

---

OGGETTO                    **Centrale termica  
Comparto scolastico  
Lugano centro  
6900 Lugano**

COMMITTENTE            **Sezione della logistica  
Via del Carmagnola, 7  
6501 Bellinzona**

---

PROGETTO                **DESCRITTIVO TECNICO**

Analisi per risanamento centrale termica  
Liceo Lugano

---

CONSULENTE IMPIANTI   **Studio d'ingegneria  
Zocchetti SA  
Via Cortivallo 22  
6900 LUGANO**

---

**INDICE**

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>CONTENUTI DELLO STUDIO .....</b>                              | <b>3</b>  |
| 1.1      | Definizione del mandato .....                                    | 3         |
| 1.2      | Obiettivo.....   | 3         |
| <b>2</b> | <b>INFORMAZIONI PRELIMINARI .....</b>                            | <b>4</b>  |
| 2.1      | Piani / Documenti.....   | 4         |
| 2.2      | Riunioni / informazioni.....                                     | 4         |
| 2.3      | Norme / Raccomandazioni / Leggi Vigenti.....                     | 4         |
| <b>3</b> | <b>SITUAZIONE ATTUALE .....</b>                                  | <b>5</b>  |
| 3.1      | Stato edifici: analisi involucro termico e consumi.....          | 6         |
| 3.2      | Approvvigionamento, produzione e distribuzione del calore.....   | 7         |
| 3.3      | Impianti di raffrescamento, ventilazione e climatizzazione ..... | 8         |
| <b>4</b> | <b>CONCETTI DI RISANAMENTO / AMMODERNAMENTO DEL CAMPUS.....</b>  | <b>9</b>  |
| 4.1      | Centrale termica unica o singola per ogni edificio .....         | 14        |
| 4.2      | Fonti di approvvigionamento energetico .....                     | 9         |
| 4.2.1    | Olio combustibile.....   | 9         |
| 4.2.2    | Gas naturale.....  | 10        |
| 4.2.3    | Gas propano liquido (GPL) .....                                  | 10        |
| 4.2.4    | Legna pellet.....  | 10        |
| 4.2.5    | Legna cippato.....   | 10        |
| 4.2.6    | Sonde geotermiche .....  | 10        |
| 4.2.7    | Aria.....  | 11        |
| 4.2.8    | Acqua di lago .....  | 11        |
| 4.2.9    | Acqua di falda .....   | 11        |
| 4.2.10   | Acqua industriale rete AIL .....                                 | 11        |
| 4.2.11   | Acqua industriale centro di calcolo.....                         | 12        |
| 4.2.12   | Solare.....  | 12        |
| 4.2.13   | Conclusione .....  | 12        |
| 4.3      | Ubicazione della/e centrale/i.....                               | 14        |
| 4.4      | Risanamento energetico degli edifici / nuovi edifici .....       | 17        |
| <b>5</b> | <b>SVILUPPO TEMPORALE DELLA CENTRALE TERMICA.....</b>            | <b>18</b> |
| <b>6</b> | <b>TIPOLOGIE APPARECCHI, POTENZE, DATI TECNICI .....</b>         | <b>19</b> |
| 6.1      | Definizione nuove potenze, temperature d'esercizio .....         | 19        |
| 6.2      | Tipologia impianto.....  | 20        |
| 6.2.1    | Tipologia impianti con risanamento situazione attuale.....       | 20        |
| 6.2.2    | Tipologia impianti con risanamento situazione finale.....        | 22        |
| 6.3      | Indicazione per progettazioni sotto centrali termiche.....       | 24        |
| 6.4      | Sinergie con raffreddamento.....                                 | 24        |
| <b>7</b> | <b>INVESTIMENTO.....</b>   | <b>27</b> |
| <b>8</b> | <b>REDDITIVITÀ.....</b>  | <b>30</b> |

## 1 CONTENUTI DELLO STUDIO

### 1.1 Definizione del mandato

La Repubblica e Cantone Ticino ci ha incaricato di allestire uno studio di fattibilità con relativo preventivo di massima inerente tutti i provvedimenti sugli impianti RVCS necessari per la produzione di calore e garantire il corretto funzionamento degli stessi e permettere le attività scolastiche di tipo liceale. Lo studio di fattibilità dovrà in particolare evidenziare un concetto da integrare nel masterplan del comparto scolastico.

### 1.2 Obiettivo

Questo documento è stato realizzato come strumento di pianificazione per il risanamento della centrale termica del Liceo 1 di Lugano nell'ambito di uno studio di riorganizzazione dell'intero comparto studentesco.

Lo studio tratta gli aspetti relativi all'approvvigionamento del vettore energetico, all'impiantistica e agli spazi a disposizione, tenendo conto anche dei possibili scenari di modifica del comparto scuole e ampliamento dell'area circostante negli anni a venire (proiezione 10-25 anni).

In linea più generale le proposte contenute nello studio valuteranno:

- Aspetti tecnici
- Regolamenti e normative vigenti
- Sistemi di incentivazione
- Fattibilità economica
- Costi d'investimento
- Costi di gestione

Il presente documento fornisce alla committenza diverse soluzioni tecniche valide e tutti gli elementi necessari per effettuare la scelta più corretta in funzione delle proprie esigenze e valutazioni. Importante tener conto delle esigenze espresse dalla committenza in particolare:

- a. Garantire lo sviluppo temporale degli interventi
- b. Garantire il rispetto dei requisiti normativi
- c. Assicurare lo sfruttamento delle fonti di calore ambiente recuperabili localmente
- d. Fornire elementi tecnici e temporali per il bando

## 2 INFORMAZIONI PRELIMINARI

### 2.1 Piani / Documenti

Documentazione a disposizione:

- Nostro progetto relativo al risanamento degli impianti del Liceo (2013) e nostra relazione di "Verifica strategia risanamento produzione di calore" del 03.06.2013
- Studio di Evolve SA del 31.07.2017
- Piano situazione catastale cittadella

### 2.2 Riunioni / informazioni

- Contatto telefonico con A.Toscani dell'Ufficio cantonale della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico in merito all'utilizzo di sonde geotermiche o al prelievo di acqua di falda è stato preventivamente contattato.
- Riunione iniziale con Capoprogetto arch. E.Domenighini
- Alcuni sopralluoghi medi settembre/ottobre 2019

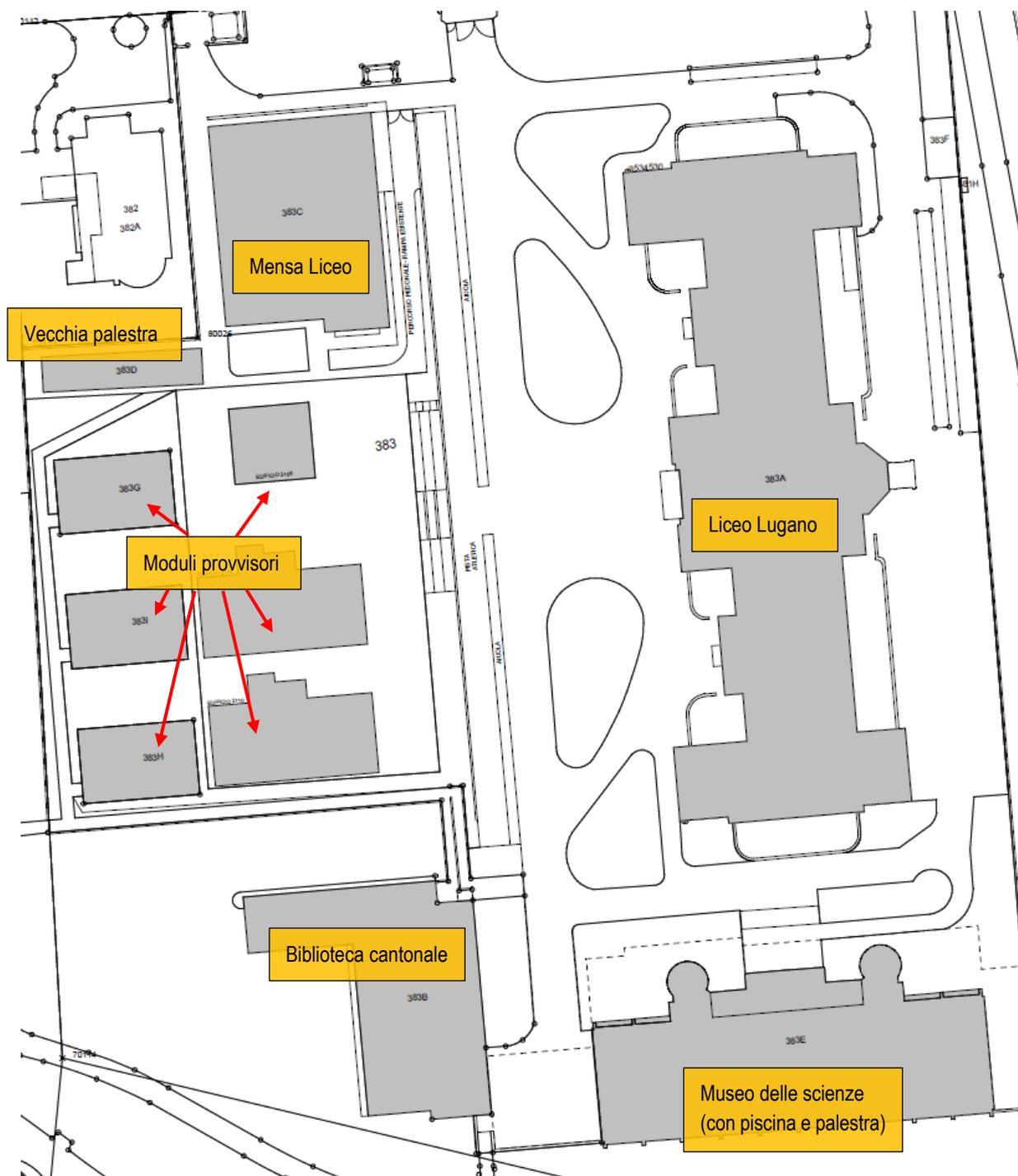
### 2.3 Norme / Raccomandazioni / Leggi Vigenti

- Norma SIA 380/1, "Energia termica negli edifici", edizione 2009;
- Raccomandazione SIA 384/201 "Fabbisogno di potenza termica negli edifici", edizione 2006
- Raccomandazione SIA 382/1 "Installazioni di ventilazione e climatizzazione, basi generali e requisiti", edizione 2007
- Raccomandazione SIA 382/2 "Edifici climatizzati, fabbisogno di potenza ed energia", edizione 2011
- Raccomandazione SIA 380/4 "L'energia elettrica nelle costruzioni", edizione 2006
- Raccomandazione SIA 2024 "Condizioni d'utilizzazione standard per l'energia e le installazioni dell'edificio", ed. 2006
- Consiglio di Stato della repubblica del Canton Ticino, "Decreto esecutivo concernente l'attuazione di una politica energetica integrata attraverso un programma d'incentivi per l'impiego parsimonioso e razionale dell'energia (efficienza energetica), la produzione e l'utilizzazione di energia da fonti indigene rinnovabili e la distribuzione di energia termica tramite reti di teleriscaldamento, nonché attraverso il sostegno e la promozione della formazione, della postformazione e della consulenza nel settore dell'energia" agg.2018
- Consiglio di Stato della repubblica del Canton Ticino, RUEn "Regolamento sull'utilizzo dell'energia" up-date 2017. In particolare i requisiti normativi:
  - Gli edifici nuovi e le trasformazioni di proprietà pubblica, parastatale o sussidiati dall'ente pubblico devono essere certificati secondo gli standard MINERGIE (Art. 11).
  - Non è ammessa l'installazione di sistemi alimentati con combustibili fossili per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria in edifici pubblici, parastatali o sussidiati di nuova costruzione (Art.15.1)
  - Nella sostituzione di sistemi alimentati con combustibili fossili per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria di edifici pubblici, parastatali o sussidiati esistenti, deve essere coperta una quota minima di sfruttamento di energia rinnovabile pari ad almeno il 40% del fabbisogno complessivo di energia per il riscaldamento presente prima della sostituzione dell'impianto e il 50% del fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria. Nel computo della quota di energia rinnovabile necessaria per coprire il fabbisogno energetico per il riscaldamento è possibile tenere conto di riduzioni del fabbisogno energetico dell'edificio ottenute tramite interventi di coibentazione termica (Art.15.2).
  - Le esigenze di cui al punto precedente sono ritenute soddisfatte nel caso di allacciamenti a reti di teleriscaldamento alimentate da impianti di cogenerazione a gas naturale (Art.15.3).

### 3 SITUAZIONE ATTUALE

Il comparto scolastico del Liceo di Lugano è situato in prossimità del lago, tra il Parco Ciani e l'area del Lido di Lugano. L'area del comparto scolastico è molto estesa (26'500 m<sup>2</sup>) e comprende al suo interno una serie di edifici:

- Liceo cantonale Lugano 1 → mapp.383A
- Biblioteca cantonale → mapp.383B
- Mensa Liceo Lugano1 → mapp.383C
- Vecchia palestra muscolazione → mapp.383D
- Museo cantonale di storia naturale (con palestra e piscina) → mapp.383E
- 6 moduli provvisori contenenti spazi didattici → mapp.383G/H/I



Di seguito analizzeremo gli aspetti principali di questi edifici dal punto di vista energetico, in modo da effettuare valutazioni corrette al momento di riprogettare la centrale termica e il sistema di approvvigionamento del calore.

### 3.1 Stato edifici: analisi involucro termico e consumi

Tutti i principali edifici del comparto scolastico del Liceo di Lugano sono edifici di vecchia costruzione, alcuni dei quali di valore storico (Liceo, Museo cantonale). L'involucro di questi edifici rispecchia ancora la costruzione originale, pertanto le perdite termiche e i consumi energetici sono molto elevati (Liceo -> risanamento serramenti ca. 2007).

Fanno eccezione i moduli prefabbricati presenti nell'area, i quali sono di recente edificazione e presentano prestazioni energetiche elevate (moduli Minergie): tali moduli hanno comunque utilizzo provvisorio e aspettativa di vita modesta.

Pertanto nei prossimi anni si prevede un intervento massiccio di risanamento e/o ricostruzione del comparto scolastico. Di seguito un riassunto con le principali caratteristiche energetiche degli edifici.

| Edificio<br>Informazioni                             | A<br>Palazzo studi               | B<br>Biblioteca                    | C<br>Vecchia<br>palestra e<br>mensa | D<br>Palestra<br>muscolaz.      | E<br>Palazzetto delle<br>scienze e museo | G-H-I<br>Prefabbricati con<br>aule liceali      | Altri<br>prefabbricati<br>provvisori |
|--|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|---|--------------------------------------|
| Anno di costruzione                                  | 1904                             | 1941                               | (dato n.d.)                         | (dato n.d.)                     | 1976                                     | 2005  | (dato n.d.)                          |
| SRE<br>(indicativo, m <sup>2</sup> )                 | 12'000                           | 3'000                              | 1'200                               | 125                             | 7'000                                    | 3x200   | 1'350                                |
| Stato<br>dell'edificio                               | Edificio<br>originale            | Standard<br>2005                   | Edificio<br>originale               | Edificio<br>originale           | Edificio originale                       | Edifici Minergie<br>provvisori                  | Edifici<br>provvisori                |
| Ultimo<br>risanamento                                | Finestre<br>risanate nel<br>2007 | Restauro ed<br>ampliamento<br>2005 | Migliorie imp.<br>sanitario<br>1998 | (dato n.d.)                     | (dato n.d.)                              | Introduzione<br>imp. freddo<br>2019             | Ampliamento<br>2020                  |
| Consumi attuali<br>(stima, kWh)                      | 1'400'000<br>Classe G            | 230'000<br>Classe D                | 175'000<br>Classe G                 | 30'000<br>Classe G              | 800'000<br>Classe G                      | 3x13'000<br>Classe B                            | 65'000<br>Classe C                   |
| Previsione<br>risanamento /<br>Nuova<br>edificazione | Risanam.<br>parziale             | Risanam.<br>completo               | Nuova mensa                         | Nuova<br>palestra               | Nuovo<br>palazzetto                      | Nuova costruzione che sostituisce<br>provvisori |                                      |
| Consumi futuri<br>(stima, kWh)                       | 1'125'000<br>Classe E            | 175'000<br>Classe B                | 120'000<br>->150'000<br>Classe B    | 20'000<br>->300'000<br>Classe B | 500'000<br>Classe B                      | 120'000<br>->500'000<br>Classe B                |                                      |

I consumi attuali riportati nella tabella sono stati stimati in base ai consumi medi registrati (da rapporto Evolve). I consumi futuri sono stati stimati in considerazione del rinnovo del comparto scolastico, che dovrebbe prevedere:

- Liceo cantonale Lugano 1 Lavori di risanamento parziale (non dell'involucro) che non intaccano il valore storico dell'edificio (progetto "PASTLU" già avviato).  
L'isolamento dell'involucro dell'edificio oggi non è ancora proponibile in quanto la tecnologia a disposizione non è ancora commercialmente attrattiva -> costo enorme, esecuzione delicata.
- Biblioteca cantonale Lavori di risanamento completo a medio/lungo termine (quando involucro richiederà interventi di manutenzione straordinaria).
- Mensa e palestra Liceo Lugano 1 Abbattimento e costruzione di una nuova mensa
- Vecchia palestra muscolazione Abbattimento e costruzione di una nuova palestra
- Museo cantonale di storia naturale Risanamento o abbattimento e costruzione di un nuovo palazzetto della scienza (da valutare presenza o meno di una piscina che modificherebbe dimensioni e consumi dello stabile).

- 
- 6x moduli provvisori                      Eliminazione dei moduli e costruzione di un nuovo edificio scolastico (da valutare se edificio sostituirà spazi attuali o prevedrà superficie maggiore).

Tutti questi lavori sono già in programma per gli anni a venire, ma non si conoscono ancora le tempistiche con cui verranno realizzati. Si può stimare comunque che entro 20 anni tutte queste opere verranno realizzate.

Considerato questa incertezza è fondamentale proporre degli impianti e la loro relativa ubicazione che non compromettano le scelte future e l'organizzazione del comparto.

### 3.2 Approvvigionamento, produzione e distribuzione del calore

La produzione di calore per il riscaldamento degli edifici avviene tramite una rete di teleriscaldamento, che parte dalla centrale termica del Liceo e va ad alimentare gli stabili della Mensa e del Museo cantonale. La Biblioteca cantonale non era collegata a questa rete, ma disponeva di una caldaia ad olio in seguito sostituita con una caldaia a gas indipendente.

Tutti i principali edifici sono dunque riscaldati (direttamente o indirettamente) sfruttando il gas naturale come vettore energetico. Fanno eccezione i moduli provvisori che sono dotati di radiatori a resistenza elettrica diretta o sistemi VRV - impianti multi-split.

| Edificio                                    | A<br>Palazzo studi | B<br>Biblioteca      | C<br>Vecchia palestra e mensa | D<br>Palestra muscolaz. | E<br>Palazzetto delle scienze e museo | G - H - I<br>Prefabbricati con aule liceali  | Altri prefabbricati provvisori             |
|---|--------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--|--|
| <b>Informazioni</b>                         |                    |                      |                               |                         |                                       |  |  |
| Tipologia impianto                          | 2x caldaie a gas   | 1x caldaia a gas     | Alimentato da A               | (dato n.d.)             | Alimentato da A                       | Radiatori elettrici + impianto di ventilaz.  | Radiatori elettrici / impianti multi-split |
| Anno di messa in funzione                   | 1999               | 2005                 |                               | (dato n.d.)             |                                       | 2005   | (dato n.d.)                                |
| Medio energetico                            | Gas                | Gas                  |                               | (dato n.d.)             |                                       | Elettricità                                  | Elettricità                                |
| Potenza termica erogatore                   | 1'120 kW           | 200 kW               |                               | 10 kW                   |                                       | ---  | ---  |
| Potenza termica utenze                      | 595 kW             | 200 kW               | 70 kW                         | 7.2 kW                  | 585 kW                                | 3x 6.6 kW                                    | 40 kW                                      |
| Sistema distribuzione                       | Radiatori          | Radiatori Pav. risc. | Radiatori                     | (dato n.d.)             | Radiatori Pav. risc. Ventilconv.      | Radiatori                                    | Radiatori Split                            |
| Temperature d'esercizio                     | Ca. 65°C           | Ca. 50°C             | > 65°C                        | > 65°C                  | Ca. 70°C                              | ---  | ---  |
| Previsione risanamento / Nuova edificazione | Risanam. parziale  | Risanam. completo    | Nuove palestre                | Nuova mensa             | Nuovo palazzetto                      | Nuova costruzione che sostituisce provvisori |  |
| Nuova potenza termica                       | ~ 595 kW           | ~200 kW              | ~ 120 kW                      | ~ 40 kW                 | 400 kW                                | 300 kW                                       |  |
| Nuovo sist. distribuzione                   | Radiatori          | Radiatori Serp.pav.  | Radiatori Serp.pav.           | Radiatori Serp.pav.     | Radiatori Serp.pav. Ventilconv.       | Radiatori Serp.pav. Ventilconv.              |  |
| Nuove temp. d'esercizio                     | Ca. 50°C           | Ca. 50°C             | Ca. 50°C                      | Ca. 50°C                | Ca. 50°C                              | Ca. 50°C                                     |  |

Come si può vedere dalla tabella, in occasione del rinnovo degli edifici si prevede anche di rinnovare i sistemi di produzione e distribuzione del calore in modo anche da ampliare e dare maggiormente peso a fonti d'energia rinnovabili.

La potenza termica richiesta totale dal comparto scuole proiettata in futuro (10-25 anni), dovrebbe essere inferiore a quella globale attuale, grazie alla migliore efficienza energetica degli edifici. Ciò anche con un volume edificato più elevato di quello attuale (attuale + 1x volta il volume degli edifici provvisori attuali).

Importante segnalare che la realizzazione di una piscina coperta o meno ha un'importanza rilevante nel dimensionamento del produttore di calore. Nelle nostre riflessioni è stato considerato anche la presenza di una piscina. La definizione della potenza necessaria per le 3x palestre è stata considerata per analogia alla palestra tripla delle SME di Riva San Vitale.

Il tema della nuova produzione di calore in caso di rinnovamento del campus verrà affrontato nel dettaglio nei prossimi capitoli.

### 3.3 Impianti di raffrescamento, ventilazione e climatizzazione

Il raffrescamento/raffreddamento degli edifici scolastici è attualmente un tema che non riscontra ancora l'unanimità di intenti da parte della SL, anche se i cambiamenti climatici sono una realtà. L'utilizzo dell'infrastruttura liceali è differente da quelli delle scuole dell'infanzia, primarie e delle medie. L'utilizzo delle strutture si prolungano anche durante tutto il mese di giugno. Il campus liceale offre anche attività che vanno o potrebbero andare oltre il periodo scolastico.

Le prime esperienze del cantone confermano però il fatto che il surriscaldamento delle aule è un problema laddove vi sono edifici dal punto di vista termico altamente performanti. In molti casi non si è correttamente valutato la presenza degli allievi e del calore da loro emesso -> **Effetto Thermos**.

| Informazioni                   | Raffrescamento / Raffreddamento | Ventilazione   |
|--------------------------------|---------------------------------|--|
| <b>Edificio</b>                |                                 |  |
| A Palazzo studi                | No                              | No   |
| B Biblioteca                   | Si parziale                     | No   |
| C Vecchia palestra e mensa     | No                              | No   |
| D Palestra muscolazione        | No                              | No   |
| E Palazzetto delle scienze     | No, Si -> saloni d'esposizione  | Si -> Chimica ; Si -> Piscina ; Si -> Saloni d'esposizione |
| G-H-I Aule liceali             | No                              | Si   |
| Altri prefabbricati provvisori | Si                              | No   |

Il raffreddamento attuale viene garantito tramite la rete di acqua industriale distribuita da AIL SA o singole unità ad espansione diretta. Al termine del progetto in corso previsto per il 2021 lo scenario si adatterà nel modo seguente.

| Informazioni                   | Raffrescamento / Raffreddamento                                  | Ventilazione                                 |
|--------------------------------|--|--|
| <b>Edificio</b>                |  |  |
| A Palazzo studi                | Si -> aule sottotetto 3+4°P<br>Si -> Uffici 1°P<br>Si -> Chimica | Si -> aule sottotetto 3+4°P<br>Si -> Chimica |
| B Biblioteca                   | Si parziale  | No   |
| C Vecchia palestra e mensa     | No   | No   |
| D Palestra muscolazione        | No   | No   |
| E Palazzetto delle scienze     | No<br>Si -> saloni d'esposizione                                 | Si -> Piscina<br>Si -> Saloni d'esposizione  |
| G-H-I Aule liceali             | Si   | Si   |
| Altri prefabbricati provvisori | Si   | No   |

Si ritiene quindi opportuno occuparsi anche del sistema di raffreddamento e valutare se ci possano essere delle sinergie con l'impianto di produzione di calore.

## 4 CONCETTI DI RISANAMENTO / AMMODERNAMENTO DEL CAMPUS

Alla luce dell'analisi fatta nel capitolo precedente sullo stato attuale degli edifici, si possono prospettare diversi interventi per l'ammodernamento della produzione di calore e, più in generale, dell'impiantistica RVCS.

Per poter definire come risanare l'attuale centrale termica dell'edificio del Liceo vanno approfonditi i seguenti argomenti:

1. Quale vettore energetico impiegare / eventuali sinergie con produzione freddo
2. Centrale termica unica o singola per ogni edificio?
3. Ubicazione della/e centrale/i
4. Risanamento energetico degli edifici / nuovi edifici
5. Sviluppo temporale della centrale termica (vedi cap.5)
6. Tipologie apparecchi, potenze, dati tecnici (vedi cap.6)

### 4.1 Fonti di approvvigionamento energetico

Diverse alternative di approvvigionamento da fonti rinnovabili sono già state prospettate nello studio presentato dal consulente Evolve SA nel 2017. Per quanto l'analisi sia in gran parte corretta ed esaustiva, ci sentiamo di dissentire su alcuni punti importanti, e di seguito proponiamo le nostre valutazioni sui principali vettori energetici.

Fondamentalmente si ritiene fondamentale usufruire di due vettori energetici in modo da evitare l'assoluta dipendenza. Va anche tenuto conto che fino a quanto non sarà risanato l'ultimo edificio che richiede temperature > a 65°C ed una soluzione accettabile per il tema legionella negli impianti sanitari sarà necessario in ogni caso usufruire di un vettore energetico adatto.

Le fonti di energia analizzate sono le seguenti

- a. Olio
- b. Gas naturale
- c. Gas propano liquido
- d. Legna pellet
- e. Legna cippato
- f. Sonde geotermiche
- g. Aria
- h. Acqua di lago
- i. Acqua di falda
- j. Acqua industriale rete AIL
- k. Acqua industriale centro di calcolo
- l. Solare

#### 4.1.1 Olio combustibile

Prodotto distillato dal petrolio, il gasolio è detto anche comunemente nafta e/o olio extra leggero da riscaldamento. Questo vettore energetico è attualmente non è utilizzato nel comparto. È d'obbligo l'adozione di caldaie con tecnologia a condensazione ed è auspicabile il consumo di olio extra leggero a basso tenore di zolfo (in diversi casi imposto dal fornitore della caldaia). Ecologicamente non sostenibile la soluzione è stata scartata.

#### 4.1.2 Gas naturale

Il gas naturale è un prodotto dalla decomposizione anaerobica di materiale organico. Solitamente si trova insieme al petrolio e in giacimenti di gas naturale. Il gasdotto è gestito dall'azienda AIL SA è già presente nel comparto, allacciando l'attuale centrale Liceo 1 e la biblioteca. L'utilizzo di questo vettore energetico è ancora importante nell'ottica di raggiungere i seguenti fini:

1. Alte temperature fino a quando non saranno risanati tutti i vecchi edifici
2. Funzione Back-up
3. Alte temperature per programma anti legionella legato alla produzione di acqua calda sanitaria

#### 4.1.3 Gas propano liquido (GPL)

Gas di petrolio liquefatto è una miscela di idrocarburi paraffinici a basso peso molecolare. Il nome deriva dal fatto che i componenti sono in forma gassosa a temperatura ambiente ed a pressione atmosferica, mentre sono liquidi a pressioni relativamente basse sempre a temperatura ambiente. Il vantaggio che così si ottiene è di aumentare la densità del gas di quasi 1000 volte, riducendo così l'ingombro a parità di energia, pur utilizzando recipienti piuttosto semplici. La fornitura avviene tramite autobotte dalle aziende che commercializzano prodotti petroliferi. Il GPL è stoccato in serbatoi in pressione omologati, per lo più interrati.

Nel caso specifico a causa delle particolarità tecniche e l'utilizzo comunque di grandi serbatoi questo vettore non entra in linea di conto.

#### 4.1.4 Legna pellet

Il legno in pellet è un combustibile ricavato dalla segatura vergine essiccata e poi compressa in forma di piccoli cilindri con un diametro di qualche millimetro. La capacità legante della lignina, contenuta nella legna, permette di ottenere un prodotto compatto senza aggiungere additivi e sostanze chimiche estranee al legno (attenzione a prodotti di seconda scelta). Si ottiene, quindi, un combustibile naturale ad alta resa. Grazie alla pressatura, il potere calorifico del pellet, a parità di volume, ma non di peso, è circa il doppio rispetto al legno.

In Ticino gran parte del pellet è importato dall'Austria o proveniente da oltre Gottardo (quindi non è un prodotto propriamente "indigeno").

Questo vettore energetico è disponibile, ma il suo utilizzo presenta alcuni aspetti critici. La complessità esecutiva (dimensioni centrale e serbatoio) è paragonabile a quella degli impianti a cippato e non proponibile nell'attuale sede liceale. Una criticità è rappresentata anche dalla necessità di un monitoraggio costante dell'impianto da parte di un responsabile e dai movimenti per il trasporto. Questo vettore energetico è disponibile, ma in Ticino spesso bisogna far capo a fornitori provenienti dalla Svizzera interna o dall' Austria pregiudicando l'autenticità ecologica. Per questa ragione, tutte le soluzioni tecniche a pellet non entrano in linea di conto.

#### 4.1.5 Legna cippato

Discorso analogo al pellet. Per quanto riguarda la fruibilità il cippato utilizzato in Ticino è completamente di provenienza indigena (nel caso specifico es. AFOR Val Colla / Malcantone). Tutte le soluzioni tecniche a pellet non entrano in linea di conto.

#### 4.1.6 Sonde geotermiche

Data la vicinanza del lago e la presenza di falda a una quota prossima al terreno, la soluzione di posa di sonde geotermiche non è da prendere in considerazione. Inoltre l'elevato numero di sonde da installare (ca. 85 sonde a 200 m) su una superficie ragguardevole almeno come tutta la superficie occupata dagli attuali edifici provvisori comprometterebbe qualsiasi sviluppo futuro. Sarebbe inoltre d'obbligo il reintegro estivo (riscaldare il terreno) per bilanciare per non esaurire le capacità del terreno.

Considerando questi elementi, non è una soluzione percorribile

#### 4.1.7 Aria

L'utilizzo dell'aria quali fonte di energia è tecnicamente fattibile anche se:

- Lo spazio occupato dalle termopompe, in relazione alle potenze in gioco è molto grande.
- Le grandi macchine sono particolarmente rumorose e sarebbero necessari dei provvedimenti edili importanti per abbattere la potenza sonora. Sul comparto vi sono già state difficoltà nell'utilizzo di termopompe ad espansione diretta di piccole dimensioni.

Considerato queste valutazioni, è sconsigliato l'utilizzo dell'aria quale fonte energetica se non per piccoli impianti di raffreddamento autonomi puntuali (locali informatici ecc.).

#### 4.1.8 Acqua di lago

Vista la vicinanza del lago, la possibilità di un prelievo diretto di acqua dal bacino del lago sarebbe una soluzione percorribile. Restano comunque alcune problematiche:

- Distanza non trascurabile tra il lago e il punto in cui è situata la centrale del Liceo considerato che il percorso ottimale è stato scelto già per l'acqua dedicata al centro di calcolo.
- L'acqua di lago prelevata a basse profondità è tendenzialmente sporca e ricca di alghe (problematiche manutenzione). Questo è valido anche a profondità di 30~50m in particolare quando dal fiume Cassarate defluiscono forti quantitativi d'acqua.

Considerando questi elementi, è sconsigliato il prelievo dal lago in questa situazione

#### 4.1.9 Acqua di falda

Nella zona sottostante l'area del Liceo è presente la falda acquifera. Nel 2017 era già stata fatta una prima richiesta preliminare di prelievo da parte di Evolve SA, con risultato favorevole. Nello studio di Evolve SA si evidenziava la problematica di un limite di prelievo basso, ma a questo proposito dobbiamo segnalare un malinteso nei loro calcoli:

|                                    |  |               |
|------------------------------------|--|---------------|
| stima prelievo rapporto Evolve SA  | 17'000 m <sup>3</sup> risc. * 40 l/min / 1000 m <sup>3</sup> ,risc.  | = 680 l/min   |
| stima corretta Studio Zocchetti SA | 62'500 m <sup>3</sup> ,risc. * 40 l/min / 1000 m <sup>3</sup> ,risc. | = 2'500 l/min |
|                                    | +50% per produzione acs/free-cooling                                 | = 3'750 l/min |

Nella stima di Evolve SA è stato considerare la superficie riscaldata invece del volume riscaldato, che tiene conto anche dell'altezza dei locali. Oltre a questo bisogna considerare che in caso di utilizzo della falda per produzione di acqua calda sanitaria o free-cooling estivo, viene concesso un'ulteriore quota di prelievo che può arrivare fino al 50% in più (60 l/min / 1000 m<sup>3</sup>,risc. invece di 40).

Una tale portata permetterebbe di coprire 2/3 del carico termico di picco con termopompe acqua-acqua, e oltre il 90% in termini di fabbisogno di calore annuale.

Una nuova richiesta preliminare di prelievo per una portata di 3'800 l/min è stata inoltrata agli appositi uffici cantonali. Attendiamo esito positivo.

#### 4.1.10 Acqua industriale rete AIL

Nell'area del Liceo è già presente una rete di acqua industriale di proprietà dell'AIL, la quale si allaccia allo stabile del Museo Cantonale per il raffreddamento diretto (free-cooling) dei monoblocchi di ventilazione.

Secondo Evolve la rete attuale garantirebbe un prelievo di 128 m<sup>3</sup>/h, largamente sufficiente per coprire un carico termico di 1'000-1'200 kW ( $\Delta t \sim 6K \rightarrow$  ottimistico) con termopompe acqua-acqua e soddisfare quota di energia rinnovabile richiesta (nostra necessità ca. 1700 kW).

L'uso dell'acqua industriale richiederebbe un costo d'investimento iniziale veramente minimo, in quanto richiede solamente di portare tubo dell'acqua alla centrale e realizzare una sottocentrale di filtraggio e posa di unno scambiatore idraulico.

Per questo motivo Evolve SA ha segnalato l'acqua industriale come soluzione ottimale. In realtà bisogna tenere conto anche dei costi di esercizio dell'impianto, e da questo punto di vista l'uso dell'acqua industriale rappresenta un costo elevato per i seguenti motivi:

- **Tariffa consumo acqua industriale AIL SA** Si tratta di una voce di costo molto rilevante che la rende sconveniente rispetto ad altre fonti d'acqua (lago/falda) che non hanno un costo per il consumo. Dovendo pompare 228 m<sup>3</sup>/h per una potenza di ca. 1'700 kW (potenza a pieno carico)
  - > Costo orario acqua fredda distribuita da AIL SA 70.00 fr.-
  - > Costo orario acqua di falda SA 6.00 fr.-
- **Costo smaltimento in canalizzazione** AIL associa all'acqua industriale anche costo per lo smaltimento in canalizzazione, una voce di costo contenuta rispetto alla fornitura ma comunque rilevante; altre fonti di prelievo di acqua (falda/lago) hanno restituzione diretta senza costi per la canalizzazione.
- **Canone fisso di prelievo in base alla portata max. erogabile** Questa è una voce di costo fissa sulla base di un canone annuo; anche altri fonti d'acqua hanno un costo simile.

L'uso dell'acqua industriale ha un senso solo se si potesse dialogare con AIL SA ed usufruire di un costo al consumo almeno dimezzato (Discussione commerciale difficile).

Per i motivi citati nei primi due punti, l'acqua industriale non è a nostro avviso la soluzione ottimale.

#### 4.1.11 Acqua industriale centro di calcolo

Sui mappali dell'area del comparto transitano anche le condotte della rete acqua industriale (andata / ritorno) di proprietà AIL SA realizzata per il CSCS da e verso il lago dopo utilizzo in zona Cornaredo.

Le condotte principali hanno degli stacchi per utilizzo a terzi solo in prossimità del nuovo campus universitario, per cui il suo sfruttamento richiederebbe un enorme investimento in suolo pubblico.

Per questi motivi la soluzione è stata scartata.

#### 4.1.12 Solare

Per energia solare si intende l'energia termica prodotta sfruttando direttamente l'energia irraggiata dal Sole verso la Terra. L'utilizzo di questo vettore energetico è particolarmente indicato per la produzione di acqua calda estiva e come appoggio al riscaldamento di edifici a basso consumo e temperature d'esercizio basse. Nel caso specifico queste condizioni non vi sono; inoltre l'elevata potenza necessaria necessiterebbe un'enorme superficie di captazione. Per questa serie di motivi, tutte le soluzioni tecniche con pannelli solari termici sono state scartate.

Riteniamo invece fondamentale l'impiego di pannelli fotovoltaici per la produzione di corrente elettrica, in particolare sui tetti piani. L'autoconsumo è sicuramente garantito durante tutto il periodo scolastico in particolare per l'elevato numero di consumatori (illuminotecnica, informatica, impiantistica RVCS ecc.). Durante il periodo estivo la corrente prodotta in esubero. In questo caso il coinvolgimento di AIL SA è fondamentale sia per la realizzazione (installazione in Outsourcing) che per la gestione della corrente in eccesso (Batteria virtuale).

#### 4.1.13 Conclusione

Si ricorda che per tutte le soluzioni proposte l'elettricità ha un ruolo indispensabile. In particolare per le soluzioni 4.2.6 fino a 4.2.11 la corrente elettrica è a tutti gli effetti da considerarsi l'altra fonte energetica. Se fosse

necessario un marchio di qualità green sicuramente auspicabile l'installazione di pannelli fotovoltaici e preoccuparsi che la provenienza della corrente elettrica provenga a sua volta da fonti pulite (non fossile).

In forma tabellare è stata eseguita una valutazione del progettista (possibile rivederla con la SL), definendo un grado di importanza ad alcune voci di giudizio ritenute opportune e assegnando una nota scolastica. La somma dei fattori risultanti da un punteggio totale trasformabile in nota scolastica

Nota (N) : 1 fino a 6

Grado di importanza (I) : 1 fino a 3

| Valutazione progettista      | Investimento iniziale |     |     | Costo al consumo |     |     | Aspetti ambientali<br>tassa CO2 |     |     | Fattibilità tecnica |     |     | Fruibilità energetica |     |     | Sicurezza |     |     | Manutenzione |     |     | Punti | Note        |
|------------------------------|-----------------------|-----|-----|------------------|-----|-----|---------------------------------|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----------|-----|-----|--------------|-----|-----|-------|-------------|
|                              |                       | P   | IxP |                  | P   | IxP |                                 | P   | IxP | I                   | P   | IxP | I                     | P   | IxP | I         | P   | IxP | I            | P   | IxP |       |             |
| Olio combustibile            | 3                     | 5.5 | 17  | 2                | 3.5 | 7   | 3                               | 1   | 3   | 3                   | 5   | 15  | 2                     | 5.5 | 11  | 3         | 6   | 18  | 3            | 5.5 | 17  | 87.0  | <b>4.58</b> |
| Gas Naturale                 | 3                     | 6   | 18  | 2                | 4.5 | 9   | 3                               | 2.5 | 7.5 | 3                   | 6   | 18  | 2                     | 5.5 | 11  | 3         | 6   | 18  | 3            | 6   | 18  | 99.5  | <b>5.24</b> |
| Gas propano liquido          | 3                     | 4   | 12  | 2                | 4   | 8   | 3                               | 2.5 | 7.5 | 3                   | 4   | 12  | 2                     | 5.5 | 11  | 3         | 5   | 15  | 3            | 6   | 18  | 83.5  | <b>4.39</b> |
| Legna pellet                 | 3                     | 2   | 6   | 2                | 4   | 8   | 3                               | 5   | 15  | 3                   | 4   | 12  | 2                     | 4.5 | 9   | 3         | 5.5 | 17  | 3            | 4   | 12  | 78.5  | <b>4.13</b> |
| Legna cippato                | 3                     | 2   | 6   | 2                | 4.5 | 9   | 3                               | 6   | 18  | 3                   | 4   | 12  | 2                     | 6   | 12  | 3         | 5.5 | 17  | 3            | 4   | 12  | 85.5  | <b>4.50</b> |
| Sonde geotermiche            | 3                     | 2   | 6   | 2                | 5.5 | 11  | 3                               | 6   | 18  | 3                   | 2   | 6   | 2                     | 6   | 12  | 3         | 6   | 18  | 3            | 5   | 15  | 86.0  | <b>4.53</b> |
| Aria                         | 3                     | 4.5 | 14  | 2                | 5   | 10  | 3                               | 6   | 18  | 3                   | 4.5 | 14  | 2                     | 6   | 12  | 3         | 6   | 18  | 3            | 5.5 | 17  | 101.5 | <b>5.34</b> |
| Acqua di lago                | 3                     | 4   | 12  | 2                | 6   | 12  | 3                               | 6   | 18  | 3                   | 4.5 | 14  | 2                     | 6   | 12  | 3         | 6   | 18  | 3            | 4.5 | 14  | 99.0  | <b>5.21</b> |
| Acqua di falda               | 3                     | 4.5 | 14  | 2                | 6   | 12  | 3                               | 6   | 18  | 3                   | 5   | 15  | 2                     | 6   | 12  | 3         | 6   | 18  | 3            | 5   | 15  | 103.5 | <b>5.45</b> |
| Acqua industriale rete AIL   | 3                     | 6   | 18  | 2                | 1   | 2   | 3                               | 6   | 18  | 3                   | 6   | 18  | 2                     | 6   | 12  | 3         | 6   | 18  | 3            | 5   | 15  | 101.0 | <b>5.32</b> |
| Acqua ind. centro di calcolo | 3                     | 4   | 12  | 2                | 1   | 2   | 3                               | 6   | 18  | 3                   | 2   | 6   | 2                     | 5   | 10  | 3         | 6   | 18  | 3            | 5   | 15  | 81.0  | <b>4.26</b> |

Si consiglia l'impiego di acqua di falda pompata da una propria stazione di pompaggio abbinandola alla rete del gas naturale con priorità di utilizzo falda.

## 4.2 Centrale termica unica o singola per ogni edificio

L'osservazione del territorio e degli oggetti che si sviluppano in modo simile al comparto liceale, sia come estensione e numero e dimensioni degli edifici presenti fa pensare che la soluzione corretta sia quella della centrale unica e rete di teleriscaldamento (OSC Mendrisio, Campus universitario USI Lugano, Cittadella di Mezzana Coldrerio, Teris Giubiasco, Edifici pubblici (5x) Coldrerio, Comparto scolastico Trevano ecc.).

In forma tabellare è stata eseguita una valutazione del progettista (possibile rivederla con la SL), definendo un grado di importanza ad alcune voci di giudizio ritenute opportune e assegnando una nota scolastica. La somma dei fattori risultanti da un punteggio totale trasformabile in nota scolastica

Nota (N) : 1 fino a 6

Grado di importanza (I) : 1 fino a 3

| Valutazione progettista | Investimento iniziale |   |     | Spazi per la tecnica |   |     | Realizzazione |   |     | Funzionalità / affidabilità |   |     | Gestione impianti |   |     | Manutenzione ordinaria |   |     | Sicurezza (Back-up) |   |     | Punti | Note |
|-------------------------|-----------------------|---|-----|----------------------|---|-----|---------------|---|-----|-----------------------------|---|-----|-------------------|---|-----|------------------------|---|-----|---------------------|---|-----|-------|------|
|                         |                       | P | IxP |                      | P | IxP |               | P | IxP | I                           | P | IxP | I                 | P | IxP | I                      | P | IxP | I                   | P | IxP |       |      |
| Centrale unica + TR     | 3                     | 5 | 15  | 2                    | 5 | 10  | 2             | 5 | 10  | 3                           | 6 | 18  | 2                 | 5 | 10  | 3                      | 6 | 18  | 3                   | 6 | 18  | 99.0  | 5.50 |
| Centrali singole        | 3                     | 4 | 12  | 2                    | 4 | 8   | 2             | 4 | 8   | 3                           | 6 | 18  | 2                 | 3 | 6   | 3                      | 4 | 12  | 3                   | 4 | 12  | 76.0  | 4.22 |

| Valutazione logistica | Investimento iniziale |   |     | Spazi per la tecnica |   |     | Realizzazione |   |     | Funzionalità / affidabilità |   |     | Gestione impianti |   |     | Manutenzione ordinaria |   |     | Sicurezza (Back-up) |   |     | Punti | Note |
|-----------------------|-----------------------|---|-----|----------------------|---|-----|---------------|---|-----|-----------------------------|---|-----|-------------------|---|-----|------------------------|---|-----|---------------------|---|-----|-------|------|
|                       |                       | P | IxP |                      | P | IxP |               | P | IxP | I                           | P | IxP | I                 | P | IxP | I                      | P | IxP | I                   | P | IxP |       |      |
| Centrale unica + TR   |                       |   |     |                      |   |     |               |   |     |                             |   |     |                   |   |     |                        |   |     |                     |   |     |       |      |
| Centrali singole      |                       |   |     |                      |   |     |               |   |     |                             |   |     |                   |   |     |                        |   |     |                     |   |     |       |      |

Si ricorda che in passato si è potuto usufruire di centrali molto compatte con fonti non rinnovabili, in particolare per quelle a gas. Con l'obbligo di utilizzare fonte rinnovabili lo spazio per singole centrali non sarebbe insignificante così come eventualmente la necessità di utilizzare dei camini.

Siamo quindi dell'avviso che la soluzione di centrale unica + teleriscaldamento sia quella corretta.

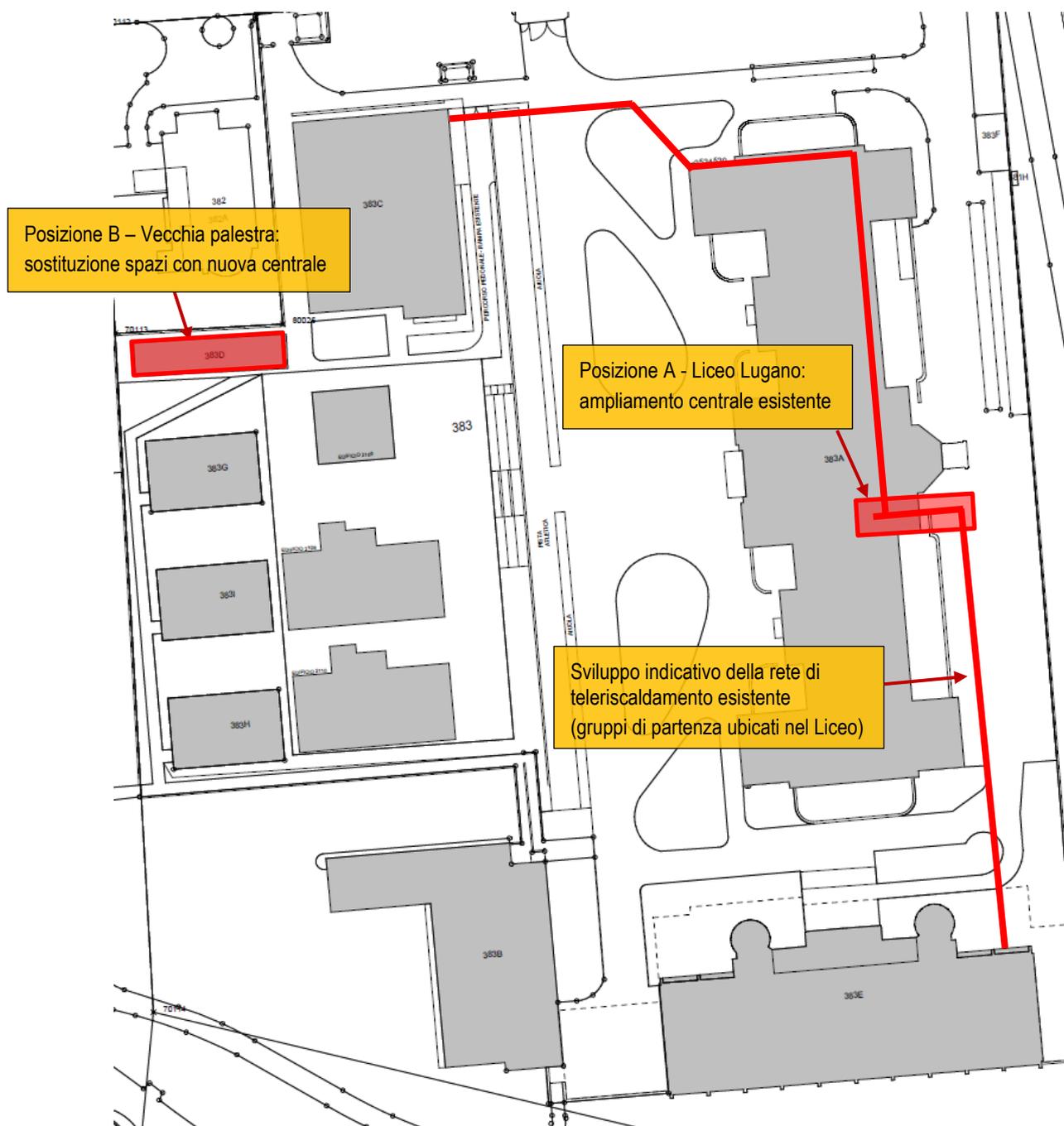
## 4.3 Ubicazione della/e centrale/i

Nel capitolo 4.2 la soluzione auspicata è quella di centrale unica. La sua ubicazione dipende da alcuni fattori come:

1. Situazione attuale centrale di teleriscaldamento e potenzialità
2. Necessità di spazio per la realizzazione finale della centrale a seconda della potenza necessaria
3. Necessità di spazio per la realizzazione finale della centrale a seconda della fonte energetica scelta
4. Spazio a disposizione in funzione delle future realizzazioni edificatorie
5. Tempistiche realizzative del campus

A tale scopo sono stati individuati due possibili ubicazioni della centrale unica:

- A. Posizione dell'attuale centrale Liceo con ampliamento
- B. Nuova centrale termica in sostituzione della vecchia palestra muscolare ubicata sulla parcella 383D



L'opportunità di sfruttare la rete di teleriscaldamento esistente datata 1999 è da prendere in considerazione osservato che la durata di vita è stimata in ca. 50 anni (purtroppo nel caso specifico la realizzazione di questa rete ha generato dei problemi prematuri di ermeticità si presume legati ad un'esecuzione non curata nei minimi dettagli).

L'attuale percorso della rete di teleriscaldamento si inserisce bene nel contesto delle future edificazioni le quali tendenzialmente verranno edificate ad ovest del sedime.

La soluzione B necessita il corretto posizionamento del manufatto per le canne fumarie (indicativamente 15~20m).

Si ricorda che attualmente sono in atto delle verifiche per capire se le condotte di teleriscaldamento siano ancora integre.

Si consiglia di applicare la soluzione A

Di seguito riportiamo quella che dovrebbe essere la configurazione finale della centrale e della rete di teleriscaldamento nel caso della soluzione A.



Nello studio Evolve SA si è pure pensato ad una centrale termica unica, però all'interno degli attuali spazi del Liceo 1. Si è preferito evitare questa soluzione e creare un nuovo corpo separato (vedi tavole successive) per i seguenti motivi:

1. Evitare di sacrificare spazio pregiato all'interno degli spazi scolatici.
2. Evitare di introdurre apparecchi rumorosi (Nel caso Evolve cogeneratore molto rumoroso)

#### 4.4 Risanamento energetico degli edifici / nuovi edifici

Ricordiamo che il Regolamento sull'Utilizzo dell'Energia (RUEn) prevede l'obbligatorietà di migliorare l'isolamento dell'involucro unicamente se la costruzione subisce delle trasformazioni significative come ad esempio il rifacimento delle solette, lo scrostamento dell'intonaco esterno fino a raggiungere la pietra/mattoni o quando uno spazio non riscaldato verrà poi riscaldato ad eccezione di edifici storici dove è però auspicabile risanare tutti quegli elementi costruttivi che mantengono comunque intatta la qualità storica dell'edificio (Serramenti/solette verso non riscaldato o terreno, Tetti).

Ciò comporterebbe notevoli benefici in termini di:

- a. Impianto di riscaldamento meno potente e più "contenuto" (minor investimento e spazio per la tecnica)
- b. Sensibile diminuzione dei costi d'esercizio
- c. Possibilità di ricevere degli incentivi sui lavori di isolamento termico
- d. Benessere termico (non monetizzabile)

Per tutti i nuovi edifici dall'introduzione del RUEn e dell'obbligatorietà di realizzare edifici secondo lo standard Minergie ha portato ad un sensibile diminuzione del fabbisogno energetico e delle potenze necessarie (minor investimento per l'impiantistica). I limiti energetici e la tecnica a disposizione continueranno ad avere un'evoluzione verso la diminuzione del fabbisogno, ma probabilmente meno marcata del trend avuto dall'inizio dell'obbligatorietà di Minergie.

Pertanto il risanamento della centrale termica dovrà tener conto dei possibili scenari, presenti e futuri, individuando una configurazione che potrebbe facilmente adattarsi ai diversi sviluppi temporali.

#### Situazione futura considerata

- a. Liceo Cantonale 1 (ca. 650 studenti), mantenendo la funzione generale attuale dello stabile ed integrando le attività didattiche traslocate dal palazzetto delle scienze come laboratori di matematica, fisica, biologia e chimica, lo sfruttamento del sottotetto.
- b. Nuovo edificio per scuola media (ca. 250-300 studenti)
- c. Nuova mensa per gli studenti (grado di utilizzo non conosciuto)
- d. Nuove palestre -> 3x
- e. Nuova aula magna
- f. Biblioteca attuale. Lavori di risanamento termico all'involucro ipotizzabili non prima dei prossimi 20 anni
- g. Nuova piscina coperta -> 1x

Come riferimento volumetrico finale si è immaginato che tutti i nuovi spazi saranno assorbiti da quelli abbattuti o risanati e il doppio del volume degli attuali moduli provvisori:

Concretamente:

Superficie edificata attuale : 6'100 m<sup>2</sup>

Volume edificato attuale : 87'500 m<sup>3</sup>

Superficie edificata futura : 7'200 m<sup>2</sup>

Volume edificato futuro : 96'600 m<sup>3</sup>

## 5 SVILUPPO TEMPORALE DELLA CENTRALE TERMICA

Sulla superficie del comparto sono in fase di realizzazione 3 progetti distinti che sostanzialmente non andranno a modificare l'attuale configurazione della produzione di calore, se si dà per scontato l'utilizzo coscienzioso dei nuovi impianti ed il rispetto di tutte le direttive di funzionamento/manutenzione.

Per cui la necessità di un intervento sulla centrale termica attuale è dettata da:

1. Riconoscimento delle segnalazioni fornite dai manutentori che comunicano che nell'edificio principale Liceo 1, il confort termico viene difficilmente raggiunto dappertutto nei periodi molto freddi.
2. Se quanto segnalato nel preambolo non fosse realizzabile (non dipende dal progettista, ma dall'utente)
3. Attendere l'ordine di risanamento ufficiale (oggi inesistente, quindi non esecutivo prima dei prossimi 2 anni)
4. Attendere la rottura delle caldaie (non ideale).

La realizzazione di una centrale termica così come proposta, dalla sua progettazione fino alla messa in funzione, avrebbe una durata di ca. 1 anno.

A titolo di massima abbiamo rielaborato le considerazioni contenute nello studio Evolve intersecando le informazioni in merito al nuovo comparto SUPSI di Mendrisio e all'adattamento del campus collina di Trevano:

|             |   |
|-------------|---|
| 2018 – 2019 | Progettazione del risanamento del Liceo Cantonale 1 (compreso modifiche palazzetto delle scienze ed ampliamento spazi provvisori. |
| Fine 2019   | Messaggio per progettazione del Masterplan del Comparto scolastico e la progettazione del Liceo                                   |
| 2019 – 2021 | Realizzazione modifiche palazzetto delle scienze ed ampliamento spazi provvisori  |
| 2020        | Sviluppo del Masterplan del Comparto scolastico   |
| 2021 – 2023 | Progettazione dei nuovi spazi e/o risanamento stabili attuali del Comparto scolastico   |
| 2022 – 2024 | Risanamento del Liceo Cantonale 1 ( <i>con svuotamento del Comparto scolastico dal 2022</i> )                                     |
| 2024 – 2027 | Costruzione dei nuovi stabili e/o risanamento stabili attuali del Comparto scolastico   |

Accettando i concetti esposti nei capitoli precedenti e le considerazioni elencate sopra, possiamo affermare che la prima data di completamento della centrale termica possibile è pensabile per l'autunno 2021.

È comunque possibile un intervento parziale già entro l'autunno 2020 (potenziamento di una sola caldaia a gas) nel caso si ritenga che effettivamente oggi la potenza disponibili sia effettivamente al limite/insufficiente.

La seconda data per la realizzazione dell'ammodernamento della centrale è quella di attendere i risultati del masterplan in modo che si possano integrare tutte le conoscenze progettuali.

## 6 TIPOLOGIE APPARECCHI, POTENZE, DATI TECNICI

### 6.1 Definizione nuove potenze, temperature d'esercizio

Nello studio elaborato da Evolve SA, nel capitolo 4.2 è presente un'esaustiva descrizione degli impianti esistenti. Annotiamo delle divergenze in merito alle temperature di mandata dei terminali di emissione di calore. Per il Liceo 1 ad esempio le temperature attuali d'esercizio verificate tramite le curve di riscaldamento attualmente impostate sono di ca. 68°C e non di 52°C per la temperatura di dimensionamento dell'impianto (-2°C).

La potenza totale del sistema di produzione di calore deve soddisfare:

- Potenza riscaldamento perdite per trasmissione
- Potenza riscaldamento perdite per ventilazione
- Produzione di acqua calda sanitaria
- Riscaldamento piscina

La potenza stimata per l'intero comparto completamente realizzato è quantificata in **ca. 1700 kW**

Idealmente sarebbe auspicabile regolare la temperatura di mandata delle condotte di teleriscaldamento in funzione della temperatura esterna con temperature d'esercizio massima di 55°C per la temperatura di dimensionamento dell'impianto (-2°C).

Ciò non risulta possibile quando nei diversi stabili viene prodotta una quantità importante di acqua calda sanitaria (es. per docce palestra o docce piscina, cucina mensa).

È quindi necessario l'impiego di produttori di calore per funzionamento parallelo – bivalente in modo da poter coprire le esigenze sia della configurazione attuale degli impianti/edifici e quella definitiva.

#### Attuale

|  |        |
|--|--------|
| Temperatura d'esercizio teleriscaldamento rete verso mensa palestra        | 70°C*  |
| Temperatura d'esercizio teleriscaldamento rete verso palazzo delle scienze | 70°C*  |
| Temperatura d'esercizio Liceo 1 (nuovo dopo risanamento)                   | 50°C** |

\* Costante indipendentemente dalla temperatura esterna

\*\* Variabile in funzione della temperatura esterna

#### Futura

|  |         |
|--|---------|
| Temperatura d'esercizio teleriscaldamento rete verso mensa palestra        | 65°C*** |
| Temperatura d'esercizio teleriscaldamento rete verso palazzo delle scienze | 65°C*** |
| Temperatura massima d'esercizio di tutte le utenze                         | 50°C**  |
| Temperatura massima d'esercizio per produzione ACS                         | 60°C    |
| Temperatura massima d'esercizio per programma anti legionella              | 70°C    |

\*\*\* Variabile in funzione della temperatura esterna con valore minimo soglia di 55°C

\*\* Variabile in funzione della temperatura esterna

## 6.2 Tipologia impianto

Considerata l'importanza del numero di edifici riscaldati ed il numero di utenti presenti ed i tempi d'attesa in caso di mal funzionamenti è prioritario usufruire di impianti idraulici 100% ridondanti (Back-up) a partire dal prelievo di acqua di falda, erogatori di potenza, pompe di circolazione ecc.

### 6.2.1 Tipologia impianti con risanamento situazione attuale

L'intervento previsto è la sostituzione della produzione di calore e di tutti i componenti presenti nella centrale termica del Liceo, attualmente già vetusta e con molti dei componenti in stato precario o vicini al termine della loro vita utile (20-25 anni).

Si propone di sostituire le due caldaie a gas esistenti (2 x 590 kW) con:

- a) Una caldaia a condensazione con potenza modulante (2 x 270 - 900 kW) che sfrutta la linea e la componentistica gas già esistente (verifica con AIL necessaria).
- b) Una termopompa acqua-acqua di falda (1 x 600 kW), che copre il restante fabbisogno e permette di rispettare la quota minima di produzione da energia rinnovabile (40% dell'attuale fabbisogno di riscaldamento). Temperatura massima di funzionamento -> 60°C. Erogazione della potenza a 4 stati.

La potenza installata delle caldaie a gas è già quella finale. In questo modo è garantito da subito il back-up senza dover intervenire più volte. Le caldaie essendo sovradimensionate saranno previste per un funzionamento alternato fra di loro. La termopompa avrà sempre un funzionamento prioritario ma comunque parallelo ad una delle due caldaie. In caso di problema all'erogazione di gas (poco probabile) la copertura in back-up non è invece garantita (rischio accettabile).

Oltre ai produttori di calore l'impiantistica principale prevista sarà composta da:

1. Stazione di pompaggio con due pompe e regolatori di frequenza per prelievo variabile di acqua di falda \*
2. Dispositivo di filtraggio e scambiatori di calore secondo indicazione ufficio cantonale \*
3. Accumulatore energetico di 8'000 ltr.
4. Condotte di evacuazione dei gas di scarico \*
5. Dispositivi di sicurezza e riempimento automatico \*
6. Dispositivo di regolazione per il controllo e la gestione di tutti gli impianti nella centrale termica \*\*
7. Rifacimento gruppi di teleriscaldamento esistenti

Lavori significativi relazionati alla produzione di calore

1. Realizzazione pozzo di captazione (ev. di restituzione se nel fiume non possibile) \*
2. Realizzazione manufatto stazione di pompaggio \*
3. Scavi per posa tubi di collegamento dell'acqua di falda \*
4. Ampliamento della centrale di riscaldamento (vedi illustrazione) \*\*\*
5. Potenziamento della linea di alimentazione elettrica della centrale (già per la soluzione finale) \*

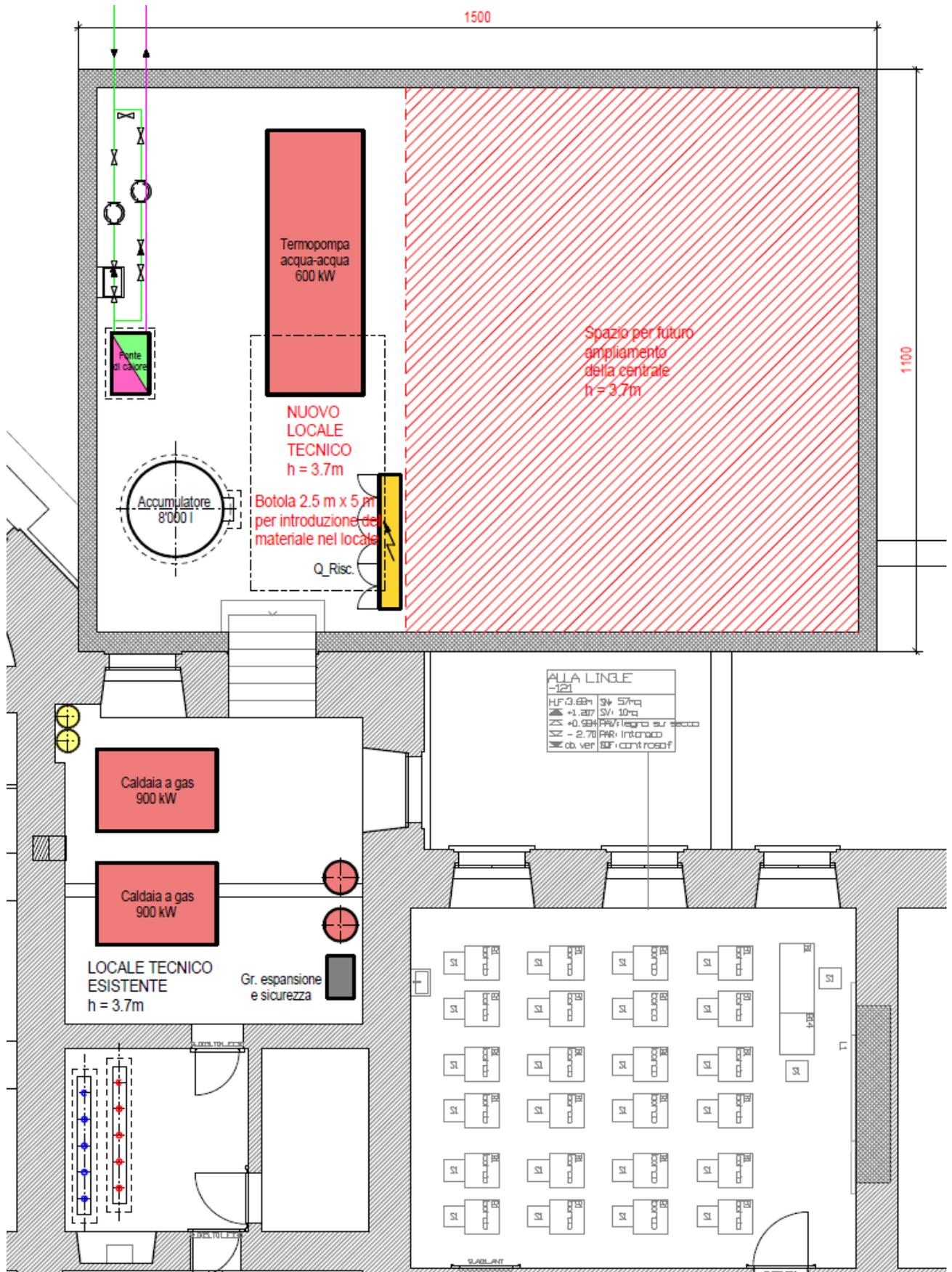
\* Realizzazione impianto/opera già per situazione finale

\*\* Realizzazione impianto predisposto per essere ampliato

\*\*\* A titolo informativo viene rappresentata la situazione per la soluzione attuale anche si auspica venga realizzata subito quella definitiva.

Ricordiamo che nel capitolo 5 si ipotizza l'intervento sostitutivo a breve termine di una sola caldaia. Questo intervento necessita di pochi adattamenti all'interno dell'attuale centrale termica.

Di seguito riportiamo una pianta con illustrazione della nuova configurazione della centrale termica.  
 (quota superiore filo piazzale; si consiglia di effettuare scavo completo in previsione degli spazi finali)



## 6.2.2 Tipologia impianti con risanamento situazione finale

Dopo la realizzazione del primo intervento si potranno attendere gli sviluppi del comparto, valutando volta per volta le reali potenze che andranno ad aggiungersi. Si potrà sempre decidere se e quando aggiungere le nuove pompe di calore, evidentemente tenendo sempre conto della quota di fonti rinnovabili da impiegare.

La configurazione finale diventerebbe

- a) Una caldaia a condensazione con potenza modulante (2 x 270 - 900 kW) che sfrutta la linea e la componentistica gas già esistente.
- b) Tre termopompe acqua-acqua di falda (3 x 600 kW). Temperatura massima di funzionamento -> 60°C. Erogazione della potenza a 12 stati.

In questo modo viene coperto il 90% del fabbisogno di riscaldamento e rispettata ampiamente la quota minima di produzione da energia rinnovabile (40% dell'attuale fabbisogno di riscaldamento e 50% per l'acqua calda -> positivo in previsione di un irrigidimento delle norme a favore delle energie rinnovabili).

Back-up garantito al 100% in caso di defezione di una delle due fonti di energia.

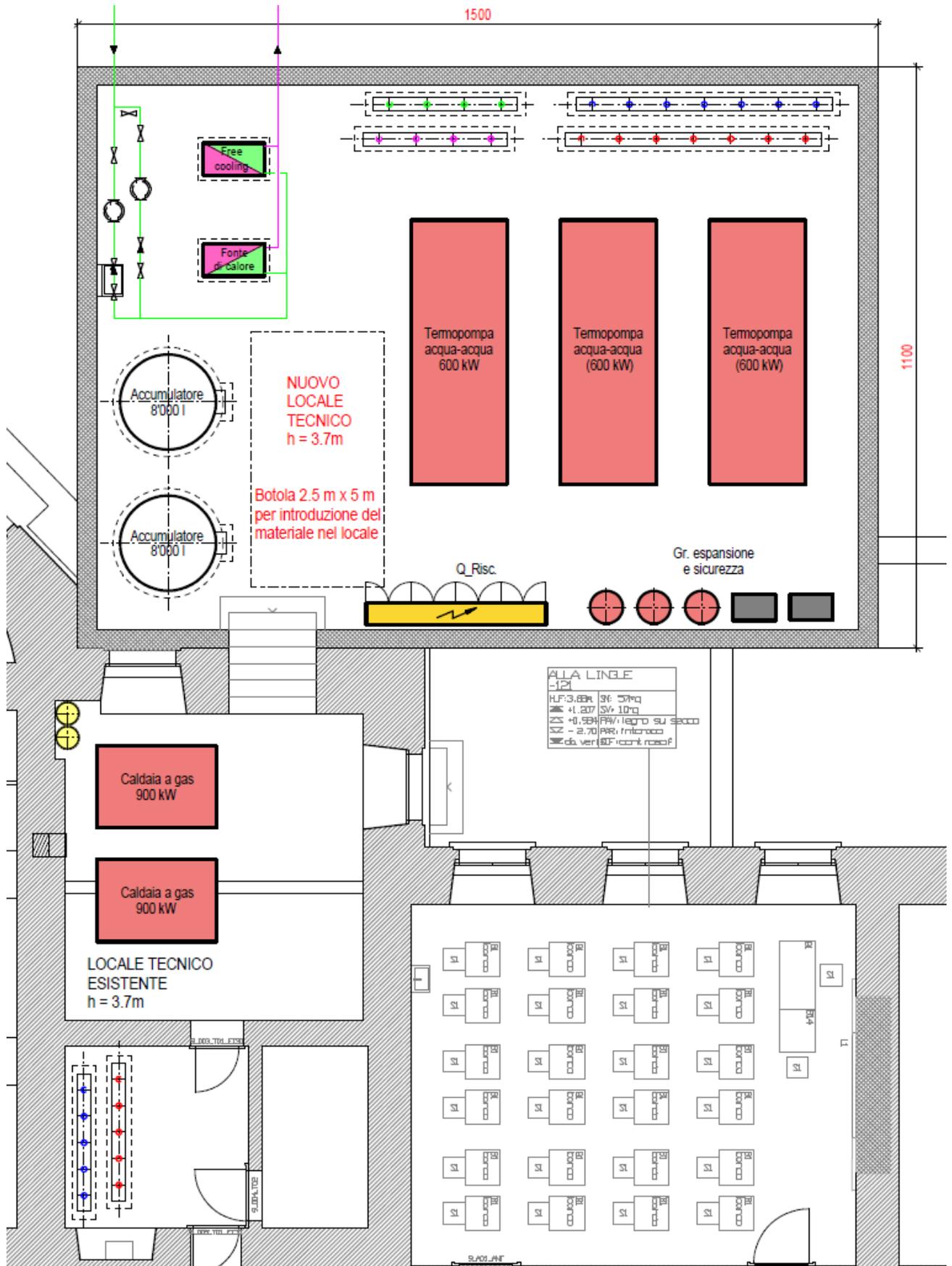
Oltre ai produttori di calore l'impiantistica principale prevista sarà composta da:

1. Accumulatore energetico aggiuntivo di 8'000 ltr -> totale 16'000 ltr.
2. Integrazione componenti nell'impiantistica di regolazione presente nella centrale termica
3. Aggiunta nuovo gruppo di teleriscaldamento (a dipendenza dell'evoluzione del campus)
4. Adattamento/sostituzione rete di teleriscaldamento esistente

Lavori significativi relazionati alla produzione di calore

6. Scavi per posa tubi di teleriscaldamento (nuova condotta / risanamento rete esistente)
7. Ampliamento della centrale di riscaldamento (vedi illustrazione)
8. Completamento allacciamenti alla linea di alimentazione elettrica principale delle termopompe

Di seguito riportiamo una pianta con illustrazione della configurazione finale della nuova centrale termica.  
(quota superiore filo piazzale)



## Nota A

L'utilizzo di cogeneratori a gas è una soluzione ottimale per impieghi su vaste aree, con richieste elevate di energia elettrica/calore e prelievo costante per tutto l'anno.

Evolve SA ha individuato nel cogeneratore a gas una soluzione ottimale per il campus scolastico del Liceo.

Evidenziamo alcune problematiche a riguardo che ci hanno fatto scartare questa soluzione:

- La richiesta di energia elettrica e calore non così costante e regolare per i seguenti motivi:
  - uso prevalente in orario giornaliero scolastico 7-17 (calore sì corrente no)
  - lungo periodo di chiusura/inattività in estate (nessuna esigenza)
  - bassa richiesta calore nel periodo giugno/settembre, in quanto richiesta di acqua calda sanitaria è modesta e la sua produzione viene in parte decentralizzata.
- Numero di ore di funzionamento garantito per l'impianto di cogenerazione risulta dunque modesto e inferiore alle 5'000-6'000 ore minime annue che garantiscono di ripagare investimento.

## Nota B

La bontà ecologica di tutti i concetti proposti avrebbe a tutti gli effetti un senso compiuto definendo da subito la provenienza della corrente elettrica necessaria all'azionamento dei macchinari. Se una quota potrebbe provenire da un'auto produzione (panelli fotovoltaici sui tetti dei diversi edifici) è logico pensare ad un consumo di energia elettrica di marchio certificato green (idroelettrico/eolico).

## Nota C

Il progetto prevede in ogni fase temporale del suo sviluppo fino alla situazione finale, un impianto di back-up con le caldaie a gas. Riteniamo che per progetti di questa estensione e numero di utenti un sistema di emergenza sia giustificato. Dal punto di vista finanziario su un investimento globale di fr. 3'350'000 l'impatto del back-up è di ca. 350'000.- (IVA ed onorari esclusi).

## 6.3 Indicazione per progettazioni sotto centrali termiche

Per usufruire di un impianto di produzione del calore efficiente ed efficace, lo stesso va armonizzato con le sottocentrali al fine di poter produrre e trasportare l'energia che l'utenza realmente necessita.

Per il dimensionamento e scelta dei materiali della sottocentrale si dovrà tenere in considerazione:

- Temperature d'esercizio massime utenze 45°C
- Temperatura massima ACS sanitaria 55°C
- Programma legionella: temperatura disponibile teleriscaldamento 70°C
- Produzione di acqua calda sanitaria in loco se fabbisogno ridotto
- Dimensionamento scaldacqua sanitario previsto per due cariche giornaliere nel caso di grandi utenze (es. docce spogliatoi palestra, docce spogliatoi piscina, cucina mensa scolastica)
- Scambiatore di calore teleriscaldamento ->  $\Delta t_{\text{primario-secondario}}$  2 K
- Scambiatore di calore teleriscaldamento ->  $\Delta p_{\text{primario-secondario}}$  15 kPa
- Sistema di regolazione con protocollo di comunicazione aperto (es. BACnet) comunicante con la centrale

## 6.4 Sinergie con raffreddamento

Considerato le esigenze attuali nei diversi edifici e a quelle future riteniamo una buona idea poter usufruire di una rete di raffreddamento.

Si possono ipotizzare due scenari:

- A. Utilizzo ed ampliamento della rete dell'acqua industriale gestita da AIL SA
- B. Realizzazione di una propria rete di distribuzione simile a quella di AIL prelevando l'acqua dal medesimo pozzo utilizzato per il riscaldamento. L'acqua non può essere riportata in canalizzazione ma nel pozzo di restituzione (o nel fiume). In questo modo è possibile anche un prelievo di acqua dal pozzo (vedi cap. 4.1.9).

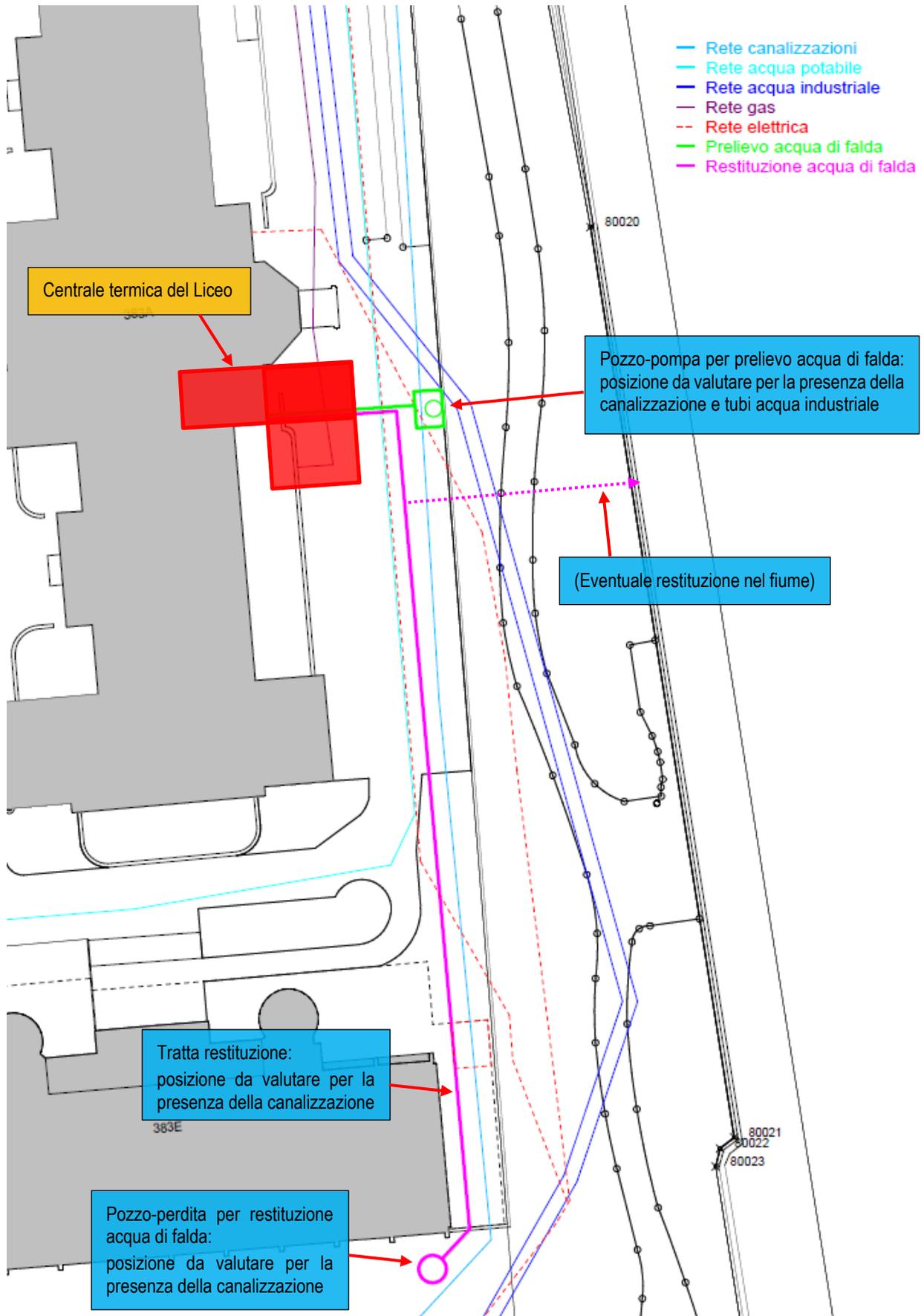
Si ricorda che in tutte e due i casi, se in un edificio fosse necessario un processo di deumidificazione, questo non sarebbe garantito tramite l'acqua. In effetti l'acqua industriale o quella di falda può variare fra i 7 e 10°C sul punto di arrivo nelle sotto centrali. Spesso vengono utilizzati degli scambiatori di calore per salvaguardare gli impianti all'interno degli edifici dalla sporcizia e corrosione. La conseguenza è che la temperatura effettivamente disponibile per il raffreddamento sul lato secondario varia da 9 a 11°C. Il processo di deumidificazione non è sempre garantito.

Ad eccezione di questa particolarità, questo scenario particolarmente efficiente è compatibile con gli standard energetici Minergie.

La realizzazione di questa rete potrebbe avvenire parallelamente alla posa di nuove condotte di teleriscaldamento. Se da un lato si beneficia di uno scavo unico ciò può essere controproducente se la condotta di raffreddamento non dovesse essere isolata convenientemente (interferenze termiche con teleriscaldamento).

Analogamente alle riflessioni fatte per la scelta della fonte energetica è preferibile la realizzazione di una propria rete con acqua di falda.

In conclusione riportiamo quello che potrebbe essere indicativamente lo sviluppo ipotetico dell'impianto ad acqua di falda.



## 7 INVESTIMENTO

La stima dei costi è stata realizzata senza l'usufrutto di offerte ma stimando gli interventi paragonandoli a operazioni di risanamento/ampliamento effettuate in passato per lavori analoghi per impianti RVCS +/-25% senza IVA. Si ricorda che i costi collaterali legati al risanamento della centrale termica (CCC21 + CCC23) riguardano solo quelli legati agli impianti RVCS. La stima dei costi +/-30% senza IVA

In un primo riassunto vengono elencati i costi tappa per tappa ed il totale alla fine dei lavori per la soluzione scelta con acqua di falda. È stato pure computato il caso con acqua industriale in modo da avere un riscontro anche nel capitolato successivo della redditività.

- A. Sostituzione solo di una caldaia
- B. Centrale termica per coprire fabbisogno attuale
- C. Centrale termica per coprire fabbisogno totale -> con acqua di falda
- D. Centrale termica per coprire fabbisogno totale -> con acqua industriale

|            |  | Tappa A        | Tappa B        | Tappa C        | Situazione finale<br>con acqua di falda | Situazione finale<br>con acqua<br>industriale |
|------------|--|----------------|----------------|----------------|---|---|
| <b>21</b>  | <b>Opere murarie / diversi</b>           |                |                |                |   |   |
| 21.1       | Cantiere                                 | 0              | 40'000         | 0              | 40'000                                  | 40'000  |
| 21.2       | Scavi per centrale                       | 0              | 223'100        | 0              | 223'100                                 | 143'100                                       |
| 21.3       | Scavi per teleriscaldamento              | 0              | 0              | 0              | 0                                       | 0   |
| 21.4       | Opere murarie                            | 4'100          | 339'300        | 5'600          | 349'000                                 | 349'000                                       |
| 21.5       | Strutture metalliche                     | 0              | 6'000          | 0              | 6'000                                   | 6'000   |
| 21.6       | Porte, Aperture                          | 5'000          | 15'000         | 0              | 20'000                                  | 20'000  |
| 21.7       | Finiture                                 | 2'300          | 39'500         | 5'500          | 47'300                                  | 47'300  |
| 21.8       | Tetto                                    | 2'000          | 0              | 0              | 2'000                                   | 2'000   |
| 21.9       | Diversi                                  | 2'100          | 99'500         | 1'700          | 103'300                                 | 103'300                                       |
|            | Imprevisti 10% su tutte le prestazioni   | 1'400          | 76'300         | 1'300          | 79'000                                  | 79'000  |
| <b>21</b>  | <b>Totale opera murarie / diversi</b>    | <b>16'900</b>  | <b>838'700</b> | <b>14'100</b>  | <b>869'700</b>                          | <b>789'700</b>                                |
| <b>23</b>  | <b>Impianto elettrico</b>                |                |                |                |   |   |
| 232.1      | Quadro elettrico                         | 500            | 10'000         | 30'000         | 40'500                                  | 38'500  |
| 232.2      | Installazioni                            | 4'400          | 34'300         | 13'100         | 51'800                                  | 47'800  |
| <b>23</b>  | <b>Tot. imp. di riscaldamento</b>        | <b>4'900</b>   | <b>44'300</b>  | <b>43'100</b>  | <b>92'300</b>                           | <b>86'300</b>                                 |
| <b>24</b>  | <b>Imp. di riscaldamento e ventilaz.</b> |                |                |                |   |   |
| <b>241</b> | <b>Stoccaggio del calore</b>             | <b>3'000</b>   | <b>106'500</b> | <b>0</b>       | <b>109'500</b>                          | <b>79'500</b>                                 |
| 242.1      | Alimentazione esterna                    | 0              | 103'500        | 0              | 103'500                                 | 73'500  |
| 242.2      | Apparecchi d'alimentazione               | 3'000          | 3'000          | 0              | 6'000                                   | 6'000   |
| <b>242</b> | <b>Produzione di calore</b>              | <b>171'100</b> | <b>406'600</b> | <b>356'800</b> | <b>934'500</b>                          | <b>934'500</b>                                |
| 242.3      | Generatore di calore                     | 79'200         | 197'800        | 220'800        | 497'800                                 | 497'800                                       |
| 242.4      | Condotte                                 | 6'900          | 22'800         | 18'000         | 47'700                                  | 47'700  |
| 242.5      | Rubineria e strumenti                    | 10'000         | 53'000         | 94'000         | 157'000                                 | 157'000                                       |
| 242.4      | Apparecchi                               | 20'000         | 78'000         | 24'000         | 122'000                                 | 122'000                                       |
| 242.5      | Camino                                   | 55'000         | 55'000         | 0              | 110'000                                 | 110'000                                       |
| <b>244</b> | <b>Impianto di ventilazione</b>          | <b>0</b>       | <b>14'600</b>  | <b>0</b>       | <b>14'600</b>                           | <b>14'600</b>                                 |
| 244.0      | Centrale di ventilazione                 | 0              | 6'500          | 0              | 6'500                                   | 6'500   |
| 244.1      | Canali                                   | 0              | 5'100          | 0              | 5'100                                   | 5'100   |
| 244.2      | Griglie e diffusori                      | 0              | 500            | 0              | 500                                     | 500   |
| 244.3      | Apparecchi ed accessori                  | 0              | 2'500          | 0              | 2'500                                   | 2'500   |

|            |   |                |                |                |                  |                  |
|------------|---|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| <b>248</b> | <b>Isolamento impianti</b>                    | <b>8'200</b>   | <b>50'800</b>  | <b>47'800</b>  | <b>106'800</b>   | <b>106'800</b>   |
| 248.1      | Isolamento riscaldamento produzione           | 8'200          | 50'200         | 47'800         | 106'200          | 106'200          |
| 248.2      | Isolamento impianti di ventilazione           | 0              | 600            | 0              | 600              | 600              |
| <b>249</b> | <b>Diversi</b>                                | <b>11'000</b>  | <b>25'000</b>  | <b>10'000</b>  | <b>46'000</b>    | <b>46'000</b>    |
| 249.1      | Smontaggi riscaldamento                       | 3'000          | 9'000          | 0              | 12'000           | 12'000           |
| 249.2      | Prestazioni diverse ed adattamenti            | 4'500          | 5'500          | 3'000          | 13'000           | 13'000           |
| 249.3      | Documenti di revisione e collaudi             | 1'500          | 4'500          | 3'000          | 9'000            | 9'000            |
| 249.4      | Regie   | 2'000          | 6'000          | 4'000          | 12'000           | 12'000           |
| <b>24</b>  | <b>Tot. imp. di riscaldamento e ventilaz.</b> | <b>193'300</b> | <b>603'500</b> | <b>414'600</b> | <b>1'211'400</b> | <b>1'181'400</b> |

|            |  |          |               |          |               |               |
|------------|--|----------|---------------|----------|---------------|---------------|
| <b>25</b>  | <b>Impianti sanitari</b>                       |          |               |          |               |               |
| <b>253</b> | <b>Apparecchi d'alimentazione e di scarico</b> | <b>0</b> | <b>8'000</b>  | <b>0</b> | <b>8'000</b>  | <b>4'000</b>  |
| 253.1      | Pompe di sollevamento                          | 0        | 8'000         | 0        | 8'000         | 4'000         |
| <b>254</b> | <b>Condotte sanitarie</b>                      | <b>0</b> | <b>14'200</b> | <b>0</b> | <b>14'200</b> | <b>14'200</b> |
| 254.1      | Condotte acqua fredda                          | 0        | 5'400         | 0        | 5'400         | 5'400         |
| 254.2      | Condotte d'evacuazione acque chiare            | 0        | 8'800         | 0        | 8'800         | 8'800         |
| <b>255</b> | <b>Isolamento installazioni sanitarie</b>      | <b>0</b> | <b>3'900</b>  | <b>0</b> | <b>3'900</b>  | <b>3'900</b>  |
| 255.0      | Isolamento acqua fredda                        | 0        | 1'500         | 0        | 1'500         | 1'500         |
| 255.1      | Isolamento d'evacuazione acque chiare          | 0        | 2'400         | 0        | 2'400         | 2'400         |
| <b>259</b> | <b>Diversi</b>                                 | <b>0</b> | <b>35'000</b> | <b>0</b> | <b>35'000</b> | <b>35'000</b> |
| 249.1      | Smontaggi                                      | 0        | 18'000        | 0        | 18'000        | 18'000        |
| 249.2      | Allacciamenti speciali                         | 0        | 6'000         | 0        | 6'000         | 6'000         |
| 249.3      | Documenti di revisione e collaudi              | 0        | 6'000         | 0        | 6'000         | 6'000         |
| 249.4      | Regie  | 0        | 5'000         | 0        | 5'000         | 5'000         |
| <b>25</b>  | <b>Totale impianti sanitari</b>                | <b>0</b> | <b>61'100</b> | <b>0</b> | <b>61'100</b> | <b>57'100</b> |

|           |                                       |               |               |               |                |                |
|-----------|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| <b>34</b> | <b>Impianti di regolazione</b>        |               |               |               |                |                |
| 347.1     | Regolazione riscaldamento             | 6'000         | 33'600        | 50'400        | 90'000         | 90'000         |
| 347.2     | Regolazione diversi                   | 30'000        | 17'000        | 0             | 47'000         | 47'000         |
| 347.3     | Regolazione ventilazione              | 0             | 1'300         | 0             | 1'300          | 1'300          |
| 347.4     | Regolazione ambiente                  | 0             | 0             | 0             | 0              | 0              |
| 347.5     | Regolazione freddo                    | 0             | 18'800        | 0             | 18'800         | 9'800          |
| 347.7     | Quadro elettrico                      | 3'000         | 8'000         | 4'000         | 15'000         | 15'000         |
| <b>34</b> | <b>Totale impianti di regolazione</b> | <b>39'000</b> | <b>78'700</b> | <b>54'400</b> | <b>172'100</b> | <b>163'100</b> |

|                                      |                |                |                |                  |                  |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| <b>TOTALE impianti (arrotondato)</b> | <b>232'300</b> | <b>743'300</b> | <b>469'000</b> | <b>1'444'600</b> | <b>1'401'600</b> |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|

|                            |                |                  |                |                  |                  |
|----------------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| <b>TOTALE investimento</b> | <b>254'100</b> | <b>1'626'300</b> | <b>526'200</b> | <b>2'406'600</b> | <b>2'277'600</b> |
|----------------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|------------------|

Costi non considerati:

- Tasse
- Onorari

Le tempistiche realizzative di questa parte d'opera non sono ben definite e non sono strettamente legate alla centrale termica se non alla sostituzione della rete di teleriscaldamento -> medesimo scavo. Per cui sono state quotate come se fossero eseguite separatamente. Le soluzioni F e G sono da considerarsi come varianti sempre rappresentate per poter essere paragonate nel capitolo successivo. Per quanto riguarda la quotazione finanziaria valgono le condizioni precedenti.

D. Rete di teleriscaldamento

F. Rete di tele raffreddamento propria con acqua di falda

G. Rete di tele raffreddamento ALL

|                                      |   | Teleriscaldamento |          | Variante F     | Variante G     |
|--------------------------------------|---|-------------------|----------|----------------|----------------|
| <b>21</b>                            | <b>Opere murarie / diversi</b>                |                   |          |                |                |
| 21.1                                 | Cantiere                                      | 35'000            | 0        | 35'000         | 35'000         |
| 21.3                                 | Scavi per teleriscaldamento                   | 143'400           | 0        | 143'400        | 143'400        |
| 21.4                                 | Opere murarie                                 | 15'000            | 0        | 15'000         | 15'000         |
| 21.9                                 | Diversi                                       | 29'100            | 0        | 29'100         | 29'100         |
|                                      | Imprevisti 10% su tutte le prestazioni        | 8'000             | 0        | 8'000          | 8'000          |
| <b>21</b>                            | <b>Totale opera murarie / diversi</b>         | <b>195'500</b>    | <b>0</b> | <b>195'500</b> | <b>195'500</b> |
| <b>23</b>                            | <b>Impianto elettrico</b>                     |                   |          |                |                |
| 232.2                                | Installazioni                                 | 37'500            | 0        | 0              | 0              |
| <b>23</b>                            | <b>Tot. imp. di riscaldamento</b>             | <b>37'500</b>     | <b>0</b> | <b>0</b>       | <b>0</b>       |
| <b>24</b>                            | <b>Imp. di riscaldamento e ventilaz.</b>      |                   |          |                |                |
| <b>242</b>                           | <b>Produzione di calore</b>                   | <b>600'000</b>    | <b>0</b> | <b>0</b>       | <b>0</b>       |
| 242.1                                | Condotte                                      | 480'000           | 0        | 0              | 0              |
| 242.2                                | Apparecchi                                    | 120'000           | 0        | 0              | 0              |
| <b>246</b>                           | <b>Impianto di raffreddamento</b>             | <b>0</b>          | <b>0</b> | <b>450'000</b> | <b>321'000</b> |
| 246.2                                | Condotte                                      | 0                 | 0        | 330'000        | 201'000        |
| 246.3                                | Rubineria e strumenti                         | 0                 | 0        | 30'000         | 0              |
| 246.4                                | Apparecchi                                    | 0                 | 0        | 90'000         | 120'000        |
| <b>249</b>                           | <b>Diversi</b>                                | <b>30'000</b>     | <b>0</b> | <b>0</b>       | <b>0</b>       |
| 249.1                                | Smontaggi riscaldamento                       | 10'000            | 0        | 0              | 0              |
| 249.2                                | Prestazioni diverse ed adattamenti            | 6'000             | 0        | 0              | 0              |
| 249.3                                | Documenti di revisione e collaudi             | 6'000             | 0        | 0              | 0              |
| 249.4                                | Regie   | 8'000             | 0        | 0              | 0              |
| <b>24</b>                            | <b>Tot. imp. di riscaldamento e ventilaz.</b> | <b>630'000</b>    | <b>0</b> | <b>450'000</b> | <b>321'000</b> |
| <b>34</b>                            | <b>Impianti di regolazione</b>                |                   |          |                |                |
| 347.4                                | Regolazione sottostazioni                     | 80'000            | 0        | 80'000         | 80'000         |
| <b>34</b>                            | <b>Totale impianti di regolazione</b>         | <b>80'000</b>     | <b>0</b> | <b>80'000</b>  | <b>80'000</b>  |
| <b>TOTALE impianti (arrotondato)</b> |   | <b>710'000</b>    | <b>0</b> | <b>530'000</b> | <b>401'000</b> |
| <b>TOTALE investimento</b>           |   | <b>943'000</b>    | <b>0</b> | <b>725'500</b> | <b>596'500</b> |

Costi non considerati:

- Tasse
- Onorari

## 8 REDDITIVITÀ

Si è proceduto ad una verifica sulla redditività degli impianti per giustificare anche le scelte fatte con la definizione del vettore energetico e della tipologia di impianti.

| Varianti                                     | Caldo                                |                                     | Freddo           |                |                |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------|----------------|----------------|
|  | Situazione finale con acqua di falda | Situazione finale acqua industriale | Var. F           | Var. G         |                |
| <b>Costi d'investimento [Fr.]</b>            |                                      |                                     |                  |                |                |
| Impianti tecnici + lavori terzi              | 25 anni                              | 1'475'800                           | 1'430'800        | 530'000        | 401'000        |
| Impianti tecnici + lavori terzi              | 40 anni                              | 930'800                             | 846'800          | 195'500        | 195'500        |
| Costo totale del risanamento                 |                                      | <b>2'406'600</b>                    | <b>2'277'600</b> | <b>725'500</b> | <b>596'500</b> |
| <b>Costi del capitale [Fr./a]</b>            |                                      |                                     |                  |                |                |
| Interessi sui capitali                       |                                      | 5.0%                                | 5.0%             | 5.0%           | 5.0%           |
| Annualità impianti tecnici                   | 25 anni                              | 104'712                             | 101'519          | 37'605         | 28'452         |
| Annualità impianti tecnici                   | 40 anni                              | 54'245                              | 49'350           | 11'393         | 11'393         |
| Costi del capitale                           |                                      | <b>158'957</b>                      | <b>150'869</b>   | <b>48'998</b>  | <b>39'845</b>  |
| <b>Manutenzione / Servizi [Fr./a]</b>        |                                      |                                     |                  |                |                |
| Servizio Bruciatore / Termopompa             |                                      | 5'000                               | 5'000            | -              | -              |
| Manutenzione impianto                        |                                      | 12'000                              | 10'000           | 3'000          | 4'000          |
| Serbatoio propano/olio                       |                                      | -                                   | -                | -              | -              |
| Camino                                       |                                      | 1'000                               | 1'000            | -              | -              |
| Solare                                       |                                      | -                                   | -                | -              | -              |
| Costi manutenzione / servizio                |                                      | <b>18'000</b>                       | <b>16'000</b>    | <b>3'000</b>   | <b>4'000</b>   |
| <b>Costi dell'energia [Fr./a]</b>            |                                      |                                     |                  |                |                |
| Costo energia per riscaldamento              | [Fr./a]                              | 67'292                              | 67'292           | 0              | 0              |
| Costo energia acqua calda                    | [Fr./a]                              | 14'796                              | 14'796           | 0              | 0              |
| Costo energia frigorifera                    | [Fr./a]                              | 0                                   | 0                | 29'423         | 29'423         |
| Costo energia elettrica ausiliaria           | [Fr./a]                              | 12'291                              | 6'120            | 6'120          | 0              |
| Costi dell'energia                           |                                      | <b>94'379</b>                       | <b>88'208</b>    | <b>35'543</b>  | <b>29'423</b>  |
| <b>Guadagni energetici [Fr./a]</b>           |                                      |                                     |                  |                |                |
| Solare termico                               |                                      | 0                                   | 0                | 0              | 0              |
| Energia elettrica da imp.solare/cogeneratore |                                      | 0                                   | 0                | 0              | 0              |
| Totale guadagni energetici                   |                                      | 0                                   | 0                | 0              | 0              |
| <b>Costi diversi [Fr./a]</b>                 |                                      |                                     |                  |                |                |
| Costi amministrativi                         | 2.0%                                 | 2'248                               | 2'084            | 771            | 668            |
| Tassa sul CO <sub>2</sub> + tassa sul clima  |                                      | 2'249                               | 2'249            | 0              | 0              |
| Tassa base gas                               |                                      | 10'340                              | 10'340           | -              | -              |
| Tassa base elettricità                       |                                      | 2'000                               | 2'000            | -              | -              |
| Tassa base sonde geotermiche/acqua falda     |                                      | 2'000                               | -                | -              | -              |
| Tassa base + consumo acqua industriale       |                                      | -                                   | 60'000           | -              | 55'000         |
| Tassa utilizzo canalizzazione                |                                      | -                                   | 18'000           | -              | 10'000         |
| Costi diversi                                |                                      | <b>18'836</b>                       | <b>94'673</b>    | <b>771</b>     | <b>65'668</b>  |
| <b>Riassunto</b>                             |                                      |                                     |                  |                |                |
| Totale costi annui                           | [Fr./a]                              | <b>290'172</b>                      | <b>349'750</b>   | <b>88'312</b>  | <b>138'937</b> |
| Costo energia riscaldamento                  | [Fr./kWh]                            | 0.12                                | 0.15             | -              | -              |
| Costo energia raffreddamento                 | [Fr./kWh]                            | -                                   | -                | 0.10           | 0.15           |

**Commento**

Volendo paragonare i risultati con quelli dello studio Evolve, si evincono in particolare due aspetti.

1. Lo studio Zocchetti ritiene più importante l'impiego dell'acqua di falda e non dell'acqua industriale. Lo scenario potrebbe essere di nuovo invertito unicamente se AIL SA applicasse delle tariffe molto più vantaggiose ad esempio dimezzando la tariffa base annuale e dividendo per :4 la tariffa al consumo.
2. Il costo dell'energia (fr./KWh) nello studio Zocchetti risulta essere più elevato di quello stimato da Evolve. Ciò si spiega per seguenti motivi:
  - Nelle varianti 1-2-3 Evolve utilizza spazi esistenti e non un nuovo manufatto
  - Gli impianti da noi proposti prevedono un back-up al 100%
  - Evolve non ha considerato la potenza da dedicare alla piscina (ca. 200 ~250 kW)

Per lo studio

Ing. Fabrizio Zocchetti

