

In particolare, la strade interne delle zone residenziali sono dotate, di apparecchi con ottica "Stradale" con sorgenti tipo HG e potenza comprese fra 80W e 125W; gli interventi più recenti presentano apparecchi con ottica "Stradale" e sorgenti tipo SAP con potenze comprese fra 70W e 250W; le piste ciclopeditoni ed i parchi, compreso il centro storico sono prevalentemente dotati di apparecchi tipo "Arredo Urbano", con diverse tipologie di sorgenti luminose (HG, CDO, SAP, FL) e potenze molto diverse comprese tra i 50W e 250W.

Si precisa inoltre che sono presenti alcune aree di recente realizzazione o riqualificazione in cui sono stati installati apparecchi con lampade a LED di potenze comprese fra 40W e 125W (n.78 sorgenti a LED).



STRADALI con pali cemento



STRADALI con pali cemento



STRADALI a parete



STRADALI con pali acciaio



ARREDO URBANO - Centro storico



ARREDO URBANO – Stradale



ARREDO URBANO – STRADALE



ARREDO URBANO - ciclabili



ARREDO URBANO – Globo – Centro Storico e ciclabili



ARREDO URBANO – ciclabili

In particolare, è bene osservare che la definizione di apparecchio “conforme” o “non conforme” è in realtà da estendersi al più ampio concetto di installazione, in quanto gli aspetti che ne determinano la rispondenza alle norme applicabili (L. Reg. Lombardia n°17/2000), in relazione all’inquinamento luminoso e al risparmio energetico, sono riconducibili a:

- non emissione del flusso luminoso a 90° o oltre;
- impiego di sorgenti luminose ad altissima efficienza;
- rispetto della interdistanza minima degli apparecchi in relazione all’altezza di installazione.

In relazione agli aspetti appena evidenziati, si può facilmente determinare che la maggior parte degli apparecchi installati sul territorio comunale sono “non conformi” o con potenze installate eccessive, e quindi necessitano di interventi di riqualificazione e efficientamento energetico.

5.1.4. Analisi delle alternative

L’obiettivo finale degli interventi è quello di ottenere i maggiori risparmi energetici possibili, coerentemente con le risorse investite, unitamente alla riqualificazione dell’impianto ai fini della sicurezza e della rispondenza alle Norme applicabili.

Sono quindi state valutate diverse alternative per ogni esigenza di intervento al fine di individuare il miglior approccio possibile e attuabile.

Considerata la situazione attuale della rete di pubblica illuminazione (illustrata al paragrafo precedente), le metodologie di intervento possibili sono:

- sostituzione completa dell’apparecchio illuminante;
- riduzione della potenza della sorgente luminosa installata.

Sostituzione completa dell'apparecchio illuminante

L'intervento prevede la rimozione dell'apparecchio esistente e la sua sostituzione con nuovo corpo illuminante conforme alla L. Reg. Lombardia n°17 del 2000 e dotato di sorgente illuminante di ultima generazione.

Tale tipologia di intervento viene attuata in tutte le situazioni di seguito elencate:

- apparecchio installato **non conforme** alla L. Reg. Lombardia n°17 del 2000, con riferimento all'emissione luminosa e all'efficienza della sorgente, oppure
- apparecchio in **cattivo stato di conservazione**, oppure
- **illuminamento insufficiente** della sede stradale rispetto alle esigenze legate alla categoria illuminotecnica a causa della bassa efficienza della sorgente installata (esempio: vapori di mercurio).



Esempio di apparecchio non conforme

Nelle condizioni descritte il recupero degli apparecchi esistenti richiede interventi talmente estesi e onerosi da non essere giustificati dal punto di vista del risparmio energetico e dalle prestazioni illuminotecniche ottenute; nella maggior parte dei casi, inoltre, il recupero è tecnicamente non perseguibile a causa dell'impossibilità di reperire pezzi di ricambio o in quanto i ricambi disponibili non sono comunque idonei a rendere l'apparecchio conforme alle L. Reg. Lombardia n°17 del 2000.

Per tutti i sopracitati motivi, la sostituzione completa dell'apparecchio rappresenta senza ombra di dubbio l'intervento migliore per perseguire gli obiettivi generali dell'intervento; i nuovi apparecchi saranno inoltre dotati di sorgenti ad altissima efficienza, individuate secondo le considerazioni di seguito esposte.

Con riferimento poi alla tipologia delle sorgenti utilizzabili negli apparecchi di nuova installazione, le tecnologie oggi disponibili sul mercato e proponibili per questa situazione specifica sono:

- apparecchi con sorgente SAP;
- apparecchi con sorgente LED;
- apparecchi con sorgente COSMOPOLIS.

Apparecchi con sorgente SAP

Le sorgenti "sodio ad alta pressione", comunemente SAP, sono costituite da lampade il cui contenuto di gas è pressurizzato al fine di ottenere maggiore resa cromatica (rispetto alle precedenti versioni a bassa pressione).

Il gas, sottoposto a scarica elettrica ad alta tensione, si eccita emettendo luce; l'elevata tensione di innesco necessaria è generata da un gruppo di alimentazione senza il quale la lampada non funziona.

Tali sorgenti emettono una luce con una evidente componente gialla, che le rende adatte ad applicazioni

ove la resa dei colori non è fondamentale.

Nonostante rappresentino ad oggi una tra le sorgenti più collaudate e affidabili presenti sul mercato, hanno caratteristiche che, nel caso di nuove installazioni volte all'efficientamento energetico e alla valorizzazione del territorio, le rendono una scelta in parte superata, in particolare:

- **efficienza luminosa buona**, ma non elevata: presentano valori compresi mediamente fra 80lm/W e 95lm/W;
- **scarso comfort visivo**: le sorgenti SAP presentano basso indice di resa cromatica (tradizionalmente pari a 30), ovvero non sono in grado di riprodurre fedelmente i colori degli oggetti illuminati. È evidente quanto questo aspetto assuma rilevante importanza in un'installazione dedicata ad un territorio a forte vocazione turistica.



Esempio di lampada al SAP

Apparecchi con sorgente LED

Le sorgenti LED sfruttano la capacità di specifici diodi di emettere luce quando attraversati da corrente; l'intensità della corrente di pilotaggio, fondamentale ai fini del loro funzionamento e della durata nel tempo, è gestita da driver elettronici e normalmente si attesta a 300mA, 500mA, 750mA.

In linea generale, a maggior intensità di corrente corrisponde maggior efficienza luminosa, ma anche maggior calore, che, se non correttamente smaltito, potrebbe compromettere la vita media della sorgente. Proprio per scongiurare qualsiasi criticità, è bene precisare come Yousave S.p.A. preveda sorgenti e componenti di elevata qualità costruttiva (i riferimenti tecnici e prestazionali minimi e vincolanti sono opportunamente indicati nell'apposita Relazione Tecnica) e di primarie case costruttrici (Osram, Philips, Venture Lighting); inoltre, i componenti installati, con particolare attenzione alle sorgenti, saranno del tutto analoghi fra loro per la totalità dell'intervento, al fine di garantire gli stessi risultati in termini di rese luminose e cromatiche.

L'adozione di apparecchi LED nella riqualificazione delle reti di illuminazione pubblica rappresenta oggi la migliore soluzione per i seguenti motivi:

- **efficienza luminosa ottima**: valori compresi mediamente fra 120lm/W e 130lm/W;

- ottima affidabilità dell'apparecchio e dei componenti di alimentazione, garantite dal rispetto dei requisiti di cui al DM 23/12/2013 (vedasi "Relazione tecnica" per maggiori dettagli);
- possibilità di sostituire il solo modulo LED e/o modulo di alimentazione in caso di guasto negli apparecchi di ultima generazione, con abbattimento dei costi di manutenzione;
- ottimo comfort visivo dovuto all'altissima resa cromatica della sorgente, che permette di riprodurre i colori degli oggetti illuminanti in modo molto fedele.

Apparecchi con sorgente COSMOPOLIS

Le sorgenti "compatte ad alogenuri metallici" di ultima generazione, definite Cosmopolis o CPO, sono tecnicamente simili alle sorgenti SAP, con la fondamentale differenza della tipologia di gas impiegato. Il gas, sottoposto a scarica elettrica ad alta tensione, si eccita emettendo luce; l'elevata tensione di innesco necessaria è generata da un gruppo di alimentazione senza il quale la lampada non funziona.

Gli alogenuri metallici di ultima generazione, unitamente alle tecnologie di costruzione impiegate, permettono di ottenere buoni livelli di efficienza luminosa (rispetto alle precedenti generazioni di lampade ad alogenuri metallici) ed un elevato indice di resa cromatica. Tali sorgenti emettono una luce bianca calda di buona qualità.

Nello specifico, tra le caratteristiche principali troviamo:
















- **buona efficienza energetica:** presentano valori medi pari a 110lm/W;
- **buona aspettativa di vita media:** 30.000 ore di funzionamento (con massimo il 20% di lampade spente);
- costi di installazione paragonabili alle tecnologie standard (tipo SAP);
- **buona affidabilità:** basate su concetti costruttivi collaudati (famiglia delle lampade a scarica come ioduri metallici e sodio alta pressione);
- **buon comfort visivo:** elevata resa cromatica dei colori (fino a 90);
- possibilità di installazione in apparecchi esistenti mediante modifica del circuito di accensione;

E' infine da considerare che, seppur ad oggi la tecnologia Cosmopolis possa appresentare una soluzione idonea alle specifiche di progetto e agli obiettivi di efficientamento attuali, in un'ottica di medio/lungo termine l'adozione di tale tecnologia rispetto a quelle ben più innovativa già oggi disponibili (ad esempio sorgenti LED) potrebbe rivelarsi con il tempo una scelta non adeguata.









Esempio di lampada Cosmopolis

Tabella di confronto prestazioni tecniche sorgenti luminose

ELEMENTO DI CONFRONTO/ANALISI	SORGENTI SAP	SORGENTI CPO	SORGENTI LED	CONSIDERAZIONI
Efficienza luminosa (lm/W)	 85-95	 110	 120-130	Le sorgenti LED offrono un'elevatissima efficienza luminosa che permette il contenimento dei consumi energetici
Indice di resa cromatica	 30	 90	 70	Le sorgenti LED e CPO offrono un'elevata resa cromatica che permette di ottenere una luce di qualità, ridurre i livelli di illuminamento necessari, ottenere maggiore comfort visivo, riprodurre fedelmente i colori
Temperatura di Colore (°K)	 2000	 4000	 4000	Temperature basse (2000 °K) corrispondono a luce con forti componenti di colore giallo, temperature più elevate (4000 °K) corrispondono a luce prevalentemente bianca, molto simile alla luce naturale diurna
Vita media sorgenti	 24000	 30000	 60000	Il LED è la sorgente con la maggiore longevità (circa 15 anni) e gli apparecchi di ultima generazione permettono di contenere i costi di rigenerazione
Costo di rigenerazione apparecchio	 BASSO	 BASSO	 CONTENUTO	A fine vita gli apparecchi dotati di sorgenti SAP possono essere rigenerati semplicemente sostituendo sorgente e dispositivi di accensione, con costi molto contenuti. Gli apparecchi LED presentano costi di rigenerazione generalmente più elevati, efficacemente compensati dall'estrema longevità delle sorgenti

COMUNE DI SOLARO

Longevità della scelta tecnologica	 SUPERATA	 MEDIA	 ELEVATA	Essendo oggi una tecnologia innovativa, il LED rappresenta la soluzione tecnologica con maggior longevità
GIUDIZIO COMPLESSIVO (Elementi positivi)	 1/6	 3/6	 5/6	In definitiva, le sorgenti SAP risultano le soluzioni più economiche, sia in fase di primo acquisto, sia per i costi di manutenzione e gestione, ma con performance modeste; il LED invece, offre elevate performance, estrema longevità delle sorgenti, ottime rese cromatiche

Legenda colori:

rosso: prestazione o caratteristica non soddisfacente o insufficiente

giallo: prestazione o caratteristica appena soddisfacente e migliorabile

verde: prestazione o caratteristica molto soddisfacente

Nuovi impianti di illuminazione

L'intervento prevede su palo o a parete in sostituzione o in aggiunta degli impianti di illuminazione esistenti di nuovi punti luce dotati di sorgente illuminante di ultima generazione.

Tale tipologia di intervento viene attuata in tutte le situazioni di seguito elencate:

- linea di alimentazione interrata obsoleta o inesistente;
- apparecchio in **cattivo stato di conservazione**, oppure
- **illuminamento insufficiente** della sede stradale rispetto alle esigenze legate alla categoria illuminotecnica.

Riduzione della potenza della sorgente luminosa installata

L'intervento consiste nella sostituzione della sorgente luminosa installata, con il relativo gruppo di alimentazione, al fine di ridurre la potenza assorbita.

L'intervento è possibile alle seguenti condizioni:

- apparecchio installato in **ambito di vincolo storico/architettonico** ove la completa sostituzione non è consentita;
- apparecchio in **buono stato di conservazione**;
- **illuminamento eccessivo** della sede stradale rispetto alle esigenze legate alla categoria illuminotecnica allo stato di fatto, congruo dopo l'intervento.

Considerazioni finali

Nell'ottica del perseguimento degli obiettivi di efficientamento energetico e di riqualificazione degli impianti, con riferimento specifico ai corpi illuminanti, considerate le alternative descritte e in relazione alla tipologia contrattuale proposta da Yousave al Comune di Solaro, si giunge alle seguenti conclusioni:

- in tutti i casi di apparecchi non conformi alla L.Reg. Lombardia n°17 del 2000 (dotati sia di sorgenti HG/SAP e/o ottiche non conformi) e per tutti gli apparecchi conformi ma che generano

livelli di illuminamento eccessivi si procederà alla completa sostituzione dell'apparecchio, ed in particolare:

- fra le sorgenti luminose disponibili e analizzate, date le considerazioni sopra esposte, si evidenzia come l'impiego di apparecchi dotati di sorgenti LED sia oggi, nello specifico, la miglior soluzione adottabile in relazione ai benefici in termini di sicurezza, di performance e di comfort e al rapporto costo-opportunità.

Regolazione del flusso luminoso e riduzione della potenza assorbita

La L. Reg. Lombardia n°17 del 2000 impone l'adozione di sistemi di riduzione del flusso e della potenza nelle ore notturne ai fini del risparmio energetico.

L'obiettivo di riduzione del flusso può essere raggiunto con molteplici soluzioni, di seguito descritte.

Riduzione del flusso mediante regolatori centralizzati

Il sistema prevede l'installazione di apparecchiature centralizzate, in corrispondenza dei quadri di comando, che, agendo sul valore efficace della tensione di alimentazione in uscita, permettono di ridurre la potenza assorbita dalle lampade e di conseguenza il flusso emesso.

Di fatto è il sistema oggi presente, seppur impiegato solamente su un'esigua porzione dell'impianto di pubblica illuminazione.

L'adozione di questa soluzione tecnica, anche se collaudata e affidabile, comporta diversi svantaggi e limitazioni strettamente legate alla situazione impiantistica esistente, in particolare:

- i regolatori di flusso sono apparecchiature centralizzate la cui installazione richiede un **elevato impiego di risorse**, dovuto anche alle opere edili necessarie alla loro posa; per tale motivo, la loro installazione non è economicamente conveniente sulle forniture con poca potenza impegnata (tipicamente fino a 6kW monofase), poiché l'energia risparmiata non è sufficiente a garantire un idoneo rapporto costo-benefici;
- l'impianto di pubblica illuminazione è caratterizzato da un **elevatissimo numero di forniture di energia con poca potenza impegnata**, per le quali, alla luce delle ragioni appena esposte, non è utile installare i regolatori di flusso;
- trattandosi di apparecchiature centralizzate, un eventuale guasto provoca il disservizio sulla porzione di impianto ad esso sottesa;
- non è possibile agire in modo puntuale su porzioni di impianto che richiedano necessità particolari e/o specifiche.



Esempio di regolatore di flusso centralizzato

Riduzione del flusso mediante apparecchi dotati di alimentatori integrati configurabili

Il sistema prevede l'installazione di apparecchi illuminanti dotati di alimentatori configurabili, capaci di ridurre la tensione di alimentazione in modo autonomo e localmente.

Questa tecnologia, nonostante risolva il problema legato alle forniture di piccola potenza in quanto è "distribuita" sul singolo corpo illuminante, presenta i seguenti svantaggi:

- **non esiste un sistema di controllo centralizzato** che permetta di uniformare gli orari di accensione, spegnimento e riduzione in modo semplice e immediato;
- la modifica dei parametri di funzionamento deve esser effettuata localmente sul singolo apparecchio, con conseguenti elevati costi di intervento.

Riduzione del flusso mediante apparecchi dotati di alimentatori regolabili gestiti da moduli a onde convogliate (sistema "punto/punto" su onde convogliate)

Il sistema prevede l'installazione di apparecchi illuminanti dotati di alimentatori elettronici regolabili che vengono gestiti da un modulo di comando a onde convogliate, ovvero le cui informazioni sono trasmesse sugli stessi cavi di potenza, mediante sovrapposizione di frequenze sulla frequenza dell'alimentazione di potenza (50Hz).

La rete di comunicazione, quindi, dipende direttamente dalla rete di alimentazione, sulla quale fa completo affidamento; la presenza, inevitabile per questa tipologia di reti elettriche, di numerose giunzioni, in severe condizioni di esercizio (installazioni all'aperto, interrate, con elevato grado di umidità e ossidazione), compromette la capacità dei componenti di comunicare fra loro senza l'ausilio di ripetitori di segnali e riduce notevolmente l'affidabilità del sistema.

Tale applicazione, nonostante garantisca buoni vantaggi rispetto ad altre soluzioni (risolve il problema legato alle forniture di piccola potenza in quanto è "distribuita" sul singolo corpo illuminante; permette di gestire da remoto l'impianto), presenta i seguenti svantaggi essenziali:

- **l'efficacia e l'affidabilità della comunicazione dipende dalla rete di alimentazione esistente**
- necessità di **numerosi componenti aggiuntivi** (ripetitori) per risolvere le difficoltà di trasmissione delle informazioni.

Riduzione del flusso mediante apparecchi dotati di alimentatori regolabili gestiti da moduli wireless (sistema "punto/punto" su wifi)

Il sistema prevede l'installazione di apparecchi illuminanti dotati di alimentatori elettronici regolabili (tipicamente 0-10V) che vengono gestiti da un modulo di comando wireless che crea un rete mesh di comunicazione con gli altri apparecchi.

Per rete mesh si intende una rete capace di trasmettere le informazioni in modo dinamico, secondo i "percorsi" migliori disponibili, in modo automatico, con elevato grado di ridondanza e quindi di affidabilità.

In particolare, il **protocollo di comunicazione ZigBee**, già presentato nell'apposita sezione, **non risente, rispetto alle analoghe soluzioni che comunicano via cavo, dello stato conservativo delle dorsali di alimentazione e delle giunzioni**, che, solo ad esempio, per le onde convogliate risulta invece essere un grosso limite.

Tale applicazione, inoltre, presenta i seguenti vantaggi:

- **risolve il problema legato alle forniture di piccola potenza** in quanto è "distribuita" sul singolo corpo illuminante, permettendo di fatto di ridurre il flusso e la potenza sulla totalità dell'impianto;
- permette di **gestire da remoto l'impianto**, coordinando gli orari di accensione, spegnimento e riduzione in modo semplice e immediato;
- permette di **personalizzare il funzionamento del singolo apparecchio**, o gruppi di apparecchi, in modalità remota, senza alcun intervento locale;
- permette di recuperare informazioni specifiche e dettagliate di ogni apparecchio illuminante;
- in caso di guasto o mancanza di comunicazione gli apparecchi seguono un programma preimpostato, garantendo la **massima continuità di servizio**;
- è **facilmente espandibile** ed offre un'infrastruttura di comunicazione versatile ed estesa a tutto il territorio.

Considerazioni finali

Le analisi condotte evidenziano in modo chiaro pregi e difetti delle diverse soluzioni di regolazione del flusso applicabili; emerge che la miglior soluzione adottabile ai fini della regolazione di flusso, considerate le peculiarità degli impianti di pubblica illuminazione esistenti, è rappresentata dal **sistema con alimentatori regolabili gestiti da moduli punto/punto** in quanto:

- prescinde dal numero di forniture elettriche e dalla relativa potenza impegnata: permette quindi di realizzare la regolazione del flusso luminoso e quindi la riduzione di potenza sulla totalità degli apparecchi illuminanti
- permette la completa gestione e configurazione da remoto dell'impianto: è possibile modificare in modo semplice e rapido i parametri di funzionamento dell'impianto, ottimizzando la gestione degli orari di accensione secondo le necessità attuali e future dell'Amministrazione.

Fra le tecnologie di regolazione punto/punto realizzabili, ovvero con comunicazione a onde convogliate o con comunicazione su wifi, date le caratteristiche prima esposte, **la miglior soluzione è rappresentata dalla tecnologia wifi**, poiché:

- ha un elevato grado di affidabilità grazie alla rete mesh: la comunicazione fra gli apparecchi avviene in modo "dinamico" secondo il miglior percorso per qualità della trasmissione;
- dispone di funzioni di back-up in caso di guasto: in caso di mancata comunicazione, l'apparecchio passa in modo automatico ad un funzionamento secondo programma preimpostato; al ripristino della comunicazione, l'apparecchio torna a comunicare con la rete;
- costituisce un'infrastruttura di comunicazione versatile ed estesa a tutto il territorio: la rete di comunicazione creata è disponibile per veicolare altre informazioni (disponibilità parcheggi, situazioni di traffico, ecc...);

5.1.5. Progetto della soluzione selezionata

Gli interventi di riqualificazione ed efficientamento dell'impianto di pubblica illuminazione a servizio del Comune di Solaro possono essere efficacemente riassunti come di seguito:

- sostituzione completa dell'apparecchio con nuovi prodotti conformi alla L. Reg. Lombardia n°17/2000 per le situazioni di "apparecchi non conformi"; compreso lo smontaggio e la dismissione degli apparecchi sostituiti, il rifacimento della derivazione da dorsale e della relativa giunzione. Gli apparecchi di nuova fornitura saranno dotati di sorgente LED e di ottica idonea all'uso (stradale e/o arredo urbano)
- riferimento strade interne residenziali;
- sostituzione completa dell'apparecchio con nuovi prodotti conformi alla L. Reg. Lombardia n°17/2000 per le situazioni di "apparecchi conformi", per condizioni specifiche e caratterizzate da valore di illuminamento largamente al di sopra dei livelli richiesti dalle Norme UNI 11248 e UNI 13201-2; compreso lo smontaggio e la dismissione degli apparecchi sostituiti, il rifacimento della derivazione da dorsale e della relativa giunzione. Gli apparecchi di nuova fornitura saranno dotati di sorgente LED e di ottica idonea all'uso (stradale e/o arredo urbano).
- riduzione del numero dei punti di fornitura, mediante accorpamento di quadri di comando esistenti con posa di nuove dorsali entro cavidotti di nuova realizzazione;
- installazione di quadri di comando sulle attuali forniture "Ex ENEL Sole" e relative opere edili;
- sostituzione dei pali ammalorati e fornitura di nuovi pali per le nuove linee di illuminazione pubblica; comprese le opere edili necessarie (plinti, scavi, rinterri, cavidotti, ecc...)
- adeguamento delle dorsali esistenti ammalorate interrate ed aeree (con formazione 3F+N da realizzarsi con cavi FG7R);
- pulizia dei cavidotti esistenti e dei pozzetti per posa nuove dorsali.

Indagini illuminotecniche

Elemento base per la sicurezza stradale in relazione all'illuminazione è la classificazione delle strade che, proposta dall'estensore del PRIC, approvata dalla Polizia Urbana Locale ed infine dagli Organismi Istituzionali, diviene strumento base per le progettazioni future.

Ai sensi della L. Reg. Lombardia n°17/2000 l'adozione del PRIC da parte dell'Amministrazione Comunale definisce quindi le linee guida per la progettazione e le realizzazioni future.

Considerata pertanto la categoria illuminotecnica di riferimento adottata secondo la classificazione delle strade, vista la categoria illuminotecnica di progetto indicata dal PRIC in relazione alle considerazioni di cui sopra, ed infine, tenuto conto dei numerosi sopralluoghi effettuati sul territorio, non si evidenzia in nessun caso la necessità di modificare la categoria illuminotecnica di progetto prevista.

Per quanto concerne la definizione delle categorie illuminotecniche di esercizio, non si ritiene necessario prendere in considerazione alcun ulteriore parametro di influenza o condizione specifica rispetto a quelli già considerati nella definizione delle categorie illuminotecniche di progetto, in quanto questi rappresentano, in maniera completa ed esaustiva, anche le reali e tipiche condizioni di utilizzo della rete viaria e quindi dell'impianto di illuminazione.

A conclusione di quanto sopra esposto si ribadisce dunque che le categorie illuminotecniche di progetto adottate corrispondono a quelle di progetto indicate e che non sono introdotte categorie illuminotecniche di esercizio differenti da quelle di progetto.

Non è inutile osservare poi che, per quanto concerne le aree soggette a sostituzione degli apparecchi illuminanti, i nuovi prodotti saranno dimensionati in relazione a calcoli illuminotecnici che tengano conto della categoria illuminotecnica individuata dal PRIC, della geometria di installazione esistente e ovviamente delle prestazioni degli apparecchi stessi. Date le performance raggiunte dagli apparecchi

attualmente disponibili e la loro varietà in termini di ottiche e potenze, non sussistono limitazioni alla fattibilità di questa specifica tipologia di intervento.

In modo analogo, per quanto concerne le aree soggette a riduzioni di potenza delle sorgenti entro apparecchi esistenti, sono state condotte indagini in loco, mediante misurazione strumentale dei valori di illuminamento e sono stati effettuati calcoli illuminotecnici specifici che hanno evidenziato la fattibilità di tale intervento, nel rispetto i livelli di illuminamento minimi previsti dalla Norma per la categoria in oggetto.

Vincoli di natura storica, artistica, archeologica, paesaggistica

I vincoli che insistono sull'impianto di pubblica illuminazione sono indicativamente riconducibili a vincoli in materia di inquinamento luminoso ed efficienza energetica, come descritti dalla L.Reg. Lombardia n°17/2000.

Gli interventi previsti, pertanto, come già ampiamente descritto, non risultano in contrasto con alcun vincolo di natura storica, artistica, archeologica e/o paesaggistica.

Considerazioni ambientali

Dal punto di vista ambientale le possibili considerazioni riguardano:

- interventi previsti che potrebbero essere soggetti a vincoli dal punto di vista ambientale , ovvero:
 - opere di accorpamento di quadri elettrici, per le quali sono previsti scavi e formazione di basamenti in cls;
 - installazione di nuovi impianti per l'illuminazione, per i quali sono previsti scavi e formazione di plinti.
- interventi di rimozione e smaltimento di apparecchi contenenti sostanze tossiche o nocive (ovvero dotati di sorgenti HG, vapori di mercurio, e SAP, sodio alta pressione).

Opere di accorpamento di quadri elettrici

Le opere prevedono la realizzazione di scavi per la posa di nuovi cavidotti e linee e la formazione di nuovi basamenti per i quadri elettrici di comando.

Installazione di nuovi impianti per illuminazione pubblica

Le opere prevedono la realizzazione di scavi per la posa di nuovi cavidotti e linee e la formazione di nuovi plinti per pali.

Rimozione e smaltimento di apparecchi contenenti sostanze tossiche o nocive

Nell'ambito delle opere di efficientamento energetico è prevista la completa rimozione degli apparecchi dotati di sorgente HG, ovvero a vapori di mercurio, e SAP, ovvero sodio alta pressione. Tali sorgenti, contenenti sostanze tossiche o nocive, dovranno essere smaltite secondo le Norme e Direttive vigenti. Il loro smantellamento e sostituzione con sorgenti non contenenti sostanze tossiche (LED) permetterà di ridurre drasticamente l'impatto ambientale dell'impianto di pubblica.

Disponibilità delle aree da utilizzare

Trattandosi di impianti di pubblica illuminazione esistenti, questi sono realizzati su aree di piena disponibilità dell'Amministrazione Comunale. E' inoltre previsto l'ampliamento dell'illuminazione esistente con la realizzazione di nuovi impianti che risultano in zone con la piena disponibilità del comune. Gli apparecchi di illuminazione installati su sostegni ENEL presentano promiscuità di tipo meccanico, è previsto il riutilizzo di tali sostegni.

Disponibilità dei pubblici servizi e modalità dei relativi allacciamenti

L'unica esigenza in termini di pubblici servizi per l'impianto di pubblica illuminazione è inerente la disponibilità di un punto di fornitura di energia elettrica. Tutti gli impianti risultano essere elettrificati: gli impianti di proprietà comunale sono già dotati di gruppi di misura per i quali, in diverse occasioni, sarà necessario richiedere un adeguamento della potenza disponibile (a seguito delle opere di accorpamento); gli impianti "Ex ENEL Sole" sono dotati di quadri di comando senza gruppo di misura, che dovrà quindi essere richiesto come nuovo allacciamento; infine, per i casi specifici di impianti "Ex ENEL Sole" con quadri di comando installati entro Cabine ENEL, si dovrà prevedere la posa del gruppo di misura all'esterno del locale, in modo che sia accessibile. In ogni caso, queste due tipologie di nuove forniture si configurano come interventi di tipo "ordinario", i cui oneri sono determinati dai tabellari ENEL per le nuove forniture.

Interferenze con pubblici servizi presenti lungo il tracciato

Per gli interventi di razionalizzazione delle forniture è prevista la realizzazione di scavi per la posa di nuovi cavidotti e nuove dorsali elettriche.

Al fine di garantire la sicurezza in fase di realizzazione delle opere, garantire la piena operatività e continuità di esercizio dei servizi presenti, evitare qualsiasi danno alle condutture preesistenti, sarà strettamente necessario, prima dell'inizio lavori, reperire dagli Uffici Comunali e dalle Società di Servizi interessate tutti i documenti che descrivano nel dettaglio i percorsi e le modalità di posa dei sottoservizi esistenti (planimetrie, particolari, documenti tecnici, ecc...).

I percorsi di scavo e le modalità di posa dovranno quindi essere concordate con gli Enti e Uffici preposti.

Indirizzi per la redazione del progetto definitivo

Il progetto definitivo dovrà individuare compiutamente i lavori da realizzare, nel rispetto delle esigenze, dei criteri, dei vincoli, degli indirizzi e delle indicazioni stabiliti nella presente relazione, nella Relazione Tecnica (documento RT-RPI01) e in generale nei documenti tecnici allegati.

Dovrà contenere tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio delle prescritte autorizzazioni e approvazioni. Esso consisterà almeno in:

- Relazione generale;
- Relazione tecnica e relazione specialistica;
- Elaborati grafici;
- Calcoli degli impianti;
- Elenco dei prezzi unitari;
- Computo metrico estimativo;
- Quadro Economico;
- Quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera per le diverse categorie di cui si compone l'opera o il lavoro;
- Cronoprogramma;
- Schema di contratto e capitolato speciale d'appalto, redatti con le modalità indicate all'art. 18. Il capitolato prevede, inoltre, i tempi della progettazione esecutiva, nonché le modalità di controllo del rispetto da parte dell'affidatario delle indicazioni del progetto definitivo;
- Linee guida per la stima degli oneri per la sicurezza dei cantieri.

Indicazioni su accessibilità, utilizzo e manutenzione degli impianti esistenti

L'accessibilità agli impianti esistenti è sempre possibile dalla pubblica via, non sussistono pertanto servitù o vincoli di passaggio; durante le fasi di intervento dovrà essere garantita la piena funzionalità degli impianti nelle tipiche ore di utilizzo, con possibilità di eccezione per le sole e limitate aree specifiche di intervento; diverse necessità di interruzione di servizio dovranno essere preventivamente

concordate con l'Amministrazione Comunale e gli Enti preposti. La manutenzione ordinaria degli impianti esistenti dovrà essere effettuata fino alla loro completa dismissione, al fine di garantire le funzionalità necessarie alla sicurezza degli utenti.

5.1.6. Cronoprogramma

ATTIVITÀ	DURATA											
	[giorni naturali consecutivi da inizio lavori]											
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Opere edili, scavi e cavidotti interrati												
Riqualifica reti dorsali												
Installazione nuovi impianti												
Sostituzione corpi illuminanti												
Ricablaggio corpi illuminanti centro storico												
Installazione quadri elettrici												
Opere varie di completamento												
Smart City												
Verifiche e collaudi												

5.2. Interventi di riqualificazione ed efficientamento energetico: sistema di monitoraggio, telecontrollo e creazione rete SMART

5.2.1. Premessa

L'introduzione di tecnologie di monitoraggio, telemisura e telecontrollo rappresenta un potenziale enorme in produttività, efficienza, qualità del prodotto e del servizio, e in termini di impatto ambientale. Si tratta di una rivoluzione (in parte già in atto) capace di elevare la funzionalità generale di tutta la filiera energetica facendone evolvere il comportamento da dumb a smart e trasformando le reti di distribuzione passive nelle cosiddette Smart Grid (SG) o reti intelligenti.

In una rete di distribuzione smart sono possibili tutte quelle ottimizzazioni che derivano dall'integrazione di modalità concentrate e distribuite di generazione, immagazzinamento e consumo dell'energia, finalizzate all'aumento dell'affidabilità e dell'efficienza, alla riduzione dell'impatto ambientale e dei costi di gestione.

È da questo scenario che nasce l'aspettativa sull'uso delle tecnologie IC (Information and Communication Technology - ICT) per aumentare l'efficienza energetica, senza pregiudicare comfort e stili di vita. L'impiego pervasivo delle ICT costituisce una leva fondamentale della nascita e trasformazione delle Smart City e delinea gli scenari emergenti, in quanto veicolo di comportamenti smart dall'elevato valore aggiunto. All'interno di questo nuovo paradigma il cittadino assume una funzione attiva e centrale.



Il progetto proposto da Yousave S.p.A. si propone dunque di portare a compimento – e quindi integrandosi con le tecnologie oggi già presenti a Solaro (wireless e fibra ottica) – una rete intelligente diffusa sul territorio, attraverso la quale potranno transitare non solo i dati necessari per una vera ottimizzazione energetica, ma anche quelli utili per l’offerta di nuovi servizi per i cittadini, volti a ridurre la distanza fra loro e l’Amministrazione Comunale.

In particolare, la gestione remota degli impianti (rete di illuminazione pubblica e centrali termiche degli edifici) permette di fruire degli stessi in modo totalmente interattivo, governando al meglio il loro funzionamento durante la fase di esercizio, mettendo in stretta relazione i feedback della gestione con le previsioni progettuali di save energy.

Diventa pertanto fondamentale l’introduzione, a supporto della struttura preposta alla gestione dell’energia, di un apparato con la funzione di recupero delle informazioni e di comando delle periferiche sul campo. Questo strumento facilita il raggiungimento dei target energetici prefissati in fase preliminare di studio, in quanto consentirà di limitare, nella fase di conduzione degli impianti, tutte quelle variabili aleatorie, difficili da controllare in via preventiva. Proprio queste ultime, infatti, sono spesso responsabili di discostamenti sensibili dai piani di budget previsti, e, se non vengono il prima possibile gestite e veicolate nella maniera più opportuna, portano ad una perdita di controllo dell’obiettivo dell’applicazione: l’ottimizzazione dell’energia.

Il monitoraggio “real time” sullo stato di rendimento delle strutture e degli impianti, effettuato da Yousave S.p.A. attraverso la rete, consentirà dunque, nel momento in cui le performance non risultino conformi a quelle attese, di intervenire tempestivamente, sempre attraverso la rete, con una nuova profilazione di funzionamento più idonea.

Un sistema così concepito si avvicina sempre più ai modelli ambiti dai target in fase di design: “il funzionamento ideale”. E’ bene precisare però che ciò è possibile solo qualora vengano rispettati tutti i canoni fondamentali di progettazione della struttura di comunicazione, tra i device in campo e le utenze che ne devono interagire a 360 gradi.

Solo un’opportuna interconnessione tra sensori, attuatori e dispositivi di comando può garantire infatti il recepimento di tutte quelle informazioni indispensabili sul campo, affinché l’operatore possa, da un

lato, ottimizzare realmente il funzionamento dell'impianto/struttura, dall'altro, programmare nella maniera più opportuna tutti gli interventi di manutenzione preventiva, ordinaria e straordinaria.

I piani operativi di intervento saranno infatti rielaborati sulla base dei dati certi provenienti direttamente dai dispositivi installati, identificando specifiche azioni mirate sul campo con un uso razionale di operatori, mezzi e attrezzature.

5.2.2. Scelta delle alternative

5.2.2.1. Analisi della situazione attuale e obiettivi

La possibilità di implementare servizi Smart, così come la raccolta di dati e il controllo delle apparecchiature sul campo, si può avvalere di differenti metodi trasmissivi, che devono essere valutati in relazione al seguente percorso concettuale:

1. valutazione dell'architettura nel suo complesso;
2. mezzi trasmissivi esistenti o implementabili;
3. scelta dei protocolli e standard di comunicazione;
4. scelta dei dispositivi di controllo;
5. caratteristica di scalabilità ed integrazione totale.

Nasce così l'esigenza di un sistema intelligente, in grado di introdurre un canale distributivo su cui far veicolare in modo bidirezionale le informazioni tra chi le deve gestire, ossia la centrale operativa, e chi le deve reperire e/o attuare, ossia i device in campo.

Una serie di fattori, come l'ampia estensione del territorio di Solaro, la sua complessa morfologia e la presenza di infrastrutture esistenti, fanno sì che la peculiarità della rete di trasferimento dati debba proprio essere la **massima flessibilità**. Ciò premesso, l'assunzione a priori di un'unica tecnologia risolutiva a tutte le possibili casistiche in gioco potrebbe risultare restrittiva al progetto, compromettendone la sua efficacia. Ne consegue che **una soluzione mista, in grado di veicolare dati tramite segnali differenti e convergerli in un unico database centrale, rappresenti l'approccio corretto**.

In questo contesto, diviene fondamentale il ruolo di Yousave S.p.A., quale System Integrator, nel valutare, per ciascun caso specifico, la convenienza tecnico-economica sulle scelte da adottarsi, in stretta relazione al principio costo-opportunità, richiamato anche dalla Direttiva Europea 2012/27, e l'elevato livello prestazione delle soluzioni offerte.

La scelta progettuale adottata da Yousave S.p.A. soddisfa dunque le specifiche esigenze riscontrate sul territorio di Solaro, poiché è scalabile qualora ne nascono delle esigenze future, è totalmente trasparente ed interattiva con il contesto in cui si trova, e sfrutta al massimo le infrastrutture di cui già dispone il territorio.

Nello specifico, l'obiettivo di Yousave S.p.A. sarà quello di far dialogare impianti, già esistenti e di nuova realizzazione, apparentemente diversi tra di loro (solo ad esempio, i punti luce dell'illuminazione pubblica e le caldaie dei singoli edifici), con lo scopo di creare una nuova struttura polifunzionale, in

grado di sfruttare sinergicamente le potenzialità delle soluzioni tecniche in campo e creare funzionalità originariamente non presenti. Tale struttura si concretizza attraverso una piattaforma di comunicazione ben strutturata e robusta, volta ad abilitare servizi per il territorio, le strade, le scuole, i musei, gli ospedali e parcheggi fruibili, tramite applicativi disponibili, per tutti i Cittadini ed i Turisti, su tutti i più moderni device (tablet, smart phone, PC).

L'investimento di Yousave rappresenta quindi il primo indispensabile passo per fare di Solaro una città intelligente, dove l'Amministrazione può ambire a raggiungere, con una divulgazione capillare e in tempo reale, sia la comunità locale che i turisti, e questi, a loro volta, potranno disporre di una serie di informazioni e servizi mirati, aggiornati e differenziati a seconda delle specifiche esigenze.

5.2.3. Analisi delle alternative

Il mercato oggi ha sperimentato diverse tecnologie di comunicazione alternative con risultati differenti, a volte viziati da un utilizzo improprio della tecnica. Le principali modalità che hanno avuto nel tempo un riscontro sul campo positivo possono riassumersi come segue.

5.2.3.1. Modalità di trasmissione dati

PLC (Powerline communications)

Note anche come sistemi di trasmissione su linee elettriche, riguardano la possibilità di trasmettere dati codificati attraverso le linee esistenti, utilizzando una modulazione basata sul principio delle onde convogliate. Implementare tale soluzione consente dunque di limitare il costo del cablaggio, poiché, ove ancora in buono stato, si può agire direttamente sui cavi esistenti.

L'utilizzo fino ad ora è stato limitato alla realizzazione di LAN (local area network) a basse frequenze e bit-rate modesti, riguardanti soltanto alcune applicazioni nell'ambito della telelettura del contatore o nel controllo a distanza di piccole automazioni residenziali (solo ad esempio, impianti di allarme), proprio per le intrinseche prestazioni delle linee di trasmissione, originariamente concepite per la sola distribuzione dell'energia elettrica. Pertanto, lo sviluppo si è avuto prevalentemente nella parte in bassa tensione delle linee: all'interno delle abitazioni e per la copertura **dell'ultimo miglio**, che rappresenta il tratto finale delle linee compreso tra le abitazioni e l'ultima sottostazione di trasformazione.

Non è inutile osservare che il segnale delle PLC non può attraversare i trasformatori, e, di conseguenza, in ogni sottostazione deve essere installata una particolare apparecchiatura per il supporto del segnale; risulta evidente che nei Paesi dove un trasformatore serve molte abitazioni, i costi di installazione per la copertura dell'ultimo miglio siano più difficili da ammortizzare. Dove invece un trasformatore supporta un numero limitato di unità abitative (indicativamente sino a 150), può essere conveniente creare una sottorete PLC, a livello di gruppo di abitazioni, e, infine, i vari raggruppamenti collegati tra loro da backbone realizzati da tecnologie alternative.

Un limite non trascurabile delle PLC sono i disturbi irradiati, che si verificano quando i cavi non schermati, o le interconnessioni non idonee e/o comunque tutte le parti metalliche connesse alla rete, fungono da antenne che irradiano il segnale nelle vicinanze; questo fenomeno è inoltre influenzato dal numero di utenti collegati contemporaneamente nella zona. Pertanto per implementare una rete dati attraverso le linee elettriche esistenti è indispensabile uno studio accurato della qualità del cablaggio, supportato anche da prove empiriche.

In ultimo, è bene precisare che le PLC (richiedendo un collegamento fisico con la rete dati già presente) non permettono l'integrazione di ulteriori dispositivi in maniera semplice e rapida sul territorio: elemento questo indispensabile per garantire l'implementazione in tempi brevi di un qualsiasi nuovo servizio smart ritenuto utile per la comunità ed i turisti.

WIRELESS (Senza fili)

Questa tecnologia sfrutta le onde radio per la ricetrasmisione dei segnali. Ogni sistema è composto da trasmettitori deputati all'irradiazione elettromagnetica e da ricevitori con il compito di rielaborare i segnali ricevuti.

Punto di forza delle reti wireless è l'assenza di cablaggio, da cui ne consegue la forte riduzione di costi e la capacità di comunicare in mobilità; proprio queste sue proprietà intrinseche ne giustificano il largo utilizzo e fanno sì che, ad oggi, sia considerato la tecnologia di riferimento per il futuro.

Gli svantaggi della rete wireless sono legati alla stabilità del sistema di comunicazione, in quanto facilmente influenzabile dalle condizioni al contorno. Affinché il funzionamento non sia compromesso, oggi è stata implementata la tecnica di routing continuo dei singoli device, i quali dinamicamente si supportano da altri apparecchi a loro visibili in modo da ritrasmettere il segnale, così che questo vada a buon fine.

Ulteriori problematiche si possono riscontrare sulla sicurezza della comunicazione, intesa come intercettazione delle informazioni ritenute sensibili, e sull'utilizzo improprio dell'energia di irradiazione elettromagnetica, che potrebbe portare ad un eccessivo inquinamento elettromagnetico.

In conclusione, tale tecnologia può essere considerata vincente, solo quando si realizza una rete di tipo magliata ad "n" ridondanze (che portano ad una iperstaticità di comunicazione con potenze impiegate modeste, inquinamento e consumo ridotti), con una chiave di crittografia a tutela della sicurezza dei dati sensibili trasmessi.

CABLAGGIO BUS (Cablaggio Strutturato)

In questo caso, le apparecchiature elettriche risultano interconnesse tra loro tramite un cablaggio dedicato esclusivamente per veicolare i dati e un altro cablaggio destinato alla loro alimentazione elettrica. Ne consegue che il limite principale è dato dagli oneri da sostenere per realizzare un'infrastruttura complessa preposta alla comunicazione dati con specifiche caratteristiche di schermatura (indispensabile per evitare, da un lato, che il segnale fuoriesca, generando inquinamento elettromagnetico, dall'altro, che campi elettromagnetici indotti entrino, generando disturbi).

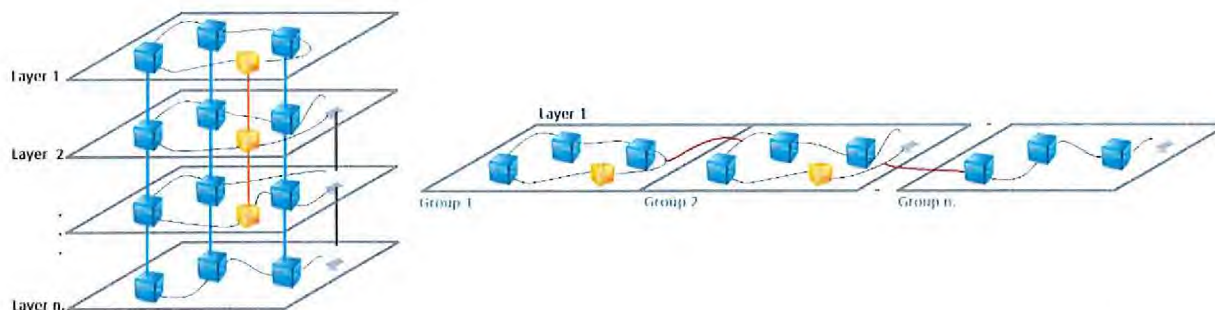
Per garantire la certezza che il segnale non venga perso o subisca interferenze, non è sufficiente la semplice prescrizione di una schermatura, ma è necessario effettuare l'installazione in due condutture separate e distinte: una dedicata alla potenza e l'altra al segnale.

E'utile osservare, inoltre, che la distribuzione del cablaggio comporta l'introduzione di apparecchiature preposte alla distribuzione in orizzontale a cui convergono "n" device, detti HUB, interconnessi tra loro in verticale da piccole dorsali principali. Questo rende molto più complessa la fase di progettazione e, soprattutto, le successive fasi di installazione e gestione, richiedendo personale altamente qualificato.

In conclusione, seppur le performance di queste strutture sono elevatissime, in termini di capacità di portata dei dati e di velocità di propagazione, gli elevati costi ne limitano l'utilizzo alle sole esigenze di collegamento tra punti fisici caratterizzati da numero di dati da scambiare rilevante. Inoltre, come le PLC presentate precedentemente, il cablaggio BUS non permette l'integrazione di ulteriori dispositivi in maniera semplice e rapida sul territorio: elemento indispensabile per garantire l'implementazione in tempi brevi di un qualsiasi nuovo servizio smart ritenuto utile per la comunità ed i turisti.

5.2.3.2. Modelli topologici

Per poter usufruire di più tecnologie e renderle perfettamente integrate tra loro é necessario adottare un **modello ricorsivo a strati differenti** (immagine a sinistra della figura sottostante), legati da una relazione di tipo client-server e da una scomposizione di tipo top-down (in alternativa, si potrebbe lavorare con un layer unico con raggruppamenti dipendenti uno dall'altro, di semplice realizzazione, ma decisamente limitativo, sia nella possibilità di integrare tecnologie differenti, sia nel modulare le prestazioni in funzione delle reali necessità - immagine a destra della figura sottostante).



Ad ogni livello verrà dunque associata una sottorete composta da punti di interconnessione, **i nodi** e dai loro collegamenti, **i rami**. I primi si occupano di elaborare e/o eseguire le informazioni, i secondi invece

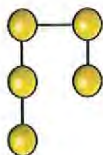
di trasportare queste ultime. I dati così veicolati vengono incapsulati e convogliati secondo tre **tipologie fondamentali**:

- il DataPlane, interscambio ad alto livello tra utenti finali;
- il ControlPlane, interscambio tra i nodi direttamente attraverso l'utilizzo di protocolli di comunicazione;
- il ManagementPlane, interscambio che avviene tra i nodi e le entità di controllo esterne.

L'interconnessione fisica e logica dei nodi è configurabile attraverso varie **topologie** che si differenziano tra loro per:

- complessità, valutata in funzione del numero di collegamenti tra i nodi;
- robustezza, grado di sopravvivenza al guasto da parte dei nodi e dei collegamenti;
- immunità, intesa come margine NM, è il livello massimo di rumore sovrapponibile a quello di ingresso, senza compromissione del valore di uscita;
- espandibilità, possibilità di aggiungere un nuovo nodo alla rete con interventi minimi che non compromettano il regolare funzionamento della rete.

Si potranno distinguere dunque le seguenti topologie:



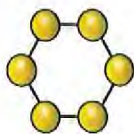
Tipo lineare, ogni nodo è collegato a due adiacenti, ad esclusione di quelli alle estremità della rete.

complessità, $R=N-1$ minimizzato numero dei rami in relazione ai nodi (**semplice**)

robustezza, $GDV=GDL$ monodirezionalità default rete 1R (**isostatica**)

immunità, $NM=Low$ una piccola perturbazione esterna ne altera i valori (**bassa**)

espandibilità, l'introduzione di un nuovo nodo (non posizionato all'estremità della rete) causa un'interruzione sul collegamento e quindi una sospensione del servizio (**critica**)



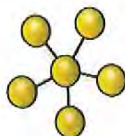
Tipo anello, ogni nodo è collegato a due adiacenti in modo da realizzare una rete circolare.

complessità, $R=N$ minimizzato numero dei rami in relazione ai nodi (**semplice**)

robustezza, $GDV>GDL$ bidirezionalità default rete nR (**iperstatica bassa**)

immunità, $NM=Med$ una media perturbazione esterna ne altera i valori (**media**)

espandibilità, l'introduzione di un nuovo nodo causa un'interruzione sul collegamento e quindi una sospensione della bidirezionalità della rete (**critica**)



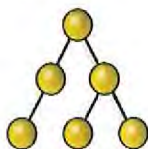
Tipo stella, ogni nodo è collegato con un ramo dedicato ad un nodo centrale.

complessità, $R=N-1$ minimizzato numero dei rami in relazione ai nodi (**semplice**)

robustezza, $GDV>GDL$ bidirezionalità default rete nR (**iperstatica bassa**)

immunità, $NM=Hi$ una forte perturbazione esterna ne altera i valori (**alta**)

espandibilità, la distanza rispetto al nodo centrale è direttamente proporzionale alla facilità di implementazione di un nuovo nodo (**media**)



Tipo albero, ogni nodo è collegato ad un nodo di livello superiore dal quale si ramifica la rete.

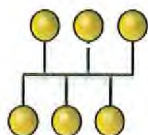
complessità, $R=N-1$ minimizzato numero dei rami in relazione ai nodi (**semplice**)

robustezza, $GDV>GDL$ bidirezionalità default rete nR (**iperstatica**)

immunità, $NM=Med$ una media perturbazione esterna ne altera i valori (**media**)

espandibilità, la ramificazione della rete limita l'introduzione di un nuovo nodo ad

uno specifico livello (**critica**)



Tipo bus, tutti i nodi condividono uno stesso collegamento.

complessità, $R=1$ minimizzato il numero dei rami in relazione ai nodi (**media**)

robustezza, $GDV > GDL$ bidirezionalità default rete nR (**iperstatica bassa**)

immunità, $NM=H_i$ una forte perturbazione esterna ne altera i valori (**alta**)

espandibilità, il collegamento univoco facilita l'introduzione di un nuovo nodo, qualsiasi sia la sua posizione (**elevata**)



Tipo magliata, ogni nodo è collegato direttamente a più nodi della rete.

























complessità, $R=N*(N-1)/2$ massimizzato numero dei rami in relazione ai nodi (**complessa**)

robustezza, $GDV > GDL$ omnidirezionalità default rete nnR (**iperstatica alta**)

immunità, $NM=Med$ buona protezione ai rumori esterni (**alta**)

espandibilità, il collegamento omnidirezionale facilita l'introduzione di un nuovo nodo, qualsiasi sia la sua posizione (**elevata**)

La tabella riassuntiva sottostante fornisce una panoramica generale con una valutazione qualitativa delle varie topologie messe a confronto.

ELEMENTO DI CONFRONTO	LINEARE	ANELLO	STELLA	ALBERO	BUS	MAGLIATA
Complessità	 Semplice	 Semplice	 Semplice	 Semplice	 Media	 Complessa
Robustezza	 Isostatica	 Iperstatica bassa	 Iperstatica	 Iperstatica	 Iperstatica bassa	 Iperstatica Alta
Immunità	 Bassa	 Media	 Alta	 Media	 Media	 Alta
Espandibilità	 Critica	 Media	 Media	 Media	 Elevata	 Elevata

GIUDIZIO COMPLESSIVO (Elementi positivi)	 1/4	 1/4	 2/4	 1/4	 1/4	 3/4
---	--	--	--	--	--	--

La topologia della rete risulta dunque strettamente connessa al numero e alla qualità dei rami che la compongono. In particolare, i mezzi fisici che si possono impiegare per la formazione dei collegamenti sono raggruppabili in tre categorie:

- supporti elettrici: cavi metallici ad elevata conduzione elettrica (cavi ethernet, doppi telefonici, cavi coassiali);
- supporti ottici: cavi che sfruttano come mezzo di trasporto la luce (fibre ottiche, laser);
- supporti wireless: onde elettromagnetiche.

In proposito, la scelta del mezzo trasmissivo deve considerare le intrinseche caratteristiche di ciascuno di essi in funzione del contesto specifico, ed in particolare:

- banda passante, la capacità di trasmettere il segnale;
- rumore o interferenza, la sensibilità al deterioramento del segnale;
- distorsione, variazione del segnale trasmesso in funzione di fenomeni esterni;
- attenuazione, la riduzione della potenza del segnale al crescere della distanza percorsa;
- scalabilità e flessibilità, la potenzialità di un sistema ad essere aggiornato ed ampliato;
- costi, valutati in relazione ai benefici fruibili sul breve e sul lungo termine.

A questo punto, si deve definire l'interfaccia di comunicazione tra i nodi, ovvero identificare le periferiche di collegamento che, in funzione delle prestazioni da garantire e delle condizioni territoriali specifiche del contesto, possano garantire standard minimi di efficienza ed affidabilità del servizio. Le soluzioni oggi presenti sul mercato sono:

- Porta seriale EIA RS-232, bassa velocità di trasmissione dati e brevi distanze;
- Porta seriale EIA RS-485, alta velocità, lunghe distanze con doppio circuito di pilotaggio;
- Porta seriale EIA RS-422, alta velocità, lunghe distanze con singolo circuito di pilotaggio;
- Porta USB, permette un collegamento ad albero fino a 127 periferiche per gestore, brevi distanze ad alta velocità;
- Porta CAN, seriale di campo sfruttata in ambito automotive fortemente immune a disturbi con velocità sensibile alla distanza di comunicazione;
- Porta FIREWIRE, ossia a flusso continuo di dati con velocità elevate e distanze molto limitate;
- Porta Ethernet TCP/IP e EtherCAT, a servizio di reti evolute e strutturate con dispositivi di bilanciamento del carico e di sicurezza come i firewall. Velocità elevatissime con banda di comunicazione ampia.
- Su tecnologia cablata a doppi telefonico dell'ultimo miglio (ISDN, ADSL, xDSL ecc.);
- Su tecnologia wireless di telefonia mobile di seconda (GSM) e terza generazione (GPRS/UMTS);
- Wireless con tecnologia Wi-Fi.

5.2.4. Progetto della soluzione selezionata

L'approccio metodologico adottato da Yousave S.p.A., quale System Integrator, ha portato ad individuare la scelta progettuale in funzione dei seguenti criteri:

- **stabilità**, creare una rete di interconnessione tra nodi e rami con un grado di robustezza ed immunità ai disturbi estremamente elevati;
- **invasività**, semplificare la messa in opera delle apparecchiature ed il loro cablaggio;
- **scalabilità**, ogni scelta progettuale deve potersi evolvere nel breve e nel lungo periodo, senza compromettere quanto già realizzato, ma adattandosi in maniera semplice ed efficace alle soluzioni presenti sul territorio;
- **fruibilità**, rendere ogni struttura/impianto totalmente gestibile da remoto con gradi di accesso scalabili;
- **utilità**, valutazione del rapporto costo-benefici di qualsiasi intervento, affinché vengano soddisfatte razionalmente le reali esigenze della Città;
- **sostenibilità ambientale**, limitare l'impatto ambientale sul territorio e in termini di salute e sicurezza nei confronti dei cittadini, in relazione alle tecnologie utilizzate.

La proposta di Yousave S.p.A. si concretizza dunque in un sistema di monitoraggio "real time" e di gestione da remoto applicato, sia a tutti gli impianti meccanici delle utenze comunali nel perimetro di servizio, sia a ciascun corpo luce della pubblica illuminazione.

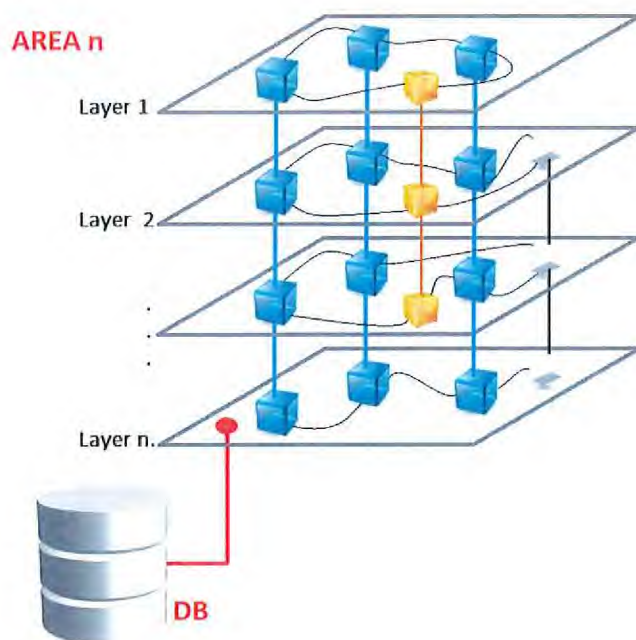
Si potranno quindi massimizzare le performance di tutti gli impianti, in funzione delle reali condizioni al contorno presenti e delle condizioni di comfort da garantire in ciascun edificio, nonché disporre di un costante riscontro sull'affidabilità e sull'efficacia delle soluzioni implementate e della gestione.

In particolare, per individuare il modello topologico più consono ed adattabile al territorio, si sono individuate le aree omogenee che possono costituire una sottorete dipendente da un concentratore.

La **zonizzazione del Comune di Solaro** può essere così rappresentata:

Ogni area è da interpretare come una sommatoria di layer comunicativi indipendenti ed intercomunicanti tra loro, secondo un modello ricorsivo a strati, legati da una relazione di tipo client-server, così da rendere più tecnologie, all'apparenza differenti, integrate tra loro.

In particolare, si sono individuati tre layer, ovvero tre livelli di incapsulamento dei dati:



DataPlane, ossia rete ad alto livello. In questo caso, l'utente finale fruirà delle informazioni attraverso un'interfaccia disponibile sotto forma di portale internet e di WebAPP/APP che comunicheranno direttamente verso il data center Yousave;

ControlPlane, ossia rete locale, suddivisa tra: *EndDevice* (attuatori e/o sensori finali), responsabili della raccolta dati e/o concretizzazione di un comando e *nodi*, costituiti da un modulo responsabile della ritrasmissione dei dati verso il concentratore;

ManagementPlane, ossia rete esterna. Realizzazione dei concentratori, con funzione di gateway, in base all'infrastruttura esistente, all'accessibilità e all'esposizione verso i nodi.

I vari device in campo saranno collegati in wireless secondo la topologia mesh. Gli elementi costitutivi di tale topologia sono gli N nodi connessi con $N \times (N-1) / 2$ rami e N-1 porte disponibili in ciascun nodo. Non si esclude che nella vista d'insieme la sommatoria di ogni singola Mesh area va a formare un'unica topologia di tipo ibrido, ove il concentratore dell'area è un punto-punto verso le altre. Di conseguenza si possono identificare due macro suddivisioni:

- Rete locale, mesh - con l'impiego della tecnologia wireless si realizzerà una struttura magliata, con ampia presenza di rami che ne determinano una robustezza elevata;
- Rete esterna, backbone - con l'impiego della tecnologia di TCP/IP si possono sfruttare le infrastrutture esistenti sul territorio o di prossima realizzazione con elevate prestazioni di banda disponibile e velocità per il trasferimento dei dati tra le aree e il data center centrale. Inoltre, in relazione anche alla tipologia e dimensione di dati trasmessi a livello fisico, la soluzione adottabile per una rete esterna è mista: Wireless Wi-Fi / GPRS e Cablata ADSL, xDSL.

Il datacenter è da considerarsi la vera e propria anima di tutto il sistema, per questo motivo è stato scelto di posizionarlo presso un provider internazionale che possa garantire la massima affidabilità e continuità.

La struttura del datacenter è composta da più livelli nidificati. Il primo livello, più esterno, è quello denominato front-end. Tale livello è composto da diversi server che provvedono alla distribuzione dei servizi accessibili attraverso la rete internet. Naturalmente i servizi più evidenti sono quelli che prevedono una interfaccia human readable, e cioè portali, siti web e web application accessibili attraverso i più moderni browsers e dispositivi mobili.

A livello front-end vengono, inoltre, messi a disposizione, a favore di partner e clienti, dei punti di accesso che consentono lo scambio di informazioni da e verso gli impianti in essere. Queste funzioni sono forse le meno evidenti ma molto importanti, in quanto consentono la distribuzione diretta delle informazioni ai destinatari per elaborazioni personalizzate. A questi punti di accesso si possono inviare le informazioni necessarie alla gestione dell'impianto.

Il secondo livello del datacenter, connesso al primo, è quello denominato back-end. I server presenti a questo livello eseguono tutte le operazioni necessarie al costante controllo di tutti gli impianti in essere, che possono andare da quelli più semplici a quelli più complessi, fino ad arrivare al singolo device in campo, rispettando il modello, la versione ed il protocollo di comunicazione specifico.

Tutti i server appartenenti al front-end ed al back-end lavorano in parallelo con dei ripartitori di carico di ridondanza per gestire una mole considerevole di richieste.

La distribuzione di carico e la ridondanza dei server assicurano, in caso di guasto di uno o più server, di mantenere la piena accessibilità.

Al livello più interno sono presenti i server di database utilizzati per la memorizzazione delle informazioni sullo stato delle apparecchiature e per la raccolta di dati statistici e storici ritenuti sensibili. Queste macchine, ad elevate prestazioni, dispongono di diversi hard-disk montati in raid: tale struttura consente di sopperire un eventuale malfunzionamento senza alcuna perdita di dati.

Il datacenter è da considerarsi dunque come un concentratore che funge da nodo di smistamento delle informazioni derivanti da tutte le Aree Mesh a diversi livelli di utenza (gestore, Amministrazione Comunale e Collettività).

La centrale operativa, connessa direttamente al datacenter, svolge tutte le operazioni relative al controllo degli impianti, alla manutenzione di tutti i servizi fruibili dagli utenti, alla messa in produzione di tutti i nuovi impianti e delle nuove funzionalità ad essi correlati. Inoltre, la centrale operativa ha compiti di help-desk per tutti gli utenti.

La profilazione delle utenze è dunque un punto cardine del progetto, in quanto permette di distribuire al meglio, con i permessi opportuni, le funzioni che questo offre.

Per la definizione delle utenze sono state attualmente previste tre macroaree: la prima rappresenta il gestore e manutentore dell'impianto, ad essa sono riservate tutte quelle funzioni che ne permettono la gestione diretta. Tali funzioni sono direttamente disponibili attraverso l'accesso a siti web, applicazioni mobili e quant'altro il mercato dell'innovazione tecnologica proponga. In particolare, chi ha funzioni di

manutenzione avrà a disposizione un accesso diretto all'impianto di riferimento tramite un sito web e una APP da installare sul proprio dispositivo mobile in modo da essere sempre aggiornato sullo stato di ogni singola periferica presente così da poter intervenire tempestivamente.

La seconda macroarea è quella riferita all'Amministrazione Comunale. Il portale internet avrà un accesso riservato agli operatori comunali e dedicato alle attività di monitoraggio "real time" e controllo da remoto, alla gestione delle attività di fatturazione e più in generale di comunicazione tra Comune e gestore.

La terza macroarea presa in considerazione è quella di un probabile utente finale, ovvero colui che usufruisce dei servizi generati dall'impianto. Anche in questo caso viene previsto un accesso diretto a portali e siti web, la creazione di specifiche APP per dispositivi mobili ed anche totem interattivi distribuiti sul campo.

Ulteriori informazioni potranno essere diffuse tempestivamente anche attraverso l'uso di pannelli informativi ed ulteriori media che nel contesto potranno essere sviluppati ed integrati sfruttando l'evidente scalabilità del sistema.

5.2.4.1. Fattibilità dell'intervento

La realizzazione degli interventi di cui sopra passa tramite studi di fattibilità condotti con riferimento ai seguenti elementi:

- indagini tecniche;
- vincoli di natura storica, artistica, archeologica, paesaggistica;
- considerazioni ambientali;
- disponibilità delle aree da utilizzare;
- disponibilità dei pubblici servizi e modalità dei relativi allacciamenti;
- interferenze con pubblici servizi presenti lungo il tracciato.

Indagini tecniche

Come già anticipato, le soluzioni tecniche alla base della proposta di Yousave S.p.A. sono state individuate a seguito di un'attenta analisi in campo, per valutare la massima compatibilità ed adattabilità con gli elementi e le apparecchiature già presenti.

In proposito, è bene precisare che tutte le soluzioni tecniche rispetteranno la Marcatura CE, così come previsto dalla Comunità Europea per qualsiasi prodotto elettrico/elettronico immesso/installato nel mercato ed, in particolare, per quanto concerne la sicurezza elettrica del prodotto e la sua compatibilità elettromagnetica.

Vincoli di natura storica, artistica, archeologica, paesaggistica

Non si identifica alcun vincolo di natura storica, artistica, archeologica e/o paesaggistica significativo, in quanto non sono previsti interventi su opere e/o impianti pregevoli per arte e storia, quali solo ad esempio, monumenti, palazzi storici, strutture architettoniche e sculture commemorative, fontane, ecc...

In ogni caso, si precisa altresì che tutte le soluzioni tecniche sono state scelte per non creare alcuna modificazione percettiva del panorama presente, ma anzi, ove possibile, saranno volte a rivalutare e

riqualificare il territorio in totale armonia con lo stesso. In particolare, la tipologia di antenna installata nei device per permettere la copertura di comunicazione wireless ha dimensioni contenute – 7,0cm di lunghezza e 0,9cm di diametro – ed integrata sul corpo illuminante, generalmente ad un'altezza superiore a 4m, risulta decisamente poco invasiva e totalmente impercettibile alla vista.

Considerazioni ambientali

Dal punto di vista ambientale le possibili considerazioni riguardano:

- Inquinamento elettromagnetico;
- Interferenze con apparecchiature.

Inquinamento elettromagnetico

In risposta alle necessità sempre più crescenti da parte della salvaguardia della salute è stato redatto un censimento delle sorgenti inquinanti che, in relazione con il nuovo scenario normativo (legge quadro n.36/2001), ha portato ad un catasto a livello nazionale delle sorgenti di campo elettromagnetico come supporto per le attività di controllo e di informazione del cittadino.

In proposito, la strategia di lavoro capillare (punto-punto) della rete dati risulta premiante, in quanto la modulazione del segnale è tarata in modo specifico alla necessità che il singolo nodo ha per raggiungere il suo più prossimo, in base alla condizione ambientale in cui si trova in quel momento. L'aumento della densità di nodi porta dunque ad una drastica diminuzione di distanza fisica tra di loro, da cui ne consegue un impiego di potenze modeste per permetterne la loro interazione in linea, e, quindi, la salvaguardia, sia dell'energia che dell'ambiente.

Interferenze con apparecchiature

Nell'ambiente cittadino vengono aggiunti sempre più sistemi elettronici, molti dei quali in grado di irradiare e ricevere campi elettromagnetici.

Per garantirne un corretto funzionamento e una possibile convivenza tra loro è necessario un approfondito studio sui problemi EMC in fase di progetto, per minimizzare poi in fase di realizzazione i problemi che queste possono generare.

Proprio per i suddetti motivi, si precisa sin d'ora che tutte le apparecchiature adottate nel progetto proposto sono conformi a tutte le normative di compatibilità elettromagnetica di emissione, immunità e radio test.

Disponibilità delle aree da utilizzare

Trattandosi di installazioni su impianti di pubblica illuminazione e in centrali termiche esistenti, tutte le aree sono di piena disponibilità dell'Amministrazione Comunale. Non è prevista la realizzazione di alcun intervento di ampliamento su nuove aree, pertanto non sussiste la necessità di verificarne la disponibilità.

Disponibilità dei pubblici servizi e modalità dei relativi allacciamenti

L'unica esigenza in termini di pubblici servizi è inerente la disponibilità di un punto di fornitura di energia elettrica. Essendo il sistema installato su impianti già esistenti risulta evidente come questi ultimi siano elettrificati.

Interferenze con pubblici servizi presenti lungo il tracciato

Al fine di garantire la sicurezza in fase di realizzazione, garantire la piena operatività e continuità di esercizio dei servizi presenti, evitare qualsiasi danno alle strutture/impianti preesistenti, sarà strettamente necessario, prima dell'inizio lavori, reperire dagli Uffici Comunali e dalle Società di Servizi interessate tutti i documenti che descrivano nel dettaglio gli elementi presenti in campo.

5.2.4.2. Indicazioni su accessibilità, utilizzo e manutenzione degli impianti esistenti

L'accessibilità agli impianti esistenti è sempre possibile dalla pubblica via, non sussistono pertanto servitù o vincoli di passaggio; durante le fasi di intervento dovrà essere garantita la piena funzionalità degli impianti nelle tipiche ore di utilizzo, con possibilità di eccezione per le sole e limitate aree specifiche di intervento; diverse necessità di interruzione di servizio dovranno essere preventivamente concordate con l'Amministrazione Comunale e gli Enti preposti. La manutenzione ordinaria degli impianti esistenti dovrà essere effettuata fino alla loro completa dismissione, al fine di garantire le funzionalità necessarie alla sicurezza degli utenti.

Integrazione servizi SMART CITY

I principali **servizi smart**, che Yousave sarà in grado di offrire, saranno utili, sia ai cittadini quanto alla Pubblica Amministrazione, grazie alla varietà di argomenti ed ambiti interessati, e si possono così riassumere:



Grazie ai ripetitori di segnale, sarà possibile permettere agli operatori di ampliare in modo veloce e sicuro la banda a disposizione dei cittadini o di implementare bande di accesso gratuite limitate o meno. Tutto ciò può permettere di accedere e navigare su internet nei punti nevralgici del Comune, per rendere più vivibile e contemporanea la vita cittadina del centro.

Questo servizio è fondamentale e basilare per una comunità ed un territorio che hanno l'ambizione di diventare uno tra i primi veri Comuni Smart d'Italia.



Gli hotspot wifi previsti (10) saranno installati:

- Nel centro storico
- In piazza Grandi
- Nella Villa Comunale



Centro Storico



Piazza Grandi



Villa Comunale

5.3. Servizio SMART 2: Controllo puntuale dell'illuminazione

La densa distribuzione sul territorio dei punti da monitorare porta inevitabilmente ad una scelta progettuale di tipo puntuale, in quanto quest'ultima consente di intervenire e recuperare dati sensibili sul territorio in modo capillare, così da massimizzare le performance dell'impianto.

Tale scelta progettuale permette inoltre di realizzare una fitta copertura di comunicazione, utile per rendere il sistema poco invasivo nella fase di installazione e flessibile nelle fasi successive, in quanto scalabile una volta che l'impianto è messo a regime.

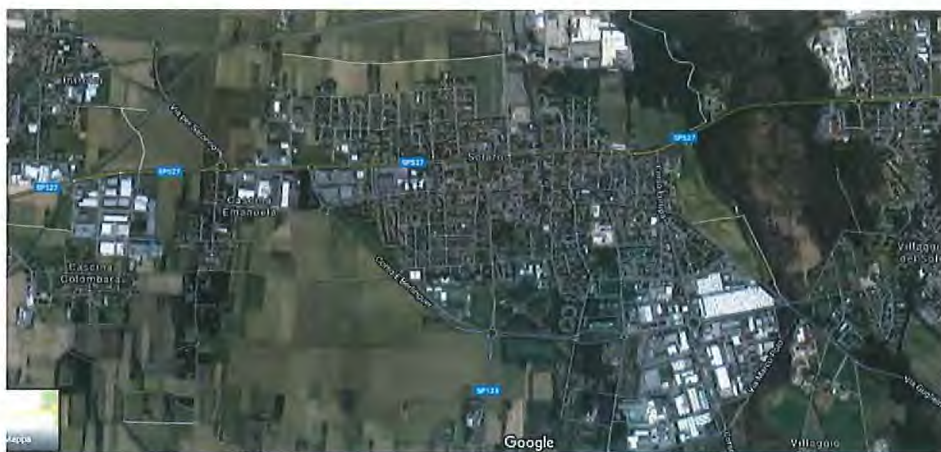
Per realizzare una rete puntuale si utilizzerà un'elettronica atta a pilotare e monitorare l'alimentatore.

L'intervento proposto da Yousave S.p.A. permette dunque, da un lato, di implementare la struttura per una rete intelligente estesa sul territorio del Comune di Solaro e, dall'altro, di ottimizzare i servizi di gestione e manutenzione sulla rete di pubblica illuminazione riqualificata presente nel perimetro di servizio, con una riduzione dei consumi dei vettori energetici.

Questa soluzione non necessita dell'utilizzo del cavo pilota o delle onde convogliate ed è adatto per il collegamento con sistema di telegestione basato su architettura web aperta (SOAP/XML/HTTP/FTP).

6.3. Servizio SMART 3: Portale PA

Al fine di rendere disponibili tutti i dati raccolti dalla sensoristica installata sulla rete intelligente, Yousave offre all'Amministrazione e ai cittadini un Portale Web accessibile da ogni dispositivo dotato di connessione internet, già consultabile per altre commesse all'indirizzo internet <http://pa.innowatio.it/>, il quale consentirà una **gestione energetica dinamica del territorio controllato**.



La Piattaforma prevede tre tipologie di accesso:

- **Gestore degli impianti:** abilitato alle funzioni di monitoraggio e alle funzioni di gestione degli impianti;
- **Amministrazione Pubblica:** abilitato a tutte le funzioni di monitoraggio e reportistica;
- **Collettività:** abilitata a solo alcune funzioni di monitoraggio.

SOLARO

Il Gestore mediante il Portale P.A. potrà:

- monitorare sia lo stato degli impianti, individuando eventuali malfunzionamenti, sia la loro resa energetica;
- intervenire immediatamente sugli impianti connessi da remoto laddove ci sia la necessità.

5.3.1. Servizio SMART 4: Ticketing manutentivo

Tramite una sezione dedicata del portale PA, sarà possibile per la Pubblica Amministrazione gestire in maniera rapida e veloce, nuove segnalazioni, tenere traccia dello stato di avanzamento, nonché avere una visione completa dello storico di tutte le richieste di intervento effettuate. Questo strumento facilita decisamente le comunicazioni tra Amministrazione e manutentori.

Sistema di ticketing

[+ Nuovo ticket](#)

DA: A:
☐ Tutti i ticket ☐ Tutti i siti

☐ Tutte le categorie ☐ 25 per pagina ☐ ultima modifica decrescente

Numero	Oggetto Descrizione	Note	Sito Categoria	Stato	Priorità	Segnalato da	Data/Ora apertura	Data/Ora chiusura
00152	Lampada funzionante ad intermittenza	lampada 70w sap.	illuminazione pubblica illuminazione pubblica	Chiuso	Normale	Ufficio tecnico	31/08/2015 alle 15:15	02/09/2015 alle 18:09
00151	lampioni lampadina bruciata in via Dante Alighieri lampioni in via Dante Alighieri	lampada 125hg	illuminazione pubblica illuminazione pubblica	Chiuso	Normale	Ufficio tecnico	31/08/2015 alle 12:12	02/09/2015 alle 17:52
00154	l'aria condizionata non funziona	-		In lavorazione	Urgente	Ufficio tecnico	01/09/2015 alle 14:15	-

Cliccando sulla sezione Ticketing si accede alla schermata iniziale che presenta l'elenco degli ultimi ticket ordinati per data e ora. Per ogni ticket è visualizzato:

- numero – automaticamente gestito dal sistema ed univoco per i ticket esistenti
- l'oggetto del ticket con una breve descrizione
- eventuali note
- categoria di appartenenza del ticket e sito di riferimento del ticket
- lo stato del ticket
- il livello di priorità
- l'utente che ha aperto il ticket o che ha in gestione lo stesso
- data e orario di apertura
- data e orario di chiusura

L'elenco dei Ticket in ordine cronologico inverso (dal più recente al più vecchio) può essere filtrato mediante un sistema di ricerca. La ricerca permette all'operatore di:

- inserire un testo libero per ricercare nell'oggetto e nella descrizione
- indicare un periodo di riferimento dei ticket
- lo stato dei ticket (aperto, chiuso, in lavorazione ecc...) mediante una tendina di selezione
- i siti di pertinenza per il Comune
- le categorie di pertinenza dei ticket (Termico, illuminazione ecc...)
- il numero di ticket da visualizzare per pagina
- la data di modifica o creazione

5.3.2. Servizio SMART 8: Monitoring parametri ambientali

Yousave ha un enorme interesse alla situazione ambientale presente nelle zone in cui attua interventi di efficienza energetica, poiché una parte fondamentale delle proprie iniziative, riguarda l'abbattimento di sostanze inquinanti come ad esempio la CO₂, ma anche le polveri sottili e altre sostanze nocive presenti nell'aria.

Grazie alla sensoristica ad oggi a disposizione sul mercato, oltre al rilevamento degli inquinanti presenti nell'aria, sarà possibile determinare le previsioni metereologiche in funzione di alcuni parametri base, ad esempio vento, umidità, temperatura, raggi UV, al fine di agevolare la vivibilità del territorio e l'organizzazione dei turisti.

Verranno installati alcuni dispositivi di rilevamento ambientale nella zona industriale del Comune di Solaro, al fine di rendere disponibili all'Amministrazione dati riguardanti ad esempio la concentrazione di agenti inquinanti nell'aria.



6. Struttura organizzativa del servizio

La struttura organizzativa addetta alla conduzione e gestione del perimetro di servizio sarà predisposta secondo un modello organizzativo costruito da tre differenti livelli di supporto, secondo il seguente organigramma:

- **Struttura di Coordinamento Generale;**
- **Struttura di Supporto Tecnico:** investita di responsabilità direttive e di coordinamento, organizzative e di controllo, da attuare in riferimento ai diversi servizi assegnati;
- **Struttura Operativa:** costituita da personale attivo in campo, che espletterà tutte le attività da svolgersi presso il territorio comunale.

Tra i servizi messi a disposizione del Comune si riportano alcuni tra gli elementi chiave che caratterizzeranno il servizio di gestione:

- **Portale P.A.:** verrà messo a disposizione dell'Amministrazione Comunale e della Collettività (Cittadini, Turisti, ecc...) un portale, dove saranno consultabili gli interventi di riqualificazione ed efficientamento, nonché tutti i dati sensibili inerenti il servizio;
- **Project Manager:** verrà messo a disposizione un Project Manager, che supporterà i nostri operatori in loco, e si interfacerà con la Direzione Tecnica, al fine di proporre/analizzare eventuali sistemazioni e migliorie;
- **Coordinamento Interventi e Assistenza:** verrà identificata un'adeguata struttura di Front Office, che coordinerà gli interventi dei tecnici specialisti, garantendo il rispetto delle tempistiche previste per gli interventi programmati e supporterà le eventuali necessità della struttura.

7. Servizi di manutenzione e gestione

7.1. Modalità operative

Il piano di manutenzione, che sarà redatto in fase di progettazione esecutiva, riporterà tutte le precauzioni e gli accorgimenti da tenere in considerazione nello svolgimento delle operazioni di manutenzione.

Yousave S.p.A., all'interno del meccanismo di realizzazione impianti in modalità E.S.Co., adotterà un programma manutentivo costruito sulla base delle linee guida dettate dalla normativa UNI EN 13306 tenendo presente che la manutenzione è la ***“combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative e gestionali, durante il ciclo di vita di un'entità, volte a mantenerla o riportarla in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta”***.

Per fare questo Yousave analizzerà attentamente l'insieme delle attività manutentive classificandole come appartenente ad una delle aree che vengono identificate dall'incrocio di due variabili:

- la fase del ciclo di vita dell'entità o bene oggetto di manutenzione;
- il grado di "proattività" della risposta manutentiva;

con l'obiettivo del miglioramento continuo della disponibilità operativa dell'entità e del contenimento dei costi di manutenzione.

Per raggiungere gli obiettivi strategici di disponibilità operativa delle entità e di contenimento dei costi di manutenzione, verrà costruito un progetto di manutenzione, ossia verranno definiti razionalmente gli approcci di manutenzione più congrui, sia dal punto di vista tecnico che organizzativo, il che significa principalmente definire, per le varie entità, quale politica manutentiva adottare:

- se e quando operare con interventi di riparazione solo a seguito di un guasto;
- se e quando è invece più opportuno prevenire i guasti effettuando interventi preventivi di manutenzione;
- per quali entità e attività di manutenzione è opportuno impegnarsi nella ricerca di soluzioni di miglioramento della situazione esistente.

7.1.1. Scelta della politica di manutenzione

Per la costruzione del progetto di manutenzione e la ricerca della politica di manutenzione che meglio si adatti alle varie entità verrà seguito un percorso decisionale che conduce alla scelta della giusta politica tra quelle sopraelencate, facendo uso dei predetti criteri di scelta.

Le condizioni che devono essere verificate in questo percorso decisionale sono innanzitutto:

1. l'esistenza di un segnale debole, inteso come un sintomo premonitore di un futuro guasto e la sua monitorabilità;
2. l'esistenza di una previsione di durata per poter programmare ispezioni a cadenza o, almeno, sostituzioni preventive;
3. l'esistenza di indicazioni o raccomandazioni sui criteri di manutenzione fornite dal costruttore dell'entità o da normative di legge.

La scelta della politica è quindi determinata principalmente dal grado di criticità.

7.2. Risorse e strumentazione

Yousave S.p.A. dispone di tutti i beni ed attrezzature occorrenti alla perfetta erogazione dei servizi.

A garanzia di tutti i servizi da erogare nel periodo contrattuale, Yousave S.p.A. mette a disposizione solo **attrezzature** e **strumenti tecnologicamente avanzati**, in grado di assicurare il massimo livello di funzionalità e qualità, in conformità alle normative vigenti in materia. Il livello qualitativo del patrimonio strumentale è garantito dall'aggiornamento e dal suo incremento periodico, per meglio rispondere alle esigenze di servizio e migliorare nel tempo la qualità degli standard prestazionali garantiti.

Tutte le attrezzature che saranno impiegate sono scelte, come già accennato, per garantire prestazioni ottimali in termini di qualità/ servizio e sono dotate dei seguenti requisiti minimi:

- **facilità d'utilizzo per gli operatori**: ossia consentire, in una prima fase, un agevole addestramento all'uso, e, successivamente, limitare le possibilità di errore nell'impiego;
- **affidabilità**: requisito fondamentale, sia per la sicurezza dell'operatore (tutte le macchine previste rispettano le norme antinfortunistiche vigenti nella Comunità Europea), sia per la sicurezza degli edifici che dei loro occupanti;
- **facilità di pulizia**: requisito spesso trascurato, bensì decisivo per non compromettere, a causa delle attrezzature utilizzate, gli sforzi per l'igiene e la pulizia degli ambienti;
- **ampie caratteristiche resistenziali**: ossia garantire, sia una corretta esecuzione dell'intervento, sia la sicurezza degli operatori;
- **facilità nella manutenzione**: requisito necessario per mantenere alte nel tempo le funzionalità;
- **limitata rumorosità**: requisito fondamentale per non arrecare disturbo alle attività svolte in prossimità del luogo di intervento.

7.3. Manutenzione straordinaria

Gli interventi non previsti e non coperti da manutenzione ordinaria saranno oggetto di richiesta separata di intervento.

La valutazione economica sarà eseguita prima dell'inizio dei lavori o, in caso di intervento urgente, a consuntivo.

7.4. Portale PA

Yousave mette a disposizione dell'Amministrazione un Portale Interattivo per una **gestione energetica dinamica del territorio controllato**, ma non solo, attraverso il portale il Comune di Solaro potrà, innanzitutto rendere visibile alla propria comunità la bontà del proprio programma ed in seguito, offrire una serie di servizi a valore aggiunto per l'intera cittadinanza. Tale strumento è già stato sviluppato da Yousave per i propri clienti e consultabile all'indirizzo internet <http://pa.innowatio.it/>

La Piattaforma prevede tre tipologie di accesso:

COMUNE DI SOLARO

- **Gestore degli impianti:** abilitato alle funzioni di monitoraggio e alle funzioni di gestione degli impianti ;
- **Amministrazione Pubblica:** abilitato a tutte le funzioni di monitoraggio e reportistica;
- **Collettività:** abilitata solo ad alcune funzioni di monitoraggio.

Il Gestore mediante il Portale P.A. potrà:

- monitorare sia lo stato degli impianti, individuando eventuali malfunzionamenti, sia la loro resa energetica;
- monitorare il comfort all'interno degli edifici gestiti;
- intervenire immediatamente sugli impianti connessi da remoto laddove ci sia la necessità.



Immagine esempio-tratta da portale

Il Portale P.A. presenterà *una mappa del Comune navigabile con indicazioni delle unità di consumo* (edifici, lampioni,...) *e di produzione* (impianto fotovoltaico,...) gestiti. Per ogni sito gestito, sarà disponibile una *"anagrafica edifici" e relativi impianti*, contenente:

- i dati catastali ed energetici relativi ad edifici ed involucri;
- specifiche degli impianti installati (caldaie, termovalvole, impianti fotovoltaici...);
- eventuali documenti tecnici di progetto o ricognizioni sullo stato di fatto.

Per ogni Comune è possibile gestire gli interventi che YouSave sta svolgendo, suddivisi nelle macro tipologie qui brevemente riassunte. Per tutti gli approfondimenti riguardanti il tema si rimanda alla Relazione Servizio e gestione (RS-O&M01), nella quale sono descritti ed affrontati in maniera puntuale tutti i servizi offerti e le modalità di utilizzo del portale.

• Smart City

Gestione ed indicazione tramite grafici sulla sensoristica installata e la copertura del territorio della rete smart punto-punto creata.



• Illuminazione

Descrizione dei principali interventi previsti sulla rete di pubblica illuminazione con una descrizione dell'attuale stato di fatto e lo stato di progetto.

A titolo di esempio si propone la creazione di interventi per la categoria ILLUMINAZIONE.

Dettaglio intervento

Sostituzione completa dell'apparecchio



STATO DI FATTO

Le tipologie di apparecchi installati sono riconducibili a poche macro-categorie legate prevalentemente al contesto di installazione.

In particolare, le strade interne delle zone residenziali sono dotate, salvo casi specifici di interventi più recenti, di apparecchi con ottica "Stradale" con sorgenti tipo Hg e potenza comprese fra 80W e 125W. Inoltre, interventi di più recente realizzazione, tipici di zone quali strade di accesso principali e aree residenziali, presentano apparecchi con ottica "Stradale" o di tipo "Ornamentale" con sorgenti SAP aventi potenze molto diversificate, comprese fra 70W e 250W.



STATO DI PROGETTO

Sostituzione completa dell'apparecchio per le situazioni "conformi e non" compreso lo smontaggio e la dismissione degli apparecchi sostituiti. Il rifacimento della derivazione da dorsale e della relativa giunzione. Gli apparecchi di nuova fornitura saranno dotati di LED e di ottica idonea all'uso (stradale e/o arredo urbano) sia per strade interne residenziali sia per aree di recente realizzazione. È previsto inoltre un sistema di regolazione e di supervisione che consentirà il puntuale controllo di tutti i principali parametri e di tutti i principali componenti influenti ai fini della massimizzazione dell'efficienza energetica.

Nella schermata home del Comune saranno indicati l'andamento dei consumi durante l'anno ed il confronto con gli anni precedenti, nonché i benefici ambientali derivanti.

Illuminazione Pubblica

Elenco Interventi



Effettuati

1594

Interventi totali

1594



Sostituzione completa dell'apparecchio

Riquadratura ed efficientamento sulle rete di pubblica illuminazione.

Visualizza scheda

Energia consumata (MWh/anno)



Green

Co2 Emissioni evitate

877,69
tonn./anno



Alberi piantati

87553



TEP Evitate

379,05



• Edifici

Per ogni edificio oggetto di intervento sarà presente una descrizione dettagliata sull'attuale stato di fatto e i principali interventi previsti. Sarà inoltre disponibile un riassunto che descrive gli interventi previsti, realizzati, l'andamento dei consumi durante l'anno ed il confronto con gli anni precedenti, nonché i benefici ambientali derivanti.

• Gestione documentale

Attraverso la seguente scheda di amministrazione di un Comune è possibile definire le categorie e sottocategorie utili per la Gestione Documentale di tutti i documenti principali e fondamentali forniti per l'intera gestione del contratto, sempre a disposizione dell'Amministrazione.

Gestione documentale

Elenco categorie	Progettazione Bando di gara Contratto Capacità tecnica Certificati Relazioni tecniche	^ v
Elenco sotto-categorie	Elettrico edifici ed impianti speciali Programmazione Illuminazione pubblica Telecontrollo Fotovoltaico	^ v
Invio email di notifica a		

● **Monitoraggio e telecontrollo**

Per ogni sito gestito sarà possibile avere una gestione della reportistica periodica relativa alle performance dei sistemi monitorati e telecontrollati oltre che agli interventi di manutenzione programmati ed eseguiti. Gli interventi saranno classificati e ricercabili per tipologia di intervento, per edificio o impianto oggetto dell'intervento e per data di esecuzione programmata o effettiva.

Numero	Oggetto Descrizione	Note	Sito Categoria	Stato	Priorità	Segnalato da	Data/Ora apertura	Data/Ora chiusura
00152	Lampada funzionante ad intermittenza	lampada 70w sap	Illuminazione pubblica Illuminazione pubblica	ESEGUITO	Normale	Ufficio tecnico	31/08/2015 alle 15:15	02/09/2015 alle 18:09
00151	lampione lampadina bruciata in via Dante Alighieri lampione in via Dante Alighieri	lampada 125hg	Illuminazione pubblica Illuminazione pubblica	ESEGUITO	Normale	Ufficio tecnico	31/08/2015 alle 12:12	02/09/2015 alle 17:52
00154	Paria condizionata non funziona	-		IN GESTIONE	Urgente	Ufficio tecnico	01/09/2015 alle 14:15	-

● **Ticketing**

Cliccando sulla sezione Ticketing si accede alla schermata iniziale per le segnalazioni e richieste di intervento che presenta l'elenco storico degli ultimi ticket in senso cronologico.

L'apertura di un nuovo Ticket viene effettuato mediante l'apposito pulsante nella sezione Ticketing.

Sistema di ticketing

Nuovo ticket

Utente			
Data segnalazione	03/09/2015		
Cittadino	Cognome	Nome	
	Indirizzo		
	Telefono	Email	
Sito			▼
Categoria			▼
Priorità			▼
Assegna a manutentore			▼
Oggetto			
Descrizione			

7.5. Modalità gestionali

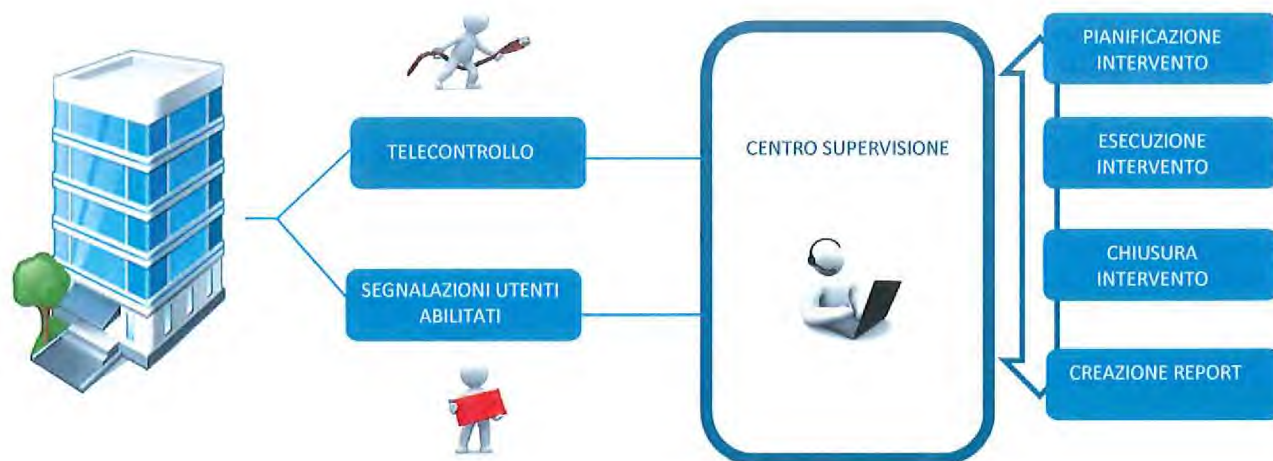
La rete dati predisposta sull'intero territorio urbanizzato del Comune di Solaro, consente a Yousave S.p.A. un monitoraggio "real time" e una gestione da remoto capillare su ciascun punto luce della rete di pubblica illuminazione.

Proprio il monitoraggio "real time" diviene strumento fondamentale per il progetto di efficientamento proposto da Yousave S.p.A.: la possibilità di avere un riscontro immediato dello stato delle strutture e degli impianti (sia termici che elettrici) installati sul territorio permette infatti l'ottimizzazione della loro gestione, garantendo, da un lato, una conduzione strettamente connessa ed adattabile ai parametri ambientali, dall'altro, la possibilità di interventi manutentivi mirati e rapidi (a seguito di eventuali avarie) per riportare il sistema alle migliori condizioni di funzionamento.

La scelta progettuale adottata da Yousave S.p.A. soddisfa dunque le specifiche esigenze riscontrate sul territorio del Comune di Solaro, in quanto è scalabile qualora ne nascono delle esigenze future. Proprio la scalabilità del sistema, ossia la capacità di evolversi in funzione delle necessità e delle disponibilità, permette di aumentare progressivamente le prestazioni del complesso comunicativo.

7.6. Servizio di ripristino Guasti e Pronto Intervento

Nel caso il segnale di disservizio sia trasmesso automaticamente dal sistema di monitoraggio real time da remoto, si provvederà a verificare la natura dell'allarme e ad effettuare l'intervento. Una volta verificato il livello dei parametri indicativi dell'allarme, sarà attivata la squadra di Intervento anche nel caso di segnalazioni dubbie o incerte secondo le modalità precedentemente descritte.



La segnalazione dei guasti o delle inefficienze degli impianti oggetto di appalto, oltre che dal sistema di telemonitoraggio, potrà essere inoltrata dagli Utenti Abilitati dell'Amministrazione Comunale attraverso il **Portale PA**. Tutte le segnalazioni saranno recepite dalla centrale operativa di Yousave S.p.A., che provvederà ad accertarsi sulle caratteristiche dei guasti segnalati.

Nell'esempio di seguito riportato si indicano le voci da compilare:

- Prefisso numero ticket: XXXXX
- Contatore numero ticket: XXXXX
- Priorità: XXXX

Si possono quindi gestire gli SLA per ogni Comune andando a definire le ore degli SLA e la priorità di ciascuno passaggio di stato del sistema di Ticket.

Si evidenziano quindi i siti e le categorie di appartenenza di ciascun sito nelle apposite aree di testo presenti nella pagina di amministrazione. I siti sono le aree comunali di cui YouSave deve gestire le manutenzioni o su cui sta intervenendo per contratto.

Sistema di ticketing

Prefisso numero ticket			
Contatore numero ticket	154		
Priorità	Emergenza Urgente Normale Bassa		
SLA ed automazione passaggi di priorità	Priorità Emergenza Urgente Normale Bassa	SLA ore -	Modifica priorità <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Elenco siti	Attraversamenti pedonali a chiamata Illuminazione pubblica Appartamenti obblottori di coscienza Asilo nido comunale Auditorium		
Associazioni Sito - Categoria	Attraversamenti pedonali a chiamata Attraversamenti pedonali a chiamata Attraversamenti pedonali a chiamata Attraversamenti pedonali a chiamata Illuminazione pubblica: Illuminazione pubblica		

Inserire le associazioni sito - categoria nel formato "Sito: Categoria".

Per ogni sito associato ad una categoria devono essere indicati parametri per l'automazione degli Ordini di Lavoro.

In particolare si deve inserire il manutentore (scelto tra una lista degli utenti manutentori creati). Si ricorda che i manutentori sono una voce scelta tra le funzionalità nel profilo utenti

Per il manutentore di riferimento si deve definire la:

- Ricorrenza giornaliera
- L'orario della ricorrenza per singolo giorno scelto
- Le ricorrenze speciali se necessarie
- Le schedulazioni per numero minimo di ticket in stand-by, priorità e l'orario di invio delle notifiche

Automazione ODL	Attraversamenti pedonali a chiamata: Lungolago C. Battisti - via Malagutti						
Manutentore	srl Elettrolinee <input type="checkbox"/>						
Ricorrenza standard	<input checked="" type="checkbox"/> Lun	<input checked="" type="checkbox"/> Mar	<input checked="" type="checkbox"/> Mer	<input checked="" type="checkbox"/> Gio	<input checked="" type="checkbox"/> Ven	<input checked="" type="checkbox"/> Sab	<input checked="" type="checkbox"/> Dom
dalle ore	00	00	00	00	00	00	00
alle ore	24	24	24	24	24	24	24
Ricorrenze speciali	Data: <input type="text"/> dalle ore <input type="text"/> - <input type="text"/> alle ore <input type="text"/> <input type="text"/> Note: <input type="text"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="x"/>						
Schedulazione Invio ODL	Numero minimo ticket in stand-by: <input type="text"/> Priorità da mettere in stand-by: <div> <input type="checkbox"/> Emergenza <input type="checkbox"/> Urgente <input checked="" type="checkbox"/> Normale <input checked="" type="checkbox"/> Bassa </div>						
Invio schedulato:	LUN	<input type="checkbox"/>	alle ore	06	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="+"/> <input type="button" value="x"/>	
Invio schedulato:	LUN	<input type="checkbox"/>	alle ore	12	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="+"/> <input type="button" value="x"/>	
Invio schedulato:	LUN	<input type="checkbox"/>	alle ore	17	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="+"/> <input type="button" value="x"/>	
Invio schedulato:	MAR	<input type="checkbox"/>	alle ore	06	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="+"/> <input type="button" value="x"/>	

7.6.1. Servizio Pronto Intervento

Yousave S.p.A. garantirà un servizio di pronto intervento e reperibilità organizzato in modo tale da assicurare, in caso di segnalazione (sia essa diurna, notturna, in giornata lavorativa o festiva) degli utenti abilitati, l'intervento presso l'impianto oggetto di segnalazione secondo i tempi indicati in seguito.

A tale scopo Yousave S.p.A. renderà disponibile il Portale P.A., attivo per tutta la durata del contratto al fine di ricevere eventuali segnalazioni di guasti e disservizi.

A seguito della segnalazione Yousave S.p.A. garantirà il Pronto Intervento presso l'impianto entro i termini temporali dalla segnalazione stessa (sia essa diurna, notturna, in giornata lavorativa o festiva) previsti da contratto.

7.6.2. Attivazione del servizio

Una volta definita l'anomalia nelle sue caratteristiche essenziali, soprattutto grazie ai dati forniti dal telemonitoraggio, sarà allertato il servizio di Pronto Intervento in loco.

Alla ricezione della segnalazione, infatti, la squadra di Pronto Intervento entra in azione per ripristinare il pieno funzionamento dell'impianto. Se non fosse possibile procedere alla conclusione dell'intervento, ad esempio per danni riguardanti componenti particolari, si procederà comunque alla messa in sicurezza in maniera da ottenere il massimo livello di fruibilità nel transitorio prima del completamento dell'intervento, dandone immediata comunicazione al Responsabile Tecnico. Sarà cura di quest'ultimo interfacciarsi con il Responsabile del Procedimento per stabilire tempi e modi di completamento.

7.6.3. Chiusura del problema

Una volta terminato l'intervento il personale operativo contatta la Centrale, affinché si possa chiudere l'intervento. Il Responsabile del Procedimento viene informato della chiusura. La squadra che effettua l'intervento, successivamente compila la necessaria documentazione attestante: dati identificativi dell'impianto e relativi all'intervento effettuato e alle problematiche risolte.



