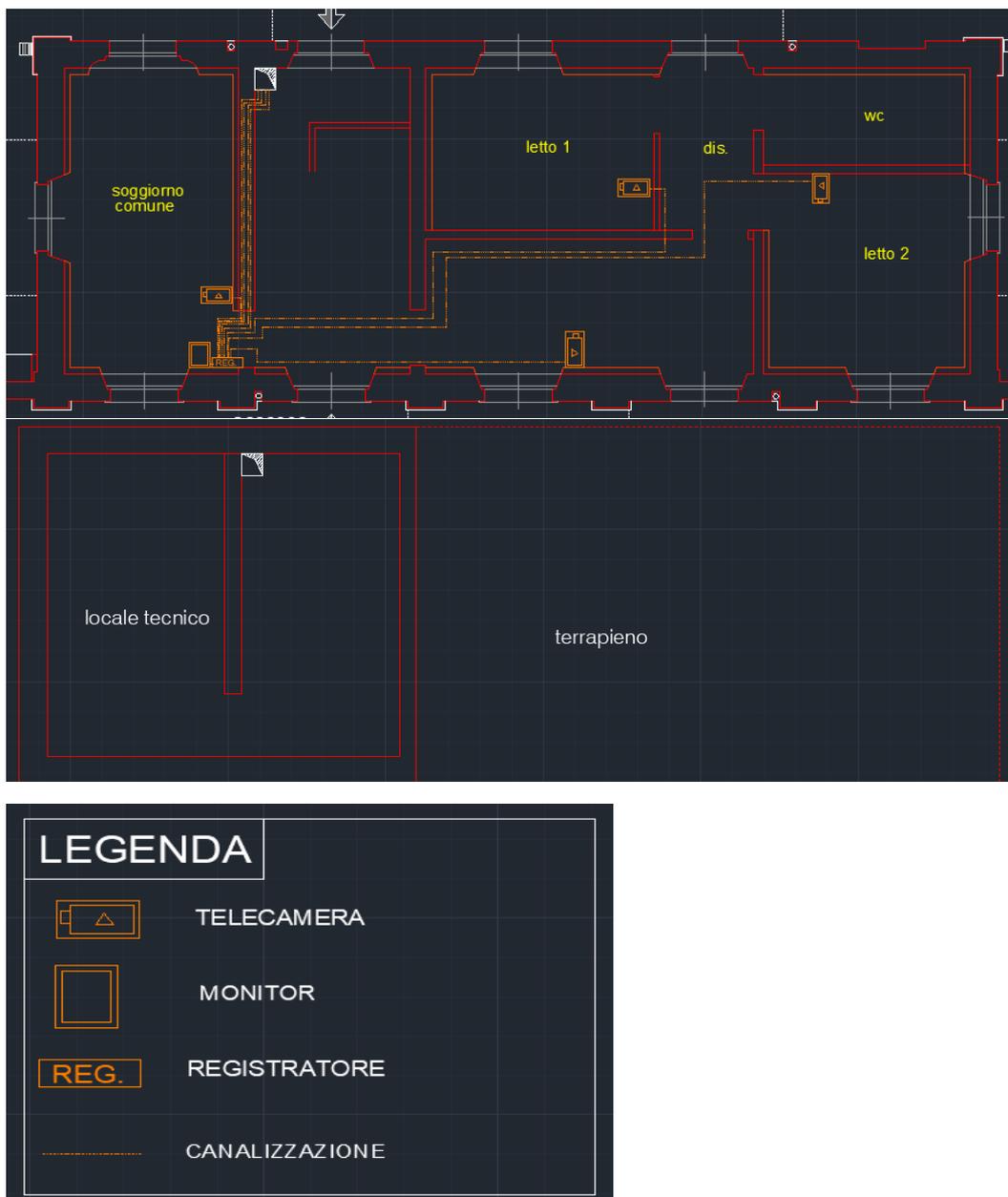


Figura 34- Impianto videosorveglianza

2.4.4 IMPIANTO VIDEOCITOFONO

L'impianto videocitofono è utile per garantire la sicurezza della propria casa e di coloro che ci abitano. Nell'ambito della domotica e della tecnologia il videocitofono si è evoluto per assicurare un elevato grado di sicurezza e comfort. Essi permettono di far vedere, oltre che sentire, in tempo reale le persone che si trovano all'esterno tramite una webcam installata internamente. Si crea una linea

videocitofono nel quadro generale parti comuni ubicato nel disimpegno scale del piano terra e si inserisce un alimentatore che ha il compito di fornire energia elettrica al cavo Bus comunicazione in bassa tensione. Si inserisce un nodo audio/video collegato all'alimentatore tramite il Bus comunicazione e da esso si collega il videocitofono esterno e i monitor interni. Il videocitofono esterno, detto anche pulsantiera, è formato da due tasti avendo due appartamenti. I monitor posizionati all'interno dell'edificio sono presenti non solo all'ingresso degli appartamenti ma anche nelle camere per evitare che le persone con difficoltà motorie percorrano tutta la casa per andare a rispondere. Si realizzano 2 loop di connessione per i dispositivi dell'impianto videocitofono, uno nel piano terra e l'altro nel piano primo, attraverso il cavo Bus comunicazione. Nella Figura 35 si evidenzia lo schema a blocchi dell'impianto videocitofono, invece nella Figura 36 è rappresentato l'impianto videocitofono.

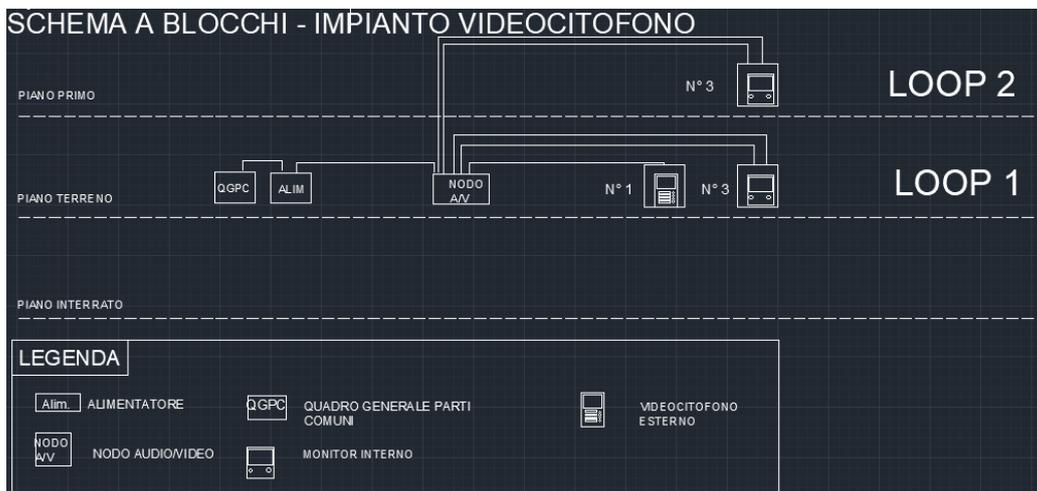
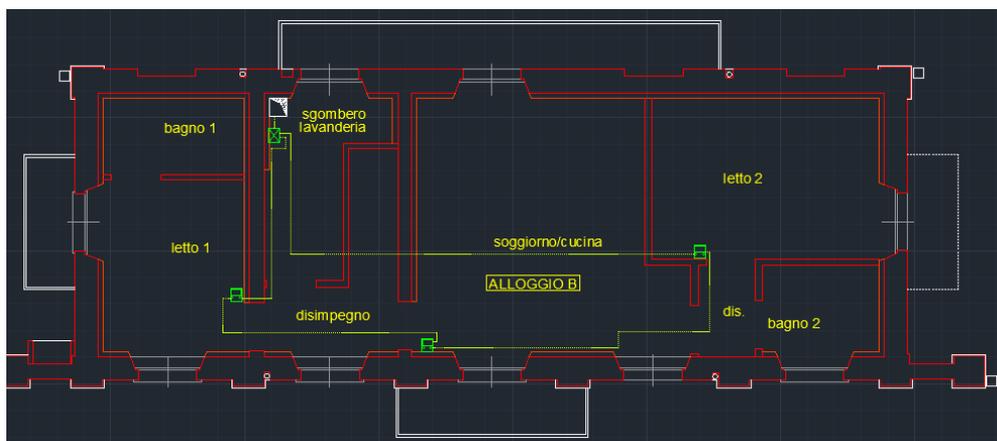


Figura 35-Schema a blocchi impianto videocitofono



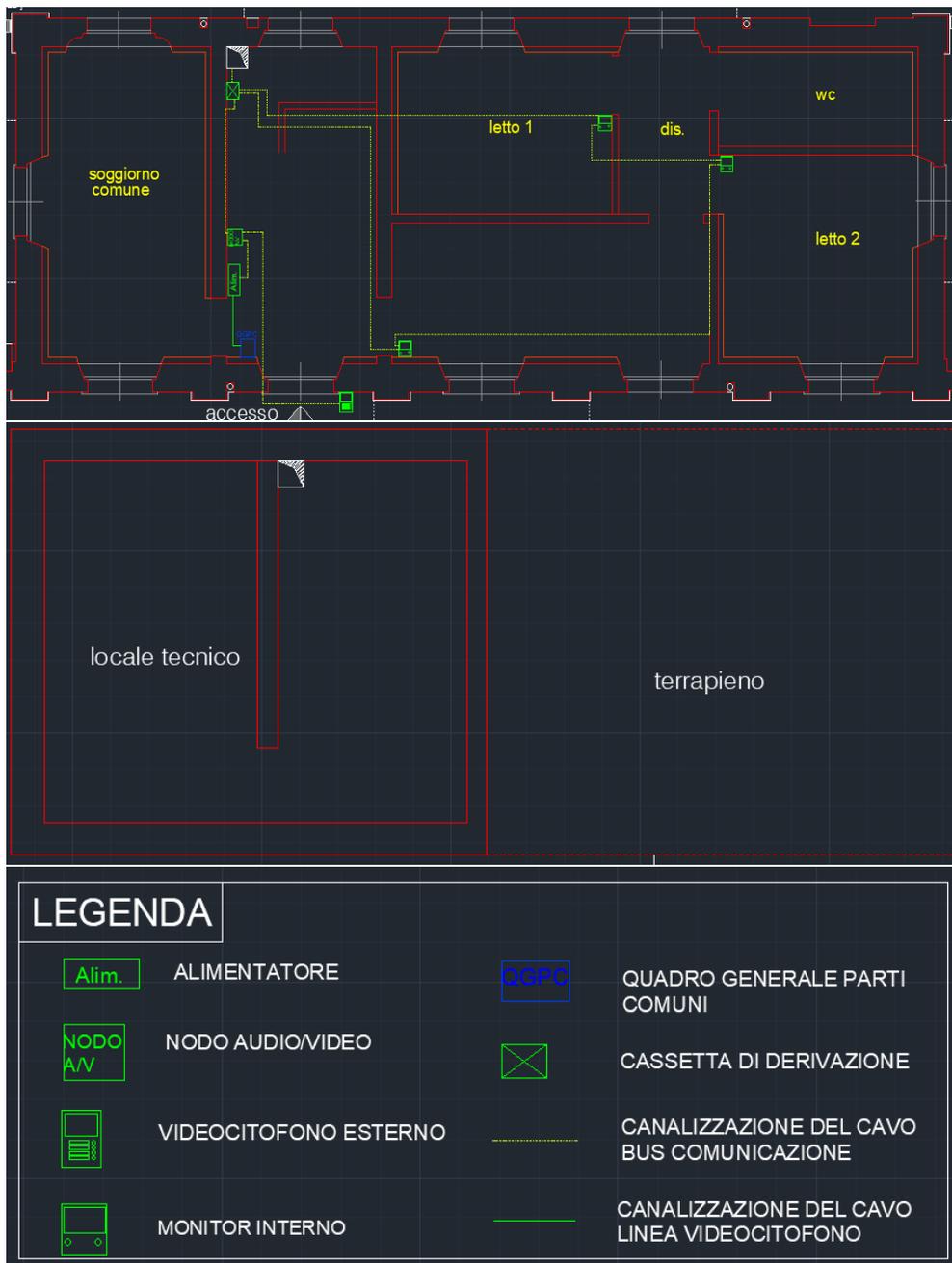


Figura 36- Impianto videocitofono

2.4.5 IMPIANTO ANTINCENDIO E RILEVATORE GAS

All'interno dell'edificio c'è un impianto di rivelazione incendi a servizio di tutta la struttura. La centrale, alimentata da una propria linea elettrica nel quadro generale di bassa tensione ubicato nel locale tecnico del piano interrato, riceve i

segnali ricevuti dai rivelatori ottici di fumo installati a parete all'interno della struttura mediante i cavi di connessione resistenti al fuoco e dà luogo ad una segnalazione acustica. In generale i rivelatori ottici di fumo si posizionano lungo le vie di fuga della casa per segnalare l'emergenza e per garantire una via certa per allontanarsi da un presunto incendio. Nel caso studio essi vengono installati nei disimpegni di ogni piano, nel salotto di ogni appartamento e nella zona lavanderia in comune. L'impianto di rivelazione incendi può essere esteso per la protezione di persone o cose da eventi pericolosi, ad esempio fughe di gas. Si integra il sistema rivelazione incendi con sensori di gas. Si realizzano 3 loop di connessione per i dispositivi antincendio e per i sensori di gas, uno per ogni piano della struttura abitativa, con cavi resistenti al fuoco. Si inseriscono anche dei pulsanti di segnalazione allarme incendio in cassetta con vetro per la segnalazione manuale di un incendio, posizionati nelle zone in comune e nel disimpegno di ciascun appartamento. Nella Figura 37 è presente lo schema a blocchi dell'impianto antincendio e rilevatore gas, nella figura 38 l'impianto antincendio e rilevatore gas con canalizzazione.

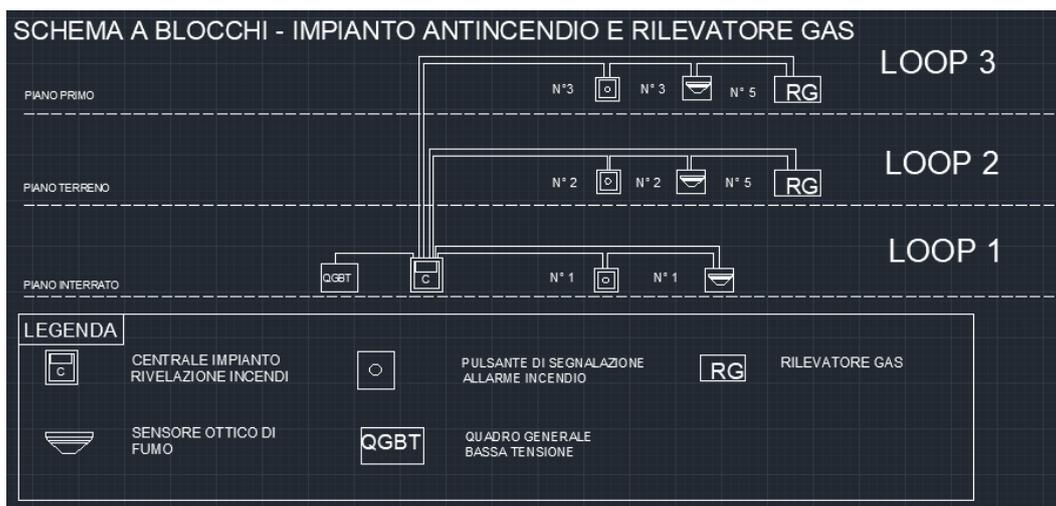


Figura 37- Schema a blocchi impianto antincendio e rilevatore gas





Figura 38- Impianto antincendio e rilevatore gas con percorso canalizzazione

2.4.6 DIFFUSIONE SONORA

L'impianto di diffusione sonora ed evacuazione (EVAC) è utilizzato non solo per diffondere messaggi in caso di emergenza, ad esempio quando c'è la presenza di un incendio, ma anche per diffondere altre comunicazioni sonore in condizioni ordinarie, ad esempio quando si vuole ascoltare la musica o annunci. È formato da una centrale impianto diffusione sonora ed evacuazione posta nel locale tecnico del piano interrato e collegata alla centrale impianto rivelazione incendi tramite un cavo resistente al fuoco, da casse acustiche e diffusori sonori opportunamente disposti nei vari ambienti e da una base microfonica posta nel soggiorno comune del piano terra per avvisare le persone in caso di emergenza, anch'essi collegati tra loro mediante un cavo resistente al fuoco. Se si verifica un incendio, la centrale di diffusione sonora EVAC riceve un segnale di pericolo dalla centrale impianto rivelazione incendi; successivamente la centrale diffusione sonora manda dei messaggi sonori a coloro che si trovano all'interno dell'edificio, dando via alle cosiddette procedure di emergenza per l'evacuazione. Si realizzano 3 anelli di connessione per dispositivi dell'impianto diffusione sonora, uno per ogni piano dell'edificio, attraverso il cavo resistente al fuoco. Nella Figura 28 è presente lo schema a blocchi del sistema diffusione sonora ed evacuazione, mentre nella Figura 29 è presente il sistema diffusione sonora ed evacuazione.

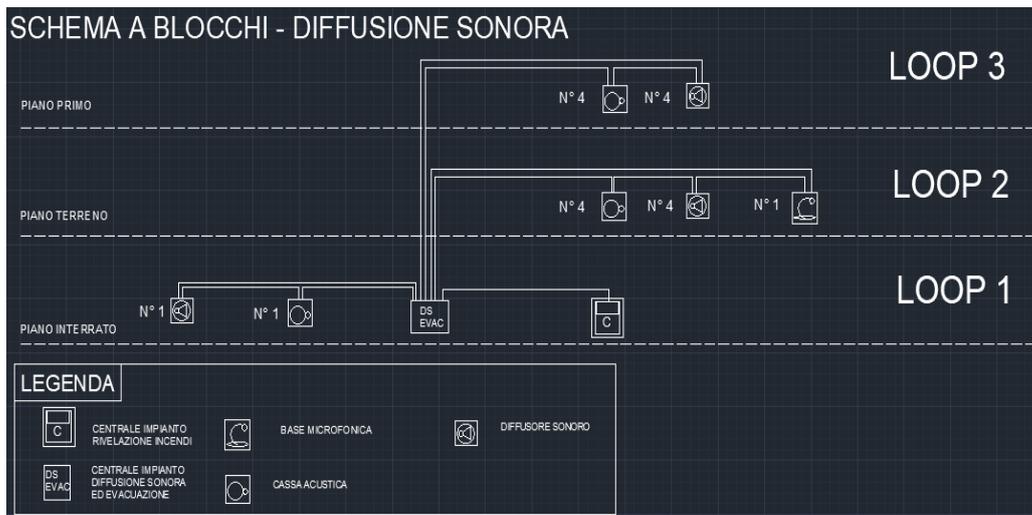


Figura 39-Schema a blocchi impianto diffusione sonora

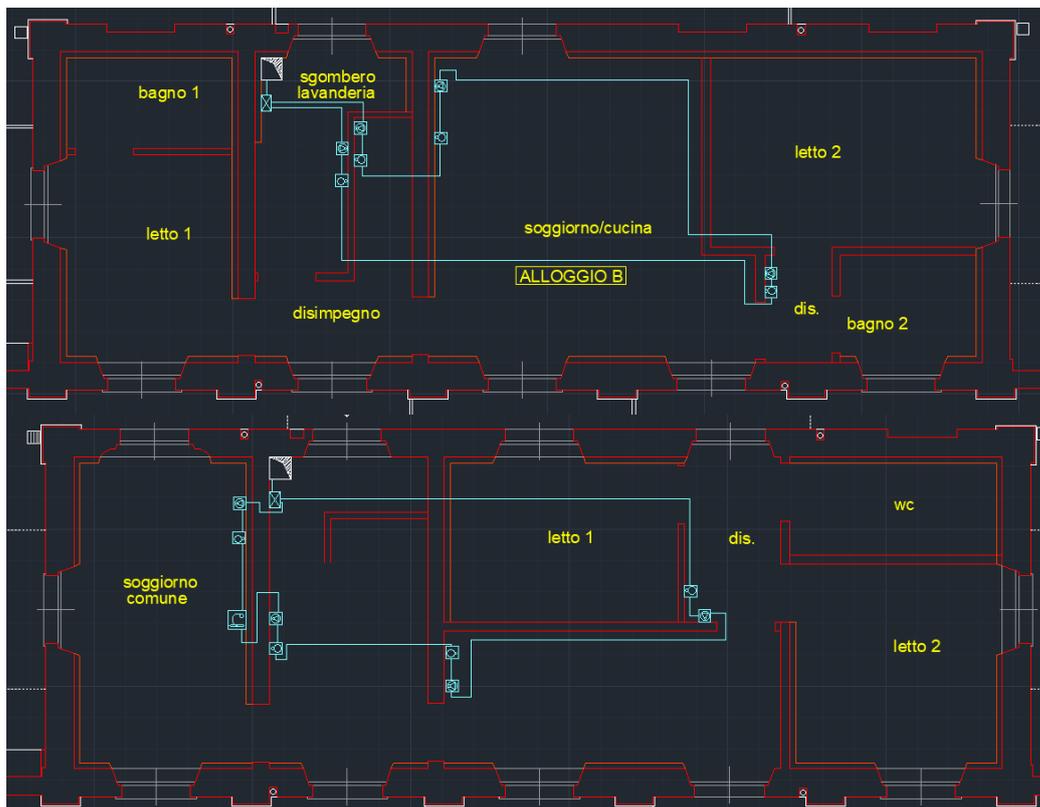




Figura 40-Impianto diffusione sonora

2.4.7 GESTIONE LUCI

Per la gestione delle luci si considera un dispositivo, ad esempio il Sonoff, in grado di controllare da remoto un qualsiasi punto luce, anche congiuntamente ad un interruttore o relè, tramite smartphone o qualsiasi dispositivo portatile o per mezzo di speakers come Alexa o Google Home. In questo modo si utilizzano dei relè passo passo per l'accensione manuale dei punti luce tramite dei pulsanti e dei dispositivi domotici, ad esempio un Sonoff o dispositivi simili, configurati in

modalità impulso che hanno il compito di eccitare il relè passo passo. Le caratteristiche più importanti di questo tipo di dispositivo sono:

- Controllo dei punti luce da remoto
- Controllo punti luce con interruttore esterno connesso con il dispositivo
- Controllo vocale tramite speakers, ad esempio Alexa
- Collegamento del dispositivo in rete tramite WiFi

Nella Figura 41 viene rappresentato un tipico Sonoff.

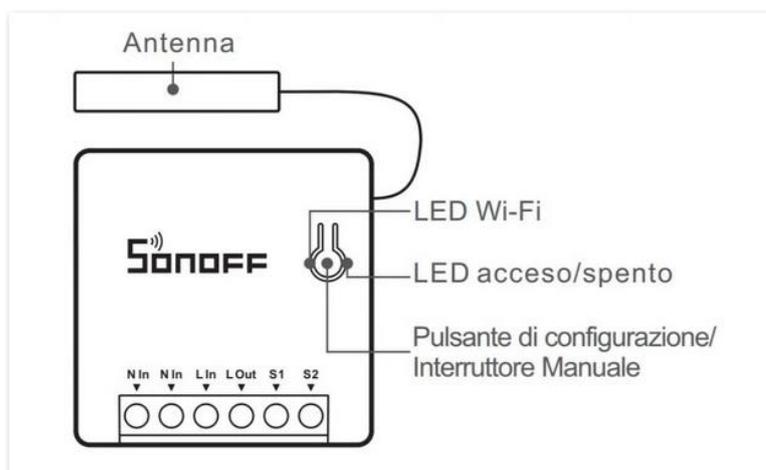


Figura 41- Sonoff [13]

Nella Figura 42 è rappresentato lo schema di collegamento del Sonoff con il relè passo passo.

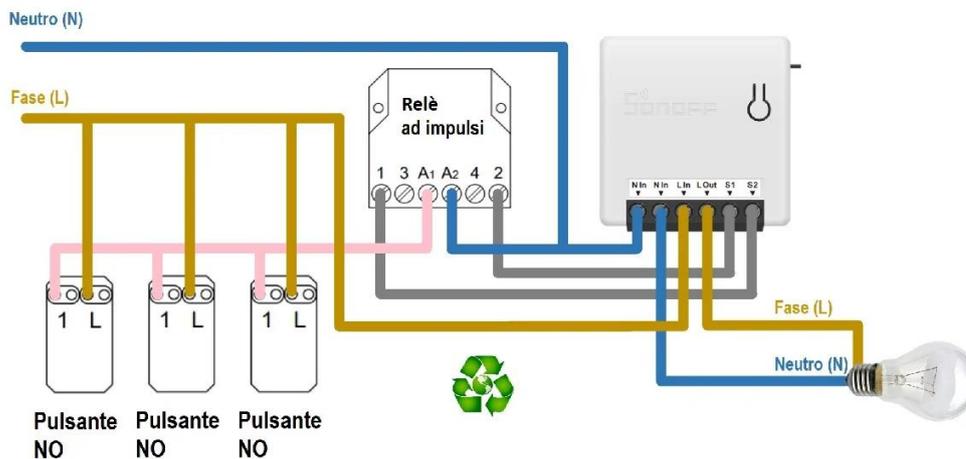


Figura 42-Schema di collegamento del Sonoff, relè ad impulsi, pulsanti e punti luce [13]

2.4.8 GESTIONE CARICHI ELETTRICI

Anche per la gestione dei carichi elettrici si trasformano le prese tradizionali in prese intelligenti tramite il Sonoff. Questo dispositivo si usa per comandare le prese da remoto tramite qualsiasi dispositivo portatile o tramite comando vocale. L'obiettivo è gestire i carichi elettrici per controllare il consumo energetico e ottimizzare i tempi a nostra disposizione, ma anche per comfort, ad esempio quando si è fuori casa e si vuole azionare il forno per cucinare il cibo e trovarlo pronto appena si rientra in casa. Il Sonoff si può installare sia nella scatola da incasso della presa sia all'esterno, in entrambi i casi il collegamento rimane lo stesso. Nel caso studio è presente almeno una presa comandata in ogni stanza, ad esempio si considerano due smart plugs nella camera: una vicino al comodino per collegare la lampada da comodino per l'accensione o lo spegnimento della luce per risparmiare energia elettrica e per comodità e un'altra vicino alla scrivania per controllare dei dispositivi, ad esempio il computer. Nella Tabella 16 è presente il numero delle prese intelligenti, dette smart plugs, in ogni stanza.

PIANO	STANZA	N° SMART PLUGS
Terreno	Soggiorno	1
	Cucina	3
	Camera	2
	Camera	2

Primo	Camera	2
	Lavanderia	2
	Soggiorno	3
	Camera	2

Tabella 16-Prese intelligenti nelle rispettive stanze

2.5 COMPUTO METRICO

Il computo metrico viene calcolato in base alle tipologie degli impianti elettrici di installazione. Le tipologie sono:

- impianto elettrico tradizionale
- impianto elettrico domotico tradizionale
- impianto elettrico domotico innovativo

Il computo metrico dell'impianto elettrico tradizione include i prezzi di ogni apparecchio e dispositivi standard certificati in base alla normativa. Nella Tabella 17 è presente il computo metrico dell'impianto elettrico tradizionale.

Descrizione	U. M.	Euro	Quantità	Costo tot
QUADRI ELETTRICI "BT"				406,00 €
F.O. di quadretto vetror. dim.250x300 mm. circa, c/port.	cad	86,26	3	258,00 €
F.O. di quadretto vetror. dim.300x500 mm. circa, c/port.	cad	148,97	1	148,00 €
APPARECCHIATURE DI COMANDO E PROTEZIONE "BT" - INTERRUTTORI, DIFFERENZIALI, FUSIBILI				1.412,00 €

F.O. Fornitura in opera entro quadro o contenitore predisposto di interruttore automatico magnetotermico (MT), tipo modulare, curva C potere d'interruzione di 10 kA secondo norme CEI EN 60898. compreso ogni accessorio per la posa ed i collegamenti elettrici.				
F.O. di MT 10 kA curva C - 1P - da 10 a 32 A	cad	22,37	29	648,00 €
F.O. di Blocco differenziale 2P In <= 25 A cl.AC - 30 mA	cad	42,47	17	721,00 €
F.O. di Bl.diff. 2P In >= 32 A cl.AC - 300/500 mA	cad	43,69	1	43,00 €
CAVI ENERGIA PER BASSA TENSIONE				411,00 €
F.O. di cavo tipo N07V-K 1 x 10	m	2,80	105	294,00 €
F.O. di tubo PVC rigido D. 25 mm	m	3,25	36	117,00 €
CASSETTE DI DERIVAZIONE				171,00 €
F.O. di cassetta da incasso 196x152x70	cad	12,25	14	171,00 €
PUNTI DI ALIMENTAZIONE E COMANDO LUCI				6.223,00 €
F.O. di Impianto in tubo PVC incassato punto luce con relè	cad	152,52	32	4.880,00 €
F.O. di Impianto in tubo PVC incassato punto di comando successivo al primo	cad	70,72	19	1.343,00 €

APPARECCHI ILLUMINANTI				3.205,00 €
plaf. 1x36 W sporgente flusso controll. in all.	cad	51,39	19	976,00 €
faretto in allum. c/parabola par 38	cad	39,01	32	1.248,00 €
P.O. di corpo illuminante civile/ind. 1x18 W	cad	18,42	32	589,00 €
P.O. di corpo illuminante civile/ind. 1x36 W	cad	20,66	19	392,00 €
PUNTI PRESA FM				5.346,00 €
F.O. di Impianto in tubo PVC incassato punto presa civile	cad	118,73	43	5.105,00 €
F.O. di presa italiano 2P+T 10/16A	cad	4,64	21	97,00 €
F.O. di presa tedesco- italiano 2P+T 10/16A	cad	6,88	21	144,00 €
PUNTI ALIMENTAZIONE FM				2.730,00 €
F.O. di Impianto in tubo PVC incassato punto presa civile	cad	118,73	23	2.730,00 €
IMPIANTO TV				1.398,00 €
F.O. di antenna logaritmica allum. anodizz. attacco palo	cad	128,60	1	128,00 €
F.O. di centralino a larga banda	cad	280,96	1	280,00 €
F.O. di modulo amplificatore di potenza a larga banda	cad	238,33	1	238,00 €
F.O. di impianto presa per antenna TV	cad	107,57	7	752,00 €

ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA				2.489,00 €
F.O. di Imp. in tubo PVC incassato punto per lampada di emergenza con linea bus	cad	43,11	17	732,00 €
F.O. di plaf. emerg. IP-65 1 x 8 W fluores. auton. 2 h	cad	103,40	17	1.757,00 €
IMPIANTI DI TERRA				433,00 €
P.O. di piattina di rame 40/50 x 4 mm	m	28,91	15,00	433,00 €
				24.224,00 €

Tabella 17- Computo metrico impianto elettrico tradizionale

Il computo metrico dell'impianto elettrico domotico tradizionale include i prezzi di tutti i dispositivi degli impianti speciali considerati. Nella Tabella 18 è presente il computo metrico dell'impianto elettrico domotico tradizionale.

Descrizione	U.M.	Euro	Quantità	Costo tot
CITOFONI, VIDEOCITOFONI, INTERFONI, TELEFONI				3.020,00 €
pulsantiera bicanale a 2 pulsanti 1 fila	cad	25,58	1	25,00 €
frontale e scatola larghezza 206 mm senza tasti	cad	64,18	1	64,00 €
unità ripresa comp. inc. con telec. ob. ill.	cad	482,91	1	482,00 €
alimentatore integrale 60 VA 110-220-240 V	cad	155,64	1	155,00 €
monitor 6" parete/tav. a centralino a.p., 2 tas.	cad	194,02	7	1.358,00 €
P.O. di pulsantiera videocitofonica	cad	88,94	1	88,00 €

P.O. di collegamento a ogni singolo pulsante	cad	3,33	49	163,00 €
P.O. di monitor	cad	83,94	7	587,00 €
P.O. di unità di ripresa	cad	66,70	1	66,00 €
P.O. di alimentatore per impianti videocitofonici	cad	32,78	1	32,00 €
TELECAMERE				3.520,00 €
F.O. Telecamera completa di ogni accessorio necessario al suo completo funzionamento quali: elementi di fissaggio, etc	cad	279,11	7	1.953,00 €
F.O. di Impianto in tubo PVC incassato punto presa civile	cad	118,73	7	831,00 €
F.O. Videoregistratore digitale a 8 canali, 960h, algoritmo di compressione H.264, con uscita USB 2.0 per esportazione immagini, uscita video VGA, dotato di interfaccia di rete Lan/ethernet, predisposto per HDD SATA fino a 1 TB alimentato a 220v	cad	254,95	1	254,00 €
F.O. Hard disk per videoregistratori digitali, capacità 1 TGB SATA	cad	154,32	1	154,00 €
F.O. Monitor LCD da 19" a 22 - a matrice attiva Antiriflesso, antigraffio, Risoluzione: 1920x1080@75Hz, Contrasto: 5.000.000:1	cad	328,07	1	328,00 €
IMPIANTO ANTINTRUSIONE				4.366,00 €

rivelatore raggi infrarossi passivi portata 10 m	cad	61,26	10	612,00 €
P.O. di rivelatore volumetrico	cad	72,59	10	725,00 €
contatto magnetico 64 mm	cad	6,99	20	139,00 €
P.O. di contatto magnetico	cad	67,02	20	1.340,00 €
centrale a moduli	cad	302,65	1	302,00 €
P.O. di centrale a moduli	cad	67,02	1	67,00 €
sirena elettronica da interno 12 V	cad	18,10	1	18,00 €
sirena elettronica da esterno con lampeggiatore	cad	74,78	1	74,00 €
P.O. di sirena elettronica da interno 12 V	cad	11,11	1	11,00 €
P.O. di sirena elettronica da esterno con lampeggiatore	cad	22,24	1	22,00 €
F.O. di cavo per impianti di sicurezza 2x0,50+2x0,22	m	1,60	660	1.056,00 €
IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDI E GAS				2.057,00 €
RIVELAZIONE FUMI E GAS				
sensore analogico ottico di fumo	cad	51,12	6	306,00 €
rilevatore gas	cad	22,36	10	223,00 €
posa in opera rilevatore gas	cad	25,00	10	250,00 €
cle antinc, conv. >= 12 zone espandibili , con aliment. >= 1,4 A 24V, display, tastiera, memoria eventi.	cad	421,28	1	421,00 €
F.O. di segnalatore acustico/luminoso con o senza crittogramma autoalimentato	cad	149,39	1	149,00 €

pulsante riarmabile oppure di tipo con vetro a rottura per impianti convenzionali	cad	18,65	6	111,00 €
F.O. di cavo con schermo totale 300 V 2 x 1,0	m	1,81	33	597,00 €
IMPIANTO ANTIALLAGAMENTO				€ 270,00
sensore antiallagamento	cad	20,00	6	120,00 €
posa in opera sensore antiallagamento	cad	25,00	6	150,00 €
CONTROLLO LUCI				€ 440,00
Sonoff	cad	10,00	11	110,00 €
posa in opera Sonoff	cad	30,00	11	330,00 €
CONTROLLO FORZA MOTRICE				€ 680,00
Sonoff	cad	10,00	17	170,00 €
posa in opera Sonoff	cad	30,00	17	510,00 €
IMPIANTO DIFFUSIONE SONORA				€ 8.196,00
sistema di evacuazione EVAC EN 60849 fino a 30 diffusori di suono	cad	8.196,65	1	8.196,00 €
				€ 22.549,00

Tabella 18-Computo metrico impianto elettrico domotico tradizionale

Il computo metrico dell'impianto elettrico domotico innovativo include i prezzi di tutti i dispositivi di alcuni impianti speciali considerati, nello specifico dispositivi compatibili, ad esempio, con Alexa o Google Home, ossia con la domotica non certificata. Oggi giorno, grazie allo sviluppo della tecnologia, si può rendere qualsiasi struttura sia pubblica che privata intelligente con l'inserimento di dispositivi smart ma a basso costo. Nel caso studio si considera l'impianto di videosorveglianza e di diffusione sonora. Nel primo caso si sostituiscono le telecamere a circuito chiuso con delle telecamere di sorveglianza Wifi Wireless con controllo da remoto. Ci sono notevoli vantaggi rispetto alle telecamere

tradizionali: risultano più economiche perché non hanno bisogno di cablaggio, si possono inviare i flussi digitali in tutto il mondo, hanno una qualità delle immagini molto elevata grazie alle tecnologie Progressive Scan e la risoluzione in megapixel, possono essere gestite a distanza anche contemporaneamente da più utenti autorizzati. Nel secondo caso si sostituisce l'impianto di diffusione sonora ed evacuazione con degli altoparlanti intelligenti, ad esempio i dispositivi Amazon Alexa o Google Home, controllati mediante comandi vocali che garantiscono l'ascolto della musica, delle notizie e informazioni di vario genere, ad esempio sul traffico o sulle previsioni meteo. Tramite la propria voce si può chiedere a questi dispositivi smart di ascoltare la musica in tutta la casa contemporaneamente perché essi si possono connettere tra di loro. Ad esempio si può considerare il dispositivo Echo Dot in ogni stanza in grado di rendere le azioni di vita quotidiana più semplici. Nella Tabella 19 è presente il computo metrico dell'impianto elettrico domotico innovativo.

DESCRIZIONE	EURO	QUANTITA'	COSTO TOT.
IMPIANTO DIFFUSIONE SONORA			€ 400,00
altoparlanti smart	€ 40,00	10	400,00 €
IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA			€ 224,00
telecamera di Sorveglianza Wifi Wireless Camera Interno Telecamera wi-fi	€32,00	7	€224,00
			€ 624,00

Tabella 19-Computo metrico impianto elettrico domotico innovativo

Nella Figura 43 si evidenzia il confronto di costo in base al tipo di soluzione. Nella prima soluzione si considera la struttura abitativa caratterizzata dal solo impianto elettrico tradizionale il cui costo è di circa € 24.000,00. La seconda soluzione include il costo dell'impianto elettrico tradizionale ed il costo dell'impianto elettrico domotico tradizionale, per un totale di circa € 46.000,00. La terza ed ultima soluzione considera il costo dell'impianto elettrico tradizionale, il costo dell'impianto elettrico domotico tradizionale e il costo dell'impianto elettrico domotico innovativo, per un totale di circa € 35.000,00. In conclusione se si considera la seconda soluzione con l'introduzione della domotica tradizionale si ha poco più del 90% di costi in più. Ma se si sceglie la terza soluzione con l'aggiunta della domotica innovativa, non solo diminuisce il costo totale della domotica

tradizionale ma si ha la garanzia di avere comfort, sicurezza e risparmio energetico con poco più del 40 % di costi in più.

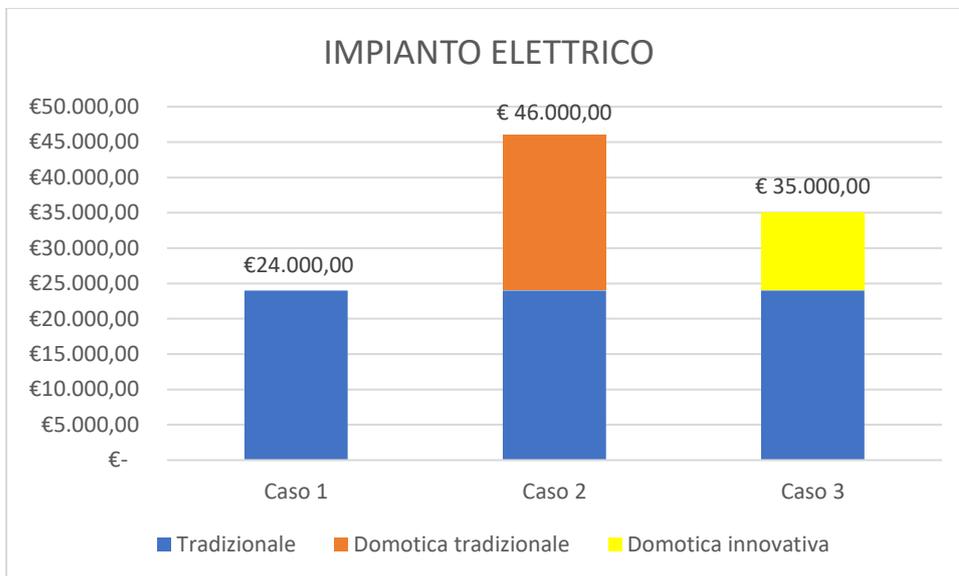


Figura 43- Confronto costi tra le varie soluzioni

CONCLUSIONE

Oggi giorno la domotica ha un ruolo importante nella società, in particolar modo nel sostegno di persone con disabilità. Il lavoro svolto è stato quello di progettare l'impianto elettrico di una struttura pubblica per utenti con disabilità a Chieri (TO) con l'aggiunta di un impianto domotico per garantire maggiore sicurezza, comfort e un risparmio economico sui consumi grazie al controllo dei carichi elettrici. A partire dalla planimetria dell'edificio e dalle nozioni elettriche di base si è realizzato l'impianto elettrico tradizionale caratterizzato dal quadro generale di bassa tensione ubicato nel piano interrato, da un quadro parti comuni e da due quadri, ciascuno per ogni appartamento. E' stato definito nel dettaglio l'impianto illuminotecnico disponendo adeguatamente i corpi illuminanti per ottenere una migliore qualità di illuminamento. Inoltre è stato realizzato anche l'impianto fotovoltaico, installato sulla copertura della struttura, specificando la falda d'installazione più adatta, la taglia e la stima di producibilità elettrica.

Per rendere smart l'edificio complessivo e per facilitare gli utenti con disabilità nella loro quotidianità sono stati realizzati degli impianti speciali. Un primo obiettivo è stato dare maggiore sicurezza alle persone con disabilità nell'ambito domestico tramite la realizzazione di un impianto antifurto che segnala il tentativo di intrusione nella struttura residenziale mediante sensori magnetici posizionati lungo il perimetrale di porte e finestre e rileva la presenza di persone non autorizzate attraverso dei sensori volumetrici posti internamente in ciascuna stanza. Più sicurezza comporta una migliore qualità di vita ed è per questo che è stato introdotto un impianto di videosorveglianza, caratterizzato da telecamere poste nei luoghi in comune e all'interno di ogni appartamento. Un altro impianto speciale preso in considerazione per la sicurezza della casa e di coloro che ci abitano è stato l'impianto videocitofono, dotato di monitor posizionati all'ingresso di ciascun appartamento e all'interno delle camere per evitare che le persone con difficoltà motorie percorrano tutta la casa per andare a rispondere. Un secondo scopo è stato garantire la protezione degli utenti con disabilità da eventi pericolosi tramite l'inserimento di sensori antiallagamento in grado di rilevare perdite d'acqua, sensori gas in grado di rilevare fughe di gas e tramite la realizzazione di un impianto rivelazione incendi a servizio di tutta la struttura. Esso è formato da rivelatori ottici di fumo, installati a parete e posizionati lungo le vie di fuga della casa per segnalare l'emergenza e per garantire una via certa per allontanarsi da un presunto incendio, che mandano dei segnali alla centrale antincendio, dando luogo ad una segnalazione acustica. E' stato introdotto anche l'impianto di diffusione sonora ed evacuazione (EVAC) utilizzato non solo per diffondere

messaggi in caso di emergenza, ad esempio quando c'è la presenza di un incendio, ma anche per diffondere altre comunicazioni sonore in condizioni ordinarie, ad esempio quando si vuole ascoltare la musica o annunci. Un terzo obiettivo è stato gestire il consumo energetico della struttura abitativa controllando le luci e forza motrice tramite l'utilizzo del Sonoff.

Infine è stata svolta una ricerca di mercato sui costi in base alla tipologia dell'impianto elettrico installato, analizzando nel dettaglio i vantaggi e gli svantaggi a seconda della soluzione scelta. Nella prima soluzione si considera la struttura abitativa caratterizzata dal solo impianto elettrico tradizionale senza impianti speciali il cui costo è di circa € 24.000,00. La seconda soluzione include il costo dell'impianto elettrico tradizionale ed il costo dell'impianto elettrico domotico tradizionale, per un totale di circa € 46.000,00. La terza ed ultima soluzione considera il costo dell'impianto elettrico tradizionale e il costo dell'impianto elettrico domotico tradizionale e innovativo per un totale di circa € 35.000,00. Il computo metrico dell'impianto elettrico tradizione include i prezzi di ogni apparecchio e dispositivi standard certificati in base alla normativa. Il computo metrico dell'impianto elettrico domotico tradizionale include i prezzi di tutti i dispositivi degli impianti speciali considerati. Il computo metrico dell'impianto elettrico domotico innovativo include i prezzi di tutti i dispositivi di alcuni impianti speciali considerati, nello specifico dispositivi compatibili, ad esempio, con Alexa o Google Home, ossia con la domotica innovativa ma non certificata. Nel caso studio si considerano innovativi i dispositivi di videosorveglianza e di diffusione sonora. Nel primo caso si sostituiscono le telecamere a circuito chiuso con delle telecamere di sorveglianza Wifi Wireless con controllo da remoto. I vantaggi sono molteplici: risultano più economiche perché non hanno bisogno di cablaggio, hanno una qualità delle immagini molto elevata, possono essere gestite a distanza anche contemporaneamente da più utenti autorizzati. Nel secondo caso si sostituisce l'impianto di diffusione sonora ed evacuazione con degli altoparlanti intelligenti, ad esempio i dispositivi Amazon Alexa o Google Home, controllati mediante comandi vocali che garantiscono informazioni di vario genere ma anche il controllo delle luci e dei carichi elettrici.

In conclusione se si considera la seconda soluzione con l'introduzione della domotica tradizionale si ha poco più del 90% di costi in più. Ma se si sceglie la terza soluzione con l'aggiunta della domotica innovativa, non solo diminuisce il costo totale della domotica tradizionale ma si ha la garanzia di avere comfort, sicurezza e risparmio energetico con poco più del 40 % di costi in più, tenendo presente la dipendenza dalla rete che questi dispositivi tecnologici innovativi hanno.

BIBLIOGRAFIA

- D. Pavithra and R. Balakrishnan, "IoT based monitoring and control system for home automation," 2015 Global Conference on Communication Technologies (GCCT), Thuckalay, 2015, pp. 169-173
- M. Bhole, K. Phull, A. Jose and V. Lakkundi, "Delivering analytics services for smart homes," 2015 IEEE Conference on Wireless Sensors (ICWiSe), Melaka, 2015, pp. 28-33
- E. Ahmed, A. Islam, F. Sarker, M. N. Huda and K. Abdullah-Al-Mamun, "A road to independent living with smart homes for people with disabilities," 2016 5th International Conference on Informatics, Electronics and Vision (ICIEV), Dhaka, 2016, pp. 472-477
- Andreas Jacobsson, Martin Boldt, Bengt Carlsson, A risk analysis of a smart home automation system, Future Generation Computer Systems, Volume 56, 2016, Pages 719-733
- Terence K.L. Hui, R. Simon Sherratt, Daniel Díaz Sánchez, Major requirements for building Smart Homes in Smart Cities based on Internet of Things technologies, Future Generation Computer Systems, Volume 76, 2017, Pages 358-369
- V. Puri and A. Nayyar, "Real time smart home automation based on PIC microcontroller, Bluetooth and Android technology," 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), New Delhi, 2016, pp. 1478-1484
- Chandramohan, J., et al. "Intelligent smart home automation and security system using Arduino and Wi-fi." International Journal of Engineering And Computer Science (IJECS) 6.3 (2017): 20694-20698
- Kirsten Gram-Hanssen, Sarah J. Darby, "Home is where the smart is"? Evaluating smart home research and approaches against the concept of home, Energy Research & Social Science, Volume 37, 2018, Pages 94-101
- Disponibile on line: Analisi delle tecnologie di supporto alla domotica e alla localizzazione in un contesto di utenti mobili di F. Luciani
- [1] Disponibile on line: Domotica, la casa intelligente al nostro servizio su www.automazionesicurezza.com
- [2] M. Asadullah and A. Raza, "An overview of home automation systems," 2016 2nd International Conference on Robotics and Artificial Intelligence (ICRAI), Rawalpindi, 2016, pp. 27-31

- [3] D. H. Stefanov, Z. Bien, and W. C. Bang, "The smart house for older persons and persons with physical disabilities: Structure, technology arrangements, and perspectives," *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 12, no. 2. pp. 228–250, 2004
- [4] A. Iqbal, M. Arifin, and A. Hossain, "Smart Home Appliance Control System for Physically Disabled People using Kinect and X10", in 2016 5th International Conference on Informatics, Electronics and Vision (ICIEV), pp. 891-896
- [5] H. Rashid, S. B. Osman, N. Hassan, I. U. Ahmed, R. Das, and M. Karim, "A New Design Approach of Home Automation System for Patients with Physical Disability to Reduce Water Wastage and Power Consumption using Renewable Energy" in Proceedings of the 2017 4th International Conference on Advances in Electrical Engineering, 2830 September, 2017, Dhaka, Bangladesh, pp. 770-774
- [6] K. V. Sai, B. Vamshi, and V. K. Mittal, "Wireless Voice-Controlled Multi-Functional Secure eHome", *IEEE Transactions*, pp. 2235-2240
- [7] D. Sunehra, and V. Tejaswi, "Implementation of Speech Based Home Automation System using Bluetooth and GSM" in International Conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System (SCOPE)-2016, pp. 807-813
- [8] H. Basanta, Y. Huang, and T. Lee, "Assistive Design for Elderly Living Ambient using Voice and Gesture Recognition System" in 2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), Banff Center, Banff, Canada
- [9] C. Z. Yue, and S. Ping. "Voice Activated Smart Home Design and Implementation" in 2017 2nd International Conference on Frontiers of Sensors Technology, pp. 489-492
- [10] P. Mtshali and F. Khubisa, "A Smart Home Appliance Control System for Physically Disabled People," 2019 Conference on Information Communications Technology and Society (ICTAS), Durban, South Africa, 2019, pp. 1-5
- [11] L. Xinyu, G. Tu, A. X. Liu, C. Li, and T. Xie. "The insecurity of home digital voice assistants-amazon alexa as a case study." arXiv preprint arXiv:1712.03327 (2017). pp. 1-13
- [12] Disponibile on line: Prezzario Regione Piemonte 2019 su www.regione.piemonte.it

- [13] Disponibile on line: la mia casa elettrica su www.lamiacasaelettrica.com

LINK

<http://www.scienzaverde.it>

<https://www.domoticafull.it>

<http://blog.erone.com>

<https://www.promosricerche.org>