



REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI AGRIGENTO
COMUNE DI SICULIANA



**MANUTENZIONE STRAORDINARIA ED
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL PLESSO
"L. CAPUANA" SCUOLA ELEMENTARE
COMUNE DI SICULIANA**

**PROGETTO ESECUTIVO
SCUOLA ELEMENTARE**

**ELABORATI:
RELAZIONE
IMP. IDRICO
SANITARIO**

**ALLEGATO
3.2.1**

SCALA

I PROGETTISTI

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Dimensionamento della rete idrica di distribuzione acqua fredda e calda.....	3
3.	Dimensionamento della rete di ricircolo acqua calda	5
4.	Dimensionamento del bollitore	16
4.1	Volume bollitore.....	17
4.2	Superficie di scambio termico del bollitore	18
5.	Impianto di scarico delle acque nere	18
	Allegati	20

1. Premessa

La presente relazione è volta ad illustrare i criteri adottati per la realizzazione del nuovo impianto idrico-sanitario a servizio dei locali adibiti a servizi igienici.

Gli interventi progettuali prevedono la sostituzione e la riorganizzazione dei locali adibiti a servizi igienici e quindi la sostituzione delle reti idriche di alimentazione. Inoltre si prevede la realizzazione ex novo della rete di alimentazione dell'acqua calda inesistente allo stato attuale e la rete di ricircolo acqua calda (attualmente l'acqua calda è presente solo in alcuni bagni grazie alla presenza di scaldacqua elettrici).

Gli apparecchi igienico sanitari, le rubinetterie, i tubi di raccordo rigidi e flessibili, il valvolame e quant'altro necessario alla perfetta funzionalità della rete, previsti dovranno rispondere alle vigenti norme UNI di buona norma.

Si prevede altresì la realizzazione di un nuovo locale tecnico in c.a. dove sarà ubicata la nuova riserva idrica ad uso sia idrico-sanitario (16.000 litri), sia idrico-antincendio (23.000 litri) per un totale di circa 40.000 litri. Il prelievo dei due volumi d'acqua avverrà su differenti livelli assicurando sempre e comunque il volume d'acqua necessario per l'impianto antincendio (vedi tav. 3.3.5).

La vasca sarà provvista di erogatore con galleggiante, valvola di chiusura passatori di entrata ed uscita, tubo di troppo pieno, scarico di fondo, asta idrometrica e fori per l'aerazione protetti da rete antinsetto.

L'impianto idrico sanitario sia dell'acqua calda che fredda, sarà alimentato da un gruppo di pressurizzazione posizionato all'interno del locale riserva idrica, composto da due elettropompe di cui una di servizio. Ogni pompa del gruppo di pressurizzazione deve avere le caratteristiche idrauliche esplicitate negli allegati. In riferimento ai servizi ex novo i nuovi scarichi verranno collegati alla rete esistente, che da sopralluoghi effettuati risulta in buono stato e funzionante.

In allegato si riportano le tabelle riassuntive relative al dimensionamento della rete idrica e della componentistica (gruppo pressurizzazione, bollitore ecc...).

2. Dimensionamento delle reti idriche di distribuzione acqua fredda e calda

Le reti di distribuzione dell'acqua sanitaria saranno realizzate secondo il seguente schema:

collettori principali: sono costituiti da tubazioni orizzontali che dall'impianto di pressurizzazione, posto all'interno di un manufatto in c.a., alimenteranno le derivazioni e quindi le colonne montanti;

colonna: è costituita da un montante verticale che alimenterà i piani superiori;

derivazioni interne: sono costituite dalle tubazioni che collegano le colonne o diramazioni ai collettori complanari, posti a servizio dei sanitari di progetto;

collettori complanari: sono dei collettori con più diramazioni che permettono l'alimentazione dei diversi servizi igienici.

I collettori principali sia dell'acqua fredda che dell'acqua calda, come del resto il collettore della rete di ricircolo acqua calda, verranno interrati per il tratto di attraversamento del cortile interno ad una profondità minimo di 70 cm, prevedendo la posa su di uno strato di sabbia di spessore minimo 10 cm e un ricoprimento con sabbia di uguale spessore, ed ultimando il ricoprimento con materiale proveniente dagli scavi. Le colonne montanti saranno poste entro un cavedio, e staffate, con staffe di adeguate dimensioni, al muro dell'edificio. Internamente all'edificio le derivazioni interne, per facilitarne la manutenzione, verranno posizionate, tramite staffatura, tra l'intradosso del solaio e il controsoffitto (vedi elab. 3.3.6)

I calcoli di dimensionamento sono stati effettuati secondo la norma UNI EN 806-3 UNI 9182 e succ. che fissano i criteri di dimensionamento degli impianti d'alimentazione e distribuzione d'acqua.

Tale norma identifica la procedura di calcolo a partire dalle portate nominali dei singoli apparecchi (portate minime che devono essere assicurate ad ogni apparecchio sanitario) e, in relazione alla portata totale ed al tipo d'edificio da

servire (quindi dal tipo d'utenza), permettono di ricavare le portate totali di progetto (cioè le portate di punta o portate probabili massime) grazie a dei diagrammi specifici ed a delle tabelle ricavate (riportate in allegato).

Il procedimento seguito per il dimensionamento delle tubazioni delle due reti idriche è il seguente:

- si è definito il percorso delle tubazioni fino agli apparecchi d'utilizzazione;
- si è valutato la somma delle portate nominali per ogni sezione di calcolo; il valore della portata di progetto in l/s è stato quindi calcolato per interpolazione dai valori riportati in tabella sopra menzionata.

I valori delle portate nominali per i singoli apparecchi più comuni sono i seguenti:

	acqua fredda [l/s]	acqua calda [l/s]	Pressione min. [m c.a.]
Lavabo	0,10	0,10	5,00
Bidet	0,10	0,10	5,00
Vaso a cassetta	0,10	—	5,00
Vaso con passo rapido	1,50	—	15,00
Vaso con flussometro	1,50	—	15,00
Vasca da bagno	0,20	0,20	5,00
Doccia	0,15	0,15	5,00
Lavello da cucina	0,20	0,20	5,00
Lavatrice	0,10	—	5,00
Lavastoviglie	0,20	—	5,00
Orinatoio comandato	0,10	—	5,00
Orinatoio continuo	0,05	—	5,00
Vuotatoio con cassetta	0,15	—	5,00

A questo punto sono stati determinati i diametri delle tubazioni in base alle portate di progetto, per i diversi tratti della rete, e ai massimi valori ammissibili di velocità.

Per la determinazione della velocità in ogni singola diramazione, si è utilizzata, come formula per la determinazione delle perdite di carico, la seguente:

$$r = 14,68 \times v^{0.25} \times \rho \times (Q^{1.75} / D^{4.75}) \quad \text{per i tubi in materiale plastico}$$

$$r = 3.3 \times v^{0.13} \times \rho \times (Q^{1.87} / D^{5.01}) \quad \text{per i tubi in acciaio}$$

dove ν è il fattore di viscosità, ρ è il fattore di massa volumica, Q la portata e D il diametro.

La distribuzione dell'acqua fredda fino ai collettori complanari avverrà attraverso una rete di tubi in polipropilene PP-R 80 prodotti secondo UNI 8318 e 8321 (vedi tav. 3.3.2 -3.3.3 – 3.3.4)

L'acqua calda sarà assicurata da una rete indipendente, in polipropilene PP-R80 coibentata con cospelle in lana di vetro trattata con resine termoindurenti (conducibilità termica $\lambda = 0,033 \text{ W/m K}$) nel rispetto della legge 10/91 e succ..

La centrale di produzione dell'acqua calda sarà costituita da un sistema caldaia-bollitore, predisposto per l'inserimento di un impianto solare termico. Il nuovo sistema di produzione dell'acqua calda verrà posizionato nel locale di nuova realizzazione. Il sistema è stato progettato per portare l'acqua calda alla temperatura finale di 45 °C.

L'acqua verrà riscaldata e accumulata nel bollitore ad una temperatura di 60°C; in uscita dal bollitore, con l'ausilio di un miscelatore termostatico, tarato alla temperatura di 45°C, verrà miscelata con acqua fredda in modo da evitare rischi di scottature e portare l'acqua alla temperatura normale di utilizzazione (45°C).

I miscelatori termostatici sono dotati di un elemento sensibile alla variazione di temperatura, che, con le sue dilatazioni e contrazioni, regola i flussi dell'acqua fredda e calda in modo da mantenere l'acqua miscelata alla temperatura di taratura impostata (45°C).

3. Dimensionamento impianto solare termico

La produzione dell'acqua calda sanitaria (ACS) sarà garantita dall'istallazione di un generatore costituito da impianto solare termico a circolazione forzata integrato tramite resistenza elettrica.

Data l'incidenza solare ed il tipo di utenza si è optati per un sistema a circolazione forzata, meno semplice del sistema a circolazione naturale, ma che assicura un funzionamento più uniforme e costante.

L'elemento principale di un impianto solare termico è il collettore o pannello solare. Il suo funzionamento è molto semplice. Ogni superficie esposta alla radiazione solare si riscalda: la trasformazione della radiazione solare in energia termica è un fenomeno spontaneo che può essere verificato quotidianamente. Lo scopo del collettore solare è quello di ottimizzare questa trasformazione catturando, a parità di radiazione solare, più calore possibile.

Per evitare di perdere calore nella parte retrostante e dai lati, il collettore viene isolato con uno strato di materiale coibente.

La piastra captante è trattata o con vernici o con particolari trattamenti selettivi che incrementano la quantità di energia solare assorbita. La piastra captante è dotata di una serie di canalizzazioni all'interno delle quali scorre il fluido termovettore. La sua continua circolazione consente all'impianto di trasportare l'energia termica assorbita dal collettore solare al serbatoio di accumulo.

3.1 Fabbisogno medio giornaliero d'acqua calda

Per il calcolo del fabbisogno medio giornaliero di acqua calda dell'intera struttura, si sono considerati secondo Norma UNI 9182, e dati reperiti in letteratura, che per il tipo di struttura dettano una dotazione giornaliera di 100 l/giorno ad aula. Dai calcoli effettuati secondo Norma risulta un fabbisogno giornaliero di acqua calda pari a circa 1100 litri/giorno così come riportato.

3.2 Metodo di calcolo impianto solare

L'efficienza di un collettore solare è modellata da un'equazione relativamente semplice:

$$Q = Fr_{\tau\alpha} * H - Fr_{UL} * (T_{in} - T)$$

Dove:

Q è l'energia raccolta dal collettore nell'unità di tempo e di superficie (in W/m²);

Fr_τα è un parametro adimensionale, caratteristico del collettore, che ne misura

l'efficienza ottica;

H è la radiazione solare incidente sul collettore, per unità di superficie (in W/m^2)

Fr_{UL} caratterizza le perdite termiche del collettore per unità di temperatura e superficie (in $W/m^2/^\circ C$)

T_{in} è la temperatura del fluido di lavoro del collettore

T è la temperatura ambiente

I due parametri Fr_{ta} ed Fr_{UL} descrivono dunque la risposta del collettore; sono entrambi misurabili sperimentalmente, e vengono di norma forniti dal costruttore. Indicativamente, un buon collettore ha un Fr_{ta} alto (quindi cattura in modo efficiente la radiazione solare) ed un Fr_{UL} piccolo (ovvero mantiene bene l'energia raccolta, minimizzando le perdite convettive e conduttive verso l'ambiente).

Purtroppo, sia l'energia richiesta dal sistema che quella raccolta effettivamente dai collettori sono influenzate in modo rilevante da fattori meteorologici non facilmente stimabili. Il clima può essere introdotto nel modello come un insieme di forze a cui il nostro sistema è soggetto, forze la cui dipendenza temporale è però fortemente irregolare sia sul breve periodo (ore), sia nel lungo termine (stagioni). Il sistema ha poi una sua inerzia dovuta alla capacità termica o ad effetti legati all'accumulo, che ne complicano ulteriormente la descrizione.

Si è definito un metodo di progettazione, ovvero un modo di stimare l'efficienza media a lungo termine per una specifica classe di sistemi solari, usando dati climatici statistici facilmente reperibili (ad esempio tabelle UNI 10349, Atlante Solare Europeo, ENEA 1994-1999...): l'esperienza dimostra che metodi progettuali di questo tipo riescono a fornire delle stime sufficientemente accurate per l'efficienza del sistema, almeno per quanto riguarda la progettazione dell'impianto e le valutazioni economiche di spesa.

I modelli di progettazione impiegati nel nostro sistema di calcolo sono due:

il metodo f-Chart, usato per calcolare l'efficienza degli impianti per produrre acqua calda, quello della daily utilizably (utilizzabilità giornaliera), sia per valutare il numero di collettori da usare nell'impianto.

Come primo passo vengono corretti, rispetto ai valori misurati in laboratorio, i parametri di funzionamento dei collettori; sono prese in considerazione sia l'efficienza dello scambiatore di calore, sia le perdite dovute a neve o sporco, per

ottenere un fattore di correzione dei due coefficienti. La correzione dipende anche dai valori iniziali, quindi introduce una non linearità nel calcolo.

Successivamente si calcola, a partire dai dati della temperatura ambiente (calcolo automatico) oppure usando i valori minimo e massimo forniti dall'utente (calcolo manuale), la temperatura media mensile dell'acqua con cui verrà alimentato il sistema. Il calcolo automatico usa la temperatura media dell'aria durante l'anno, corretta con un termine legato allo scostamento da tale media nel mese precedente a quello di calcolo. Nel calcolo manuale, invece, viene usata una distribuzione di temperature sinusoidale attorno alla media dei dati forniti dall'utente, con il massimo ed il minimo nei mesi di Agosto e Febbraio (per l'emisfero Nord, invertiti nell'emisfero Sud).

A questo punto si può quantificare l'energia totale richiesta per il funzionamento del sistema. Nel caso di un impianto per produrre acqua calda si tratta di un semplice calcolo dell'energia richiesta:

$$Q = a * L * (T - T_{in})$$

dove L indica il carico giornaliero richiesto (in litri), T la temperatura desiderata per l'acqua calda, T_{in} la temperatura dell'acqua fredda; a è un semplice fattore di conversione.

Nel database climatico è presente la radiazione solare media mensile per unità di superficie, ma il valore si riferisce ad una superficie orizzontale: per ottenere la radiazione sui collettori è dunque necessario modificare il valore tabellare usando i dati di inclinazione ed azimut forniti dall'utente. L'algoritmo usato, che tiene conto sia della radiazione solare diretta che di quella diffusa, è descritto dettagliatamente in [Duffie, Beckman].

I dati necessari per valutare il sistema sono a questo punto tutti disponibili: possiamo dunque valutare il coefficiente di 'daily utilizability' (utilizzabilità giornaliera) del sistema in esame, ovvero la frazione di tempo giornaliero in cui la radiazione solare incidente sui collettori supera un certo valore critico, corrispondente alla minima radiazione necessaria al collettore per essere in condizioni di immagazzinare energia; tale valore dipende dai parametri di funzionamento del collettore, dalla temperatura ambiente e dalla temperatura del fluido di lavoro. Il calcolo di tale coefficiente usa modelli empirico-statistici per

correlare, mese per mese, i dati climatici medi (irraggiamento, temperatura, temperatura del fluido di lavoro) con i parametri relativi al sistema (latitudine dell'impianto, inclinazione ed azimut dei collettori, parametri di efficienza dei collettori).

$$\text{daily_utilizability} = a * \text{ACR} * (1 + b * \text{ACR})$$

dove ACR è la radiazione critica media mensile; i due coefficienti a e b non sono costanti, ma dipendono anch'essi in modo diretto da radiazione diretta e diffusa.

Sulla base dell'energia richiesta, della radiazione solare incidente del coefficiente di daily utilizability siamo in grado di stimare l'energia fornita dai collettori per unità di superficie, e dunque, conoscendo il carico previsto (ovvero l'energia richiesta), di suggerire una stima dell'area necessaria per ottenere un sistema efficace.

$$A = Q / (\text{daily_utilizability} * Fr_{ta} * H)$$

dove A è l'area suggerita, Q l'energia richiesta dal sistema, H la radiazione mensile sul collettore.

Quest'area viene calcolata mese per mese; nel caso di un impianto per produrre acqua calda, l'area suggerita è la minima tra quelle mensili.

Nel caso di un sistema per la produzione di acqua calda, invece, viene utilizzato il metodo f-Chart; in sostanza, si tratta di un modello statistico che stima quale sia la frazione f del carico totale fornita dall'energia solare. Usando un gran numero di simulazioni, sono state identificate due variabili X ed Y che possono essere statisticamente correlate per fornire un valore approssimato di f; tali variabili rappresentano indicativamente le dispersioni termiche e l'assorbimento di radiazione del collettore, rese adimensionali normalizzandole con l'energia di carico richiesta.

La formula empirica ricavata dai metodi di correlazione citati fornisce la frazione cercata; l'energia fornita dal sole si ottiene infine dalla formula

$$Q = f * L$$

dove L è il carico richiesto. Per calcolare f, le formule in gioco sono di questo tipo:

$$X = a * A * Fr_{UL} * (100 - T) / L$$

$$Y = A * Fr_{\tau\alpha} * H / L$$

dove A è l'area dei collettori, T la temperatura ambiente, L il carico richiesto, H la radiazione nel mese considerato; la variabile X viene poi corretta per tener conto

degli effetti dovuti alla capacità dell'accumulo ed alle temperature di funzionamento richieste. Il coefficiente f , infine, si ottiene come polinomio di grado 3 in Y e 2 in X ; i coefficienti sono stati stabiliti empiricamente a partire dalle analisi di correlazione sopra citate.

Si noti che f è sempre compreso in $[0,1]$ a causa delle implicite assunzioni fatte nella stesura del modello; ovvero, f -Chart prevede che un impianto solare fornisca sempre solo una frazione dell'energia richiesta.

3.3 Dati di progetto

dati geografici:

Località: Siculiana (AG);

Latitudine: $37^{\circ}35'$;

Longitudine: $13^{\circ}39'$;

dati climatici:

Le fonti relative ai dati climatici sono:

- La radiazione solare globale al suolo in Italia (media 1994-1999) edito dall'ENEA per i valori di radiazione globale al suolo nell'area di Siculiana
- Norma UNI 10349 per i valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna
- Norma UNI 8477 in merito ai valori e alle espressioni da utilizzare per il calcolo dei dati astronomici relativi a declinazione solare, angolo orario del tramonto astronomico.

DATI INSERITI:

ACQUA CALDA Consumo acqua calda: 1100 L/giorno, 60° C

Accumulo: 400 L

Giorni di uso settimanali: 6

CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO SOLARE:

SOLARE 3 collettori, tipo SKY 18 CPC 58

Area complessiva: 9,63 m²

Inclinazione: 30° Azimut: 30°

Dispersione lungo le tubazioni: 1%

Dispersione per sporco o neve: 2%

Temperatura acqua di rete: calcolata automaticamente

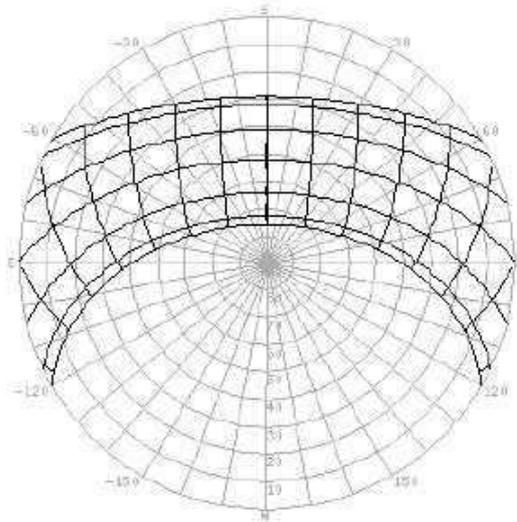
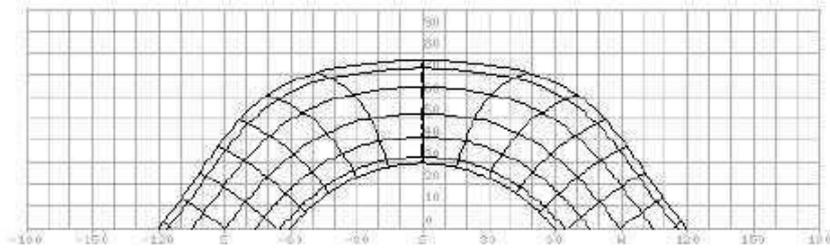
LOCALITÀ SELEZIONATA:

Europe > Italy > AG > Siculiana - Lat. 37°2 - Long. 13°25

	Radiazione [kWh/m ² /giorno]	Durata insolazione [h]	Temperatura aria [°C]	Temperatura acqua [°C]	Umidità relativa [%]	Velocità vento [m/s]
Jan	2,45	9,75	11,00	16,70	70,00	4,50
Feb	3,36	10,66	11,40	16,07	70,00	4,50
Mar	4,42	11,76	13,30	16,21	70,00	4,50
Apr	5,44	12,96	16,20	16,88	70,00	4,50
May	6,40	14,00	20,00	17,89	70,00	4,50
Jun	6,71	14,52	24,70	19,22	55,00	4,50
Jul	6,74	14,28	27,50	20,87	50,00	4,50
Aug	5,99	13,40	27,10	21,85	52,00	4,50
Sep	4,79	12,22	24,60	21,71	55,00	4,50
Oct	3,70	11,02	20,50	20,83	55,00	4,50
Nov	2,61	9,99	16,50	19,40	65,00	4,50
Dec	2,20	9,49	12,80	18,00	75,00	4,50

CARTA DEL SOLE:

Europe > Italy > AG > Siculiana - Lat. 37°2 - Long. 13°25



dati utenza ed impianto:

Consumo acqua calda giornaliero: 1100 l/giorno, 45°C;

Giorni di uso settimanali: 6

Esposizione collettore solare (Azimut rispetto sud): 30°;

Inclinazione collettore solare(Tilt): 30°

Tipo di collettore: a tubi sottovuoto;

Dispersione lungo le tubazioni: 1%;

Dispersione per sporco o neve: 2%;

Temperatura acqua di rete: min 10°C, max 15°C.

Specifiche tecniche impianto:

collettore solare – superficie lorda 2.5 m²; superficie di apertura 2.2 m²; superficie effettiva 2.15; assorbitore in rame strutturato per il massimo rendimento con finitura selettiva; assorbimento energetico non inferiore al 95%; emissione non superiore al

5%; tubazioni in rame saldate ad ultrasuoni sulla piastra per il trasferimento del liquido termovettore acqua-glicole collegate a 2 collettori in rame; isolamento in lana di roccia di spessore non inferiore a 50 mm; isolamento laterale; vasca di contenimento in alluminio stampata in un unico pezzo per garantire affidabilità e tenuta; vetro temperato di sicurezza antiriflesso e antigrandine da almeno 3,2 mm; guarnizione in epdm in unico pezzo; pressione massima di esercizio non inferiore a 10 bar; conforme alle norma EN12975.

Risultati:

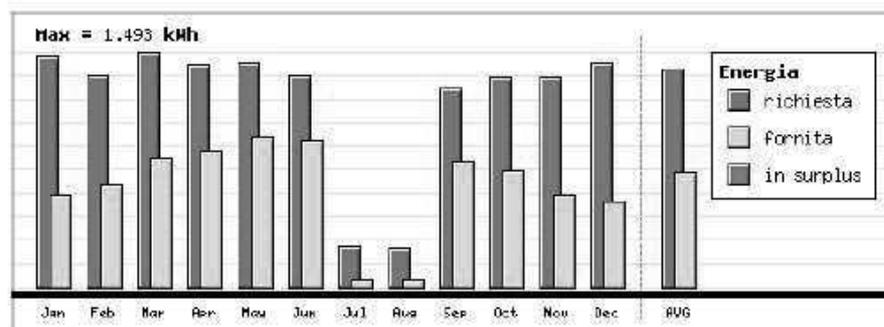
Area complessiva collettori: 9.63 m²;

Accumulo: 400 l;

RISULTATI ENERGETICI:

	Uso mensile	Energia richiesta	Radiazione solare sui collettori	Energia fornita dall'impianto solare	Frazione fornita dal solare
	[%]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[%]
Jan	100	1.476,53	111,51	591,71	40,07%
Feb	100	1.353,04	123,64	652,73	48,24%
Mar	100	1.493,24	157,43	822,60	55,09%
Apr	100	1.423,13	168,02	867,36	60,95%
May	100	1.435,95	188,98	961,15	66,93%
Jun	100	1.345,74	184,92	934,89	69,47%
Jul	20	266,90	39,00	53,91	20,20%
Aug	20	260,22	37,03	52,56	20,20%
Sep	100	1.263,74	157,83	802,72	63,52%
Oct	100	1.335,70	142,62	737,57	55,22%
Nov	100	1.339,97	111,00	584,57	43,63%
Dec	100	1.432,37	103,56	547,75	38,24%

TOTALI:



Mesi totali d'uso		10,40
Energia totale richiesta	[kWh]	14.426,51
Radiazione solare complessiva sui collettori	[kWh/m ²]	1.525,55
Energia totale fornita dall'impianto solare	[kWh]	7.609,51
Frazione fornita dal solare sul periodo d'uso	[%]	52,75%

La restante parte di energia necessaria per soddisfare l'intero fabbisogno di ACS sarà fornita dall'integrazione del sistema con la caldaia a gas che sarà collegata al boiler dotato per l'appunto della doppia serpentina.

4. Dimensionamento del bollitore

Il bollitore, della capacità pari a 1.000 litri è dotato di doppia serpentina per consentire l'istallazione di un impianto solare termico.

Il dimensionamento del bollitore e della componentistica, è stato condotto considerando le seguenti grandezze:

- consumo medio di acqua calda per ogni utilizzo come da tabella:

Servizi	Consumi medi
	L
Lavabo	10
Lavatoio	10
Vaso	10
Lavello	15
Doccia	50

- periodo di punta (periodo in cui risulta più elevato il consumo d'acqua calda) pari a 1,5 h;
- periodo di preriscaldamento (tempo che può essere impiegato per portare l'acqua (fredda) immessa nel bollitore fino alla temperatura di accumulo richiesta) pari a 2 h;
- temperatura dell'acqua fredda immessa nel bollitore pari a 10°C;
- una temperatura di accumulo dell'acqua calda pari a 60°C. La scelta di accumulare l'acqua ad una temperatura di 60°C è stata fatta per evitare diversi fenomeni quali:
 - o evitare (o almeno limitare) fenomeni di corrosione e deposito del calcare, fenomeni che possono crescere notevolmente quando l'acqua supera i 60÷65°C;
 - o limitare le dimensioni dei bollitori, considerando che basse temperature di accumulo fanno aumentare notevolmente tali dimensioni;

- impedire lo sviluppo dei batteri, che in genere possono sopportare a lungo temperature fino a 50°C, mentre invece muoiono in tempi rapidi oltre i 55°C.

In considerazione di questi aspetti, accumulare l'acqua ad una temperatura di 60°C risulta un buon compromesso.

- Temperatura del fluido scaldante pari a 75°C.

Il suo valore è stato scelto essenzialmente in relazione a due esigenze :

- evitare (o almeno limitare) il deposito del calcare sul serpentino;
- limitare la superficie dello scambiatore di calore.
- Limitare il salto termico previsto tra l'andata e il ritorno pari a 5°C.

4.1 Volume bollitore

Per la determinare del volume del bollitore si è proceduto come segue:

1. si è calcolato il calore totale necessario per riscaldare l'acqua da erogarsi nel periodo di punta, moltiplicando tale quantità per il salto termico che sussiste tra la temperatura dell'acqua di accumulo e la temperatura dell'acqua fredda;

$$Q_t = C \cdot (t_u - t_f)$$

2. si è calcolato il calore orario che deve essere ceduto all'acqua, dividendo il calore totale (sopra determinato) per il tempo in cui quest'ultimo deve essere ceduto: cioè per il tempo dato dalla somma fra il periodo di preriscaldamento e quello di punta;

$$Q_h = \frac{Q_t}{t_{pr} + t_{pu}}$$

3. si è determinato il calore da accumulare nella fase di preriscaldamento, moltiplicando il calore orario per il periodo di preriscaldamento;

$$Q_a = Q_h \cdot t_{pr}$$

4. si è calcolato infine il volume del bollitore dividendo il calore da accumulare per la differenza fra la temperatura di accumulo e quella dell'acqua fredda.

$$V = \frac{Q_a}{t_a + t_f}$$

4.2 Superficie di scambio termico del bollitore

La superficie di scambio termico è stata dimensionata con la formula:

$$S = \frac{Q_h}{k \cdot (t_{ms} + t_m)}$$

S = Superficie di scambio termico del serpentino o del fascio tubero, m²

Q_h = Calore orario che deve essere ceduto all'acqua, kcal/h

k = Coefficiente di scambio termico, kcal/h/m²/°C

t_{ms} = Temperatura media del fluido scaldante, °C

è la media fra le temperature di mandata e di ritorno del fluido scaldante.

t_m = Temperatura media del fluido riscaldato, °C

è la media fra le temperature dell'acqua fredda e quella di accumulo.

5. Impianto di scarico delle acque nere

Dai sopralluoghi effettuati si è verificato che gli attuali scarichi delle acque nere risultano essere in buono stato, quindi non si è ritenuto opportuno provvedere alla sostituzione delle tubazioni. Per i locali in cui si realizzeranno ex novo servizi igienici si provvederà a collegare gli scarichi agli esistenti attigui. In riguardo ai locali igienici della palestra, il sistema di scarico delle acque nere verrà realizzato integralmente.

I diametri utilizzati per gli scarichi sono i seguenti:

Allegati

UNITA' DI CARICO E PORTATE DI PROGETTO UTENZE ACQUA FREDDA						
BLOCCHI SERVIZI		COMPONENTI	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO [UC]	UNITA' DI CARICO TOTALI [UC]	PORTATE DI PROGETTO [l/s]
PIANO TERRA	COLL. DISTR. 1	LAVABO	2	1,50	14,00	0,89
		VASO	3	3,00		
		BUTTATOIO	1	2,00		
COLL. DISTR. 2	COLL. DISTR. 2	LAVABO	3	1,50	16,50	1,03
		VASO	4	3,00		
		BUTTATOIO	0	2,00		
COLL. DISTR. 3	COLL. DISTR. 3	LAVABO	2	1,50	11,00	0,71
		VASO	2	3,00		
		BUTTATOIO	1	2,00		
PIANO PRIMO	COLL. DISTR. 4	LAVABO	2	1,50	14,00	0,89
		VASO	3	3,00		
		BUTTATOIO	1	2,00		
COLL. DISTR. 5	COLL. DISTR. 5	LAVABO	3	1,50	16,50	1,03
		VASO	4	3,00		
		BUTTATOIO	0	2,00		
COLL. DISTR. 6	COLL. DISTR. 6	LAVABO	2	1,50	11,00	0,71
		VASO	2	3,00		
		BUTTATOIO	1	2,00		

UNITA' DI CARICO E PORTATE DI PROGETTO RETE ACQUA FREDDA						
TRATTO RETE		COMPONENTI	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO [UC]	UNITA' DI CARICO TOTALI [UC]	PORTATE DI PROGETTO [l/s]
DISTRIBUZIONE PRINCIPALE	MANDATA A-B (fredda + calda)	LAVABO	14	2,00	94,00	2,89
		VASO	18	3,00		
		BUTTATOIO	4	3,00		
		LAVABO	14	1,50		
MANDATA B-B' (calda)	MANDATA B-B' (calda)	VASO	18	0,00	29,00	1,27
		BUTTATOIO	4	2,00		
		LAVABO	14	1,50		
		VASO	18	3,00		
MONTANTE B-C (fredda PT+P1)	MONTANTE B-C (fredda PT+P1)	BUTTATOIO	4	2,00	83,00	2,73
		LAVABO	14	1,50		
		VASO	18	3,00		
		BUTTATOIO	4	2,00		
MONTANTE C-H (fredda P1)	MONTANTE C-H (fredda P1)	LAVABO	7	1,50	41,50	1,66
		VASO	9	3,00		
		BUTTATOIO	2	2,00		
		LAVABO	7	1,50		
PIANO TERRA	COLLETTORE C-D (coll.1+coll.2+coll.3)	VASO	9	3,00	41,50	1,66
		BUTTATOIO	2	2,00		
		LAVABO	5	1,50		
		VASO	6	3,00		
COLLETTORE D-E (coll.2+coll.3)	COLLETTORE D-E (coll.2+coll.3)	BUTTATOIO	1	2,00	27,50	1,22
		LAVABO	3	1,50		
		VASO	4	3,00		
		BUTTATOIO	0	2,00		
COLLETTORE E-F (coll.2)	COLLETTORE E-F (coll.2)	LAVABO	2	1,50	11,00	0,55
		VASO	2	3,00		
		BUTTATOIO	1	2,00		
		LAVABO	2	1,50		
COLLETTORE E-G (coll.3)	COLLETTORE E-G (coll.3)	VASO	2	3,00	27,50	1,22
		BUTTATOIO	1	2,00		
		LAVABO	5	1,50		
		VASO	6	3,00		
IMO	COLLETTORE H-I (coll.5+coll.6)	BUTTATOIO	1	2,00	11,00	0,55
		LAVABO	2	1,50		
		VASO	2	3,00		
		LAVABO	5	1,50		

PIANO PRI	COLLETORE I-L (coll.5)	LAVABO	3	1,50	16,50	0,80
		VASO	4	3,00		
		BUTTATOIO	0	2,00		
	COLLETORE I-M (coll.6)	LAVABO	2	1,50	11,00	0,55
		VASO	2	3,00		
		BUTTATOIO	1	2,00		

UNITA' DI CARICO E PORTATE DI PROGETTO UTENZE ACQUA CALDA						
BLOCCHI SERVIZI		COMPONENTI	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO [UC]	UNITA' DI CARICO TOTALI [UC]	PORTATE DI PROGETTO [l/s]
PIANO TERRA	COLLETTORE 1	LAVABO	2	1,50	5,00	0,30
		VASO	3	0,00		
		BUTTATOIO	1	2,00		
COLLETTORE 2	COLLETTORE 2	LAVABO	3	1,50	4,50	0,30
		VASO	4	0,00		
		BUTTATOIO	0	2,00		
COLLETTORE 3	COLLETTORE 3	LAVABO	2	1,50	5,00	0,30
		VASO	2	0,00		
		BUTTATOIO	1	2,00		
PIANO PRIMO	COLLETTORE 4	LAVABO	2	1,50	5,00	0,30
		VASO	3	0,00		
		BUTTATOIO	1	2,00		
COLLETTORE 5	COLLETTORE 5	LAVABO	3	1,50	4,50	0,30
		VASO	4	0,00		
		BUTTATOIO	0	2,00		
COLLETTORE 6	COLLETTORE 6	LAVABO	2	1,50	5,00	0,30
		VASO	2	0,00		
		BUTTATOIO	1	2,00		

UNITA' DI CARICO E PORTATE DI PROGETTO RETE ACQUA CALDA							
TRATTO RETE		COMPONENTI	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO [UC]	UNITA' DI CARICO TOTALI [UC]	PORTATE DI PROGETTO [l/s]	
DISTR. PRINCIPALE	MANDATA B'-B (calda PT+P1)	LAVABO	14	1,50	29,00	1,27	
		VASO	18	0,00			
		BUTTATOIO	4	2,00			
MONTANTE B-C (calda PT+P1)	MONTANTE B-C (calda PT+P1)	LAVABO	14	1,50	29,00	1,27	
		VASO	18	0,00			
		BUTTATOIO	4	2,00			
MONTANTE C-H (calda P1)	MONTANTE C-H (calda P1)	LAVABO	7	1,50	14,50	0,71	
		VASO	9	0,00			
		BUTTATOIO	2	2,00			
PIANO TERRA	COLLETTORE C-D (coll.1+coll.2+coll.3)	LAVABO	7	1,50	14,50	0,71	
		VASO	9	0,00			
		BUTTATOIO	2	2,00			
	COLLETTORE D-E (coll.2+coll.3)	COLLETTORE D-E (coll.2+coll.3)	LAVABO	5	1,50	9,50	0,48
			VASO	6	0,00		
COLLETTORE E-F (coll.2)	COLLETTORE E-F (coll.2)	BUTTATOIO	1	2,00			
		LAVABO	3	1,50	4,50	0,30	
VASO	4	0,00					
COLLETTORE E-G (coll.3)	COLLETTORE E-G (coll.3)	BUTTATOIO	0	2,00			
		LAVABO	2	1,50	5,00	0,30	
		VASO	2	0,00			
BUTTATOIO	1	2,00					

PIANO PRIMO	COLLETTORE H-I (coll.5+coll.6)	LAVABO	5	1,50	9,50	0,48
		VASO	6	0,00		
		BUTTATOIO	1	2,00		
	COLLETTORE I-L (coll.5)	LAVABO	3	1,50	4,50	0,30
		VASO	4	0,00		
		BUTTATOIO	0	2,00		
	COLLETTORE I-M (coll.6)	LAVABO	2	1,50	5,00	0,30
		VASO	2	0,00		
		BUTTATOIO	1	2,00		

DIAMETRI DELLE TUBAZIONI ACQUA FREDDA

TRATTO	T [°C]	RUGO SITA' Tipo	ν [m ² /s]	ρ [kg/m ³]	Q_{pr} [l/s]	Q_{pr} [l/h]	Diam. [poll.] - [De]	Diam. Int. [mm]	V [m/s]	r [mm c.a./m]	L [m]	R [m c.a.]	TUBAZIONI
MANDATA A-B	10	B	1,3E-06	999,6	2,89	10404	63	55,4	1,20	27,8	30,00	0,83	Pead
MANDATA B-B'	10	B	1,3E-06	999,6	1,27	4572	40	33	1,49	77,1	30,00	2,31	Pead
MONTANTE B-C	10	M	1,3E-06	999,6	2,73	9828	1 1/2"	42	1,97	122,1	6,00	0,73	Acciaio
MONTANTE C-H	10	M	1,3E-06	999,6	1,66	5976	1 1/4"	36,1	1,62	102,8	8,00	0,82	Acciaio
COLL. C-D	10	B	1,3E-06	999,6	1,66	5976	50	42	1,20	39,2	8,00	0,31	PE-Xb
COLL. D-E	10	B	1,3E-06	999,6	1,22	4392	40	33	1,43	71,9	8,00	0,58	PE-Xb
COLL. E-F	10	B	1,3E-06	999,6	0,80	2880	40	33	0,94	34,4	8,00	0,27	PE-Xb
COLL. E-G	10	B	1,3E-06	999,6	0,55	1980	32	26	1,04	55,3	8,00	0,44	PE-Xb
COLL. H-I	10	B	1,3E-06	999,6	1,22	4392	40	33	1,43	71,9	8,00	0,58	PE-Xb
COLL. I-L	10	B	1,3E-06	999,6	0,80	2880	40	33	0,94	34,4	8,00	0,27	PE-Xb
COLL. I-M	10	B	1,3E-06	999,6	0,55	1980	32	26	1,04	55,3	8,00	0,44	PE-Xb

N.B.: B=bassa rugosità(materiali plastici); M=media rugosità (acciaio)

DIAMETRI DELLE TUBAZIONI ACQUA CALDA

TRATTO	T [°C]	RUG. Tipo	ν [m ² /s]	ρ [kg/m ³]	Q_{pr} [l/s]	Q_{pr} [l/h]	Diam. [poll.] - [De]	Diam. Int. [mm]	V [m/s]	r [mm c.a./m]	L [m]	R [m c.a.]	TUBAZIONI
MANDATA B'-B	40	B	6,5E-07	992	1,27	4572	1 1/4"	26,1	2,37	196,2	30,00	5,88	Acciaio
MONTANTE B-C	40	B	6,5E-07	992	1,27	4572	1 1/4"	36,1	1,24	42,0	6,00	0,25	Acciaio
MONTANTE C-H	40	B	6,5E-07	992	0,71	2556	1"	27,4	1,20	56,3	8,00	0,45	Acciaio
COLL. C-D	40	B	6,5E-07	992	0,71	2556	32	26	1,34	72,2	8,00	0,58	PE-Xb
COLL. D-E	40	B	6,5E-07	992	0,48	1728	32	26	0,90	36,4	8,00	0,29	PE-Xb
COLL. E-F	40	B	6,5E-07	992	0,30	1080	26	20	0,96	55,6	8,00	0,44	PE-Xb
COLL. E-G	40	B	6,5E-07	992	0,30	1080	26	20	0,96	55,6	8,00	0,44	PE-Xb
COLL. H-I	40	B	6,5E-07	992	0,48	1728	32	26	0,90	36,4	8,00	0,29	PE-Xb
COLL. I-L	40	B	6,5E-07	992	0,30	1080	26	20	0,96	55,6	8,00	0,44	PE-Xb
COLL. I-M	40	B	6,5E-07	992	0,30	1080	26	20	0,96	55,6	8,00	0,44	PE-Xb

N.B.: B=bassa rugosità (materiali plastici); M=media rugosità (acciaio)

CALCOLO PREVALENZA E PORTATA GRUPPO DI PRESSURIZZAZIONE

TRATTO	T [°C]	RUG. Tipo	ν [m ² /s]	ρ [kg/m ³]	Q_{pr} [l/s]	Q_{pr} [l/h]	Diam. [poll.] - [De]	Diam. Int. [mm]	V [m/s]	r [mm c.a./m]	L [m]	R [m c.a.]	R progr. [m c.a.]	ΔH [m]	ΔH_p prog. [m]
COLL. I-M	10	B	1,3E-06	999,6	0,55	1980	32	26	1,04	55,3	35,00	1,94	1,94	0	0
COLL. H-I	10	B	1,3E-06	999,6	1,22	4392	40	33	1,43	71,9	8,00	0,58	2,51	0	0
MONT. C-H	10	M	1,3E-06	999,6	1,66	5976	1 1/4"	36,1	1,62	102,8	5,50	0,57	3,08	4	4
MONT. B-C	10	M	1,3E-06	999,6	2,73	9828	1 1/2"	42	1,97	122,1	1,50	0,18	3,26	1	5
MAND. A-B	10	B	1,3E-06	999,6	2,89	10404	63	55,4	1,20	27,8	18,00	0,50	3,76	0	5

N.B.: B=bassa rugosità (materiali plastici); M=media rugosità (acciaio)

$$P_{pr} = \text{Pressione di progetto} \qquad P_{pr} = \Delta H_p + P_{min} + R/F = 20,37 \text{ m c.a.}$$

ΔH_p = Dislivello tra l'origine della rete e il punto di erogazione più sfavorito

P_{min} = Pressione minima richiesta a monte del punto di regolazione più sfavorito (10.0 m)

F = Fattore riduttivo che tiene conto delle perdite concentrate (0.7)

R = Perdite di carico continue totali

Q_{pr} = Portata di progetto 2,89 l/s 10,404 mc/h

CALCOLO POTENZE POMPE

$$W = \frac{Q_{pr} \cdot P_{pr}}{367 \cdot \eta} = 0,96254 \text{ kW}$$

η = 0,6 rendimento

CALCOLO VOLUME AUTOCLAVE (SERBATOIO A MEMBRANA)

$$V = 6 \cdot \frac{Q_{pr} \cdot 60}{a} \cdot \frac{P_{max} + 10}{P_{max} - P_{min}} = 104,9 \text{ L}$$

a = 30 avviamenti/h
Pmax = 35 m c.a.

DETERMINAZIONE VOLUME BOILER E SUPERFICIE SERPENTINO

FABBISOGNI MEDI GIORNALIERI DI ACQUA CALDA A 40 °C

$$q_M = \left(\frac{q_1 \times N_1}{d_1} + \frac{q_2 \times N_2}{d_2} + \dots + \frac{q_n \times N_n}{d_n} \right) \times f_1 \times f_2 \times f_3$$

Servizi	Quantità	Consumi utilizzo	durata utilizzo	Consumi medi totali
	n	l	h	l
Lavabo	13	10	0,15	867
Buttatoio	4	15	0,3	200

$q_M =$ totale 1067 l/h

$q_M =$	1067	l	Consumo UNITA' CARICO [UC]
$T_c =$	60	C°	Temperatura di accumulo
$T_f =$	15	C°	Temperatura acqua fredda
$T_M =$	40	C°	Temperatura acqua calda
$d_p =$	1	h	Periodo di punta
$P_t =$	1,5	h	Periodo di accumulo

0

$$V_c = \frac{q_M \times d_p (T_m - T_f)}{d_p + P_t} \times \frac{P_t}{T_c - T_f}$$

$V_c =$ 356 l volume di 400 l

$$W = \frac{q_M \times d_p (T_m - T_f) \times 1,163}{d_p + P_t}$$

$W =$ 12405,33 W potenza del serpentino

12,40533333 kW

DETERMINAZIONE VOLUME DEL VASO DI ESPANSIONE

$$V = \frac{e \cdot C}{1 - \frac{P_{es} + 10}{P_{vs} + 10}} = 23,8 \text{ l}$$

$V =$	volume del vaso di espansione		
$e =$	0,017	fattore di espansione per $\Delta t = 50^\circ\text{C}$	
$C =$	400	l	volume dell'acqua riscaldata
$P_{es} =$	40	m c.a.	pressione di esercizio
$P_{vs} =$	60	m c.a.	pressione d'intervento della valvola di sicurezza