

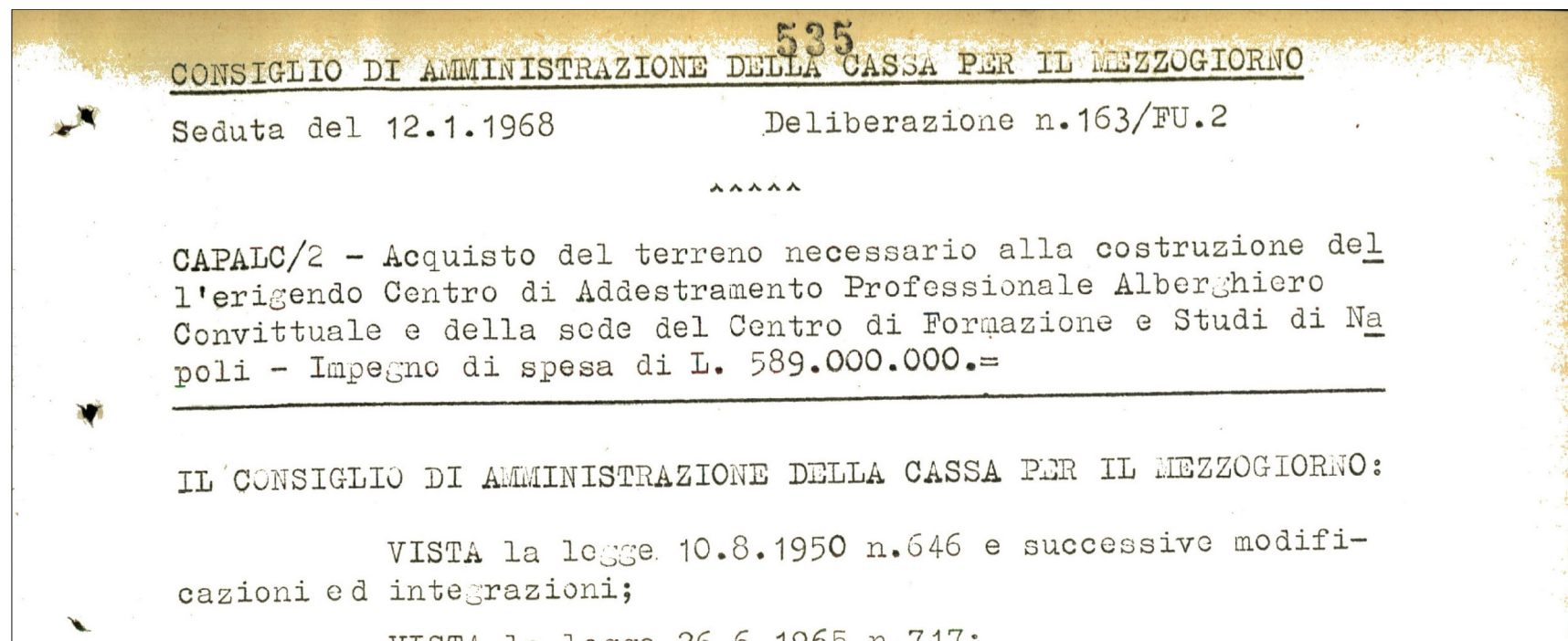
INVESTIMENTI IN EDILIZIA SCOLASTICA COME CONTRIBUTO ALL'EFFICIENTAMENTO ENERGICO: "IL CASO EX CAPALC"



Relatore: **Ing. GAUDINO Pasquale**
Napoli, 31/03/2017

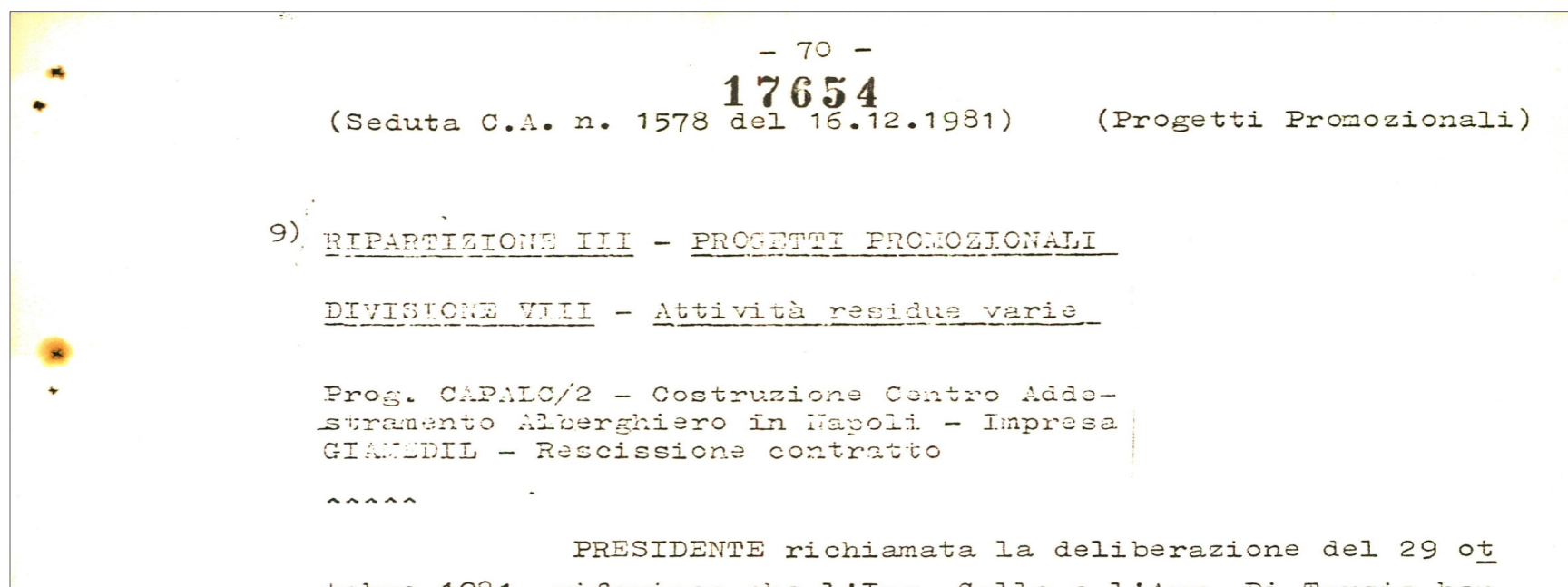
UN PO' DI STORIA:

1968: acquisto terreni Cassa del Mezzogiorno



18.05.1977: Stipula contratto con ditta GIAMEDIL

**16.12.1981: Rescissione del contratto con la ditta
GIAMEDIL**



**11.12.2006: Stipula contratto con ATI Castaldo
Costruzioni e Ruspantini**



**10.06.2010: Fallimento della Partenopea Costruzioni
(subentrata all'originaria ATI) e nomina curatore
fallimentare**

**13.08.2010: Scioglimento «ex nunc» del contratto con
la Partenopea Costruzioni**

**27.02.2012: Scadenza bando di gara completamento
edificio Ex Capalc/2**

**26.04.2016: firma del contratto con l'Impresa
aggiudicataria RTI CONARED-NEAPOLIS-SUD APPALTI**



Dallo stato dei luoghi (04/2016)



Alla progettazione BIM (09/2016)



Alla realizzazione (03/2017)





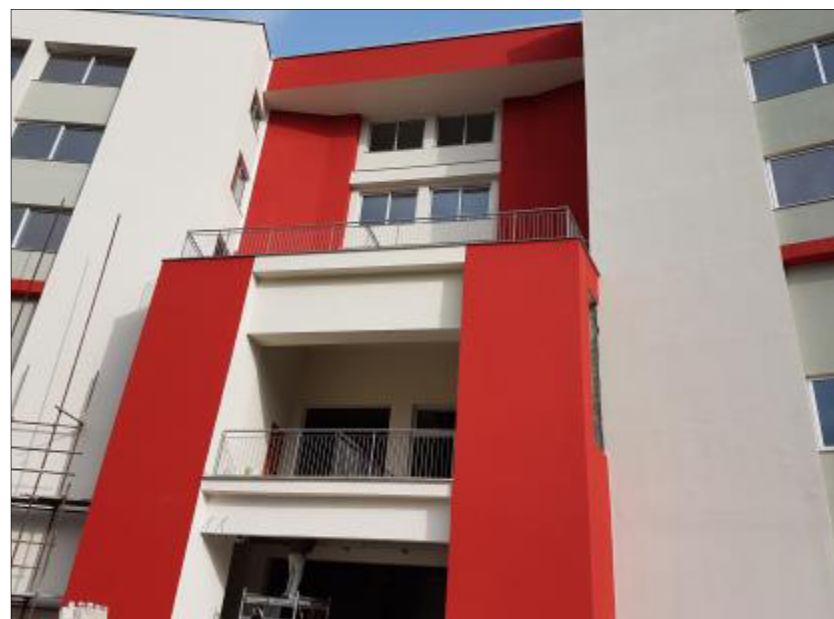
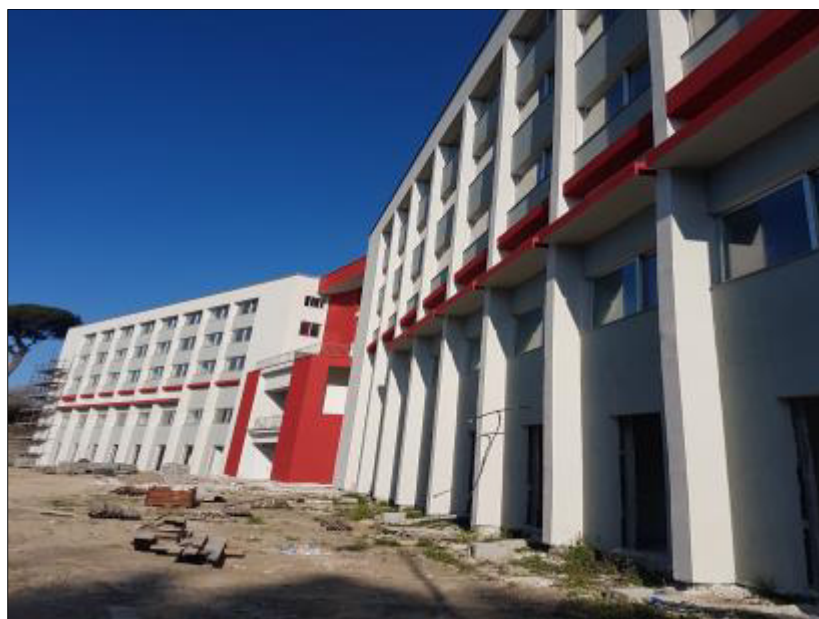
Dallo stato dei luoghi (04/2016)



Alla progettazione BIM (09/2016)



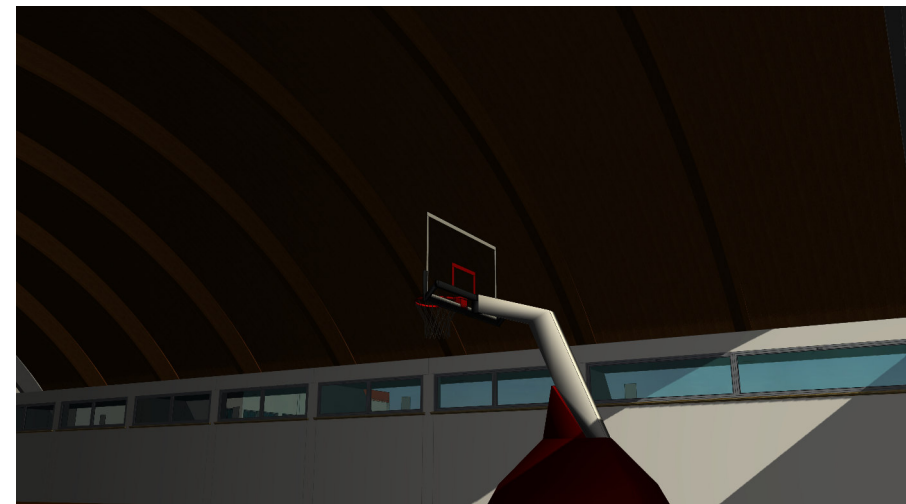
Alla realizzazione (03/2017)



Dallo stato dei luoghi (04/2016)



Alla progettazione BIM (09/2016)



Alla realizzazione (03/2017)





Progetto appaltato:

- Realizzazione di due Istituti scolastici per l'accoglienza dell'IPSOE «ROSSINI» e del Liceo «LABRIOLA»
- Risoluzione della problematica dei fitti passivi in zona Bagnoli
- Dotare le due scuole di edifici moderni ed efficienti

“G. Rossini”

Istituto Professionale Statale

“Arturo Labriola”

Liceo Scientifico Statale

Napoli

Nuove esigenze:



- Trovare la sistemazione per il Liceo Artistico «BOCCIONI-PALIZZI» situato nella Mostra d'Oltremare;
- Adeguamento alle nuove normative del progetto appaltato del 2011;
- Efficientamento energetico ;



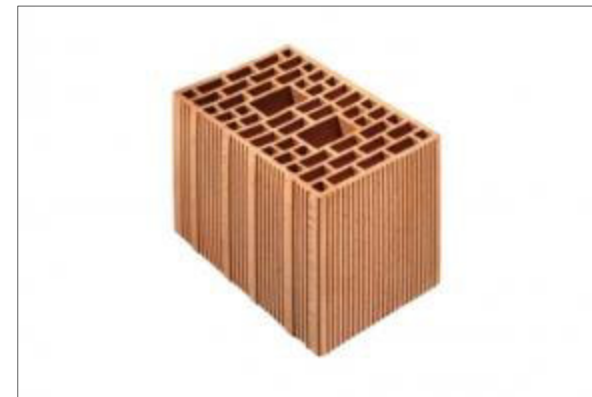
Problemi e soluzioni: **Solai di copertura**

- **Problema:** mancanza di isolamento termico sui solai di copertura;
- **Soluzione:** realizzazione di isolamento con pannelli in polistirene sinterizzato espanso con aggiunta di grafite:
 - Conducibilità termica 0,030 W/mK
 - Resistenza termica 1,65 m²K/W
 - Spessore 5cm;



Problemi e soluzioni: **Pareti esterne**

- **Problema:** completamento pareti esterne;
- **Soluzione:** realizzazione di murature esterne con termoblocchi di spessore 35cm, con foratura al 60% :
 - Conduttività equivalente del blocco 0,165 W/mK
 - Conduttività equivalente della parete 0,194 W/m²K;
 - Trasmittanza della parete 0,507 W/m²K;
 - Trasmittanza parte intonacata 0,497 W/m²K;
 - Reazione al fuoco A1, E.I. 240 minuti

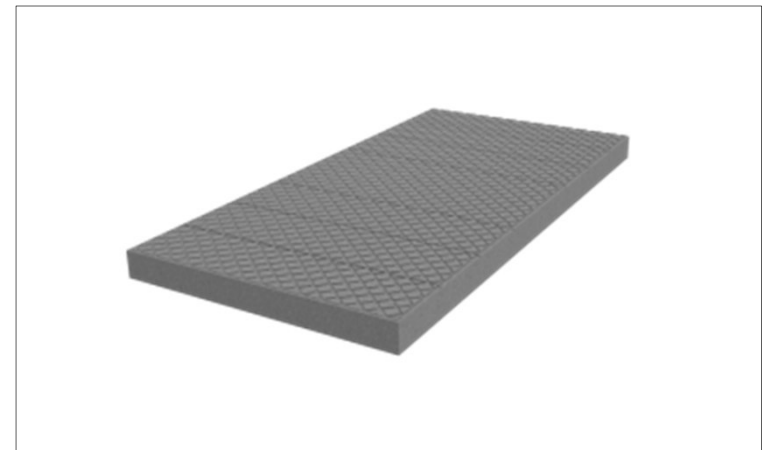


RISULTATI DEL CALCOLO TERMICO – parete spessore 35 cm		
Di seguito si riportano i risultati, ottenuti attraverso il calcolo termico precedentemente descritto, caratterizzanti sia il singolo elemento che la parete nella sua interezza stratigrafica (elemento in laterizio e malta di allestimento).		
Conduttività equivalente del blocco:	λ_{eq}	= 0.165 W/mK
Conduttività equivalente della parete:	λ_{eq}	= 0.194 W/mK
Conduttanza della parete:	C	= 0.555 W/m ² K
Resistenza termica della parete:	R	= 1.802 m ² K/W
Trasmittanza della parete:	U	= 0.507 W/m ² K
Trasmittanza della parete intonacata:	U_{int}	= 0.497 W/m ² K

(con 0,015m intonaco interno a conduttività 0,70 W/mK + 0,015m intonaco esterno conduttività 0,50 W/mK)

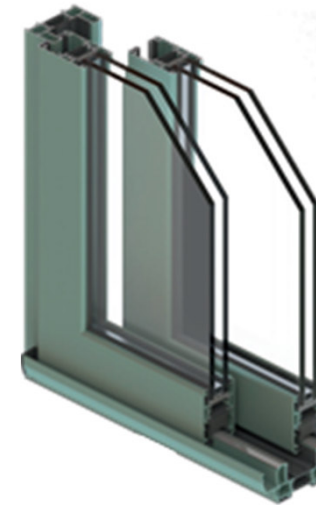
Problemi e soluzioni: **Pareti esterne**

- **Problema:** ponti termici opere in calcestruzzo;
- **Soluzione:** realizzazione di isolamento termico a cappotto con lastre in polistirene espanso sinterizzato con aggiunta di grafite, spessore 4cm:
 - Conducibilità termica $0,031 \text{ W/mK}$
 - Resistenza termica $1,25 \text{ m}^2\text{K/W}$;



Problemi e soluzioni: **Infissi esterni**

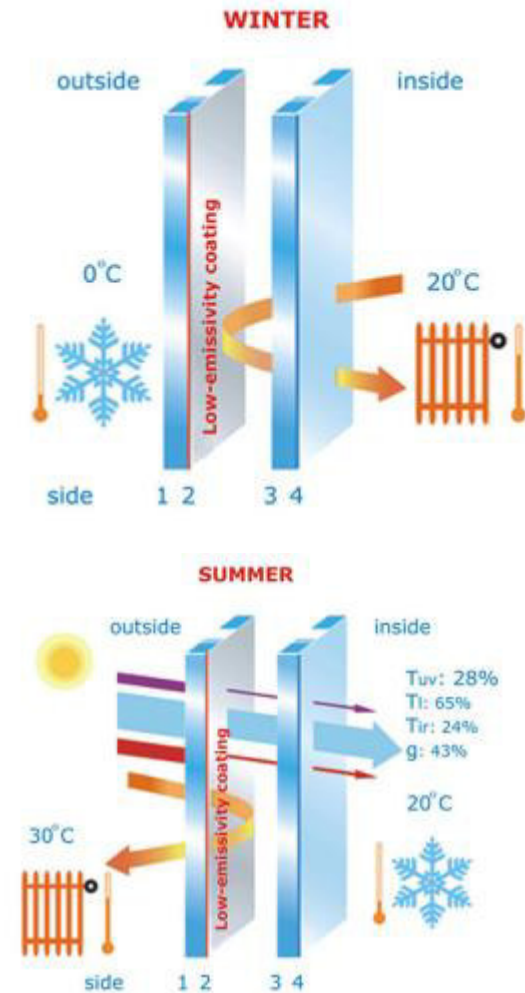
- **Problema:** ridurre il fabbisogno energetico dell'edificio;
- **Soluzione:** realizzazione di infissi in alluminio a taglio termico con vetrata termoisolante con doppio vetro di sicurezza 6/7 ed intercapedine con gas ARGON 90% da 15mm:
 - Trasmittanza termica infisso $U_w=1.8\text{m}^2\text{K}$
 - Trasmittanza termica vetrata $U_g=1,0\text{Wm}^2\text{K}$
 - Sezione telaio 78mm ;



	Prima vetrata	Seconda vetrata
gas		Argon 90% 15,00mm
Coating		PLANITHERM 4S
Primo vetro	PLANILUX 3,00mm	PLANILUX 3,00mm
Coating		
intercalare	PVB standard 0,38 mm	PVB standard 0,38 mm
Coating		
Secondo vetro	PLANILUX 3,00mm	PLANILUX 3,00mm
Coating		

Problemi e soluzioni: **Infissi esterni**

Oltre a garantire la sicurezza degli alunni e del personale con doppio vetro di sicurezza interno ed esterno, l'accoppiamento del controllo solare sulla seconda vetrata offre un isolamento termico di gran lunga superiore a quello della doppia vetrata normale, con minor consumo di energia ed un maggior comfort in tutte le stagioni;





Problemi e soluzioni: **Impianti**

L'energia solo quando serve

L'obiettivo perseguito è stato quello di ridurre al minimo il consumo di energia e solo quando è richiesta.

Interventi previsti:

- Trasformatori MT/bt ad alte prestazioni;
- Rilevatore di movimento e presenza per accensione luci;
- Apparecchi illuminanti a LED;
- Produzione ACS con solare termico (palestra) e scaldacqua a pompa di calore per i servizi igienici;
- Utilizzo di caldaie a condensazione;



L'energia solo quando serve

- Impianto fotovoltaico da 19,8kW;
- Riscaldamento con ventilconvettori e piastre radianti;
- Ventilazione meccanica con recuperatori di calore combinato a flussi incrociati termodinamico attivo;
- Climatizzazione uffici e sale ristoranti con impianti VRF ad alta efficienza;
- Sistema di supervisione impianti termici;
- Climatizzazione Auditorium e sala BAR con macchine ROOFTOP;
- Accensione luci esterne con orologio astronomico;

Trasformatori MT/bt

Considerando che un trasformatore è alimentato 24 ore su 24 per 365 giorni all'anno, la riduzione delle perdite risulta di notevole impatto. Le caratteristiche dei trasformatori utilizzati sono le seguenti:

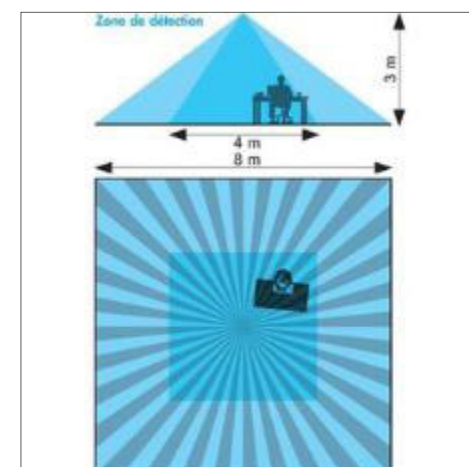
- Doppia alimentazione 9kV e 20kV;
- Perdite: **A0Ak**;
- Perdite a vuoto **2,07kW**;
- Perdite a carico **12,1kW – 120°C**;



Rilevatore di movimento e presenza per accensione luci

Al fine di ridurre al minimo il consumo di energia elettrica per l'illuminazione artificiale, si è prevista l'installazione in tutte le aule di rilevatori di movimento e di presenza in grado di accendere le luci solo quando sono presenti persone nell'area di rilevazione. Inoltre il rilevatore è dotato di crepuscolare in grado di spegnere le luci quando la quantità di luce proveniente dalle finestre garantisce i livelli di illuminamento previsti dalla normativa vigente (300lx).

Il rilevatore, infine, è munito di contatto per lo spegnimento forzato delle luci in caso di proiezioni sulle lavagne LIM (comandato da postazione personale ausiliario).



Apparecchi illuminanti a LED

In tutti i locali delle scuole è stata prevista l'installazione di illuminazione a led in grado di ridurre i consumi energetici nell'ordine del 50% rispetto ai tradizionali corpi illuminanti a tubi fluorescenti. Tali apparecchiature, abbinate ai sensori di presenza e movimento, garantiscono consumi inferiori del 70% ai tradizionali sistemi (fluorescenti + interruttori manuali). In particolar modo sono previste:

- Per le aule: Lens panel a plafone da 50W classe energetica A++, UGR<19;
- Per i corridoi: Led panel da incasso in controsoffitto da 32W;
- Per i laboratori e gli uffici: Lens panel da incasso in controsoffitto da 32W, classe energetica A++, UGR<19;
- Per i servizi igienici e zone aperte: faretto a led da incasso in controsoffitto da 25W, classe energetica A++



Corridoi



Aule/Uffici



Produzione ACS con solare termico (palestra) e scaldacqua a pompa di calore per i servizi igienici

Per la produzione dell'acqua calda sanitaria dei servizi igienici a servizio degli edifici scolastici, in sostituzione dei tradizionali scaldacqua elettrici ed a gas, è stata prevista l'installazione di scaldacqua a pompa di calore in grado di utilizzare il calore dell'aria come fonte rinnovabile. **Queste apparecchiature necessitano soltanto del 30% dell'energia necessaria rispetto ad uno scaldacqua tradizionale.**

Per quanto riguarda l'edificio palestra, la produzione di ACS è garantita da 8 collettori solari da 2,5mq e bollitore a doppia serpentina da 1500lt ed integrazione con caldaia a zaino. Con luce solare sufficiente, il calore dei collettori solari viene trasmesso al bollitore. Se la temperatura scende a causa del prelievo d'acqua, tramite la serpentina superiore ha luogo, se necessario, un'integrazione del riscaldamento da parte della caldaia a zaino.



Impianto fotovoltaico da 19,8kW

Al fine di autoprodurre energia elettrica sufficiente al funzionamento di piccole attività, si è provveduto ad installare un impianto fotovoltaico da 19,8kW composto da 76 pannelli da 260Wp.

L'impianto è stato installato sulla copertura dell'edificio scolastico lato Liceo LABRIOLA con direzione SUD, inclinazione 30°. A completamento dell'impianto è prevista l'installazione di un inverter da 20kW.



Riscaldamento con ventilconvettori e piastre radianti

In luogo dei tradizionali termosifoni, si è provveduto all'installazione di impianti di riscaldamento a fancoil (versione pensile per le aule) e da incasso a 4 vie (per i corridoi ed i laboratori con controsoffitti). I vantaggi rispetto ai radiatori si possono così riassumere:

- Maggiore livello di comfort attraverso il flusso di aria forzata che investe tutto l'ambiente;
- Minor temperatura di lavoro (tra i 50 ed i 60 °C) e quindi minor consumo di energia (i termosifoni lavorano a temperature tra i 70 e gli 80 °C);
- Raggiungimento della temperatura con rapidità grazie alla circolazione dell'aria nel momento in cui si accendono i fan-coil;
- Nessuna stratificazione in quanto vi è un continuo ricircolo d'aria in tutto l'ambiente con continuo rimescolamento;
- Maggiore salubrità dell'aria grazie al filtro sulla ripresa che trattiene polveri, fibre, peli, ecc., depurando l'aria e prevenendo l'inalazione delle impurità;



Ventilazione meccanica con recuperatori di calore combinato a flussi incrociati termodinamico attivo

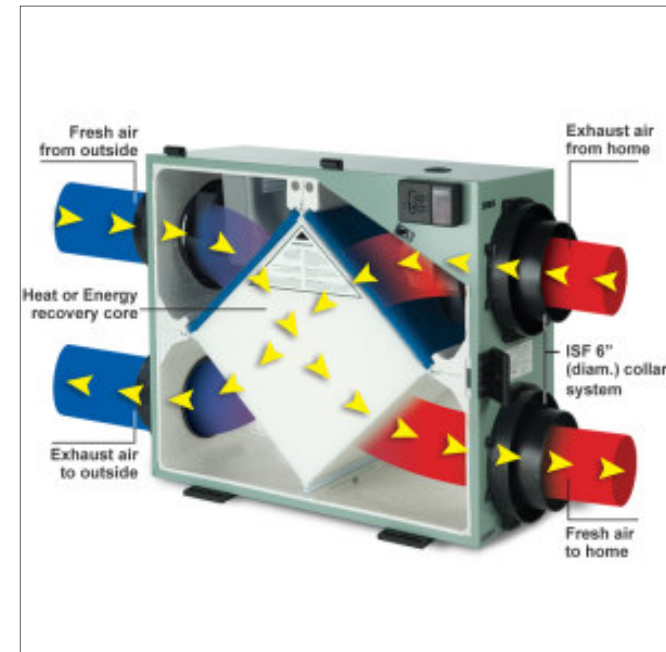
In sostituzione delle tradizionali UTA, per il ricambio dell'aria negli ambienti, sono stati previsti recuperatori di calore a doppio stadio:

- Primo stadio di recupero: di tipo statico aria-aria a flussi incrociati;
- Secondo stadio di recupero: termodinamico attivo di tipo a circuito frigorifero a pompa di calore;

Con tale tipologia di macchine, installate per ogni corridoio e piano, si è realizzata anche una maggiore flessibilità di utilizzo dell'edificio rispetto all'installazione delle macchine tradizionali: infatti, se alcune zone dell'edificio non devono funzionare, si potranno inibire le macchine a servizio di tali spazi, attraverso il sistema di supervisione dell'impianto termico. Il motore brushless contribuisce ancor di più all'efficienza della macchina.

Caratteristiche tecniche:

- Portata aria 3200 mc/h
- Efficienza recupero statico: 50%
- Recupero attivo in riscaldamento: 16300W
- Recupero attivo in raffreddamento: 15310W
- COP globale: 9.90
- EER globale 4.10



Climatizzazione uffici e sale ristoranti con impianti VRF ad alta efficienza

Per la climatizzazione degli uffici e delle sale ristorante sono stati previsti impianti VRF (Flusso di refrigerante variabile) ad espansione diretta in grado di garantire elevate efficienze e sezioni delle tubazioni ridotte. Il compressore scroll inverter ad alta pressione è ottimizzato per il funzionamento a regimi parziali.

Caratteristiche tecniche:

- Aumento dell'efficienza attraverso 3 modalità operative;
- Potenza in raffrescamento: 56kW;
- COP: 3.59
- EER: 2,87
- ESEER: 6,38



Climatizzazione Auditorium e sala BAR con macchine ROOFTOP

Per la climatizzazione dell'auditorium e della sala bar è stata prevista la climatizzazione con unità autonome aria-aria del tipo ROOFTOP a pompa di calore con camera di miscela a 2 serrande e 30% di aria esterna.

Caratteristiche tecniche:

- Limiti di funzionamento: da -20°C a $+48^{\circ}\text{C}$;
- Potenza frigorifera totale: 23,2kW;
- COP: 5.23
- EER: 4,17

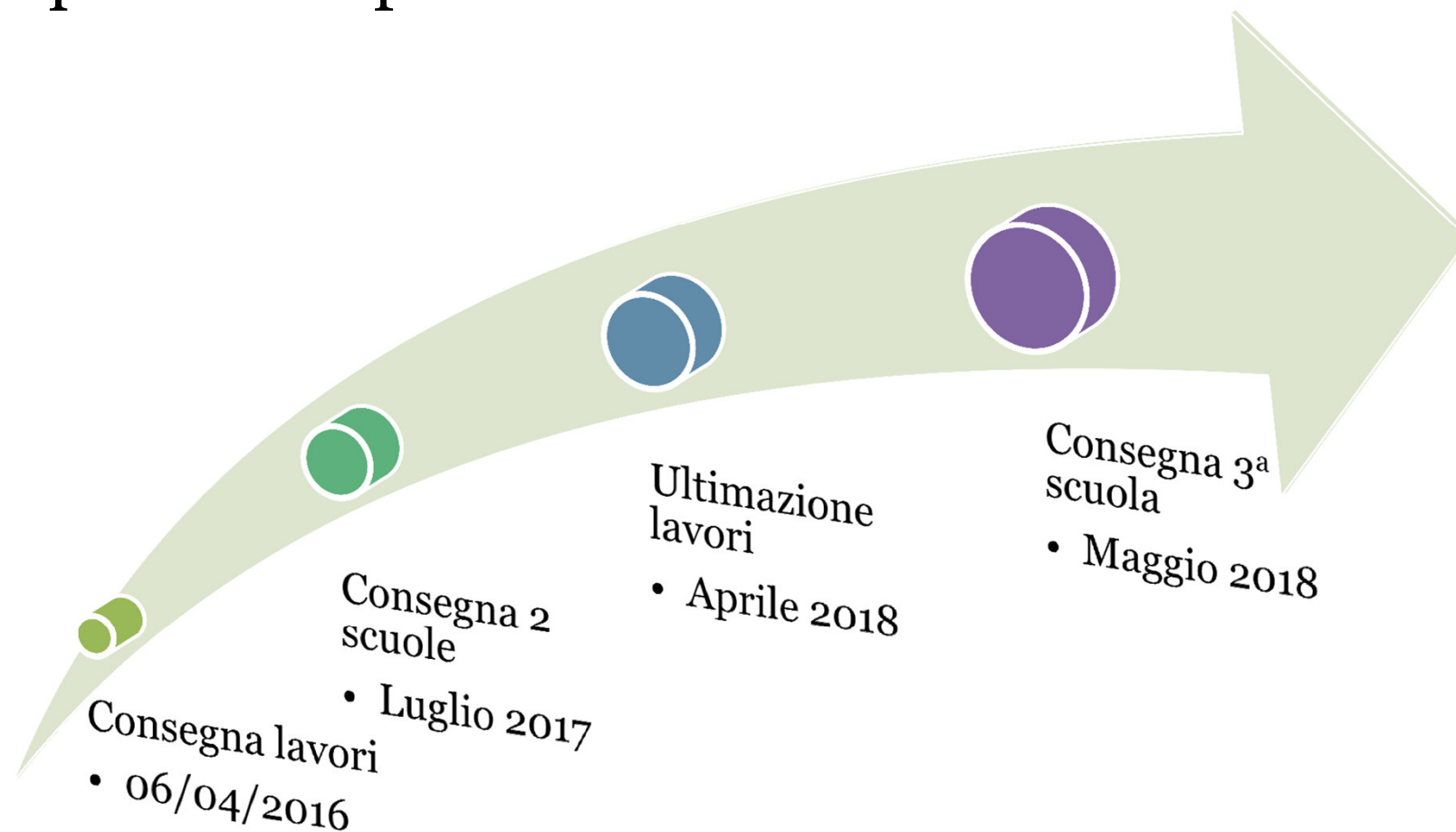


Accensione luci esterne con orologio astronomico

Per l'accensione e lo spegnimento delle luci degli spazi esterni, in luogo del tradizionale interruttore crepuscolare è stata prevista l'installazione di interruttori astronomici. Per evitare inutili prolungamenti nell'accensione delle luci dovute ad alterazioni nella lettura della sonda crepuscolare causati da smog o da ombreggiamenti con conseguenti sprechi energetici, si è scelto l'utilizzo di interruttori astronomici in grado di controllare precisamente l'illuminazione al sorgere e al tramonto del sole senza l'ausilio di sonde. Infatti tali apparecchi, in base alla latitudine ed alla longitudine di installazione, riescono a calcolare in modo automatico l'ora del tramonto e dell'alba per tutto l'anno. Tali valori possono anche essere anticipati o posticipati per un'ulteriore aumento del risparmio energetico.



Sequenza temporale



Guardare avanti

- Completamento con seconda palestra;
- Sistemazione area residuale;
- Utilizzo delle attrezzature da parte della cittadinanza;
- Mantenimento delle strutture su elevati standard di funzionamento;

