

REGIONE SICILIA PROVINCIA DI AGRIGENTO COMUNE DI MONTEVAGO

PARTICIPAZIONE ALL'AVVISO PUBBLICO PER L'AGGIORNAMENTO ANNUALE DEL PIANO DEL FABBISOGNO REGIONALE IN MATERIA DI EDILIZIA SCOLASTICA PER IL TRIENNIO 2015-2017 E LA CONFERMA DELL'ATTUALITA' DEL PIANO ANNUALE 2016, DI CUI ALL'ART. 10 DEL D.L. 12 SETTEMBRE 2013 N° 104 CONVERTITO IN LEGGE 6/11/2013 N° 128, RECANTE MISURE URGENTI IN MATERIA DI ISTRUZIONE, UNIVERSITA' E RICERCA . PROGETTO ESECUTIVO PER LA RISTRUTTURAZIONE, EFFICIENTAMENTO ENERGETICO, MANUTENZIONE STRAORDINARIA ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE DELLA SCUOLA PER L'INFANZIA B. MARINO - SEZIONE ASSOCIATA MONTEVAGO (AG) FACENTE PARTE DELL'ISTITUTO COMPRESIVO G. TOMMASI DI LAMPEDUSA DI SANTA MARGHERITA DI BELICE (AG)
CODICE MECCANOGRAFICO AGIC80800E

PROGETTO ESECUTIVO SCUOLA MATERNA

IMPIANTO IDRICO RELAZIONE

MONTEVAGO
04/03/2016

IL RUP
Geom. Rosario CIACCIO



I PROGETTISTI

Il Progettista
Arch.Ing. Giuseppe NERI



INDICE

1.	Premessa.....	2
2.	Dimensionamento delle reti idriche di distribuzione acqua fredda e calda	3
3.	Dimensionamento impianto solare termico.....	6
3.1	Fabbisogno medio giornaliero d'acqua calda	7
3.2	Metodo di calcolo impianto solare.....	7
3.3	Dati di progetto	11
4.	Dimensionamento del bollitore	15
4.1	Volume bollitore	16
4.2	Superficie di scambio termico del bollitore	17
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 (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 sistemazione di due locali tecnici dove allocare i 3 serbatoi in Pead da 5000 l cadauno per un totale di 15000 l, il gruppo di pressurizzazione a servizio dell'impianto e il boiler a doppia serpentina della capacità di 300 l per l'accumulo dell'acqua calda sanitaria.

I serbatoi saranno provvisti di erogatore con galleggiante, valvola di chiusura passatori di entrata ed uscita, tubo di troppo pieno, scarico di fondo.

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 seguenti caratteristiche idrauliche richieste: $Q_{\min} = 2.75$ l/s, Prevalenza $_{\min} = 12.54$ m c.a.

In progetto si sono adottate misure per il contenimento dei consumi idrici, infatti si prevede l'installazione su tutta la rubinetteria di limitatori e diffusori di flusso. I limitatori permettono di regolare il flusso dell'acqua in funzione della necessità e della pressione, mentre i diffusori, basandosi sul principio "Venturi" consentono di creare una miscelazione aria-acqua, diminuendo così la quantità di acqua senza alterare il livello di confort.

Si prevede, altresì, l'installazione di cassette di scarico a doppio pulsante per scarico 3 o 6 litri invece delle usuali cassette con scarico unico di 9 litri.

L'uso della cassetta a doppio scarico permetterà vista la differenza di portata di scarico un risparmio idrico per scarico cassetta circa del 60% rispetto alle normali cassette a unico scarico.

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 del locale tecnico 1, alimenteranno le derivazioni e quindi i tramite i collettori complanari le utenze;

derivazioni interne: sono costituite dalle tubazioni che collegano le 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, verranno interrati per il tratto di attraversamento dell'atrio interno, 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. Internamente all'edificio le derivazioni interne saranno poste sotto traccia, o all'interno delle pareti o sotto la nuova pavimentazione.

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:

$$r = 14,68 \times v^{0,25} \times \rho x (Q^{1,75} / D^{4,75}) \quad \text{per i tubi in materiale plastico}$$

$$r = 3,3 \times v^{0,13} \times \rho x (Q^{1,87} / D^{5,01}) \quad \text{per i tubi in acciaio}$$

dove v 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 PE-Xb prodotti secondo UNI 10954 classe 1 tipo A.

L'acqua calda sarà assicurata da una rete indipendente, in PE-Xb coibentata con cospelle in poliuretano rivestite in PVC (conducibilità termica $\lambda = 0,034$ Kcal/hm°C) nel rispetto della legge 10/91 ss.mm.ii..

“In funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conducibilità termica utile del materiale isolante espressa in W/m °C alla temperatura di 40 °C.

Tabella 1

Conducibilità Termica utile dell'isolante (W/m °C)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	< 20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	>100
0.030	13	19	26	33	37	40
0.032	14	21	29	36	40	44
0.034	15	23	31	39	44	48
0.036	17	25	34	43	47	52
0.038	18	28	37	46	51	56
0.040	20	30	40	50	55	60
0.042	22	32	43	54	59	64
0.044	24	35	46	58	63	69
0.046	26	38	50	62	68	74
0.048	28	41	54	66	72	79
0.050	30	44	58	71	77	84

Figura 1 - Stralcio DPR 412/93 - Allegato B tabella 1

Per valori di conducibilità termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 1, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella 1 stessa.

I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,5.

Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,3.”

La centrale di produzione dell'acqua calda sarà costituita da un sistema solare termico forzato ed accumulo con boiler a doppia serpentina per l'integrazione del sistema con la caldaia a gas dell'impianto di riscaldamento, che sarà provvista del kit per l'integrazione. Il nuovo sistema di produzione dell'acqua calda verrà posizionato nel locale tecnico 2 e i pannelli del solare termico sulla copertura piana dello stesso locale. Il sistema è stato progettato per portare l'acqua calda alla temperatura finale di utilizzo a 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 caldaia a gas.

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 5 l/giorno ad alunno.

Dai calcoli effettuati secondo Norma risulta un fabbisogno giornaliero di acqua calda pari a circa 300 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:

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

Dove:

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

Fr_{τ α} 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/m²)

Fr_{UL} caratterizza le perdite termiche del collettore per unità di temperatura e superficie (in W/m²/°C)

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

T è la temperatura ambiente

I due parametri Fr_{τ α} 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_{τ α} 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

metereologici 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 utilizability (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).

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

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 sui collettori e 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.

$$A = Q / (\text{daily_utilizability} * Fr' \tau \alpha * H)$$

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: Montevago (AG);

Latitudine: 37°42;

Longitudine: 12°59;

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 Montevago
- 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.

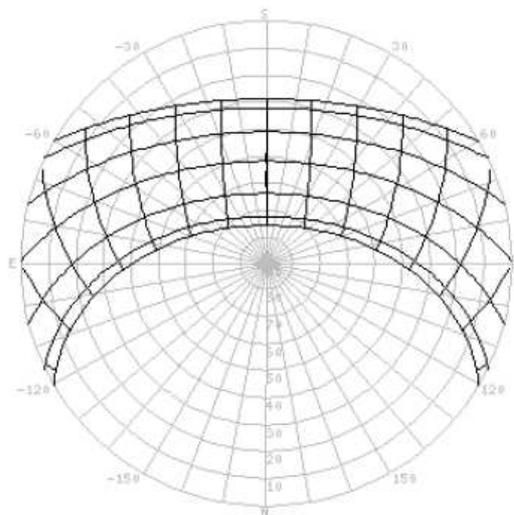
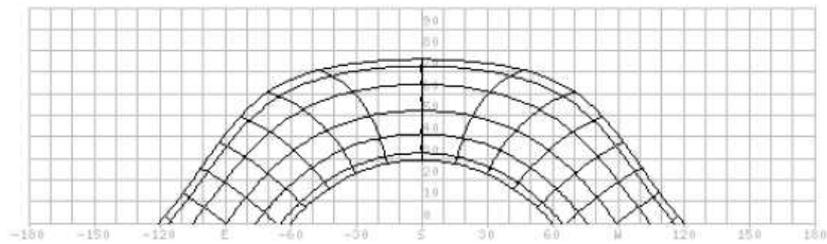
LOCALITÀ SELEZIONATA:

Europe > Italy > AG > Montevago - Lat. 37°42' - Long. 12°59'

	Radiazione [kWh/m ² /giorno]	Durata insolazione [h]	Temperatura aria [°C]	Temperatura acqua [°C]	Umidità relativa [%]	Velocità vento [m/s]
Jan	2,34	9,73	8,80	13,95	70,00	6,80
Feb	3,20	10,65	9,30	13,46	70,00	6,80
Mar	4,21	11,75	11,00	13,64	70,00	6,80
Apr	5,19	12,97	13,60	14,23	70,00	6,80
May	6,20	14,01	17,00	15,14	70,00	6,80
Jun	6,63	14,54	21,10	16,33	55,00	6,80
Jul	6,69	14,30	23,60	17,77	55,00	6,80
Aug	5,87	13,41	24,00	18,64	55,00	6,80
Sep	4,66	12,23	21,80	18,78	55,00	6,80
Oct	3,51	11,01	17,70	18,01	55,00	6,80
Nov	2,46	9,97	13,60	16,58	65,00	6,80
Dec	2,01	9,47	10,20	15,14	75,00	6,80

CARTA DEL SOLE:

Europe > Italy > AG > Montevago - Lat. 37°42' - Long. 12°59'



dati utenza ed impianto:

Consumo acqua calda giornaliero: 500 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:

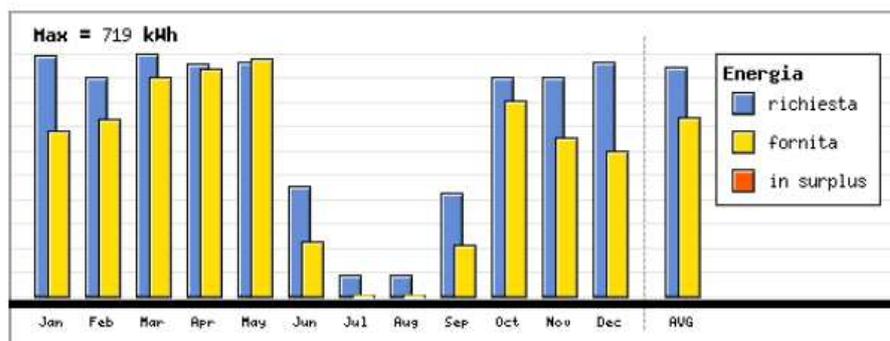
Area complessiva collettori: 7.50 m²;

Accumulo: 300 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	713,72	105,74	490,79	68,77%
Feb	100	651,51	116,96	527,20	80,92%
Mar	100	718,60	149,23	650,93	90,58%
Apr	100	686,49	160,01	675,59	98,41%
May	100	695,27	183,22	702,22	101,00%
Jun	50	327,50	91,47	165,39	50,50%
Jul	10	65,46	19,37	6,61	10,10%
Aug	10	64,10	18,15	6,47	10,10%
Sep	50	309,12	76,67	156,11	50,50%
Oct	100	650,79	134,33	580,85	89,25%
Nov	100	651,32	103,52	472,65	72,57%
Dec	100	695,27	92,66	433,27	62,32%

TOTALI:



Mesi totali d'uso		9,20
Energia totale richiesta	[kWh]	6.229,15
Radiazione solare complessiva sui collettori	[kWh/m ²]	1.251,33
Energia totale fornita dall'impianto solare	[kWh]	4.868,08
Frazione fornita dal solare sul periodo d'uso	[%]	78,15%

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 300 litri è dotato di doppia serpentina per consentire l'integrazione tra il sistema solare termico e la caldaia a gas.

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	130
Lavatoio	10
Lavello	15

- 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;
 - o 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 :
 - o evitare (o almeno limitare) il deposito del calcare sul serpentino;
 - o limitare la superficie dello scambiatore di calore.
 - o 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 principali. Per i locali in cui si realizzeranno ex novo servizi igienici si provvederà a collegare gli scarichi agli esistenti attigui.

I diametri utilizzati per gli scarichi sono i seguenti:

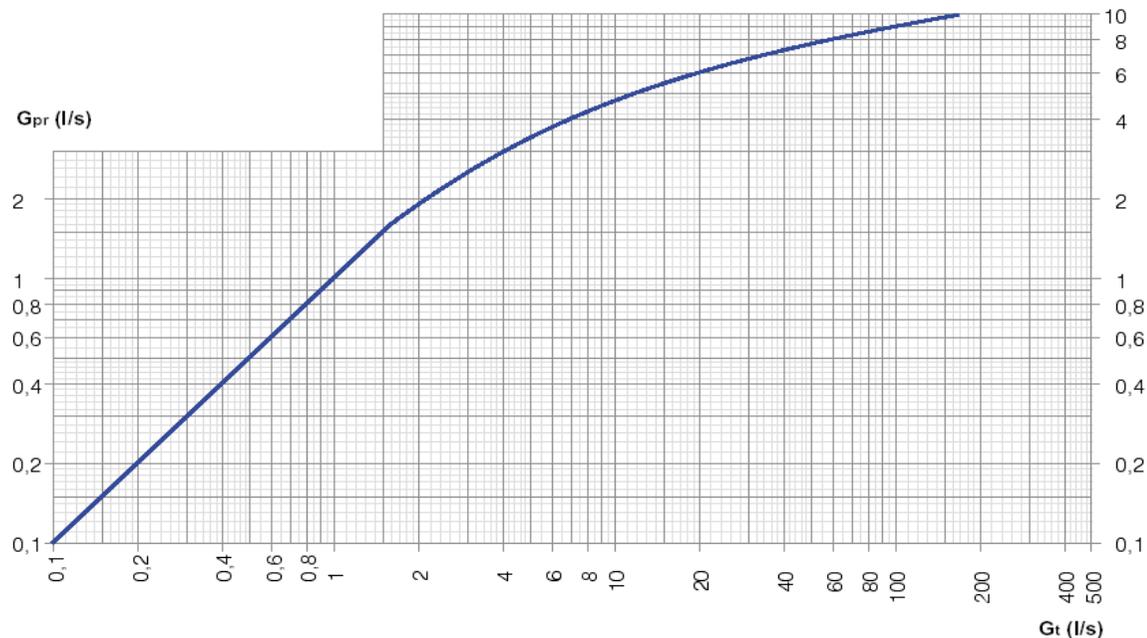
Diametri di scarichi apparecchi e allacciamenti tradizionali

Apparecchi	Diametro min. DN	Pendenza minima %
------------	---------------------	----------------------

Lavabo	DN 40	1
Vaso a cassetta	DN 100	1
Lavatoio	DN 40	1
Sifoide a pavimento	DN 50	1

Allegati

Scuole e centri sportivi



Gta = Portata totale
Gpr = Portata di progetto

TAB. SCUOLE E CENTRI SPORTIVI

Portate di progetto in relazione alle portate totali

Gta [l/s]	Gpr [l/s]	Gta [l/s]	Gpr [l/s]	Gta [l/s]	Gpr [l/s]
0,1	0,10	7,98	4,30	80,03	8,60
0,20	0,20	8,37	4,40	84,53	8,70
0,3	0,30	8,78	4,50	89,29	8,80
0,4	0,40	9,2	4,60	94,31	8,90
0,5	0,50	9,63	4,70	99,61	9,00
0,6	0,60	10,08	4,80	105,22	9,10
0,7	0,70	10,31	4,85	111,13	9,20
0,8	0,80	10,54	4,90	117,38	9,30
0,9	0,90	10,78	4,95	123,99	9,40
1	1,00	11,16	5,00	130,96	9,50
1,1	1,10	13,90	5,40	138,32	9,60
1,2	1,20	14,68	5,50	146,10	9,70
1,3	1,30	15,5	5,60	154,32	9,80
1,4	1,40	16,37	5,70	163,00	9,90
1,5	1,50	17,3	5,80	172,16	10,00
1,62	1,60	18,27	5,90	181,85	10,10
1,74	1,70	19,3	6,00	192,07	10,20
1,87	1,80	20,38	6,10	202,88	10,30
2,01	1,90	21,53	6,20	214,29	10,40
2,15	2,00	22,74	6,30	226,34	10,50
2,3	2,10	24,02	6,40	239,07	10,60
2,46	2,20	25,37	6,50	252,51	10,70
2,63	2,30	27	6,60	266,71	10,80
2,8	2,40	28,3	6,70	281,71	10,90
2,98	2,50	29,89	6,80	297,55	11,00
3,17	2,60	31,57	6,90	314,29	11,10
3,37	2,70	33,35	7,00	331,96	11,20
3,58	2,80	35,22	7,10	350,63	11,30
3,8	2,90	37,2	7,20	370,35	11,40
4,03	3,00	39,3	7,30	391,18	11,50
4,27	3,10	41,51	7,40	413,18	11,60
4,51	3,20	43,84	7,50	436,42	11,70
4,77	3,30	46,31	7,60	460,96	11,80
5,04	3,40	48,91	7,70	486,89	11,90
5,32	3,50	51,66	7,80	514,27	12,00
5,61	3,60	54,57	7,90	543,19	12,10
5,91	3,70	57,64	8,00	573,74	12,20
6,23	3,80	60,88	8,10	606,01	12,30
6,55	3,90	64,3	8,20		
6,89	4,00	67,92	8,30		
7,24	4,10	71,74	8,40		
7,61	4,20	75,77	8,50		

PORTATE NOMINALI E DI PROGETTO BLOCCHI SERVIZI (acqua fredda)						
BLOCCHI SERVIZI	COMPONENTI	QUANTITA'	PORTATE NOMINALI [l/s]	PORTATE TOTALI [l/s]	PORTATE DI PROGETTO [l/s]	LUNGHEZZE [m]
COLLETTORE 1	LAVABO	2	0,10	0,55	0,95	-
	VASO	2	0,10			
	BUTTATOIO	1	0,15			
COLLETTORE 2	LAVABO	2	0,10	0,40	0,95	-
	VASO	2	0,10			
	BUTTATOIO	0	0,15			
COLLETTORE 3	LAVABO	3	0,10	0,75	0,95	-
	VASO	3	0,10			
	BUTTATOIO	1	0,15			
COLLETTORE 4	LAVABO	4	0,10	0,80	1,25	-
	VASO	4	0,10			
	BUTTATOIO	0	0,15			
COLLETTORE 5	LAVABO	1	0,10	0,55	1,25	-
	VASO	1	0,10			
	BUTTATOIO	1	0,15			
	LAVELLO	1	0,20			
COLLETTORE 6	LAVABO	2	0,10	0,55	1,25	-
	VASO	2	0,10			
	BUTTATOIO	1	0,15			

TRATTO A-B (coll.1+...+coll.6)	LAVABO	14	0,10	3,60	2,71	30,00
	VASO	14	0,10			
	BUTTATOIO	4	0,15			
	LAVELLO	1	0,20			
TRATTO B-C (coll.1+coll.2+coll.3+coll.4)	LAVABO	11	0,10	2,50	2,10	6,00
	VASO	11	0,10			
	BUTTATOIO	2	0,15			
TRATTO C-D (coll.1+coll.2)	LAVABO	4	0,10	0,95	0,95	8,00
	VASO	4	0,10			
	BUTTATOIO	1	0,15			
TRATTO D-E (coll.1)	LAVABO	2	0,10	0,55	0,55	8,00
	VASO	2	0,10			
	BUTTATOIO	1	0,15			
TRATTO C-F (coll.3+coll.4)	LAVABO	7	0,10	1,55	1,35	13,00
	VASO	7	0,10			
	BUTTATOIO	1	0,15			
TRATTO F-G (coll.4)	LAVABO	4	0,10	0,80	0,60	3,00
	VASO	4	0,10			
	BUTTATOIO	0	0,15			
TRATTO B-H (coll.5+coll.6)	LAVABO	3	0,10	0,80	0,80	17,00
	VASO	3	0,10			
	BUTTATOIO	2	0,15			
	LAVELLO	1	0,20			
TRATTO H-I (coll.6)	LAVABO	2	0,10	0,55	0,55	6,00
	VASO	2	0,10			
	BUTTATOIO	1	0,15			

PORTATE NOMINALI E DI PROGETTO BLOCCHI SERVIZI (acqua calda)						
BLOCCHI SERVIZI	COMPONENTI	QUANTITA'	PORTATE NOMINALI [l/s]	PORTATE TOTALI [l/s]	PORTATE DI PROGETTO [l/s]	LUNGHEZZE [m]
COLLETTORE 1	LAVABO	2	0,10	0,35	0,35	-
	BUTTATOIO	1	0,15			
COLLETTORE 2	LAVABO	2	0,10	0,20	0,20	-
	BUTTATOIO	0	0,15			
COLLETTORE 3	LAVABO	3	0,10	0,45	0,45	-
	BUTTATOIO	1	0,15			
COLLETTORE 4	LAVABO	3	0,10	0,30	0,30	-
	BUTTATOIO	0	0,15			
COLLETTORE 5	LAVABO	1	0,10	0,45	0,45	-
	BUTTATOIO	1	0,15			
	LAVELLO	1	0,20			
COLLETTORE 6	LAVABO	2	0,10	0,35	0,35	-
	BUTTATOIO	1	0,15			
TRATTO A-B (coll.1+...+coll.6)	LAVABO	13	0,10	2,10	1,96	30,00
	BUTTATOIO	4	0,15			
	LAVELLO	1	0,20			
TRATTO B-C (coll.1+coll.2+coll.3+coll.4)	LAVABO	10	0,10	1,30	1,30	6,00
	BUTTATOIO	2	0,15			
TRATTO C-D (coll.1+coll.2)	LAVABO	4	0,10	0,55	0,55	8,00
	BUTTATOIO	1	0,15			
TRATTO D-E (coll.1)	LAVABO	2	0,10	0,35	0,35	8,00
	BUTTATOIO	1	0,15			
TRATTO C-F (coll.3+coll.4)	LAVABO	6	0,10	0,75	0,75	13,00
	BUTTATOIO	1	0,15			
TRATTO F-G (coll.4)	LAVABO	3	0,10	0,30	0,30	3,00
	BUTTATOIO	0	0,15			
TRATTO B-H (coll.5+coll.6)	LAVABO	3	0,10	0,50	0,50	17,00
	BUTTATOIO	2	0,15			
	LAVELLO	1	0,20			
TRATTO H-I (coll.6)	LAVABO	2	0,10	0,35	0,35	6,00
	BUTTATOIO	1	0,15			

DIAMETRI DELLE TUBAZIONI ACQUA FREDDA (Pead e PE-Xb)

TRATTO	T [°C]	RUGOSITA' 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
A-B	10	B	1,3E-06	999,6	2,71	9756	63	54	1,18	28,0	30,00	0,84	PE-Xb
B-C	10	B	1,3E-06	999,6	2,10	7560	50	42	1,52	59,2	6,00	0,35	PE-Xb
C-D	10	B	1,3E-06	999,6	0,95	3420	40	33	1,11	46,4	8,00	0,37	PE-Xb
D-E	10	B	1,3E-06	999,6	0,55	1980	32	26	1,04	55,3	8,00	0,44	PE-Xb
C-F	10	B	1,3E-06	999,6	1,35	4860	50	42	0,97	27,3	13,00	0,35	PE-Xb
F-G	10	B	1,3E-06	999,6	0,60	2160	32	26	1,13	64,4	3,00	0,19	PE-Xb
B-H	10	B	1,3E-06	999,6	0,80	2880	40	33	0,94	34,4	17,00	0,58	PE-Xb
H-I	10	B	1,3E-06	999,6	0,55	1980	32	26	1,04	55,3	6,00	0,33	PE-Xb

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

DIAMETRI DELLE TUBAZIONI ACQUA CALDA

TRATTO	T [°C]	RUGOSITA' 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
A-B	40	B	6,5E-07	992	1,96	7056	50	42	1,42	43,8	30,00	1,31	PE-Xb
B-C	40	B	6,5E-07	992	1,30	4680	50	42	0,94	21,3	6,00	0,13	PE-Xb
C-D	40	B	6,5E-07	992	0,55	1980	32	26	1,04	46,2	8,00	0,37	PE-Xb
D-E	40	B	6,5E-07	992	0,35	1260	32	26	0,66	20,9	8,00	0,17	PE-Xb
C-F	40	B	6,5E-07	992	0,75	2700	40	33	0,88	25,6	13,00	0,33	PE-Xb
F-G	40	B	6,5E-07	992	0,30	1080	26	20	0,96	55,6	3,00	0,17	PE-Xb
B-H	40	B	6,5E-07	992	0,50	1800	32	26	0,94	39,1	17,00	0,66	PE-Xb
H-I	40	B	6,5E-07	992	0,35	1260	32	26	0,66	20,9	6,00	0,13	PE-Xb

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

PORTATA GRUPPO PRESSURIZZAZIONE
Portata acqua calda - fredda - UNI 9182

SERVIZI	n°	UC	UC tot.	Qpr l/s
LAVABO	13	2,00	110,00	2,75
VASO	13	5,00		
BUTTATOIO	4	4,00		
LAVELLO	1	3,00		

UC = unità di carico

CALCOLO PREVALENZA E PORTATA GRUPPO DI PRESSURIZZAZIONE

TRATTO	T [°C]	RUGOSITA' Tipo	ν [m ² /s]	ρ [kg/m ³]	Q_{pr} [l/s]	Q_{pr} [l/h]	Diam. [poll.] - [De]	Diam. [mm]	V [m/s]	r [mm c.a./m]	L [m]	R [m c.a.]	R progressivo [m c.a.]	ΔH [m]	ΔH_p prog. [m]
H-I	10	B	1,3E-06	999,6	0,55	1980	32	26	1,04	55,3	6,00	0,33	0,33	0	0
B-H	10	B	1,3E-06	999,6	0,80	2880	40	33	0,94	34,4	17,00	0,58	0,92	0	0
A-B	10	B	1,3E-06	999,6	2,75	9900	63	54	1,20	28,7	30,00	0,86	1,78	0	0

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

P_{pr} = Pressione di progetto

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 2,75 l/s 9,9 mc/h

$$P_{pr} = \Delta H_p + P_{min} + R/F = 12,54 \text{ m c.a.}$$

CALCOLO POTENZE POMPE

$$W = \frac{Q_{pr} \cdot P_{pr}}{367 \cdot \eta} = 0,56382 \text{ kW}$$

$\eta = 0,6$ rendimento

CALCOLO VOLUME AUTOCLAVE (SERBATOIO A MEMBRANA)

$$V = 6 \cdot \frac{Q_{pr} \cdot 60}{a} \cdot \frac{P_{max} + 10}{P_{max} - P_{min}} = 82,5894 \text{ L}$$

a = 30 avviamenti/h
Pmax = 28 m c.a.

DETERMINAZIONE VOLUME E SUPERFICIE SERPENTINA DEL BOLLITORE

Servizi	Quantità n	Consumi medi l	Consumi medi totali l
Lavabo	13	10	130
Buttatoio	4	10	40
Lavello	1	10	10
			180

in linea con i dati di letteratura che dettano 5 l/giorno per alunno
 n. alunni = 70 consumo = 350

C	300	l	Consumo acqua calda
T ₁	60	C°	Temperatura di accumulo
T ₂	15	C°	Temperatura acqua fredda
T ₃	80	C°	Temperatura andata fluido scaldante
T ₄	75	C°	Temperatura ritorno fluido scaldante
T ₅	40	C°	Temperatura acqua calda
T _{ms}	77,5	C°	Temperatura media del fluido scaldante
T _m	37,5	C°	Temperatura acqua calda
t _p	1,5	h	Periodo di punta
t _a	2,0	h	Periodo di accumulo
K	500		Coefficiente di scambio termico del serpentino

Q _t	7 500,00	kcal	Calore necessario
Q _h	2 142,86	kcal/h	Calore orario richiesto
Q _p	15000,00	kcal	Calore da accumulare nel periodo di preriscaldamento
V_B	333,3333	l	Volume del bollitore
S	0,11	m ²	Superficie del serpentino

DETERMINAZIONE VOLUME DEL VASO DI ESPANSIONE

$$V = \frac{e \cdot C}{1 - \frac{P_{es} + 10}{P_{vs} + 10}} = 17,85 \quad \text{l}$$

V = volume del vaso di espansione

e = 0,017 fattore di espansione per Δt =50°C

C = 300 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