



Ambasciata
della Repubblica Federale di Germania
Roma

Via San Martino della Battaglia, 4 - 00185 ROMA

Piano della Ricostruzione di Onna

DATA Marzo 2011 COMMESSA n. 1192/96 SCALA

TAV. OGGETTO
PR-RIS Relazione illustrativa -
Piano di Ricostruzione Sostenibilità

COORDINAMENTO DEL PROGETTO:
Prof. Dott.ssa Wittfrida Mitterer



Città dell'Aquila

Comune di L'Aquila

Viale 25 aprile - 67100 L'AQUILA

Assessorato alla Ricostruzione
Ass. dott. P. Di Stefano

Settore Pianificazione e Ripianificazione del territorio
Dirigente Arch. Chiara Santoro
Consulenti: Arch. Daniele Iacovone, Arch. Sergio Pasanisi, Prof. Avv. Paolo Urbani.

SCHALLER/THEODOR ARCHITEKTEN BDA
Schaller/Theodor Architekten ind Stadtplaner AKNW

COLLABORATORI:

Arch. M. Tombaccini (PM) arch. A Conoci

Balthasarstraße 79, 50670 Colonia, Germania
tel (+49) 221-9730 09-0 fax (+49) 221-7392854
WWW.SCHALLERTHEODOR.DE /ARCHITEKTEN@SCHALLERTHEODOR.DE

COOPERAZIONE:



STUDIO ARCHITETTI MAR
Prof. Arch. Giovanna Mar

con: Arch. A. Zanchettin (PM), arch. E. De Pieri, A. Ferrara, C. Marolla, L. Messina, F. Signor,
VIA CASTELLANA 60 - 30174 - Zelarino (VENEZIA)
tel 041-984477 fax 041-984026 - mar@studioarchmar.it



CONSULENTE PER GLI IMPIANTI

Manens Tifs S.r.l.
C.so Stati Uniti, 56, 35127 Padova
049-8705110 - Fax: 049-6988201 info@tifs.it
(RIF. XM049)
Ing. Giorgio Finotti, prof. ing. R. Zecchin, ing. A. Fornasiero, ing. S. Valenti

01	ottobre 2011	consegna per approvazione	EDP	AZ	GM
00	marzo 2011	consegna amministrazione comunale	AZ	AZ	GM
revisione n°	data	descrizione:	redatto	verificato	approvato

prodotto da/elaborazione grafica: Studio Architetti Mar Srl nome file:1192_96_PR01-05-ETICHETTE_F00.ppt nome layout: Relazione ill-sostenibilità

AZIENDA CON SISTEMA QUALITA' CERTIFICATO UNI EN ISO 9001

COPYRIGHT STUDIO ARCHITETTO MAR. Tutti i diritti sono riservati a norma di legge.

Stampato il:03/10/11

1 INDICE

1	INDICE	1
2	INVARIANZA IDRAULICA	3
2.1	INDICAZIONI OPERATIVE.....	3
2.1.1	Misure compensative di piano (Piano di Ricostruzione):.....	3
2.1.2	Misure compensative e linee guida per progetti a scala architettonica.....	3
3	ONNA RETI, IMPIANTI E TERRITORIO	5
3.1	PREMESSE.....	5
3.2	CARATTERISTICHE DEGLI EDIFICI.....	5
3.3	VALUTAZIONE DEI FABBISOGNI ENERGETICI GLOBALI.....	6
3.4	STRUTTURAZIONE DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGETICA.....	9
3.5	SCHEMA GENERALE DEL CONDIZIONAMENTO A ZONE – IPOTESI A.....	9
3.5.1	Descrizione generale.....	9
3.5.2	Tecnologie e soluzioni.....	10
3.5.3	Vantaggi.....	12
3.5.4	Note.....	13
3.6	CONDIZIONAMENTO CON TELERISCALDAMENTO – IPOTESI B.....	13
3.6.1	Descrizione generale.....	13
3.6.2	Tecnologie e soluzioni.....	14
3.6.3	Note.....	16
3.7	SOLUZIONE TRADIZIONALE AD ALTA EFFICIENZA – IPOTESI C.....	16
3.7.1	Descrizione generale.....	16
3.7.2	Tecnologie e soluzioni.....	16
3.7.3	Note.....	16
3.8	IMPIANTI SOLARI FOTOVOLTAICI E SOLARI TERMICI.....	16
3.9	TERMINALI DI DISTRIBUZIONE DEI FLUIDI TERMOVETTORI.....	21
3.10	CONTABILIZZAZIONE DEI CONSUMI.....	23
4	RETI E SOLUZIONI TECNICHE: LA VIA PUBBLICA.	25
4.1	DISPOSIZIONE DELLE RETI LUNGO LE STRADE PUBBLICHE: L’ANELLO DEL BORGO STORICO.....	25
4.2	RETE DATI.....	25
5	PIANO DELLA LUCE.	26
5.1	PREMESSA.....	26
5.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	27
5.3	LINEE GUIDA DEL PIANO DELLA LUCE.....	27
5.4	VALORI ILLUMINOTECNICI DI RIFERIMENTO PER IL TERRITORIO.....	28
5.5	LAMPADE O SORGENTI LUMINOSE.....	30
5.5.1	Prescrizioni per le sorgenti a led.....	31
5.6	CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI.....	32
5.7	CARATTERISTICHE DEI SOSTEGNI.....	33
5.8	TIPOLOGIA DI IMPIANTO, RETI, MODALITÀ DI ALIMENTAZIONE.....	33

5.9	INNOVAZIONE TECNOLOGICA	33
5.10	PRINCIPALI INDICAZIONI PROGETTUALI	34
6	PROGETTO PRELIMINARE PER IL DISEGNO DEGLI SPAZI PUBBLICI E COMUNI.	35
6.1	PREMESSA.....	35
6.2	SPAZIO PUBBLICO E IDENTITÀ	35
6.3	LA VIA PUBBLICA.	36
6.4	LA PIAZZA NUOVA.....	36
6.5	LA PIAZZA SAN PIETRO.	36
6.6	DISPOSITIVI E ATTREZZATURE PUBBLICHE.....	37
7	CREDITI	39

2 Invarianza idraulica

2.1 Indicazioni operative.

2.1.1 Misure compensative di piano (Piano di Ricostruzione):

Sistema di classificazione dell'impermeabilizzazione dei suoli previsti dal piano (in funzione dell'estensione degli interventi e in funzione delle caratteristiche delle percentuali di copertura del suolo):

- predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene del fiume (recupero aree alluvionali storiche lungo il fiume Aterno);
- predisposizioni di chiuse di regolazione delle rogge (canali a cielo aperto e in condotta) per la gestione delle piene (sistemi di troppo pieno);
- recupero dei canali di scolo e irrigui in area agricola (incentivi fiscali per i proprietari virtuosi dei terreni);
- separazione rete fognaria (acque nere e bionde) dalla rete di smaltimento dell'acqua piovana.

2.1.2 Misure compensative e linee guida per progetti a scala architettonica.

Si propongono di seguito le linee guida per la realizzazione di progetti a scala architettonica (aggregati, consorzi, interventi isolati sul territorio) che comprendano sistemi idonei al trattamento delle acque piovane:

- valutazione dell'impermeabilizzazione del suolo prevista dal progetto (indipendentemente dalla dimensione dell'intervento);
- riduzione delle superfici impermeabilizzanti (definizione di occupazione percentuale del suolo);
- predisposizione di volumi compensativi per la laminazione dell'acqua piovana (invasi impermeabili o invasi naturalizzati);
- implementazione buone pratiche di progetto per spazi aperti (uso di pavimentazioni drenanti o parzialmente drenanti anche per spazi aperti e parcheggi);
- implementazione buone pratiche di progetto per gli edifici (tetto e terrazze giardino ove possibile, recupero acque meteoriche per uso acqua sanitaria e irriguo);
- il volume da destinare a laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di deflusso rimanga costante;
- potrà essere realizzato un anello di raccolta delle acque meteoriche con tubazioni di adeguato diametro, comunque non inferiore a un diametro di 50cm (DN 500mm), circoscritto al singolo aggregato o a gruppi di aggregati, confluyente in un manufatto di laminazione, con idoneo foro di emissione posto alla quota di scorrimento della condotta, dotato di sfioro a quota tale da impedire il funzionamento a pressione della stessa;
- il manufatto di laminazione deve consentire una portata allo scarico non superiore a quella antecedente la costruzione e comunque compatibile con le capacità di smaltimento della rete pubblica;
- il sistema di laminazione potrà essere costituito da canali e rogge a cielo aperto, dotati di opportuna sezione, tali da consentire una portata allo scarico non superiore a quella antecedente la costruzione e comunque compatibile con le capacità di smaltimento della rete pubblica; tali bacini naturali dovranno essere in continuità con la rete dei canali irrigui;
- dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di pioggia intensa e prolungata in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale (rete dei canali irrigui) o

artificiale (canalizzazioni e rogge in calcestruzzo sotto le strade del borgo compatto) che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici;

- per le superfici pavimentate del centro storico, le aree a parcheggio, cortili e viali d'accesso, è preferibile l'uso di materiali drenanti ed assorbenti, posati su appositi sottofondi che garantiscano una buona infiltrazione nel terreno;
- le quote d'imposta dei nuovi edifici non dovrà comportare limitazioni alla capacità di deflusso delle acque dei terreni circostanti, si dovrà pertanto mettere particolare attenzione nella definizione della quota d'imposta dei singoli aggregati in relazione alla strada pubblica e alla quota dei pozzetti di scarico;
- la quota del pavimento finito del piano terra degli edifici di nuova costruzione deve essere fissato ad un livello tale da non consentire l'ingresso delle acque di possibili allagamenti interessanti le aree esterne;
- gli eventuali piani interrati sono impermeabilizzati al di sotto del calpestio del piano terra e sono previste aperture – quali rampe o bocche di lupo – solo a quote superiori;
- nel caso si realizzino piani interrati si devono adottare accorgimenti che impediscano l'ingresso delle acque provenienti da possibili allagamenti interessanti le aree esterne (dossi, paratie).

I progetti degli edifici per la ricostruzione dovranno considerare la questione della gestione dell'acqua meteorica come uno degli aspetti generatori del progetto stesso; questo atteggiamento ingenera forme di risparmio (riduzione delle reti di smaltimento, riduzione dei costi di manutenzione e dei danni per situazioni critiche) che nel medio periodo liberano risorse per altri usi.

Si dovranno comunque definire alcuni standard per individuare il livello di impermeabilizzazione del suolo attuata dai singoli interventi, in modo tale da calibrare gli interventi di mitigazione.

A questo proposito è utile considerare dei coefficienti di permeabilità delle superfici che costituiscono gli edifici e le pavimentazioni di cortili e strade. A titolo esemplificativo si riportano alcuni coefficienti di riduzione delle superfici da considerare ai fini dei calcoli per l'invarianza idraulica (da 0,0 molto permeabile a 1,0 impermeabile):

- pavimentazioni in cubetti di calcestruzzo o pietra naturale posati su sabbia: coefficiente 0,7;
- pavimentazioni in cubetti di calcestruzzo o pietra naturale posati magrone o massetto di cemento: coefficiente 1,0 (impermeabile);
- pavimentazioni in grigliati di pvc o similare per parcheggi. Coefficiente 0,4;
- pavimentazione in ciotoli su sabbia: coefficiente 0,4;
- pavimentazione in ghiaia sciolta: coefficiente 0,3;

Si può comunque individuare un coefficiente di riduzione per ogni soluzione tecnica da adottare per la realizzazione delle coperture di edifici e per la realizzazione degli spazi scoperti, considerando la composizione complessiva della sezione che compone il pacchetto di copertura o la cassetta stradale.

3 Onna reti, impianti e territorio

3.1 Premesse.

La questione energetica deve necessariamente occupare un ruolo primario nella programmazione di un nuovo insediamento urbano stante che, secondo statistiche ufficiali UE, al settore degli edifici è da ascrivere il maggior consumo di energia primaria in tutti i Paesi UE (con oltre il 40 % del totale), avanti di molto rispetto ai consumi dei settori dell'industria e dei trasporti. Per di più, tutti gli studi scientifici sull'argomento convergono nell'individuare nel settore delle costruzioni margini molto ampi di riduzione e razionalizzazione dei consumi

Il consumo di energia primaria è direttamente correlato con l'inquinamento ambientale, fintantoché si dovrà continuare a ricorrere in misura altamente prevalente alle fonti fossili per soddisfare i fabbisogni di energia, e le fonti rinnovabili continueranno ad occupare un settore di nicchia.

L'inquinamento ambientale (non solo chimico, ma anche acustico, visivo ...) presenta aspetti locali e globali. I primi sono aggravati dalla proliferazione nell'insediamento urbano di piccoli impianti di trasformazione e produzione energetica a servizio di singoli edifici o, ancora peggio, propri di ogni singola unità immobiliare. Questi mini- o micro-sistemi energetici (caldaie, refrigeratori d'acqua monoblocco, pompe di calore) per loro natura legata alla ridotta potenzialità, sono intrinsecamente poco efficienti dal punto di vista energetico, privi di sistemi di controllo delle emissioni che solo su più grande scala possono trovare applicazione, con ridotta probabilità di periodico controllo e manutenzione. Non è neppure da trascurare l'aspetto visivo negativo creato da una miriade di componenti impiantistici che, dovendo necessariamente interferire con l'atmosfera esterna (camini, refrigeratori raffreddati ad aria, torri evaporative) devono essere spesso posizionati in forma visibile.

Anche per quanto riguarda gli aspetti globali dell'inquinamento (e qui si può far riferimento soprattutto all'emissione diretta e indiretta di CO₂, gas serra i cui effetti devastanti sul clima sono a tutti noti), la disseminazione degli impianti sul territorio è decisamente sfavorevole. La centralizzazione permette infatti efficienza più elevata, l'eventuale implementazione di sistemi di controllo attivo e passivo sofisticati per tutti i tipi di emissione, nonché l'adozione di sistemi di generazione energetica combinata (cogenerazione, trigenerazione) impossibili su piccola scala. Il vantaggio conseguibili in termini di efficienza energetica nello sfruttamento delle fonti primarie di energia è drastico, con parallele ripercussioni nell'ambito dell'impatto ambientale.

3.2 Caratteristiche degli edifici.

La visione tradizionale dell'edificio e di conseguenza i criteri di adottati in fase di progettazione, non considera, se non limitatamente, gli aspetti energetici; di conseguenza le scelte impiantistiche portano alla realizzazione di sistemi tecnologici tali da compensare scelte architettoniche che, pur tenendo conto di aspetti legati alla bioedilizia, non si preoccupano degli altrettanto fondamentali aspetti energetici, anch'essi strettamente legati all'impatto ambientale a lungo termine dell'edificio. Di contro, una visione più lungimirante della progettazione prevede la fusione organica degli aspetti architettonici e impiantistici, la concretizzazione del concetto innovativo di sistema "edificio-impianto", come del resto indicato anche dalla legislazione vigente.

Pertanto gli edifici dovranno proporsi dal punto di vista energetico e più in generale delle soluzioni impiantistiche, come esempio di elevata efficienza, sia per quanto riguarda il contenimento delle dispersioni termiche (in regime invernale) e delle rientrate di calore (in

regime estivo), sia per le soluzioni impiantistiche utilizzate, caratterizzate da elevati rendimenti e dal ricorso a fonti rinnovabili ed energeticamente efficienti.

Vista l'ampiezza dell'intervento generale può essere utile fornire delle linee guida generali che consentano di ottenere un'efficienza energetica maggiore di quanto previsto dalla legislazione vigente, senza portare in ogni caso ad un eccessivo aggravio economico di costruzione. Si ritiene opportuna pertanto una sensibile riduzione delle trasmittanze delle strutture (in particolare di quelle trasparenti) rispetto ai limiti vigenti per massimizzare le prestazioni energetiche dell'edificio.

Il fattore solare delle vetrate sarà tipicamente inferiore a 0,6 W/m²K per tutte le esposizioni, ipotizzando in ogni caso schermature mobili esterne che consentono l'intercettazione della radiazione solare nei periodi in cui questa costituisce un aggravio energetico per l'impianto.

Nella tabella di seguito riportata si indicano i valori suggeriti per le caratteristiche termofisiche dell'involucro edilizio e i valori di riferimento secondo la legislazione vigente (192/05 e successive modificazioni e integrazioni).

Tabella 1 - Valori di trasmittanza di riferimento (Zona Climatica E).

Descrizione	Valori massimi suggeriti per la trasmittanza dell'involucro U	Valori limite della trasmittanza dell'involucro U (massimo ammesso da 01.01.2010) [W/(m ² K)]
Strutture opache verticali	0.28	0,34
Strutture opache orizzontali o inclinate	0.26	0,30
Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno	0.30	0,33
Chiusure trasparenti comprensive degli infissi	2.0	2,2
Vetri	1.5	1.7

3.3 VALUTAZIONE DEI FABBISOGNI ENERGETICI GLOBALI

A partire dalla volumetria che si intende ricostruire (in conformità alla situazione pre-sisma), pari a circa 140.000 m³ (con impronta di 20.000 m²), si può valutare la necessità di una potenza totale di punta per l'intero borgo pari a circa 1.200 kW per il riscaldamento e di circa 500 kW per la climatizzazione estiva, con un consumo annuo pari a circa 1.300 MWh/anno (riscaldamento) e 400 MWh/anno (raffrescamento).

Di seguito sono riportati i dati climatici relativi al il comune di L'Aquila, presi in considerazione per le valutazioni di seguito riportate.

Tabella 2 – Principali parametri climatici di riferimento

L'Aquila (AQ)	
Posizione geografica	42°21 N, 13°23 E
Altitudine	714 m
Gradi Giorno	2.514
Zona Climatica	E
T/U.R. max (estate)	29 °C – 50%
T min	-5 °C
Velocità media del vento	1.7 m/s (direzione prevalente SE)

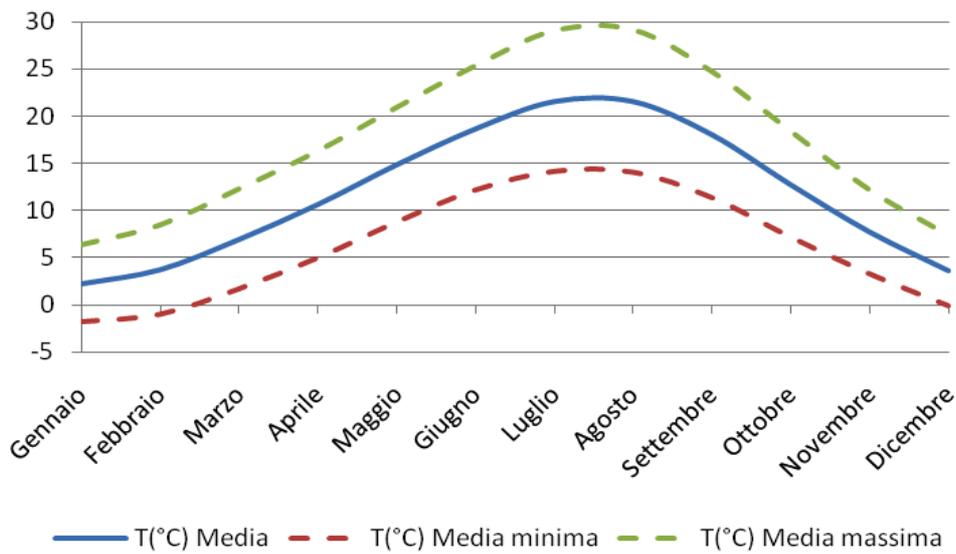


Figura 1 - Valori mensili della temperatura media, media minima e media massima per L'Aquila.

Tabella 3 - Valori climatici medi mensili per la città de L'Aquila (Dati Istituto Idrografico Abruzzo, rielaborati da meteolaquila.it. Per le temperature: periodo 1926 - 1997. Per le precipitazioni: periodo 1941 - 1997) .

Mese	T(°C) Media	T(°C) Media minima	T(°C) Media massima	Giorni di ghiaccio	Pioggia (mm)	Giorni di Pioggia	Neve (cm)	Giorni di Neve	Giorni permanenza neve al suolo	di
Gennaio	2.3	-1.8	6.4	3	66.1	8	27	3	6	
Febbraio	3.8	-1.0	8.5	1	64.5	8	19.8	2.2	4.8	
Marzo	7.0	1.7	12.3	0	51.2	8	7.2	1	1.5	
Aprile	10.7	5.0	16.3	0	56.6	9	<1	<1	<1	
Maggio	14.9	8.8	20.9	0	51.0	8	0	0	0	
Giugno	18.7	12.2	25.3	0	46.1	6	0	0	0	
Luglio	21.6	14.2	29.0	0	34.7	5	0	0	0	
Agosto	21.6	14.1	29.1	0	37.7	5	0	0	0	
Settembre	18.1	11.4	24.7	0	52.8	6	0	0	0	
Ottobre	12.8	7.2	18.4	0	66.3	8	0	0	0	
Novembre	7.8	3.3	12.2	0	91.3	10	<1	<1	<1	
Dicembre	3.7	-0.1	7.4	1	83.7	10	13.8	1.6	2.8	

3.4 Strutturazione degli impianti di produzione energetica.

L'elevato grado di compattezza dello sviluppo urbanistico preesistente all'evento sismico del 2009 sarà sostanzialmente ripreso anche per la futura ricostruzione del tessuto urbano che, pur con variazioni o introduzione di nuovi sistemi tecnologici, rimarrà pressoché invariato. Tale situazione suggerisce, per i consumi energetici degli edifici, da un lato di aumentare l'efficienza globale per la produzione del caldo e del freddo attraverso l'adozione di piccoli impianti di produzione centralizzati a servizio di gruppi di edifici (*IPOTESI A*) o comunque di una rete di teleriscaldamento (*IPOTESI B*), dall'altro aumentare la quota parte di energia elettrica prodotta con fonti rinnovabili e quindi da ridurre (almeno parzialmente) la dipendenza dalla rete elettrica (alimentata per lo più con fonti fossili) attraverso l'utilizzo di impianti fotovoltaici con pannelli inseriti sulla copertura dei diversi edifici.

Entrambe le ipotesi considerate hanno evidenti vantaggi in termini di gestione, in quanto da un lato consentono di concentrare i cicli di manutenzione su impianti di taglia media e grande, limitando il numero di interventi necessari, dall'altro semplificano notevolmente l'impegno in termini di complessità e di spazio necessario all'interno dei singoli edifici.

Come ulteriore alternativa (*IPOTESI C*), si propone l'utilizzo di soluzioni ampiamente consolidate nel mercato, ovvero caldaie a metano (tenuto conto del fatto che comunque il gas metano sarà distribuito attraverso il borgo per usi domestici culinari), accanto a sistemi individuali di trattamento dell'aria per il periodo estivo (deumidificazione e raffrescamento).

In ogni caso per tutte le ipotesi si prevede l'inserimento di sistemi di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore, in grado di elevare le prestazioni energetiche e di qualità ambientale interna degli edifici e garantire più elevati livelli di certificazione energetica degli immobili.

Con una ultima osservazione preliminare è da evidenziare che, fatta eccezione per la soluzione con teleriscaldamento (Ipotesi B), la cui possibile fattibilità della necessaria infrastruttura esula gli scopi del presente studio, l'adozione delle altre ipotesi non è espressamente vincolante. Infatti l'ipotesi C, pur essendo meno efficiente in termini energetici, può risultare comunque la soluzione più pratica per tutte le situazioni di edifici isolati o di aggregati per i quali non risultano univocamente identificati modalità e tempistiche del ripristino, con conseguente difficile applicabilità dell'ipotesi A.

3.5 Schema generale del condizionamento a zone – Ipotesi A

3.5.1 Descrizione generale.

L'ipotesi A, si basa sull'individuazione di gruppi di edifici contigui e nell'adozione di impianti di produzione a loro servizio, consente di evitare la realizzazione di una unica rete complessa (con tutte le conseguenze sulla gestione e sulle problematiche legate all'interruzione delle tubazioni in caso di evento sismico), favorendo la creazione di zone omogenee con impianti di produzione localmente centralizzati dedicati. In questo caso la soluzione maggiormente efficiente dal punto di vista dell'efficienza, della durata, della gestione e dei costi annuali, è rappresentata dall'utilizzo di pompe di calore accoppiate al terreno (usualmente denominate geotermiche).

La produzione del fluido caldo (e freddo) sarà quindi gestita con pompe di calore a servizio di zone omogenee contigue.

L'ipotesi A si può sintetizzare nei seguenti punti:

- Centrali di zona - la posizione delle centrali di zona deve consentire:
- Servizio a tutte le unità edilizie afferenti (consorzio o porzione di consorzio);
- Minima distanza dalle singole unità residenziali (per ridurre le dispersioni);
- Prossimità a spazi aperti per il posizionamento delle sonde geotermiche;

- Posizionamento in zona perimetrale con accesso dall'esterno (per l'indipendenza del servizio di manutenzione).

3.5.2 Tecnologie e soluzioni.

Le pompe di calore, se accoppiate a una sorgente termica a temperatura pressoché costante (tipicamente grandi masse d'acqua o terreno), risultano particolarmente convenienti dal punto di vista energetico. Tali "bacini", infatti, permettono di avere a disposizione acqua in circuito chiuso a temperatura pressoché costante durante l'intero arco dell'anno, e quindi di utilizzare tale fluido in associazione con la pompa di calore, elevando notevolmente l'efficienza energetica per la produzione di fluido caldo (35-40 °C) durante l'inverno e fluido freddo durante la stagione estiva (7-15°C).

Tutto questo in assenza di prelievi di materia dall'ambiente, in presenza di solo scambio termico, ed, evidentemente, senza utilizzo delle risorse acquifere locali.

In particolare, questo sistema geotermico risulta altamente affidabile, in grado di rispondere alle esigenze di climatizzazione sia durante l'estate che durante l'inverno, di ridurre notevolmente le dispersioni termiche di distribuzione in quanto i fluidi termovettori che produce risultano differenti di pochi gradi rispetto alla temperatura ambiente, e inoltre è altamente efficiente.

Infatti pur utilizzando come fonte energetica di base l'energia elettrica, grazie allo sfruttamento del terreno, è in grado di produrre, mediamente, 5 kW termici o frigoriferi per ogni singolo kW di energia elettrica utilizzata.



Figura 2 - Esempio di installazione domestica di pompa di calore geotermico con accumulo

Le temperature dei fluidi termovettori generati dalle pompe di calore sono tipicamente di poco differenti rispetto a quelle ambientali, con ovvi vantaggi dal punto di vista delle perdite distribuite, in quanto queste ultime, a parità di isolamento delle tubazioni delle distribuzioni, dipendono dalla differenza di temperatura.

Per la produzione di acqua calda sanitaria si provvederà all'inserimento di una seconda pompa di calore dedicata, per ogni aggregato, accoppiata ad un sistema di accumulo. Il sistema a pompe di calore sarà quindi associato a due circuiti ad anello, il primo per gestire acqua calda a temperatura medio-alta (a 65 °C, per l'acqua calda sanitaria) proveniente dall'accumulo termico, e il secondo, associato alla pompa di calore per la climatizzazione,

acqua calda a bassa temperatura (a 40 °C) per il riscaldamento invernale o acqua fredda (a 10 °C) per il raffrescamento estivo.

Le sonde geotermiche, tipicamente installate verticalmente nel terreno, richiedono in condizioni normali una distanza di circa 8 metri l'una dall'altra per evitare interferenze termiche. Saranno quindi posizionate sulle corti interne (dove presenti nel tessuto urbano), lungo le strade e al di sotto delle fondamenta degli edifici, quando necessario, e ciascuna di esse sarà dotata di valvole di sezionamento per evitare eventuali problematiche sismiche e di manutenzione.

Di seguito si riassumono le principali grandezze relative alle sonde geotermiche:

- Distanza reciproca di almeno 8 m;
- Profondità verticale di circa 100 m;
- Posizionate lungo il perimetro dell'edificio o al di sotto di esso;
- Possibilità di ispezione (pozzetto);
- Circa 2 sonde per unità residenziale di media dimensione.

E' da evidenziare in ogni caso che questo tipo di soluzione a sonde verticali dovrà essere verificata, in quanto esperienze pregresse (trivellazione delle sonde per l'impianto di climatizzazione di Casa Onna), hanno dimostrato che a profondità di poco superiore a 50 m vi è la presenza di uno strato di roccia, che rende più difficoltose le operazioni di preparazione del pozzo per l'inserimento delle sonde geotermiche, e di conseguenza maggiormente onerose. Di conseguenza, qualora si riscontrasse la presenza di questo strato roccioso in tutto il territorio del borgo, sarà utilizzata una soluzione alternativa, da poco introdotta nella tecnologia del settore, che consiste nell'utilizzo di un collettore principale di raccordo delle sonde per ogni ambito edilizio con forma circolare, dal quale si dipartono le sonde che, anziché essere in posizione verticale, sono inserite nel terreno inclinate di circa 45° e disposte a raggiera in modo da minimizzare le interferenze tra di loro. Questa soluzione, oltre a consentire lunghezza di circa 70 m per ogni sonda senza la necessità di forare lo strato roccioso, peraltro consentirà una maggiore compattezza dell'intervento e dello spazio necessario all'inserimento delle sonde nel terreno.



Figura 3 – Funzionamento della pompa di calore in inverno e in estate



Figura 4 – Scavo e realizzazione di sonda geotermica e schema di funzionamento

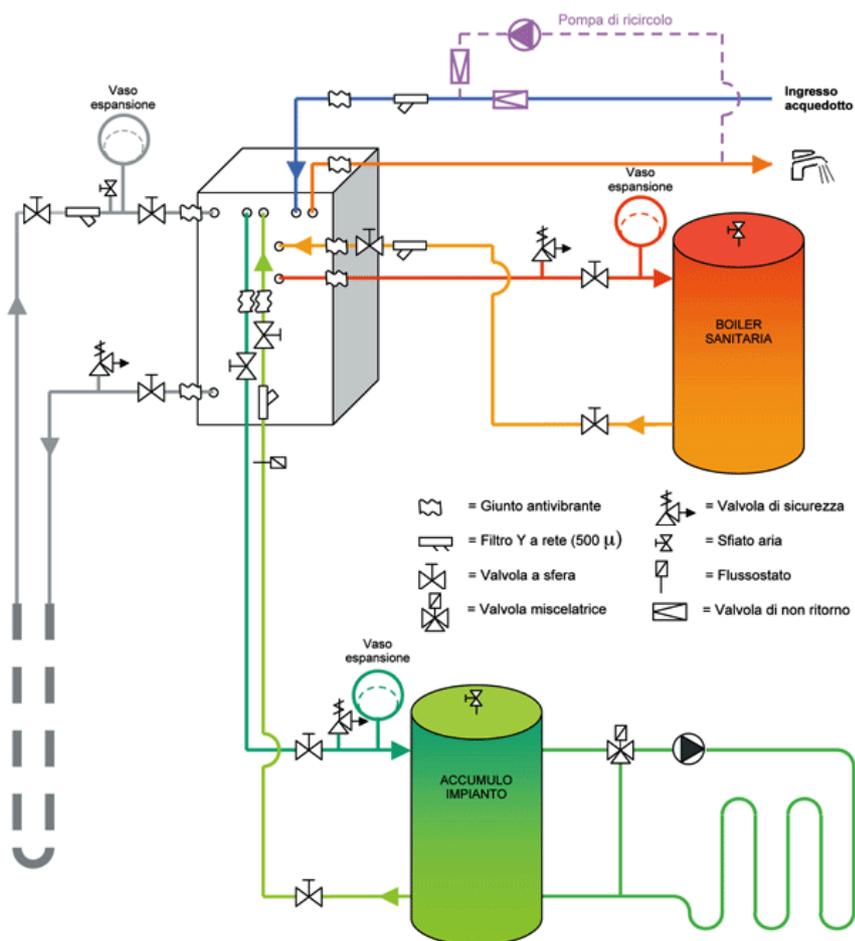


Figura 5 – Esempio di schema di riscaldamento con pompa di calore geotermica e doppio accumulo (acqua calda sanitaria e climatizzazione).

3.5.3 Vantaggi.

La soluzione proposta permette di conseguire alcuni evidenti vantaggi:

- riduzione delle spese generali per i singoli alloggi;
- riduzione dei costi di costruzione;
- riduzione della manutenzione annuale (rispetto a impianti autonomi a metano);
- minori spazi necessari per le singole unità (riduzione degli spazi tecnici a aumento della superficie a disposizione per unità edilizia);
- gestione e manutenzione centralizzata con controllo locale;
- indipendenza economica delle singole unità (contabilizzazione individuale con eventuale tele-lettura);
- minimizzazione delle dispersioni lungo le tubazioni di distribuzione;
- eliminazione delle problematiche di sicurezza relative alla presenza di metano con utilizzo della sola energia elettrica (l'uso del metano potrà essere limitato agli usi di preparazione degli alimenti).

3.5.4 Note.

E' stato considerata anche l'ipotesi di realizzazione di una rete cittadina di sonde geotermiche, ma a seguito di considerazioni di carattere pratico tale ipotesi non è stata sviluppata in quanto la forma del paese e la sua distribuzione territoriale non permette di creare una struttura ordinata in grado di bilanciare i carichi. Infatti, benché una soluzione a rete comune permetta di compensare in qualche misura la variabilità dei carichi per tutti gli edifici del paese, riducendo in tal modo i picchi di richiesta, in alcune zone, dove la densità edilizia risulta maggiore (e di conseguenza anche la richiesta energetica), si avrebbe un maggiore emungimento dalla rete cittadina, producendo in tal modo degli evidenti scompensi.

Si evidenzia che la soluzione a sonde geotermiche è subordinata a maggiori analisi stratigrafiche territoriali. Infatti, sebbene al momento attuale sia a disposizione una relazione geotermica e il Ground Response Test relativo alle sonde geotermiche di Casa Onna, non è possibile individuare dati precisi circa la presenza di situazioni che potrebbero favorire (o sfavorire) tale soluzione. L'ipotesi effettuata dell'adozione diffusa di sonde geotermiche è in ogni caso confortata dalla orografia del territorio, che vede la posizione di Onna in una conca, e di conseguenza appare ovvio che le acque meteoriche che incidono sul territorio circostante si vanno a scaricare sul vicino fiume, passando di conseguenza sul territorio di Onna. Se ne deduce che, ragionevolmente, il passaggio delle acque permetterà di rigenerare le temperature del terreno, a spese delle acque meteoriche.

Una ultima considerazione sul rapporto tra sismicità del territorio e rischio di rottura delle sonde verticali o inclinate: l'ultimo sisma ha presentato principalmente carattere ondulatorio, ovvero con movimenti verticali del terreno. Questo significa che, tenuto conto del fatto che comunque le sonde geotermiche sono tipicamente realizzate in PE (Polietilene) o PEXA (Polietilene reticolato), e quindi dotate di una certa resistenza a flessione e compressione, l'eventuale rottura delle sonde sarà comunque limitata in caso di sisma. Inoltre, qualora anche questo accadesse, sarà sufficiente sezionare le sonde che hanno subito l'evento sismico per continuare a utilizzare il sistema geotermico e, in un secondo tempo, provvedere all'inserimento di altre sonde parallele. Infine si evidenzia che il maggiore costo delle sonde rispetto a un impianto tradizionale si può riassorbire in 10-15 anni, mentre la durata di vita delle sonde è di oltre 80 anni: va quindi considerato che il tempo di ritorno di eventi sismici significativi è superiore al tempo di ritorno del maggiore investimento, e paragonabile alla durata di vita delle sonde, rendendo quindi sicuramente affrontabile l'investimento economico necessario.

3.6 Condizionamento con teleriscaldamento – Ipotesi B

3.6.1 Descrizione generale.

Il teleriscaldamento è una forma di riscaldamento che consiste essenzialmente nella distribuzione, attraverso una rete di tubazioni isolate e interrate, di acqua calda o acqua

surriscaldata, proveniente dalla centrale di produzione, alle abitazioni con successivo ritorno dei suddetti alla stessa centrale.

Il teleriscaldamento richiede in qualche caso un grosso investimento iniziale per l'infrastruttura di collegamento fra la centrale di trasformazione e il centro abitato e il sito dove viene realizzata la centrale stessa.

I costi di produzione del calore risultano poi contenuti, con ovvi vantaggi per gli utenti, sia dal punto di vista dei consumi energetici che dal punto di vista della manutenzione. Infatti i costi di manutenzione, nettamente inferiori in quanto si tratta di operare su un unico impianto anziché su diversi impianti diffusi sul territorio, non risultano sostanzialmente percepibili dagli utenti finali, che peraltro non hanno più obblighi di controlli periodici, come accade per esempio per le caldaie autonome a gas metano, o problematiche di reperimento dell'assistenza in caso di guasto degli impianti individuali.

Inoltre, attraverso l'adozione del teleriscaldamento, l'efficienza di produzione risulta più elevata a causa della maggior taglia dell'impianto.

3.6.2 Tecnologie e soluzioni.

L'ipotesi B prevede che, nell'ambito della ricostruzione edilizia della zona, sia inserita una centrale di produzione localizzata in un sito al di fuori del borgo, in grado di asservire le utenze di Onna, meglio ancora se alimentata mediante fonti non tradizionali, come ad esempio biomasse.

Si evidenzia che, pur non rientrando nella presente analisi alcuna valutazione specifica di fattibilità delle infrastrutture necessarie, tale ipotesi è stata comunque valutata vista la rilevanza in funzione dell'ampiezza dell'intervento di cui si tratta.

Tale sistema, per quanto concerne la rete di distribuzione dei fluidi termovettori, risulta favorito dalla disposizione piuttosto concentrata degli edifici, che consente di ridurre la lunghezza delle tubazioni (e di conseguenza anche le perdite termiche). La rete può fornire acqua calda a temperature adeguate sia per il riscaldamento invernale che per la produzione di acqua calda sanitaria, con sottostazioni di derivazione e contabilizzazione in corrispondenza alle singole unità edilizie, con sottostazioni di derivazione e contabilizzazione in corrispondenza delle singole unità edilizie.



Figura 6 - Distribuzione dei fluidi termovettori (teleriscaldamento di Pistoia)

Tenuto conto delle particolari problematiche sismiche della zona, la rete dovrà essere di tipo a circuito chiuso ridondante, in modo da permettere la continuità del servizio attraverso il sezionamento della rete stessa in caso di interruzione di uno o più rami, sia per evento sismico che in caso di manutenzione.

Per un ulteriore risparmio energetico, la distribuzione alle utenze potrà avvenire a portata variabile, con elevato salto termico in tutte le condizioni operative, a mezzo di stazioni di pompaggio alimentate tramite convertitori di frequenza.

Si evidenzia che la centralizzazione degli impianti di produzione del calore consentirà la delocalizzazione dell'inquinamento atmosferico. Se inoltre la centrale sarà alimentata con l'utilizzo di biomasse potrà essere considerata in qualche modo 'pulita' in quanto non utilizza combustibili fossili.

Lo scambio termico tra la rete e i singoli alloggi per l'alimentazione dei terminali avverrà attraverso una stazione di scambio, dotata di due scambiatori in circuiti separati: il primo, a circuito aperto, per la distribuzione di acqua calda sanitaria, il secondo, chiuso, per la distribuzione ai terminali di climatizzazione.

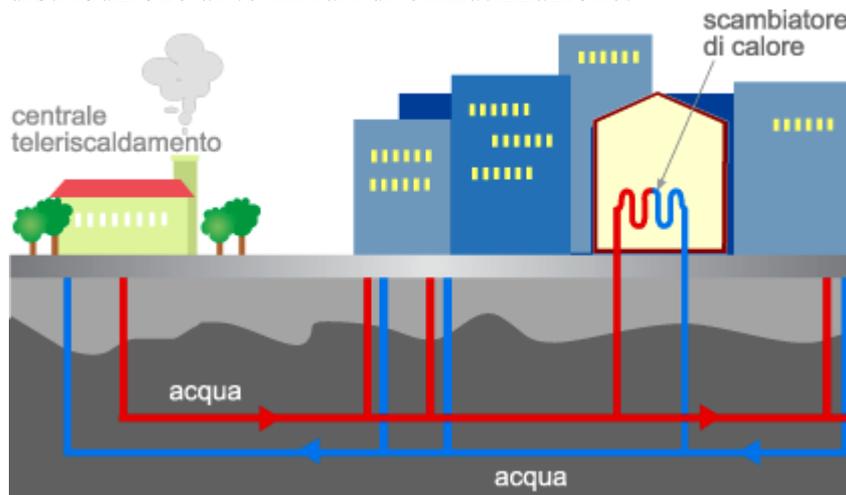


Figura 7 – Schema di funzionamento del teleriscaldamento.



Figura 8 – Scambiatore di calore a piastre.

La elevata temperatura di distribuzione dell'acqua di teleriscaldamento (80 – 90 °C) consentirà di produrre acqua calda sanitaria per l'intero arco dell'anno nei differenti edifici attraverso appositi scambiatori termici, separati da quelli per il riscaldamento degli edifici, attivi per il solo periodo invernale.

Durante la stagione estiva la temperatura di esercizio della rete potrà essere abbassata per ridurre le dispersioni termiche.

Per il raffrescamento estivo degli edifici si ritiene opportuno provvedere con sistemi localizzati e indipendenti per le varie unità edilizie, tenuto conto dei bassi carichi frigoriferi estivi e della inattuabilità di una rete specifica di teleraffreddamento.

3.6.3 Note.

Si evidenzia che l'ipotesi B è subordinata all'iniziativa relativa alla realizzazione della centrale a biomasse presso Bazzano, ed è concretizzabile solo ed esclusivamente nel caso in cui il processo di approvazione proceda speditamente e che la centrale sia realizzata in tempi utili.

3.7 Soluzione tradizionale ad alta efficienza – Ipotesi C

3.7.1 Descrizione generale.

Al fine di garantire soluzioni alternative che richiedono un minore investimento iniziale, pur se con minore efficienza energetica e maggiori costi di utilizzo nel tempo, è stata elaborata anche una proposta alternativa con utilizzo di soluzioni tradizionali.

L'ipotesi prevede l'adozione di caldaie a gas metano per il riscaldamento invernale e sistemi di climatizzazione estiva tradizionali basati su energia elettrica.

3.7.2 Tecnologie e soluzioni.

Le caldaie a metano, il sistema tradizionale di riferimento comune per il mercato italiano, richiedono maggiori costi di manutenzione diretti per gli utenti, per effetto della legislazione vigente, che richiede controlli annuali, ma anche maggiori costi di gestione rispetto alle due ipotesi analizzate in precedenza.

Si suggerisce in ogni caso di adottare una soluzione di installazione ad aggregato, analogamente all'ipotesi A, per permettere di migliorare l'efficienza energetica globale e contenere i costi generali. Inoltre si ritiene opportuno utilizzare la tecnologia a condensazione, che consente di ottimizzare l'utilizzo dell'energia ottenibile dalla combustione del metano.

L'acqua calda prodotta dalla centrale a metano sarà utilizzata anche per la produzione di acqua calda sanitaria, in ausilio a un impianto solare termico di pertinenza del medesimo aggregato, in modo tale da rispondere alla necessità della riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera e alle attuali esigenze legislative, le quali richiedono che l'acqua calda sanitaria sia prodotta per almeno il 50% mediante fonti rinnovabili.

Per il raffrescamento estivo viene suggerita una soluzione centralizzata per aggregato edilizio con refrigeratori aria-acqua, gestita con una rete di distribuzione parallela a quella dell'acqua calda per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria che provvederà ad alimentare i terminali a pannelli radianti in regime di raffrescamento e una batteria di deumidificazione dell'aria sul sistema di ventilazione meccanica controllata. In alternativa potranno essere adottate soluzioni individuali, del tipo multi-split.

3.7.3 Note.

L'ipotesi C, pur presentando minori costi di investimento iniziale, presenta maggiori costi di manutenzione e gestione.

3.8 Impianti solari fotovoltaici e solari termici.

L'installazione di pannelli fotovoltaici sulle coperture dei vari edifici consentirà la generazione di energia da fonti rinnovabili, con beneficio per le normali utenze elettriche di consumo (lavatrice, lavastoviglie, TV, ...) o per gli impianti di climatizzazione.



Figura 9 – Soluzioni per l'integrazione dei pannelli fotovoltaici.



Figura 10 – Ulteriori soluzioni per l'integrazione architettonica totale dei pannelli fotovoltaici.

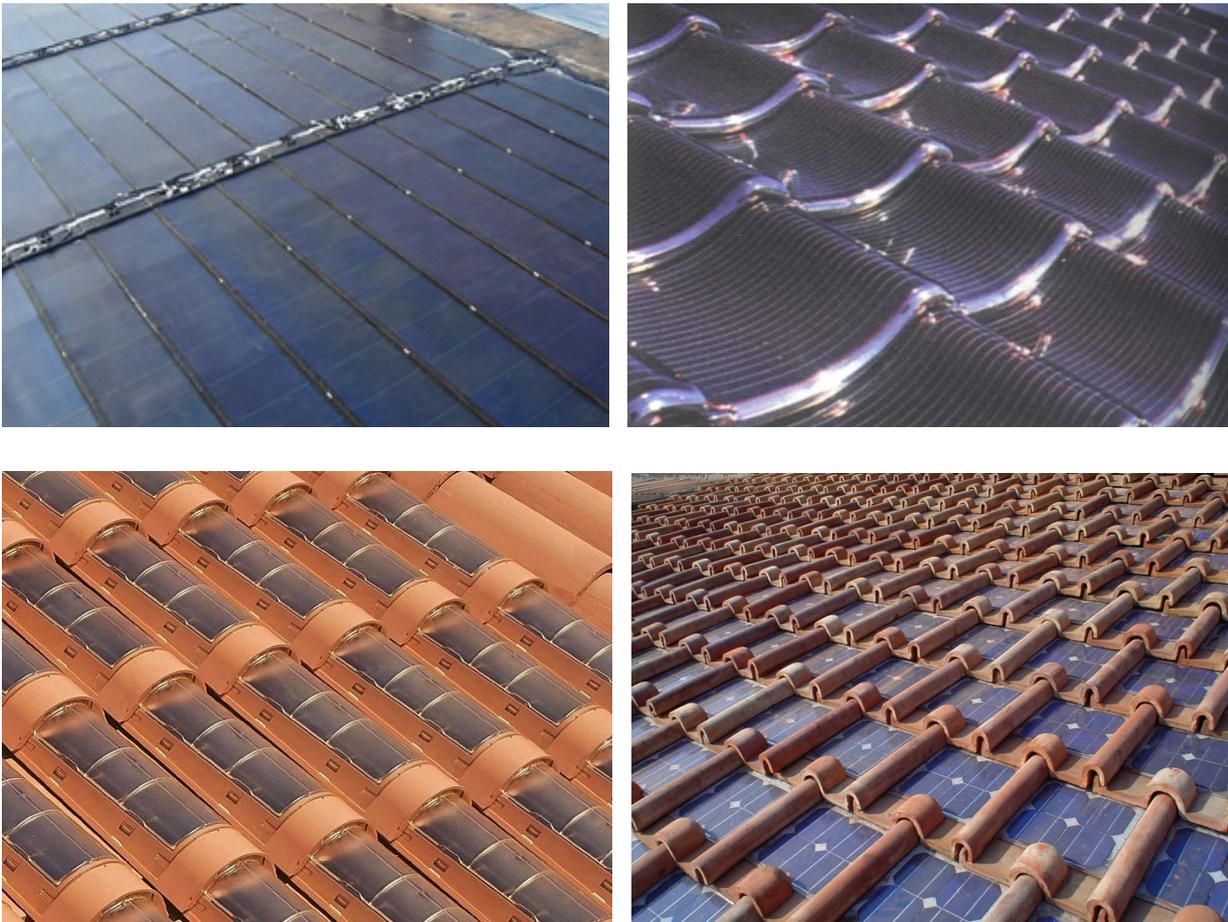


Figura 11 – Soluzioni a tegole per l'integrazione dei pannelli fotovoltaici.

In particolare, nel caso dell'opzione A, gli impianti fotovoltaici potranno corrispondere alle centrali di aggregato e produrre l'energia corrispondente a quella necessaria per l'alimentazione delle pompe di calore geotermiche e dei servizi generali (ventilazione, pompe, ...). Si evidenzia che un impianto fotovoltaico correttamente dimensionato consentirà di produrre per intero l'energia elettrica necessaria al funzionamento delle pompe di calore, permettendo in tal modo di raggiungere una sostanziale indipendenza dai combustibili tradizionali per la climatizzazione degli edifici, riducendo drasticamente in tal modo le emissioni globali di CO₂ in atmosfera.

Valutato un consumo energetico per la climatizzazione con pompe di calore pari a circa 500 MWh in termini di energia elettrica, per pareggiare i fabbisogni sono necessari circa 420 kWp, corrispondenti a 3.500 m² di pannelli in silicio cristallino. Raddoppiando la potenza si potrebbe fare inoltre fronte a circa il 50% dei normali consumi per le utenze elettriche.

Nel caso invece dell'opzione B e C l'adozione di un impianto fotovoltaico, con la medesima taglia prevista in precedenza, sarà in grado di rispondere alle esigenze energetiche delle unità edilizie per una misura pari a circa il 50%.

Analogamente l'adozione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda ad uso sanitario può contribuire significativamente alla riduzione dei consumi di combustibili fossili. Per quanto riguarda l'opzione A e B, non si ritiene tuttavia opportuno l'inserimento di tale soluzione impiantistica, in quanto da un lato aumenta la complessità degli impianti, dall'altro le due ipotesi prevedono comunque l'utilizzo di fonti rinnovabili. Infatti la geotermia a bassa entalpia (nello specifico con l'accoppiamento delle pompe di calore al terreno), è esplicitamente riconosciuta dalla legislazione vigente come fonte rinnovabile, mentre la produzione di calore per la rete di teleriscaldamento avviene mediante

combustibile costituito da biomassa o rifiuti, il primo effettivamente costituente fonte rinnovabile, il secondo riconosciuto come tale dalla legislazione vigente.



Figura 12 – Esempio di installazione di pannelli solari termici.

Nell'ipotesi C risulta ottimale l'inserimento di pannelli solari termici, in affiancamento al sistema di caldaia a metano, che resterà in tal modo essere inattiva durante il periodo estivo, seppure per periodi limitati, quando le condizioni climatiche lo consentono.

In ogni caso si suggerisce di migliorare le prestazioni previste dalla legislazione vigente, che richiede di utilizzare fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria in misura minima pari al 50%, aumentando tale percentuale a oltre il 70%. Si evidenzia che il superamento di questo limite potrebbe comportare un eccesso di produzione di acqua calda durante il periodo estivo, che non verrebbe comunque utilizzata dalle utenze, rendendo di fatto inutile il sovradimensionamento e il maggiore costo di investimento iniziale.

3.9 Terminali di distribuzione dei fluidi termovettori

Per quanto riguarda i terminali di distribuzione dei fluidi termovettori, viste le tipologie architettoniche ed impiantistiche previste per i nuovi edifici, si può ipotizzare che una soluzione razionale sia per la climatizzazione su base annuale sia l'utilizzo di pannelli radianti a soffitto o eventualmente a pavimento, all'interno dei quali può scorrere sia fluido caldo (inverno) che freddo (estate), consentendo in tal modo di operare un corretto condizionamento ambientale in tutte le stagioni.

Infatti l'utilizzo dei pannelli radianti consente da un lato di ridurre le dispersioni termiche legate alla distribuzione dei fluidi termovettori (sono infatti funzione della temperatura dei fluidi), con ovvi vantaggi dal punto di vista energetico, dall'altro di garantire un maggior comfort ambientale, in quanto permette una migliore uniformità delle temperature nei locali e l'eliminazione di punti caldi (come accade con la presenza di termosifoni).

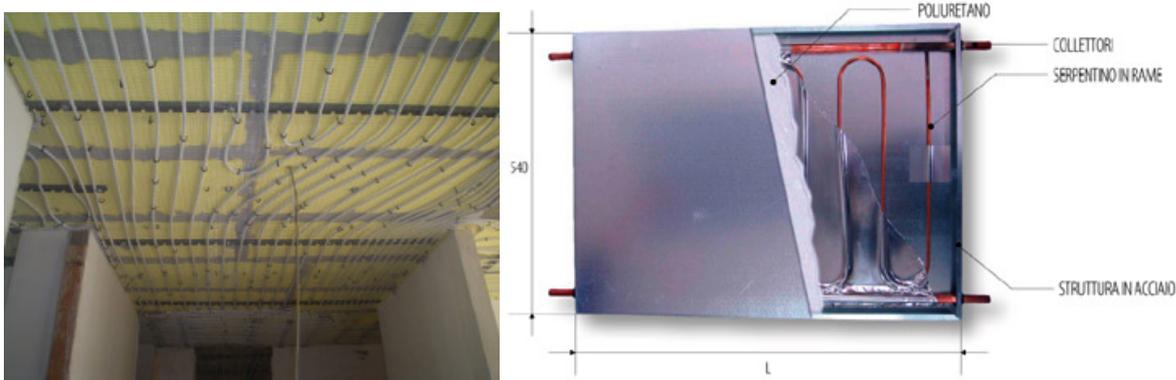


Figura 13 – Esempio di realizzazione di pannello radiante a soffitto.



Figura 14 – Esempio di realizzazione di pannello radiante a pavimento.

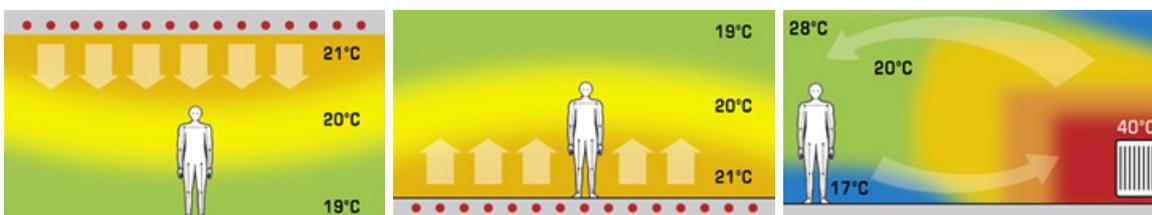


Figura 15 – Andamento delle temperature per pannelli radianti a soffitto, a pavimento e a radiatori. Si noti come la soluzione a pannelli radianti consenta un maggiore benessere in quanto la distribuzione delle temperature è uniforme nell'ambiente e non si riscontra la presenza di temperature eccessivamente elevate.

Nei servizi igienici saranno utilizzati invece radiatori d'arredo (scaldasalviette) per il solo riscaldamento invernale, alimentati con acqua calda e dotati di valvola termostatica. L'alimentazione idraulica di questi terminali farà capo al medesimo circuito di acqua calda

temperata che serve anche i pannelli radianti. I radiatori saranno del tipo a tubi orizzontali completi di valvola termostatica.

L'utilizzo di pannelli radianti a soffitto, vista la loro bassa inerzia, permette di raggiungere la temperatura di benessere in tempi molto rapidi a partire dall'entrata in funzione dei pannelli radianti.

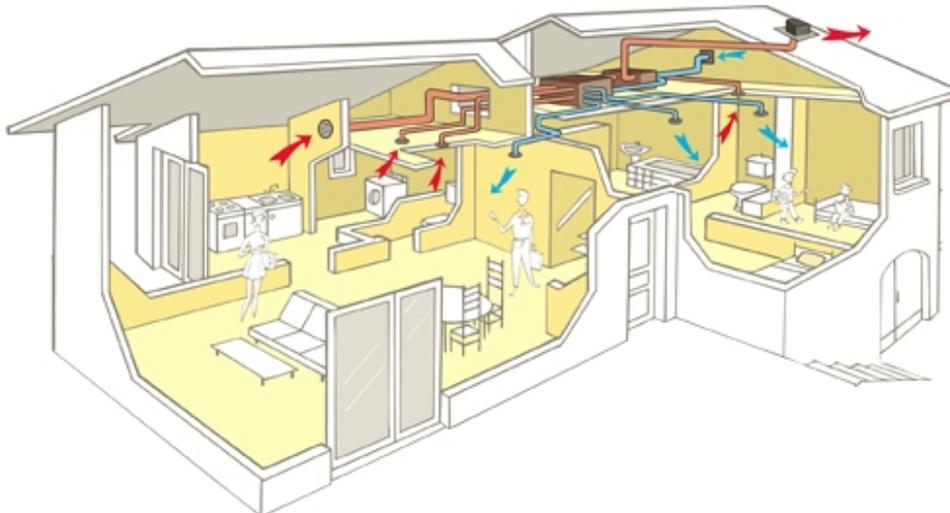


Figura 16 – Esempio di schema di ventilazione meccanica controllata

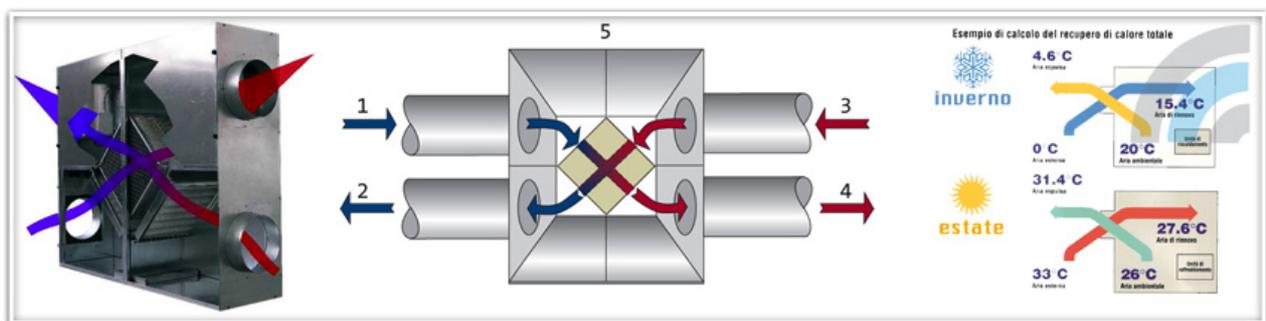


Figura 17 – Principio di funzionamento del recupero del calore per ventilazione meccanica controllata.

Va evidenziato che, durante la stagione estiva, per evitare il fenomeno della condensa negli alloggi sprovvisti di controllo igrometrico estivo (si vedano paragrafi successivi), la temperatura del fluido all'interno dei pannelli radianti deve comunque essere superiore alla temperatura di rugiada dell'aria. In ogni caso, anche in assenza di qualsiasi meccanismo di controllo dell'umidità e della temperatura dell'aria all'interno degli ambienti, pur tenendo conto anche del carico di vapore d'acqua dovuto alla presenza di persone all'interno degli ambienti, permette un moderato abbassamento della temperatura percepita, e di conseguenza un limitato controllo delle condizioni di comfort.

Accanto alla descritta tipologia distributiva dei fluidi termovettori, al fine di consentire un adeguato tasso di rinnovo d'aria per gli spazi abitati, si prevede l'impiego in tutte le unità abitative di un sistema di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore (statico) per ridurre il fabbisogno energetico durante la stagione invernale.

La ventilazione meccanica controllata, anche se raramente utilizzata in Italia nell'ambito residenziale, consente spingere al massimo l'efficienza energetica dell'edificio, limitando le dispersioni di calore dovute ai ricambi dell'aria: mediante uno scambiatore di calore tra l'aria di ingresso e quella espulsa, è possibile infatti recuperare l'energia termica contenuta nell'aria in uscita, fino a percentuali superiori all'80%, preriscaldando così gratuitamente l'aria in ingresso.

Infatti, in assenza di tale sistema, risulta indispensabile l'apertura periodica delle finestre per eliminare dagli ambienti l'aria viziata in essi contenuta, e ne consegue la necessità di riscaldare integralmente l'aria fredda proveniente dall'esterno, disperdendo in tal modo l'energia termica associata all'aria in uscita.

L'immissione dell'aria avviene negli ambienti di permanenza delle persone, come soggiorno e camere da letto, e la ripresa (espulsione dell'aria dall'interno dell'unità abitativa) negli ambienti associati a utilizzo periodico e soggetti al maggior inquinamento domestico (bagni e cucina). La presenza della ripresa in questi ambienti, consente di mantenerli in depressione, e di conseguenza evita che eventuali odori si propaghino in tutta l'unità residenziale. Si evidenzia che le cappe della cucina possono essere collegate anch'esse alla ripresa del recuperatore del calore, riducendo ulteriormente le perdite energetiche.

Poiché, durante la stagione estiva, nel caso in cui sia adottato il raffrescamento degli ambienti attraverso pannelli radianti a soffitto alimentati con acqua a temperatura moderatamente fresca, è possibile raggiungere temperature che, pur assicurando un sensibile miglioramento del comfort, potrebbero non soddisfare appieno gli utenti più esigenti, si ritiene opportuno prevedere la predisposizione per l'installazione opzionale di unità autonome ed indipendenti per il raffrescamento e la deumidificazione dell'aria durante la stagione calda (sistemi tipo Aldes Dee-Fly / Temperation C o equivalenti).

Queste unità indipendenti, di modeste dimensioni e costo contenuto permettono, durante l'estate, di raffreddare e allo stesso tempo deumidificare i flussi d'aria entranti (provenienti dai sistemi di ventilazione controllata) mediante una piccola macchina frigorifera di tipo aria-aria, ottimizzando in tal modo le condizioni di comfort estivo all'interno degli ambienti. Il consumo elettrico di ciascuna di queste macchine sarà equivalente all'energia prodotta da una superficie pari a circa 2 m² di pannello fotovoltaico con tecnologia a silicio mono o policristallino.

3.10 Contabilizzazione dei consumi

Vista l'adozione di sistemi di produzione dei fluidi termovettori all'esterno delle singole unità abitative (per singoli aggregati, soluzione A e C, e per teleriscaldamento, soluzione B), i consumi energetici verranno contabilizzati individualmente per ogni unità abitativa, sia per quanto riguarda l'acqua calda per il circuito dei pannelli radianti (che sfrutta il teleriscaldamento), che l'eventuale acqua refrigerata per il raffrescamento estivo, ma anche riguardo l'acqua calda sanitaria e l'acqua potabile per usi domestici.

Si utilizzerà per il riscaldamento invernale e il raffrescamento estivo un unico contatore, secondo le più recenti tecnologie del settore, mentre per l'acqua fredda e calda di consumo saranno utilizzati due contatori separati; il tutto verrà posto in luogo facilmente accessibile e in prossimità alle valvole di intercettazione dell'impianto della singola utenza.

Tutti i servizi saranno contabilizzati per ciascuna unità residenziale, indipendentemente dalla provenienza delle reti. Ciascuna utenza sarà pertanto economicamente indipendente dall'altra, esattamente come nel caso di soluzione tradizionale, costituita dall'utilizzo di caldaie a gas e condizionatori split.

I contabilizzatori saranno ubicati in posizione facilmente accessibile ai tecnici delle ditte di gestione delle reti. Al fine di semplificare ulteriormente le attività di rilevazione, i contabilizzatori saranno dotati di sistema per la telelettura dei consumi.

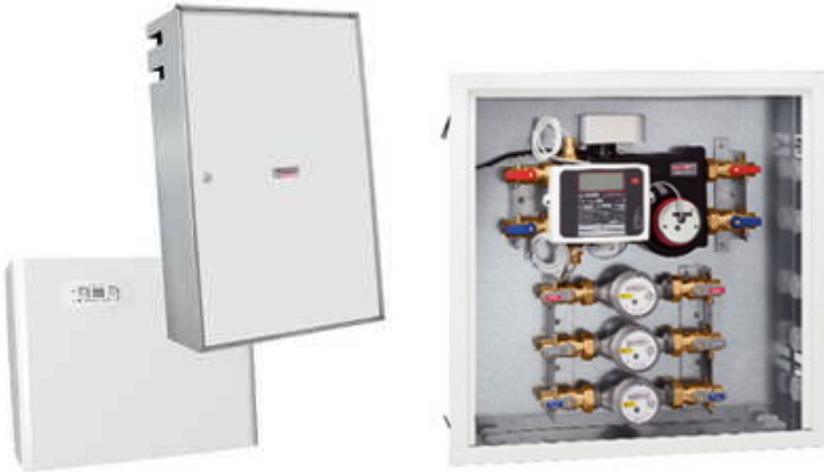


Fig. 18 – Esempio di armadi di contabilizzazione.

4 Reti e soluzioni tecniche: la via pubblica.

4.1 Disposizione delle reti lungo le strade pubbliche: l'anello del borgo storico.

Il necessario rifacimento delle vie pubbliche porge l'opportunità unica di ordinare le reti dei servizi in una unica soluzione, senza la necessità di interventi successivi di inserimento di nuove reti, che rendono necessaria la demolizione della pavimentazione, lo scavo, la messa a dimora di cavi o condotti, e la ricostruzione della pavimentazione demolita, con ovvie disomogeneità e discontinuità finale del manto.

Si ritiene pertanto opportuno prevedere la disposizione in corrispondenza delle vie pubbliche, oltre che dei normali servizi di base (acqua potabile, scarichi, energia elettrica, metano), anche di reti in fibra ottica, in grado di garantire comunicazione dati ad alta velocità per tutti i sistemi integrati (safety, security, contabilizzazione, ...) e connessione internet a banda larga.

Di seguito sono elencati tutti i servizi previsti in corrispondenza alle vie pubbliche:

- scarichi acque meteoriche;
- scarichi acque nere e grigie (civili);
- acqua potabile;
- gas naturale (metano) per usi domestici o per riscaldamento invernale nei casi isolati;
- energia elettrica (linea interrata);
- fibra ottica;
- teleriscaldamento (in opzione) in caso di realizzazione della centrale a biomasse di Bazzano.

4.2 Rete dati.

L'inserimento di una rete in fibra può contribuire in modo sensibile sia alla facilitazione della gestione della sicurezza di Onna, sia allo start-up di nuove aziende o attività all'interno del borgo. Tra i servizi che possono essere gestiti, si possono elencare:

- telefonia;
- connessione Internet;
- IPTV (TV via cavo);
- Videosorveglianza;
- telelettura dei contatori
- telecontrollo di tecnologie critiche o demandabili all'esterno (es. controllo condizionamento edifici pubblici non sorvegliati, reti e sottoservizi);
- teleassistenza per anziani e disabili con videoconferenza diretta a servizio medico;
- gestione spot Wi-fi per zone pubbliche particolari (es. piazze).



Figura 19 - Cavi in fibra e loro predisposizione.

5 Piano della luce.

5.1 Premessa

Nell'ambito dei lavori di ricostruzione di Onna, il tema della luce notturna assume una valenza sociale ancor più forte che in altri luoghi: in generale un'adeguata predisposizione di punti luce di illuminazione pubblica caratterizza lo spazio urbano in modo diverso rispetto al giorno, crea scenari notturni urbani piacevoli, da rileggere in altro modo, dà la possibilità di fruire dell'ambiente cittadino non solo nelle ore diurne ma anche con il buio. Un'illuminazione di qualità favorisce dunque i seguenti aspetti principali:

- sicurezza: la luce consente normalmente di garantire un livello di sicurezza maggiore e, conseguentemente, contribuisce ad incrementare la frequentazione serale e notturna del luogo;
- godibilità: migliorare la vivibilità di uno spazio urbano adottando sistemi di illuminazione adeguati dal punto di vista illuminotecnico, opportunamente inseriti nel contesto edilizio e architettonico, contribuisce a creare un ambiente in cui la permanenza diventa piacevole;
- attrattiva: stimolare l'interesse verso un luogo diventa importante per favorire un richiamo sempre maggiore.

Il piano della luce (chiamato anche Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale da cui deriva l'acronimo P.R.I.C.) ha lo scopo di formulare e presentare le principali linee guida sul tema dell'illuminazione pubblica. Tale strumento di pianificazione urbana vuole che la luce venga progettata pensando al territorio urbanizzato nella sua articolazione, in modo coerente e continuo, non, invece, come somma di piccoli impianti diversi realizzati sotto la spinta di necessità contingenti o di occasionali disponibilità economiche.

In generale Il P.R.I.C. si compone di una parte analitica, una parte propositiva e una gestionale. Nel caso in esame la prima parte, che ha la finalità di "fotografare" lo stato di fatto dell'illuminazione esistente, non compare trattandosi di un' intervento di ricostruzione generale. La seconda parte è di semplice trattazione in quanto l'individuazione nel tessuto urbano delle aree che si ritengono omogenee sotto il profilo illuminotecnico sono estremamente ridotte, trattandosi di un piccolo borgo. Infine, maggior spazio ha la parte gestionale che indica come prioritaria la ricerca di soluzioni progettuali e tecnologie idonee a ridurre al minimo l'incidenza dei consumi energetici, nel rispetto dei criteri di sostenibilità ambientale, pur perseguendo la qualità illuminotecnica e quindi il raggiungimento dei requisiti definiti nella parte progettuale.

L'area interessata dal piano è visibile nella relativa pianta: ciò non toglie di poter estendere i concetti esposti anche al di fuori della stessa, prevedendo comunque un'adeguata classificazione dei luoghi a seconda della destinazione d'uso.

Il piano, non essendo un progetto, dà alcune indicazioni di massima che nella successiva fase di progettazione dovranno comunque essere verificate e affinate.

5.2 Normativa di riferimento

La formulazione delle indicazioni di progetto avverrà nel rispetto delle seguenti disposizioni legislative e normative:

- Legge Regionale dell'Abruzzo n.12 del 03/03/2005 – Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico;
- Codice della strada in vigore;
- Norma UNI 10819 (1999)) Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- Norma UNI 11248 (2007) – Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche;
- Norma UNI EN 13201-2:2004 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
- Tutta la normativa specifica relativa agli impianti elettrici di illuminazione, con particolare riferimento alla norma CEI 64-8 parte 7.

In particolare la legge regionale vieta l'emissione di flusso nell'emisfero superiore e dunque prescrive l'utilizzo di sistemi di illuminazione che rispettino tale limite. Solo nel caso di illuminazione di edifici classificati di interesse storico, architettonico o monumentale, o di pregio storico, culturale e testimoniale è possibile realizzare un'illuminazione che emetta nell'emisfero superiore, pur con il vincolo di valori massimi di luminanza e illuminamento, con l'obbligo di far ricadere i fasci di luce all'interno della sagoma dell'edificio.

5.3 Linee guida del piano della luce

Di seguito si riportano per punti le linee guida del piano urbano della luce nel centro urbano di Onna:

- adozione di livelli di illuminamento e di luminanza ovunque adeguati alle prescrizioni stabilite dalla normativa, per le varie categorie illuminotecniche, con particolare rispetto dei criteri di uniformità, di non abbagliamento, di generale comfort e di rispetto dell'ambiente e della visione notturna della volta celeste;
- contenimento dei consumi di energia elettrica, privilegiando tipologie di sorgenti luminose ad elevata efficienza ed accettabili sotto il profilo cromatico, allineando il più possibile i valori di illuminamento e luminanza a quelli minimi prescritti dalla normativa vigente;
- valorizzazione tramite l'utilizzo di apparecchi illuminanti e lampade di potenza e resa cromatica adeguata, dei luoghi di aggregazione sociale (piazze) e degli edifici di interesse storico, architettonico, monumentale o urbanistico;
- riduzione dei costi di gestione attraverso un'appropriata scelta dei materiali, delle sorgenti luminose e degli apparecchi da impiegare; adozione di sistemi di supervisione e controllo degli impianti e di soluzioni tecnologiche avanzate per l'alimentazione e il controllo della tensione e del flusso luminoso.
- adozione di sistemi di riduzione del flusso luminoso che non comportino alterazioni nei coefficienti di uniformità.
- adozione, per le zone pedonali e per tutto il centro urbano a traffico limitato di tipologie per arredo urbano (supporti e apparecchi illuminanti) che si armonizzino con il nuovo contesto architettonico ed edilizio;
- adozione, per le strade urbane o per le vie di scorrimento, di tipologie di arredo urbano standardizzate e limitate a pochi tipi-base;
- utilizzo di sorgenti luminose con caratteristiche di spettro, di temperatura di colore e di resa cromatica in grado di far risaltare i colori dei materiali edilizi ma anche un buon riconoscimento notturno delle persone;
- garanzia di un'agevole gestione dell'impianto (facilità ed economia di manutenzione) ma anche di adeguate condizioni di sicurezza nella manutenzione dello stesso;

- flessibilità dell'impianto ovvero possibilità di accensione/spegnimento delle varie parti di impianto ovvero dei sistemi di illuminazione dedicati ai diversi compiti visivi (facciate, piani orizzontali, accento ecc.) al fine di impostare differenti orari di funzionamento;
- adozione di protezioni anti-vandaliche per gli apparecchi.

Le precedenti linee guida costituiranno i criteri di progetto nelle successive fasi di progettazione.

5.4 Valori illuminotecnici di riferimento per il territorio

La classificazione delle strade del territorio considera la presenza di:

aree ad esclusivo uso pedonale;

strade-vie, quelle più strette, dedicate alla circolazione dei pedoni con accesso dei veicoli limitato ai soli residenti;

strade-vie, quelle più ampie, dedicate alla circolazione dei veicoli motorizzati con la presenza di altri utenti, quali pedoni ecc.

Tra le condizioni di utilizzo possibili questa può considerarsi abbastanza ragionevole ed è quella che contempla il maggior numero di categorie illuminotecniche di riferimento ovvero, secondo quanto riportato nel prospetto 1 (Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento) e nei prospetti A.9 (Determinazione della categoria illuminotecnica per le strade locali in ambito urbano - centri storici, isole ambientali, zone a velocità massima minore o uguale a 30km/h) e A.11 (Determinazione della categoria illuminotecnica per le strade locali in ambito urbano: aree pedonali con veicoli a motore non ammessi) della UNI 11248:

Tabella 3 – Categorie illuminotecniche per le strade secondo UNI 11248.

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di riferimento	Prospetto di riferimento
F	Strada locale urbana	50	ME4b	Prospetto 1
F	Strade urbane: locali storici, isole ambientali, zone 30	30	CE4	Prospetto 1 e Prospetto A.9
F	Strade urbane: locali aree pedonali	5	CE3	Prospetto 1 e Prospetto A.11

Per quanto riguarda l'illuminazione dei piani verticali, la normativa associa ad alcune categorie illuminotecniche di riferimento altre categorie complementari o addizionali in situazioni dove è necessario vedere superfici verticali, per esempio nelle aree pedonali.

Nel caso in esame alla categoria illuminotecnica CE3 è associata la categoria addizionale EV5, le prescrizioni della quale dovranno essere rispettate.

Per quanto riguarda l'illuminazione dei piani verticali, nel caso di valorizzazione di monumenti o di facciate di interesse particolare, i limiti sono dettati invece dalla legge regionale dell'Abruzzo, come già evidenziato nel paragrafo dedicato alla normativa.

I livelli di luminanza o di illuminamento da rispettare sono riconducibili a tre valori, secondo quanto riportato nella UNI EN 13201-2:

- 0,75 cd/m² per le strade ME4b;
- 10 lx per le strade CE4;
- 15 lx per le aree pedonali CE3.

I livelli indicati sono da intendersi quali valori finali garantiti al termine della vita media degli impianti, nell'ipotesi che sussista la manutenzione programmata sugli stessi.

Nella fase di progettazione, la classificazione dell'ambiente esterno (strade, aree pedonali, ecc.) dovrà essere adeguata o rivista in base alle reali condizioni di utilizzo del territorio urbano oggetto del piano.

Di seguito si riportano più in dettaglio le prescrizioni illuminotecniche per ciascuna categoria citata.

Tabella 4 – Prescrizioni illuminotecniche secondo UNI 11248 e UNI EN 13201-2.

Descrizione	Tipo di strada	Categoria illuminotecnica di riferimento	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto asciutto		Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità	
			Luminanza media mantenuta [cd/m ²]	U _o minima ⁽¹⁾	UI minima ⁽²⁾	TI [%]	SR minima
Strada locale urbana	F	ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5

(1) Rapporto tra luminanza minima e media su tutta la carreggiata

(2) Rapporto tra luminanza minima e massima lungo la mezzera di ciascuna corsia di marcia

Tabella 5 – Prescrizioni illuminotecniche secondo UNI 11248 e UNI EN 13201-2.

Descrizione	Categoria illuminotecnica di riferimento	Illuminamento orizzontale	
		Illuminamento medio minimo mantenuto [lx]	Uniformità minima di illuminamento U _o minima ⁽¹⁾
Strada locale in ambito urbano: aree pedonali con veicoli a motore non ammessi	CE3 ^{(2) (3)}	15	0,4
Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	CE4 ⁽²⁾	10	0,4

(1) Rapporto tra illuminamento minimo e medio.

(2) L'indice di incremento della soglia di percezione TI in % può essere al massimo pari a 15.

(3) La categoria addizionale EV3 associata alla CE3 prevede un illuminamento mantenuto minimo del piano verticale a 1,5m di altezza pari a 5 lx.

5.5 Lampade o sorgenti luminose

L'uso delle sorgenti luminose deve essere fondato sulla loro convenienza economica, misurata soprattutto attraverso il loro valore di efficienza luminosa, ma anche sulle altre caratteristiche intrinseche: temperatura di colore, resa cromatica, dimmerabilità, controllo della sorgente, ecc. Queste caratteristiche contribuiscono in modo significativo alla percezione notturna dello spazio, al risparmio energetico, all'assenza di fenomeni di dispersione della luce sia verso la volta celeste, sia al di fuori del compito visivo.

Le sorgenti accettabili sotto il profilo illuminotecnico, energetico e di manutenzione nel campo dell'illuminazione urbana sono le seguenti:

- lampade al sodio ad alta pressione (SAT)
- lampade a ioduri metallici (J)
- lampade a fluorescenza di tipo compatto o lineare (FC, FL);
- led.

Nella seguente tabella sono riassunte le principali caratteristiche.

Tabella 6 - Caratteristiche delle lampade per impianti di illuminazione esterna

TIPO DI LAMPADA	INDICE DI RESA CROMATICA	RESA DEI COLORI	TEMPERATURA DI COLORE (K)	TONALITA' DI COLORE	ALTRE CARATTERISTICHE
vapori di sodio	Scarso (<40)	scarsa	2300 2700	gialla	Dimmerabile. Elevata durata di vita. Elevata efficienza luminosa (80÷90 lm/W). Potenze disponibili da basse a molto elevate con numero di taglie limitato. Facilità di controllo ottico della sorgente basso costo e facile reperibilità nel mercato.
vapori di alogenuri metallici	Buono (>80) Ottimo (>90)	eccellente eccellente	3000 4200	bianca calda bianca fredda	Difficilmente dimmerabile. Media durata di vita. Elevata efficienza luminosa (80÷90 lm/W). Potenze disponibili da basse a molto elevate con numero di taglie limitato. Facilità di controllo ottico della sorgente. Costo medio-alto e facile reperibilità nel mercato.
fluorescenza (tipo compatto)	Buono (>80) Buono (>80)	eccellente eccellente	3000 4000	bianca calda bianca fredda	Dimmerabile. Media durata di vita. Elevata efficienza luminosa (60÷70 lm/W). Potenze disponibili da basse a medie. Difficoltà di controllo ottico della sorgente; basso costo e facile reperibilità nel mercato.

fluorescenza (tipo lineare)	Buono (>80) Buono (>80)	eccellente eccellente	3000 4000	bianca calda bianca fredda	Dimmerabile. Elevata durata di vita. Elevata efficienza luminosa (80÷90 lm/W). Potenze disponibili medio-alte. Difficoltà di controllo ottico della sorgente; basso costo e facile reperibilità nel mercato.
led	Buono (>70)	buona	3000 4000	bianca calda bianca fredda	Dimmerabile. Elevatissima durata di vita. Buona efficienza luminosa (80÷120 lm/W). Potenze disponibili da basse a medie con ampio numero di taglie. Facilità di controllo ottico della sorgente possibilità di effetti cromatici. Costo medio-alto e limitata reperibilità nel mercato

Nel caso in esame è necessario scartare la prima tipologia (lampade ai vapori di sodio) per le scarse caratteristiche cromatiche che non sono adatte in un luogo in cui uno degli utenti principali della strada è il pedone: il piano della luce tratta un centro urbano di piccole dimensioni, in cui la vita per strada è legata alla storia del luogo, in cui l'obiettivo è quello di ridare identità all'ambiente e di valorizzarlo al fine di promuovere nuovamente l'aggregazione sociale e il richiamo nel territorio.

La seconda tipologia, caratterizzata da buone caratteristiche cromatiche, si presta con difficoltà alla possibilità di regolazione del flusso emesso presentando pertanto un forte limite al rispetto della prescrizione legislativa (riduzione del flusso nelle ore centrali della notte). Tale tipologia potrà comunque essere adottata, se non in larga scala, nei casi di valorizzazione architettonica di monumenti o di facciate.

La terza e la quarta tipologia, caratterizzate da buone caratteristiche cromatiche e dalla possibilità di dimmerazione, presentano un limite in termini di controllo del flusso emesso dagli apparecchi illuminanti a causa delle dimensioni non miniaturizzate delle lampade se paragonate alle dimensioni delle due tipologie precedenti. Anche in questo caso il piano prevede la possibilità di utilizzo di queste lampade in casi particolari di illuminazione di accento e di completamento, anche integrata in alcuni elementi di arredo urbano.

Per quanto riguarda la tecnologia LED, oggi sempre più diffusa e in rapida evoluzione, nuove possibilità di applicazione rendono molto interessante l'impiego dei piccoli diodi ad emissione luminosa nei sistemi di illuminazione esterna. Attraverso l'utilizzo dei led è possibile abbassare i costi di gestione e di manutenzione, sia per i valori di efficienza luminosa (in continua crescita), sia per la lunghissima durata di vita (50.000÷60.000 ore) e per gli elevati fattori di utilizzazione di impianto grazie alla possibilità di controllare singolarmente le piccole sorgenti e direzionare il flusso dove serve.

In generale il piano prevede l'utilizzo di sistemi a led per l'illuminazione funzionale e consente l'utilizzo di apparecchi con lampade ad alogenuri metallici o a fluorescenza in tutti i casi di illuminazione particolare (monumenti, piazze, facciate) o di accento di elementi architettonici e di arredo urbano (es. sedute in pietra, dissuasori, fontana, ecc.).

5.5.1 Prescrizioni per le sorgenti a led

Di seguito si riportano le principali informazioni per una corretta scelta dei led: all'atto della redazione del progetto esecutivo degli impianti di illuminazione pubblica, le caratteristiche dei led, dei moduli base e dei sistemi di alimentazione dovranno comunque essere conformi alle massime prestazioni offerte in quel momento dal mercato, tenendo conto dell'evoluzione tecnologica.

Il piano della luce, in considerazione dei livelli illuminotecnici e delle altezze dei punti luce, prevede una potenza media del punto luce variabile tra 50W e 70W.

Led - utilizzo di led ad alta efficienza con le seguenti caratteristiche:

- indice di resa cromatica: $IRC > 80$
- temperatura di colore (misurata in gradi kelvin): $3000K < T_c < 4000K$
- selezione dei led: in base alla temperatura di colore che verrà adottata sarà necessario eseguire la selezione dei led in modo che il "bins" (regione di cromaticità) appartenga al gruppo di cromaticità a cui fa riferimento la retta isotemperatura scelta
- flusso nominale minimo $> 85 \div 900$ lm/led (misurato con corrente di alimentazione 350mA e temperatura di giunzione $T_j = 25^\circ C$, per un led a luce calda)
- vita economica > 60.000 h con flusso luminoso residuo pari al 70% del flusso iniziale (misurata con corrente di alimentazione 350mA e temperatura ambiente esterna media $t_a = 25^\circ C$)
- Moduli base - utilizzo di moduli base, all'interno degli apparecchi, con le seguenti caratteristiche:
 - potenza indicativa del singolo modulo (variabile a seconda della corrente di alimentazione): $10 \div 20$ W
 - facilità di sostituzione del modulo allo stesso modo di una normale lampada
 - utilizzo di lenti o nano ottiche per orientare la luce di ciascun led o gruppo di led: la singola lente deve produrre una fotometria uguale a quella complessiva dell'apparecchio, deve quindi illuminare tutto il compito visivo (es. tutta la strada e non una singola porzione); la sovrapposizione degli effetti delle varie ottiche dà luogo al livello di illuminamento necessario; la direzione della luce deve essere ottimizzata senza dispersioni; assenza di emissioni sopra $\gamma = 90^\circ$; controllo dell'abbagliamento; disponibilità di lenti differenti a seconda del compito visivo (strada, piazza, marciapiedi, pista ciclabile, parcheggio, ecc.)
 - presenza di un elemento di raffreddamento del modulo dimensionato adeguatamente per mantenere corretti valori della temperatura di giunzione anche con elevate intensità di corrente (700mA).
- Modularità - combinazione di moduli che comporta:
 - un'ampia gamma di taglie di potenza (variabili per piccoli gradi) grazie all'utilizzo del numero necessario di moduli base e alla combinazione degli stessi all'interno dell'apparecchio
 - la progettazione adeguata del corpo dell'apparecchio (forma, dimensioni, materiali) per consentire lo smaltimento del calore e un perfetto funzionamento del sistema
- alimentazione
 - utilizzo di alimentatori elettronici a basso consumo di energia, dimmerabili, con segnale di tipo digitale (DALI) o di tipo analogico ($0 \div 10$ V)
 - campo di variazione massima della corrente di alimentazione ($350mA \div 700mA$)
 - possibilità di regolazione della sorgente luminosa al fine di un risparmio energetico con riduzione del flusso nelle ore centrali della notte di minore traffico
 - pilotaggio della sorgente luminosa mediante una regolazione della corrente di alimentazione per tutta la durata di vita dell'impianto in funzione del decadimento del flusso luminoso dei led per compensarne l'invecchiamento e avere emissioni di flusso costanti.

5.6 Caratteristiche degli apparecchi illuminanti

Si prevede di limitare la scelta ad apparecchi chiusi con sistema ottico adeguato al compito visivo specifico (ottiche stradali, asimmetriche, longitudinali per marciapiedi o piste ciclabili, trasversali per illuminazione di spazi ampi, ecc.) in classe II.

Il grado di protezione minimo previsto è pari a IP65.

Gli apparecchi devono essere realizzati con materiali idonei e adeguatamente trattati al fine di resistere ai fenomeni atmosferici e di inquinamento. Devono inoltre essere progettati in modo da smaltire correttamente il calore interno e in modo da garantire facilità e sicurezza nelle operazioni di pulizia e manutenzione di eventuali componenti interni.

Le dimensioni della struttura degli apparecchi devono essere idonee all'alloggiamento interno dei sistemi di alimentazione e telecontrollo.

5.7 Caratteristiche dei sostegni

Il piano prevede l'adozione di sostegni verticali e di attacchi o supporti per l'installazione degli apparecchi a parete degli edifici. L'altezza massima di installazione prevista è pari a 6m.

Anche in questo caso, così come per la struttura degli apparecchi, la scelta dei materiali è importante per garantire caratteristiche di resistenza adeguate, anche sotto l'aspetto di urti, atti vandalici, ecc.

5.8 Tipologia di impianto, reti, modalità di alimentazione

Gli impianti elettrici, benché semplici provvederanno alla massima integrazione su base urbana, facilitata dalla compattezza dell'insediamento.

Si ritiene possibile inserire lungo le vie del borgo un sistema a fibra ottica, in grado di garantire una comunicazione ad alta velocità per tutti i sistemi integrati (safety, security, contabilizzazione, ...) e connessione internet a banda larga.

Per quanto riguarda gli impianti di illuminazione pubblica valgono le seguenti indicazioni.

È prevista l'adozione di sistemi a "tensione impressa" (impianto in derivazione). Tali sistemi saranno di tipo TT realizzati con cavi unipolari in cavidotto interrato, del tipo FG7R 0,6/1 kV. Le derivazioni saranno generalmente effettuate entro pozzetto tramite giunzioni stagne in gel.

Al fine di contenere le cadute di tensione lungo la linea a livelli accettabili, si assume un riferimento progettuale per la massima caduta di tensione ammissibile del 3%, al di sotto del limite normativo che è del 5%.

Il coordinamento delle protezioni, in accordo con le Norme CEI 64-8, sarà attuato mediante protezione magnetotermica, ovvero con l'adozione di protezioni differenziali a bassa sensibilità laddove non si rientri nei limiti previsti per l'impedenza dell'anello di guasto o per la resistenza totale di terra. I relè differenziali dovranno essere adeguati all'alimentazione di apparecchiature di tipo elettronico.

È privilegiata l'adozione di alimentazioni mediante cavo posato in cavidotto interrato, senza escludere nei tratti terminali di alimentazione l'uso di linee aeree in cavo a doppio isolamento posati all'interno di tubi metallici staffati lungo le pareti degli edifici.

Il quadro elettrico dovrà essere posizionato in zona pubblica di facile accesso e avrà una carpenteria in vetroresina con grado di protezione minima pari a IP43.

5.9 Innovazione tecnologica

L'innovazione tecnologica è intesa in termini di adozione di sistemi in grado di regolare il flusso luminoso, in grado di acquisire le informazioni di stato e di allarme, in grado di svolgere le funzioni di telecomando e misura per una completa telegestione della rete.

Il piano prevede la realizzazione di un sistema centralizzato su quadro di illuminazione (unico per il territorio in questione) per la gestione ed il controllo degli impianti di illuminazione esterna basato su sistema di comunicazione ad onde convogliate sulle linee di alimentazione, avente le seguenti funzioni principali:

- comando temporizzato di regolazione del flusso luminoso, in relazione a cicli di funzionamento precedentemente impostati. In particolare, le percentuali di regolazione ed i relativi programmi orari associati potranno essere differenziati in

- funzione delle specifiche aree illuminate (a ciascuna delle quali sarà associato un determinato programma orario di funzionamento); tali parametri di funzionamento potranno essere in futuro modificati tramite software;
- implementazione di curve di decadimento (in funzione del tempo) del flusso luminoso emesso dalle sorgenti luminose, al fine di adeguare automaticamente la corrente di alimentazione dei moduli led in relazione al decadimento degli impianti, mantenendo così costante il livello di illuminamento medio orizzontale al suolo;
 - possibilità di definizione di stati illuminotecnici ovvero, gruppi di apparecchi illuminanti a ciascuno dei quali viene associata una determinata modalità oraria di funzionamento, che potrà essere eventualmente modificata in futuro tramite software;
 - rilevamento automatico (secondo determinati cicli di lettura) delle principali informazioni relative a ciascun punto controllato (costituito nel caso specifico dal singolo alimentatore led) quali: assorbimento istantaneo di corrente elettrica, stato di funzionamento (acceso/spento), condizione di guasto, ecc.;
 - visualizzazione dello stato di funzionamento degli impianti su mappe grafiche riportanti la loro configurazione su apposita cartografia;
 - possibilità di gestione in modalità manuale delle varie configurazioni precedentemente impostate, mediante comando sulle stesse mappe grafiche.
 - Possibilità di futura implementazione di sistema software centralizzato, per il controllo da postazione remota, mediante mappe grafiche, dei singoli punti luce e dei quadri elettrici.
 - Il sistema descritto è composto sostanzialmente dai seguenti elementi:
 - moduli di monitoraggio e comando punti luce installati entro asola a base sostegno (punti luce su sostegno) oppure all'interno del corpo degli apparecchi illuminanti, dotati di n.1 uscita con segnale analogico 1÷10V per la regolazione del flusso degli alimentatori led (tale uscita dovrà essere compatibile con le caratteristiche degli alimentatori led);
 - modulo per la gestione della comunicazione ad onde convogliate, installato su guida DIN all'interno del quadro elettrico di pertinenza;
 - moduli per la telemisura ed il telecontrollo del quadro elettrico, installato su guida DIN all'interno del quadro;
 - bobine per il disaccoppiamento del sistema di controllo ad onde convogliate dalla rete elettrica a monte;
 - moduli di ingresso digitali per riporto dello stato dei vari contattori.

5.10 Principali indicazioni progettuali

L'analisi del territorio porta alle seguenti indicazioni di massima:

- vie con un lato libero da edifici: predisposizione di punti luce su palo con altezza fuori terra pari a 6m, interdistanza pari a 22m÷24m;
- vie con entrambi i lati occupati da edifici: predisposizione di punti luce con supporto per fissaggio a parete con altezza di installazione pari a 5÷5,5m, interdistanza pari a 18m÷20m;
- piazze: soluzione con proiettori a parete sia per evidenziazione dei piani verticali (facciate) o per quelli orizzontali (piano di calpestio); in alternativa soluzioni d'arredo con apparecchi installati su palo;
- soluzioni particolari d'accento sono possibili nel rispetto delle indicazioni e dei requisiti generali e saranno trattate nelle successive fasi di progettazione.

6 Progetto preliminare per il disegno degli spazi pubblici e comuni.

6.1 Premessa

La costruzione della nuova Onna ha come principio ordinatore la ricomposizione dello spazio pubblico, così come fissato nella memoria degli onnesi.

L'abitato compatto e la relativa omogeneità del tessuto urbano, memoria della storia evolutiva del paese stesso, costruivano un'immagine compatta e riconoscibile del borgo. La composizione di strade, vicoli e piazze con gli edifici affiancati tra loro e prospicienti lo spazio pubblico costituivano una relazione diretta fra le proprietà private e lo spazio pubblico.

A conferma di questa lettura è sufficiente un'analisi delle strutture edilizie e degli spazi pubblici così come analizzabili successivamente al terremoto dell'aprile duemilanove:

- sostanziale mantenimento della morfologia storica degli isolati;
- isolati chiusi con corti interne accessibili da portoni su fronte strada o accessibili dal piano terra degli edifici di pertinenza;
- isolati perimetrali al borgo con spazi aperti verso la campagna e presenza di annessi anche separati dall'edificio principale (magazzini, depositi, garage), rivolti verso il bordo esterno del paese;
- corpi di fabbrica di notevole larghezza, spesso dotati di cavedi e piccole corti di ventilazione e illuminazione dei locali privi di affaccio sui fronti principali;
- edifici contigui e addossati, formanti cortine continue sullo spazio pubblico;
- corti e giardini privati prospicienti la strada pubblica chiusi da alti muri pieni, spesso realizzati con tecniche costruttive tradizionali (muri a secco);
- relativa omogeneità dell'altezza degli edifici;
- notevole varietà nella tipologia costruttiva degli edifici (materiali, sistemi strutturali, forometria delle facciate, etc.);
- presenza considerevole di edifici ad uso agricolo anche nel centro del borgo (magazzini, stalle, depositi) con qualità edilizia spesso scadente;
- vicoli con sezioni ridotte;
- parziale mantenimento delle pavimentazioni stradali in pietra calcarea locale (Piazza San Pietro e parte delle strade del centro);
- presenza costante di elementi lapidei utilizzati come sedute, posti lungo i bordi delle vie centrali del borgo.

6.2 Spazio pubblico e identità.

La morfologia dell'abitato, che è costituito in larga parte da isolati con corti interne comuni, rafforza il legame percettivo e d'uso fra le due dimensioni dell'abitare comune, pubblico e privato appunto.

Corti e vicoli spesso costituivano un continuo spaziale, testimoniato dall'uso frequente delle strade del centro per usi tipicamente privati. Onna, di fatto, ha mantenuto le caratteristiche storiche del borgo medievale, nonostante i numerosi interventi di trasformazione subiti nel tempo.

Come spesso accade nelle comunità di piccola dimensione e fortemente radicate nel territorio, ad Onna si è mantenuta un'unità sociale coerente con quanto rilevabile dalla lettura del costruito urbano. Tralasciando le ovvie conflittualità esistenti fra i residenti di Onna, appare evidente un forte attaccamento al proprio borgo e alla comunità d'appartenenza.

Il piano per la ricostruzione dovrà quindi farsi carico delle aspettative degli onnesi che desiderano una ricostruzione capace di ridare quel senso di unità formale e di forte identità che tutti riconoscono al loro antico borgo.

Il processo di condivisione e il confronto costante fra il gruppo di progettazione e gli abitanti hanno portato alla consapevolezza che la nuova Onna non potrà essere copia conforme di quanto rimasto nella memoria collettiva.

6.3 La via pubblica.

La proposta del Piano di Ricostruzione è in sintesi quella di ricomporre lo spazio pubblico attraverso la costruzione delle nuove facciate, sulla base della composizione storica delle stesse (altezze proporzioni, elementi caratterizzanti).

Le strade manterranno pertanto la dimensione originaria e si ricomporranno le proporzioni fra cortine murarie e strada pubblica; l'obbligo di costruire su fronte strada rimane pertanto un caposaldo del Piano di Ricostruzione stesso.

Questa soluzione comporta una scelta chiara rispetto alla limitazione del traffico all'interno del borgo. Il Piano di Ricostruzione suggerisce che l'intero centro sia ad uso pedonale con l'accesso esclusivo delle auto dei proprietari delle case.

Particolare attenzione si è posta al disegno delle pavimentazioni delle strade, che deve garantire coerenza con l'immagine storica e funzionalità rispetto alla realizzazione di moderni sottoservizi.

Il disegno suggerito prevede la realizzazione di una pavimentazione continua realizzata con blocchetti di pietra calcarea locale, posati su idoneo sottofondo in sabbia non impermeabilizzante. La tecnica di posa è quella tradizionale e riproporrà l'immagine tradizionale delle vie del centro storico.

La via pubblica sarà poi caratterizzata dalla presenza di fasce realizzate con la stessa pietra tagliata in lastre di modeste dimensioni. Queste fasce corrispondono ai cunicoli ispezionabili per i sottoservizi, la dimensione dei cunicoli e la posa delle lastre su un sottofondo comunque pieno e compatto garantisce la curabilità delle lastre stesse anche in situazioni di carrabilità leggera (strade a traffico limitato e prevalentemente pedonali).

Lungo le vie pubbliche si propone il recupero degli elementi in pietra con la duplice funzione di seduta e di dissuasore, finalizzato a dare sicurezza agli accessi degli edifici rispetto al traffico veicolare. Si ritiene inoltre che questo tipo di elementi costituisca parte integrante di quella memoria collettiva che potrà dare identità alle nuove strade.

6.4 La Piazza Nuova.

Si veda Relazione illustrativa - Piano di Ricostruzione (PR-RI).

6.5 La Piazza San Pietro.

Per piazza San Pietro (Umberto I) si propone un intervento minimo che comporta il recupero della pavimentazione originale e l'inserimento di pochi elementi utili a caratterizzarne lo spazio.

Gli elementi di seduta posti parallelamente al fronte ovest della piazza, sono funzionali a definire lo spazio di pertinenza del fronte costruito rispetto all'ambito della chiesa, evitando l'uso della piazza come parcheggio per auto.

Le sedute potranno essere caratterizzate fori utili all'allestimento dei giorni di festa, come nella tradizione del borgo.

Un breve filare d'alberi affiancherà il lato nord della chiesa, fornendo un elemento di definizione del largo che collega via dei Martiri con la parte principale della piazza, il filare d'alberi sarà anche utile a dare una conclusione percettiva per chi proviene da nord, lungo l'asse nord-sud del borgo.

Questa soluzione è inoltre coerente con quanto previsto dalla proposta per la Piazza Nuova da realizzare in luogo dell'attuale giardino pubblico: anche il progetto sviluppato dallo studio dell'arch. C. Schaller prevede infatti una zona alberata antistante il fronte sud della

piazza. Via dei Martiri avrebbe così due punti salienti caratterizzati dai filari d'alberi perpendicolari alla via come elementi di connessione con lo spazio allargato delle piazze.

6.6 Dispositivi e attrezzature pubbliche.

Nelle fasi successive di progettazione per la nuova Onna si dovranno considerare alcuni aspetti di funzionamento del nuovo centro abitato, in considerazione della particolare condizione di costruire un borgo compatto praticamente *ex novo*, coerentemente con le esigenze dell'abitare contemporaneo.

Si dovrà predisporre un adeguato impianto antincendio a idranti (o impianti analoghi) sulla via pubblica, in considerazione del fatto che gran parte di Onna, con le attuali sezioni stradali non è raggiungibile dalle autopompe dei Vigili del Fuoco.

L'anello per l'antincendio potrà essere collegato direttamente alla rete per l'adduzione dell'acqua potabile se dotata di adeguata portata e pressione, in caso contrario le fasi successive di progetto dovranno sviluppare soluzioni alternative e forse più onerose (vasche di accumulo per isolati, linea in pressione dedicata, etc.).

Altro aspetto molto importante sarà quello di definire il sistema di raccolta dei rifiuti solidi urbani. La realizzazione di un "borgo modello" coerente con i criteri correnti di sostenibilità, dovrà dotarsi di un sistema di raccolta avanzato.

La raccolta differenziata dei rifiuti è già attuata dall'amministrazione comunale dell'Aquila con il metodo delle isole ecologiche. La proposta del Mastplan è quella di spingere la raccolta verso un modello "porta a porta" con un calendario settimanale scadenzato per i diversi prodotti (carta, plastica, vetro lattine, organico e rifiuto indifferenziato). Questo modello, ampiamente diffuso nelle zone d'Italia virtuose per le questioni di riciclaggio dei rifiuti, dà benefici notevoli se portato a scala territoriale e urbana. In particolar modo si possono riassumere nei seguenti punti gli aspetti positivi:

- eliminazione delle isole ecologiche dalla strada pubblica (particolarmente difficili da gestire nei centri urbani);
- maggiore qualità dei prodotti di scarto da riciclare con conseguenze positive sulla filiera dell'industria del riciclo;
- partecipazione diretta dei cittadini al processo di recupero e differenziazione dei rifiuti e maggiore consapevolezza del valore del riciclaggio (valore formativo).
- La soluzione della raccolta dei rifiuti porta a porta appare particolarmente indicata per un borgo con un edificato compatto e con strade strette, dov'è più semplice far accedere mezzi di piccole dimensioni dedicati alla raccolta casa per casa.
- L'opportunità della ricostruzione di gran parte del borgo appare inoltre ideale per far sì che nelle norme del futuro piano di recupero sia inserita la necessità di ricavare dei locali per la raccolta differenziata all'interno degli aggregati o delle singole unità abitative. Tali locali dovranno essere dotati di adeguata ventilazione, di un rubinetto collegato alla rete idrica e di una piletta di scarico per le operazioni di pulizia del locale stesso.

La terza questione che si sottopone all'interno di questo paragrafo riguarda i sistemi di controllo e limitazione del traffico all'interno del centro storico del borgo.

E' evidente che tale esigenza vada gestita nel migliore dei modi, per garantire la giusta facilità d'accesso ai residenti e impedire l'occupazione di vicoli e piazze da parte di chi non ha i diritti per accedervi.

Esistono molteplici modelli di gestione degli accessi alle aree a traffico limitato, in particolar modo per i centri storici delle città italiane. Si potrà provvedere semplicemente con adeguati cartelli segnaletici e controlli costanti degli organi di vigilanza preposti. In alternativa si potranno predisporre elementi paracarro amovibili o mobili su pistone; in questo caso è necessario dotare tutti i residenti e gli utenti autorizzati dei dispositivi per l'apertura e la chiusura dei dissuasori mobili.

Questo tipo di dispositivi è certamente molto efficace ma costituiscono costi a carico dell'amministrazione comunale in termini di installazione iniziale e di gestione nel tempo.

Si evidenzia ancora l'opportunità di individuare un capitolo di spesa dedicato ad attrezzare il nuovo borgo per una moderna e dinamica accoglienza turistica. Si suggerisce pertanto la predisposizione di targhe e pannelli esplicativi nei punti significativi del borgo, la realizzazione di zone di sosta e ristoro perimetrali al centro storico, rastrelliere coperte per il posteggio di biciclette.

7 Crediti

Studio Architetti Mar srl - Arch. Giovanna Mar

con: Arch. A. Zanchettin (PM). archh. E. De Pieri, A. Ferrara, C. Marolla, L. Messina, F. Signor

Consulenti per gli impianti:

Manens Tifs S.r.l.

Ing. Giorgio Finotti, prof. ing. R. Zecchin, ing. A. Fornasiero, ing. S. Valenti

Consulenti per perequazione urbanistica e questioni legali:

arch. Enrico Pollini

Contrà Pasini, 18 - 36100 Vicenza

Studio Legale Associato Avv. Cacciavillani Ivone

Avv. I. Cacciavillani e avv. C.A. Tesserin

Piazza Marconi, 48 – 30039 Strà (VE)

Consulenti per i temi dell'invarianza idraulica:

Aequa Engineering srl - Via delle Industrie 18/A 30038 Spinea (VE)

Ing. G. Baldo

Con ing. M.Lisso