Fare i conti con l'ambiente
Rifiuti acqua energia

Ravenna 17·18·19 maggio 2017

Ottimizzazione di reti complesse di distribuzione dell'energia: **il progetto *Efficity***

Ing. Lisa Branchini

SMEA - SISTEMI E MACCHINE PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

CIRI EA-CENTRO INTERDIPARTIMENTALE DI RICERCA INDUSTRIALE ENERGIA E AMBIENTE

www.ravenna2017.it

AGENDA

- **EFFICITY:**
  - *DESCRIZIONE DEL PROGETTO*
  - *PARTENARIATO*
  - *CONTESTO, IDEA, OBIETTIVI E RISULTATI ATTESI*
- **SMART GRID:** DESCRIZIONE E LIMITAZIONI NELL' ATTUALE GESTIONE DEI SISTEMI DI GENERAZIONE
- **LA PIATTAFORMA EFFICITY:** COSA SI PROPONE DI FARE
- **SOFTWARE DI CALCOLO PER SCHEDULING OTTIMALE DEI SISTEMI DI GENERAZIONE**
  - *ESEMPIO DI APPLICAZIONE*
- **CASO STUDIO DI EFFICITY:** LA RETE DI TLR DI CORTICELLA

EFFICITY: POR-FESR 2014-2020

Bando per progetti di ricerca industriale strategica in ambito energetico (DGR 1097/2015) – Regione Emilia-Romagna Asse 1 del POR - FESR 2014-2020

- Il progetto è in linea con gli obiettivi del **Piano Energetico Regionale** (PER) Asse 4: **ottimizzazione energetica dei sistemi edificio-impianto**, di cogenerazione e teleriscaldamento e di produzione di calore e freddo ad alta efficienza.
- Coinvolge molteplici **soggetti in ambito regionale** (Centri ricerca, comune, aziende)
- Si svilupperà con **casi studio** rappresentati da diversi edifici e impianti **dislocati sul territorio**.
- Durata progetto **2 anni**: 01/01/2017 - 31/12/2018.

EFFICITY: partenariato

- **LEAP -** Laboratorio Energia e Ambiente Piacenza (coordinamento)
- **CIRI-EA -** Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Energia e Ambiente, Università di Bologna
- **CIDEA -** Centro Interdipartimentale Energia e Ambiente, Università degli Studi di Parma
- **CERR** Confindustria Ricerca Emilia-Romagna
- **COMUNE DI PARMA**
- Ampia compagine di **AZIENDE DEL TERRITORIO** (tra cui Antas, Cella Gaetano, Croci Costruzioni, Allodi, Centrale Termica Corticella, CPL Concordia, Optit e Siram)

CIRI-EA: mission

Nell'ambito della "**Rete ad Alta Tecnologia dell'Emilia Romagna**": struttura dedicata alla ricerca industriale ed al trasferimento tecnologico

MISSION: fornire una risposta articolata alla domanda **di integrazione tra** le istanze del **mondo dell'impresa e della produzione** e quello della **ricerca**; **supporto scientifico e tecnico** per promuovere **l'innovazione nel settore dell'energia**, della filiera dei combustibili e dei carburanti, **dell'ottimizzazione dei processi produttivi** e delle attività antropiche.

Opera, in particolare, nei macro-settori :

- Sviluppo delle **fonti energetiche rinnovabili** (idrogeno e biomasse in particolare)**;**
- **Analisi e (ri)progettazione di sistemi**, prodotti, processi produttivi ed attività antropiche in genere;
- **Ottimizzazione recupero di materia ed energia**

EFFICITY: contesto

Il progetto si inquadra come un'iniziativa volta a rendere le nostre città più efficienti, nell'ottica di avvicinarci sempre di più al modello delle ***smart cities***

- **CONTESTO:** Il tema della ricerca riguarda gli **impianti e le reti energetiche a servizio degli edifici**, sia per la **produzione** dell'energia **elettrica** sia per il **riscaldamento** invernale e la **climatizzazion**e estiva.

- **IDEA:** sfruttare le potenzialità degli **algoritmi di ottimizzazione** sviluppati nell'ambito della ricerca operativa, dell'intelligenza artificiale e del controllo ottimo.

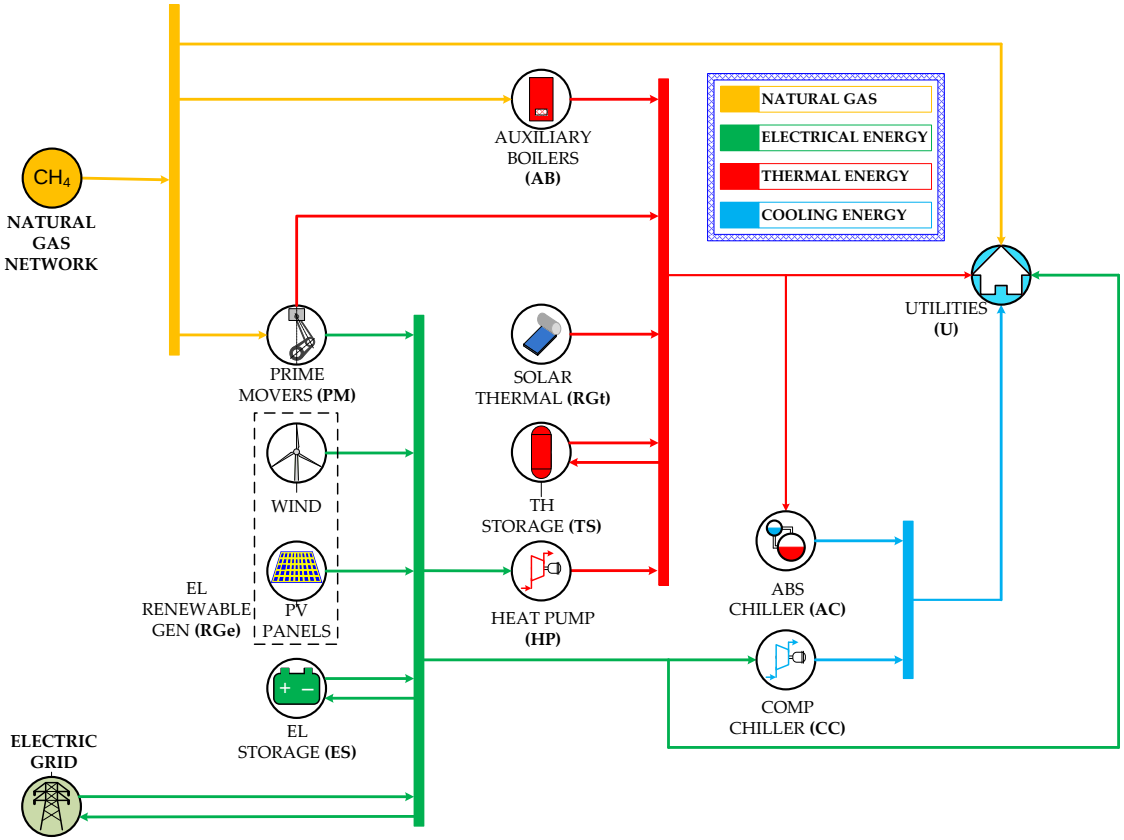
EFFICITY: obiettivi e risultati attesi

- **OBIETTIIVI:**
  - sviluppo di un **software** per (i) l'o**ttimizzazione del progetto/riqualificazione**, della (ii) **gestione** e del (iii) **controllo** di **reti tri- e cogenerative intelligenti**, sia convenzionali, sia integrate con fonti rinnovabili.
  - il **software** sarà in grado, sia di aiutare i progettisti a **configurare in modo ottimale i nuovi impianti**, e di supportare chi esercisce gli impianti nella **scelta della strategia di gestione ottimale.**

- **RISULTATI ATTESI: risparmio energetico** ed un **contenimento** dell'impatto **ambientale**.

EFFICITY: il concetto di *smart grid*

Rete complessa: rete caratterizzata da un certo numero di motori primi (anche CHP), fonti rinnovabili, sistemi di accumulo, generatori termici, macchine frigorifere, etc. connessa alla rete elettrica ed alla rete gas



Limitazioni attuali nella gestione di reti complesse

Attualmente impianti tri- e cogenerativi a servizio di reti di teleriscaldamento residenziali (quartieri, città), strutture pubbliche (scuole, ospedali, ecc.) ed industrie sono progettati e regolati secondo logiche di controllo semplici.

Limiti principali:

I. **Incertezza sulle domande** termiche attese, sui **prezzi** di vendita/acquisto di energia elettrica

II. **Incertezza** legata alla **produzione** termica/elettrica da fonti **rinnovabili** intermittenti.

III. **Limitato sfruttamento** delle possibili **sinergie** tra i sistemi interconnessi (cogeneratori, pompe di calore, macchine frigorifere, ecc.)

IV. **Limitato sfruttamento** dei i sistemi di **accumulo**.

EFFICITY: Piattaforma e target

PIATTAFORMA EFFICITY

MODELLO DI **PREVISIONE oraria** DELLA **DOMANDA** el/th/frigo DELLE UTENZE PRESENTI NELLA RETE

MODELLO STAZIONARIO E DINAMICO DELLA **RETE**

MODELLO PER **SCHEDULING OTTIMALE** DEI **SISTEMI DI GENERAZIONE** E **ACCUMULO** PRESENTI NELLA RETE

ALGORITMO **CONTROLLO REAL-TIME** DELLA RETE

VALIDAZIONE PIATTAFORMA SU 4 **CASI STUDIO:**

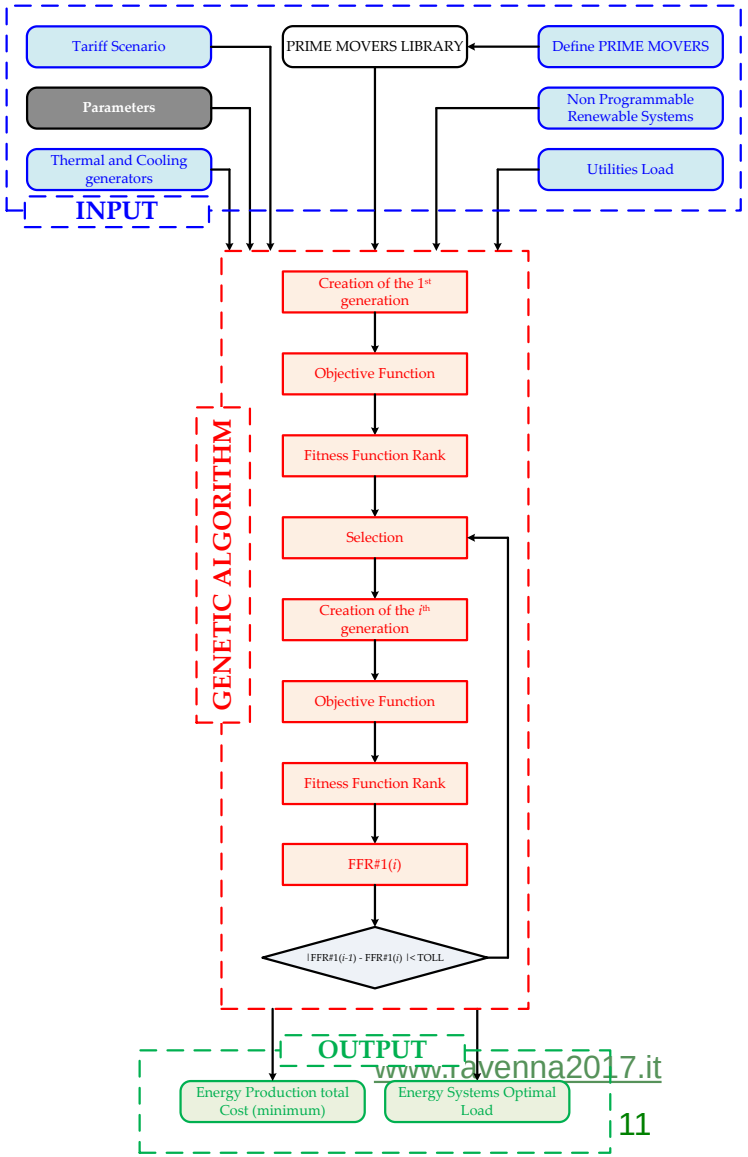
- Campus dell'Università di Parma
- Campus agroalimentare di Piacenza
- Impianto trigenerativo ospedale Sassuolo
- rete TLR Corticella

VALUTAZIONE DEL **RISPARMIO** ENERGETICO, AMBIENTALE, ECONOMICO CONSEGUIBILE

ALGORITMO per scheduling ottimale (1)

EGO – *Energy Grids Optimization*

Software basato sull'utilizzo di algoritmi genetici, in grado di **identificare la distribuzione ottimale dei sistemi di produzione** presenti nella rete, **minimizzando il costo** totale di produzione.

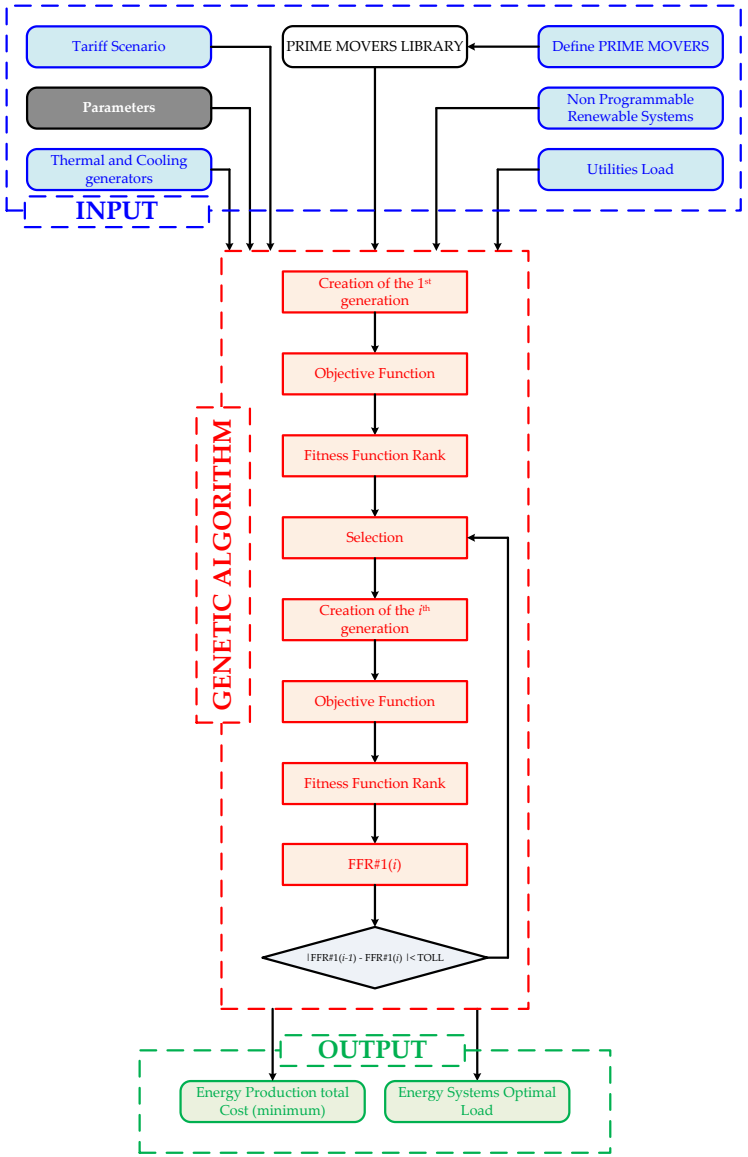


ALGORITMO per scheduling ottimale (2)

EGO – *Energy Grids Optimization*

INRORMAZIONI RICHIESTE IN **INPUT**:

- Richiesta elettrica/termica/frigorifera delle singole utenze;
- Numero e tipologia dei sistemi di generazione presenti;
- Caratteristiche delle fonti rinnovabili;
- Caratteristiche dei sistemi di accumulo;
- Scenario tariffe elettriche;

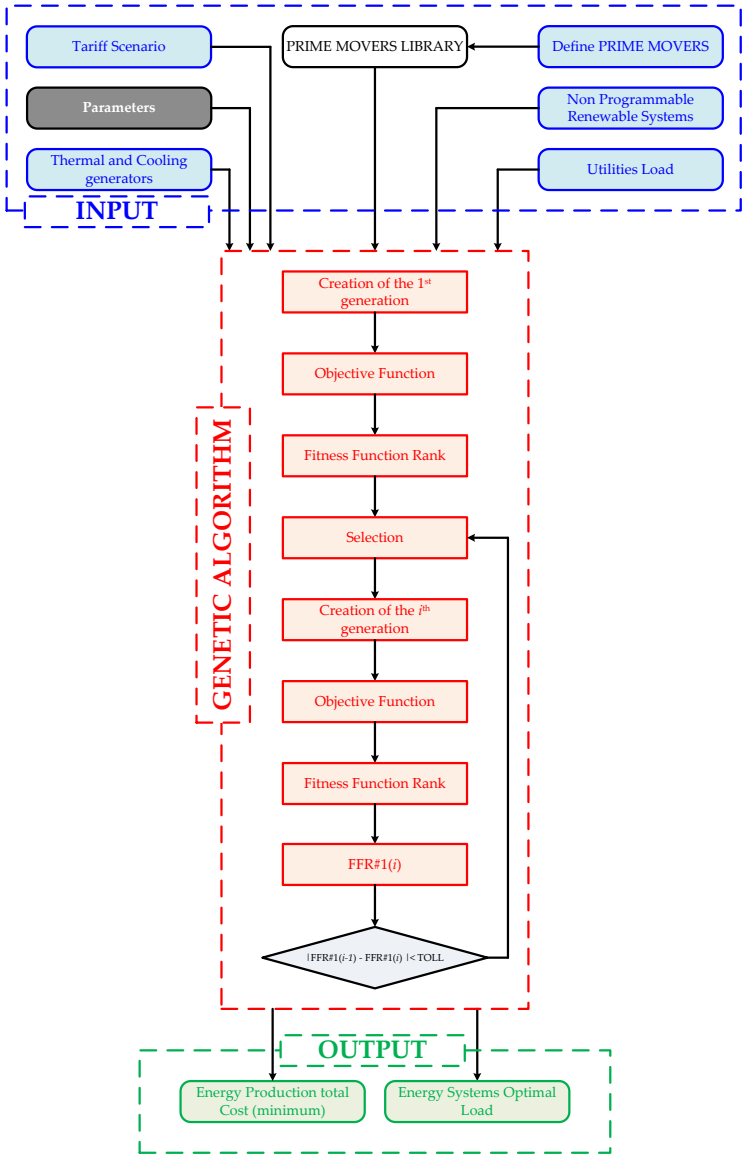


ALGORITMO per scheduling ottimale (3)

EGO – *Energy Grids Optimization*

INRORMAZIONI FORNITE **OUTPUT:**

- Ripartizione ottimale dei carichi tra i sistemi di produzione;
- Costo totale di produzione.



ALGORITMO per scheduling ottimale (4)

EGO – Energy Grids Optimization

CORE:

- Inizializzazione della distribuzione dei carichi tra i PM;
- Valutazione della «**Fitness Function** (**FF**)»;
- Metodo iterativo per minimizzazione della **FF**:

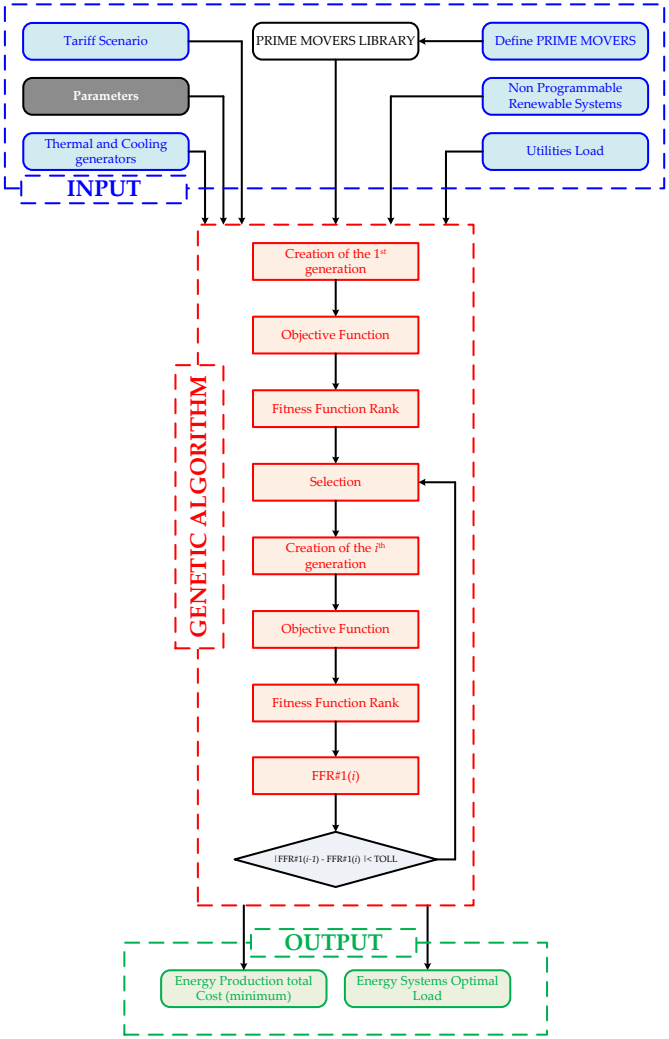
$$FF = C_\lambda + C_M + C_E + C_F$$

C_λ: costo combustibile;

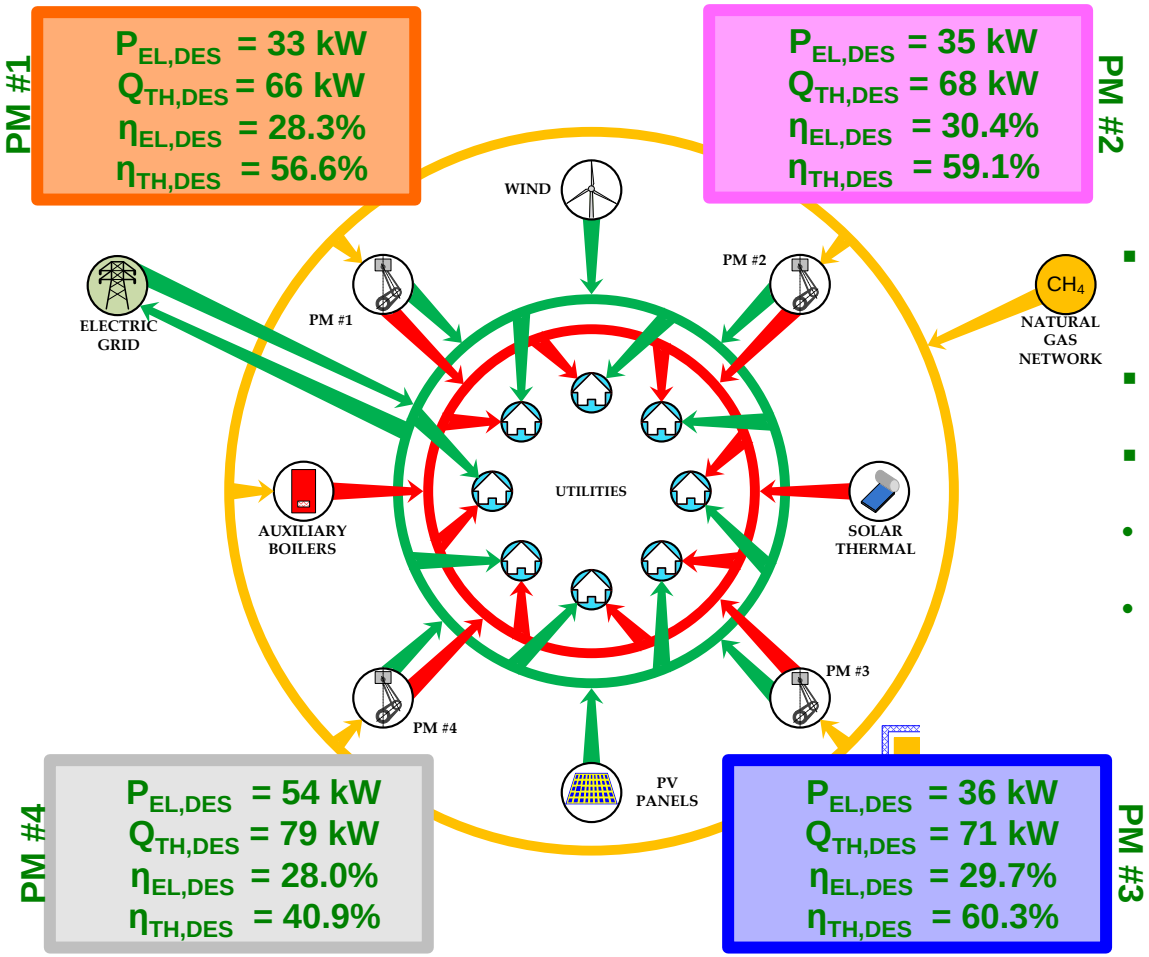
C_M: costo di manutenzione;

C_E: costo dell'elettricità acquistata dalla rete;

C_F: costo fittizio che disincentiva il calore disperso

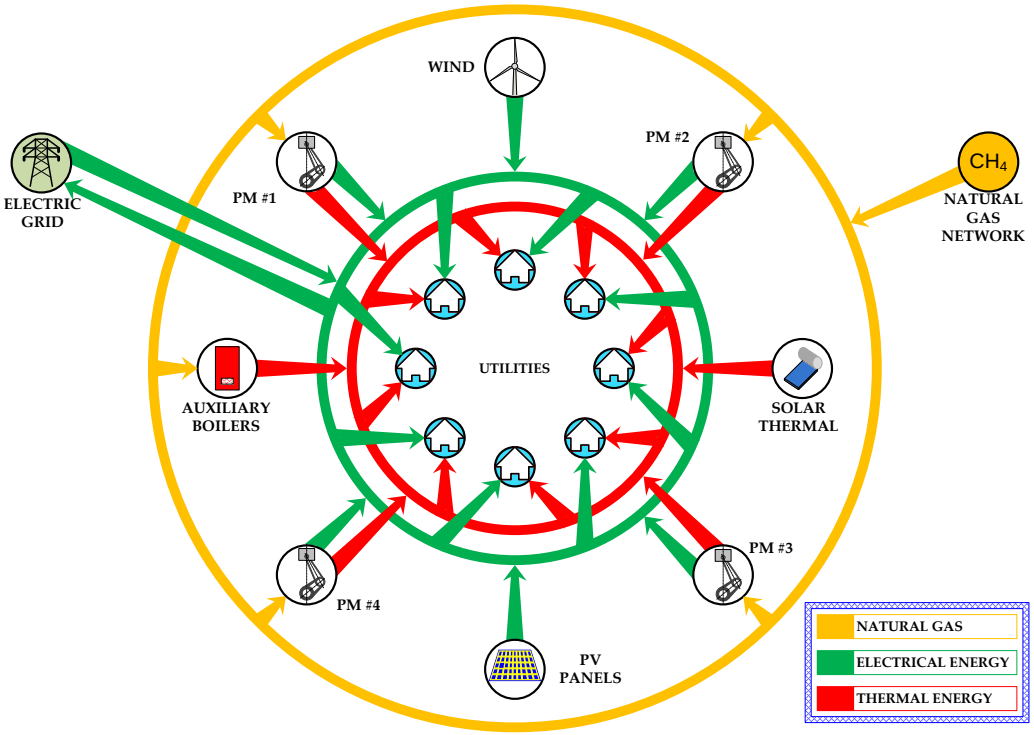


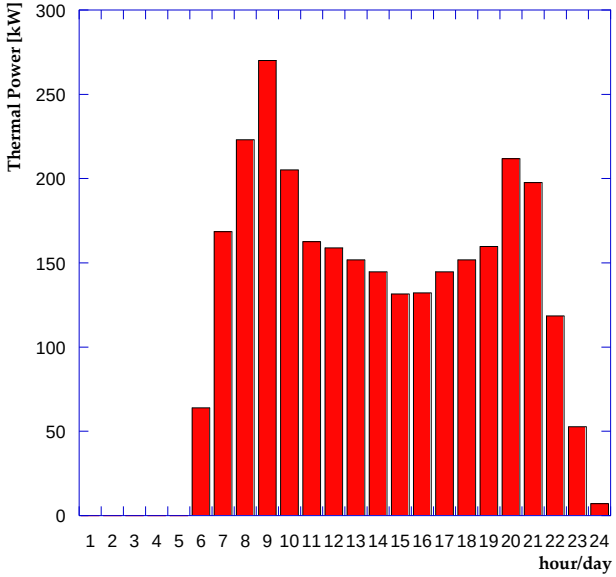
ESEMPIO di applicazione EGO (1)

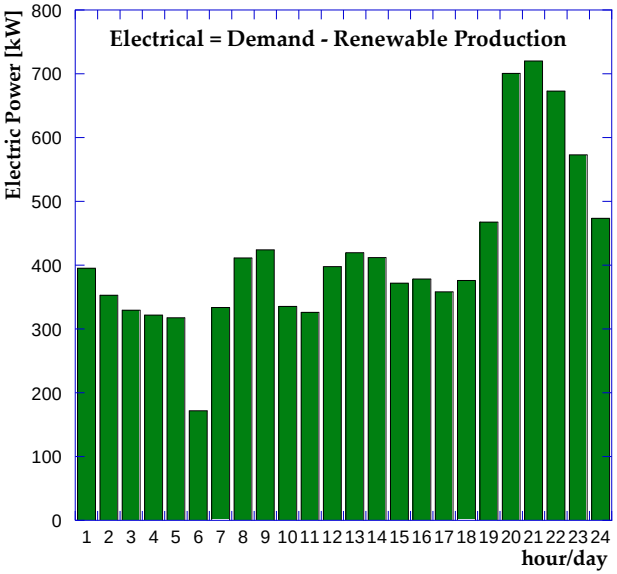


- Utenze residenziali senza richiesta frigorifera
- Capacità totale termica installata: 284 kW
- Capacità totale elettrica installata: 158 kW
- Rinnovabili con priorità di dispacciamento
- Priorità termica: assenza di dispersioni

ESEMPIO di applicazione EGO (1)







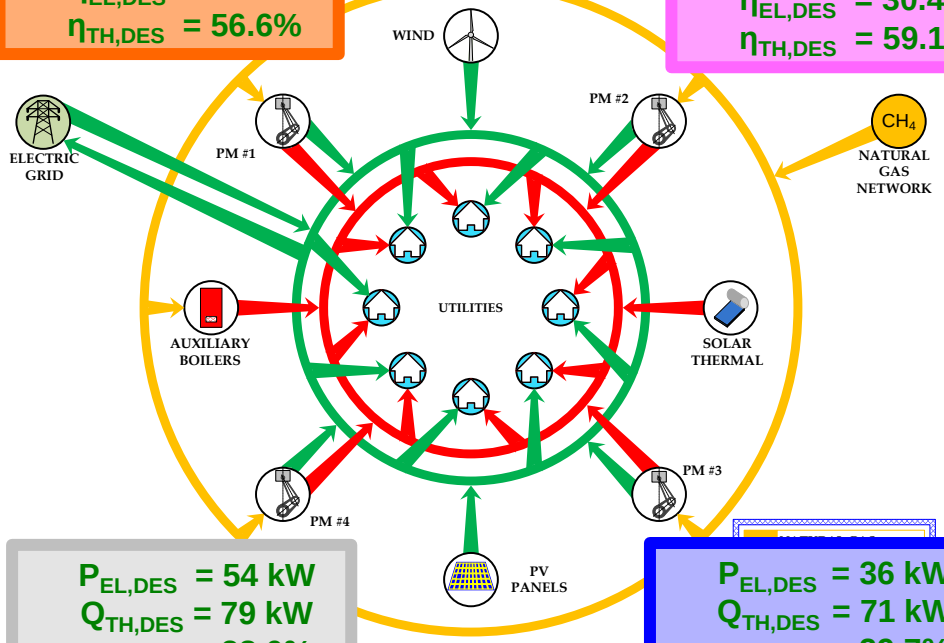
ESEMPIO di applicazione EGO (2)

PM #1

$P_{EL,DES}$ = 33 kW
$Q_{TH,DES}$ = 66 kW
$\eta_{EL,DES}$ = 28.3%
$\eta_{TH,DES}$ = 56.6%

PM #2

$P_{EL,DES}$ = 35 kW
$Q_{TH,DES}$ = 68 kW
$\eta_{EL,DES}$ = 30.4%
$\eta_{TH,DES}$ = 59.1%

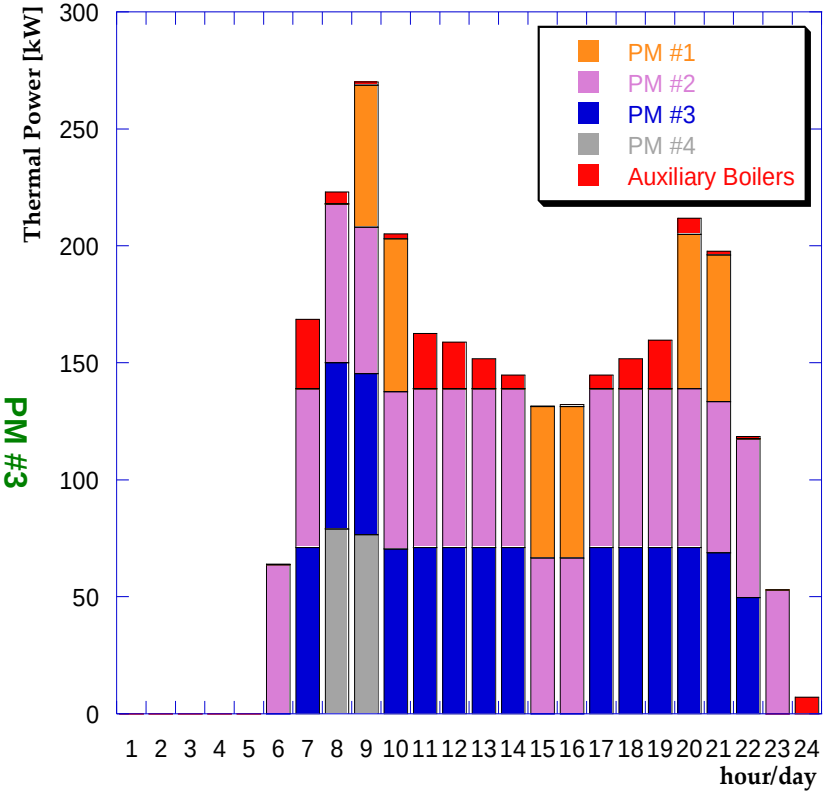


PM #4

$P_{EL,DES}$ = 54 kW
$Q_{TH,DES}$ = 79 kW
$\eta_{EL,DES}$ = 28.0%
$\eta_{TH,DES}$ = 40.9%

PM #3

$P_{EL,DES}$ = 36 kW
$Q_{TH,DES}$ = 71 kW
$\eta_{EL,DES}$ = 29.7%
$\eta_{TH,DES}$ = 60.3%



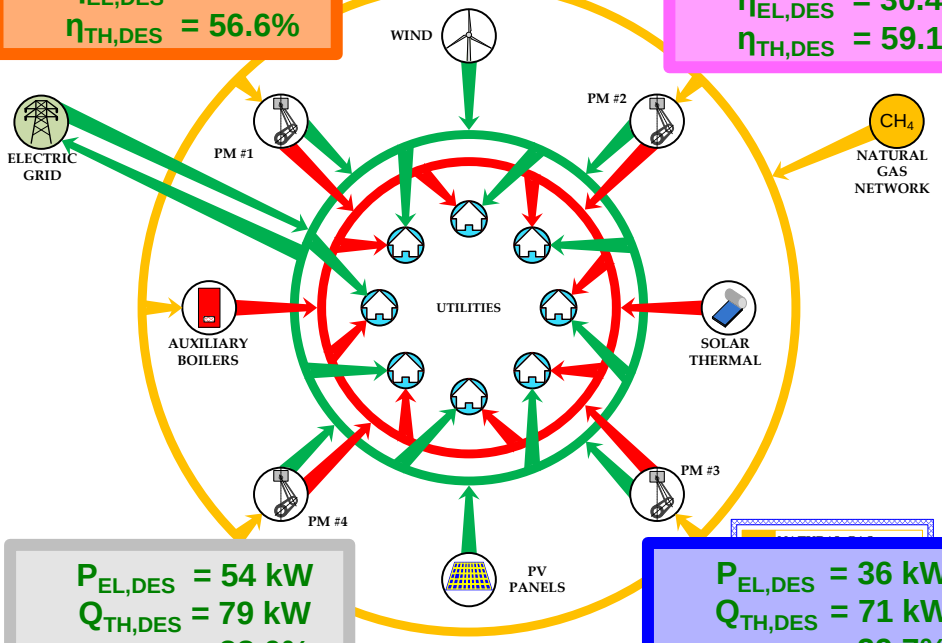
ESEMPIO di applicazione EGO (2)

PM #1

$P_{EL,DES}$ = 33 kW
$Q_{TH,DES}$ = 66 kW
$\eta_{EL,DES}$ = 28.3%
$\eta_{TH,DES}$ = 56.6%

PM #2

$P_{EL,DES}$ = 35 kW
$Q_{TH,DES}$ = 68 kW
$\eta_{EL,DES}$ = 30.4%
$\eta_{TH,DES}$ = 59.1%

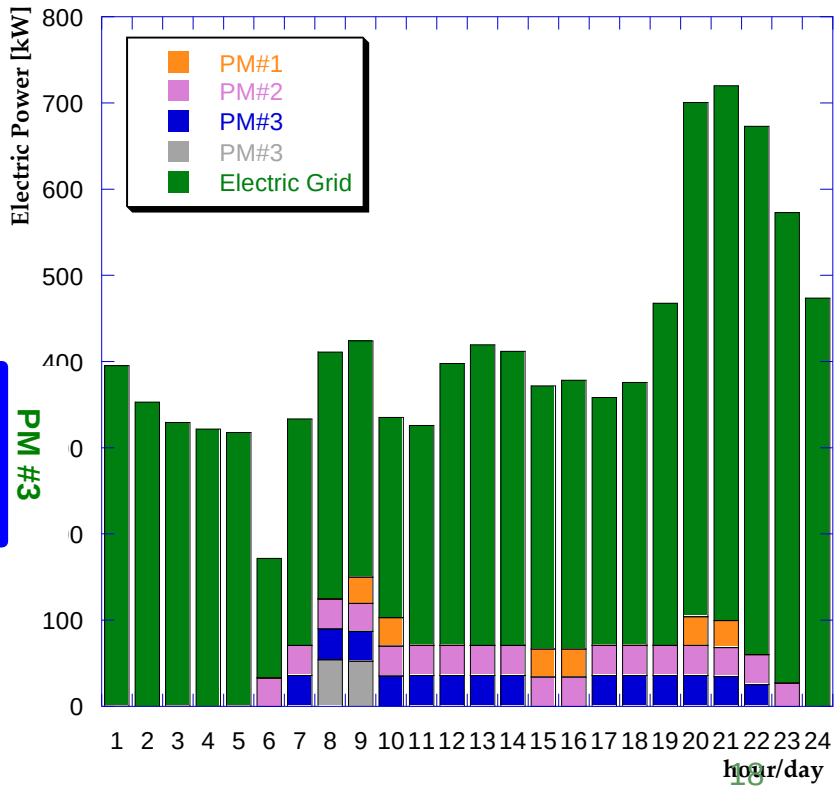


PM #4

$P_{EL,DES}$ = 54 kW
$Q_{TH,DES}$ = 79 kW
$\eta_{EL,DES}$ = 28.0%
$\eta_{TH,DES}$ = 40.9%

PM #3

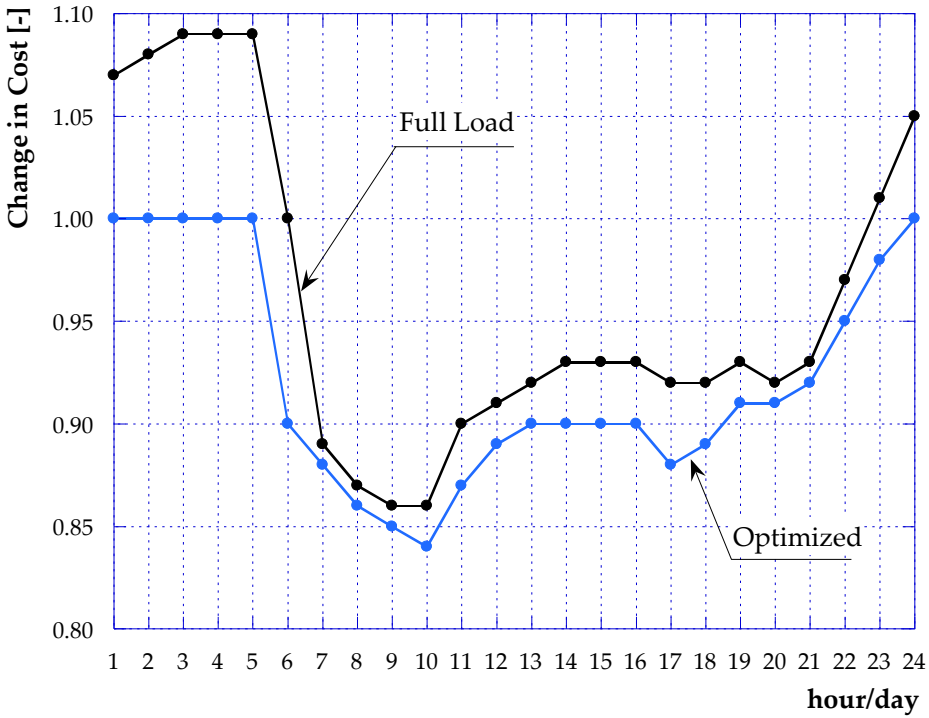
$P_{EL,DES}$ = 36 kW
$Q_{TH,DES}$ = 71 kW
$\eta_{EL,DES}$ = 29.7%
$\eta_{TH,DES}$ = 60.3%



ESEMPIO di applicazione EGO (4)

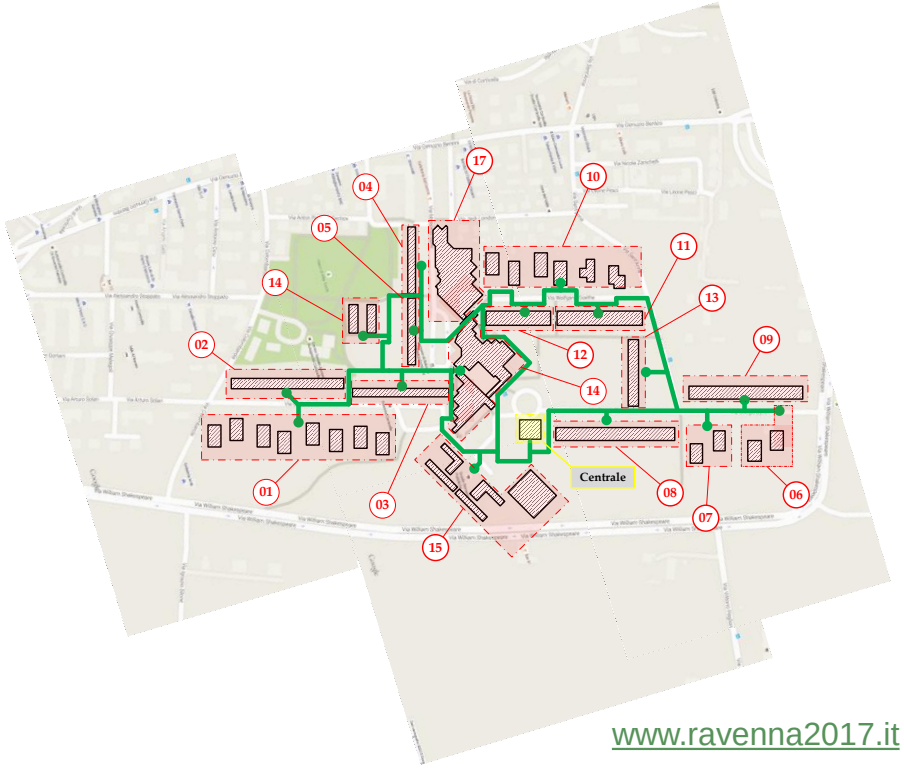
L'ottimizzazione dei carichi permette:

- Di **annullare** la potenza **termica dispersa**
- **Ridurre del 95%** i consumi di combustibile nelle caldaie ausiliarie
- **Ridurre del 15%** l'energia elettrica acquistata dalla rete
- **Benefici economici**



CASO STUDIO EFFICITY: la rete di teleriscaldamento di Corticella

- Rete di teleriscaldamento medio/piccola;
- Estensione pari a 4 chilometri (mandata+ritorno), area complessiva pari a 22 ettari



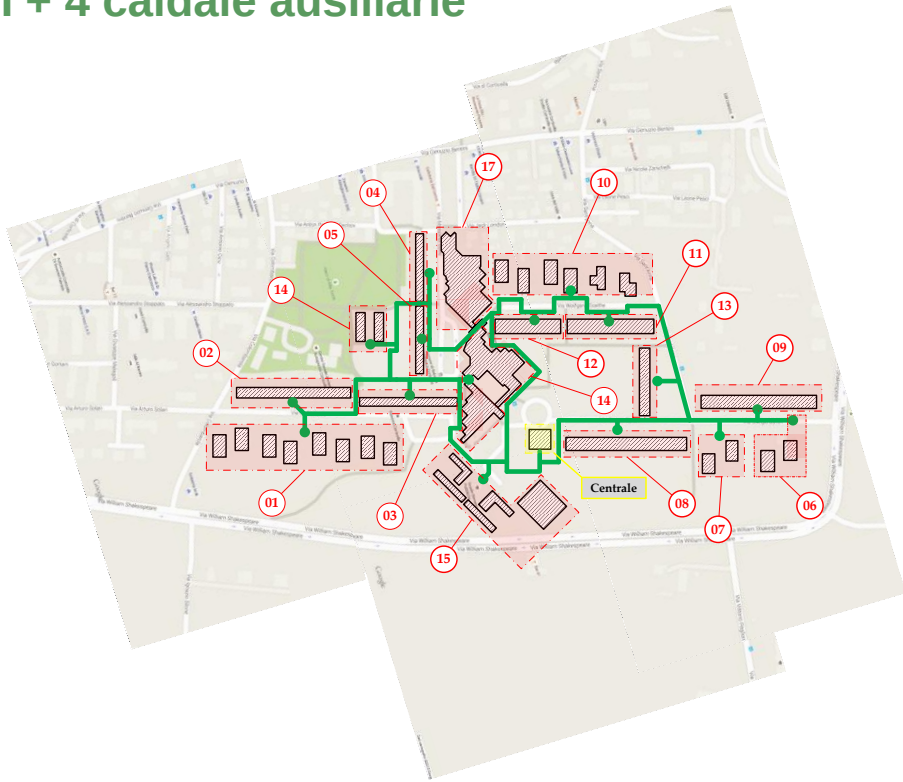
www.ravenna2017.it

CASO STUDIO *EFFICITY* : la rete di teleriscaldamento di Corticella

rete caratterizzata da **17 utenze** di cui 13 residenziali (tot. 960 unità abitative) e 4 terziarie (2 scuole, 1 supermercato, 1 day hospital), **1 centrale CHP** con **MCI + 4 caldaie ausiliarie**

Tabella 1 – Elenco delle utenze della rete di teleriscaldamento di Corticella

ID	Tipologia Utenza	Utenza servita
1	Residenziale	Condominio di via Giulio Verne n. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15
2	Residenziale	Condominio di via Giulio Verne n. 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14
3	Residenziale	Condominio di via Giulio Verne n. 16, 18, 20, 22, 24, 26
4	Residenziale	Condominio di via Massimo Gorki n. 11, 13, 15, 17
5	Residenziale	Condominio di via Massimo Gorki n. 19, 21, 23, 25
6	Residenziale	Condominio di via Giorgio Byron n. 2, 4
7	Residenziale	Condominio di via Giorgio Byron n. 6, 8
8	Residenziale	Condominio di via Giorgio Byron n. 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22
9	Residenziale	Condominio di via Giorgio Byron n. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13
10	Residenziale	Condominio di via Wolfgang Goethe n. 1, 3, 5, 7, 9, 11
11	Residenziale	Condominio di via Wolfgang Goethe n. 2, 4, 6, 8, 10
12	Residenziale	Condominio di via Wolfgang Goethe n. 12, 16, 18
13	Residenziale	Condominio di via S.Anna n. 15, 17, 19, 21
14	Terziaria	Scuola materna Attilia Neri + CSA & URP Villa Torchi
15	Terziaria	Scuola elementare e media F. Franchini +palestra
16	Terziaria	Centro Civico - Day Hospital
17	Terziaria	Supermercato Coop - Corticella



www.ravenna2017.it

Fare i conti con l'ambiente
Rifiuti acqua energia

Ravenna 17·18·19 maggio 2017

Grazie dell'attenzione

Ing. Lisa Branchini

SMEA - SISTEMI E MACCHINE PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

CIRI EA-CENTRO INTERDIPARTIMENTALE DI RICERCA INDUSTRIALE ENERGIA E AMBIENTE

www.ravenna2017.it