



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

# Fotovoltaico LNF

# Presentazione tecnica

Ruggero Ricci /LNF



# Cosa abbiamo:

57 edifici

22.000 mq di coperture

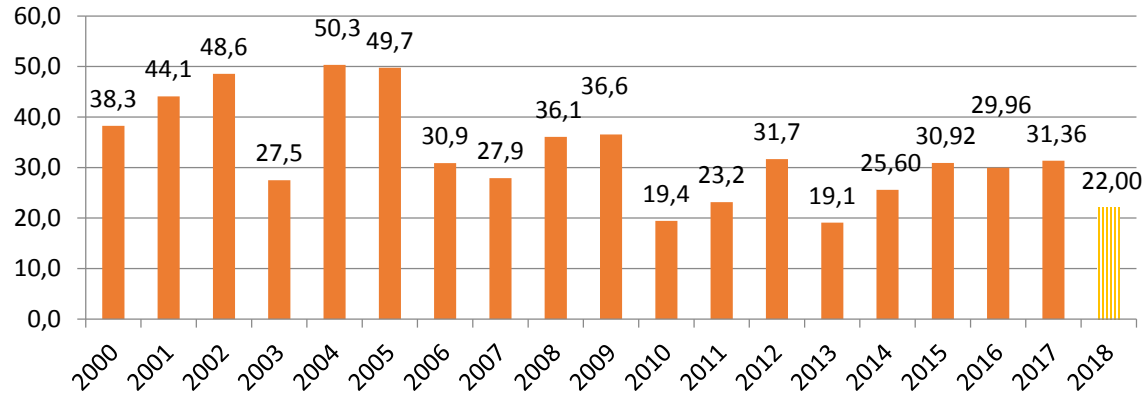
N

S

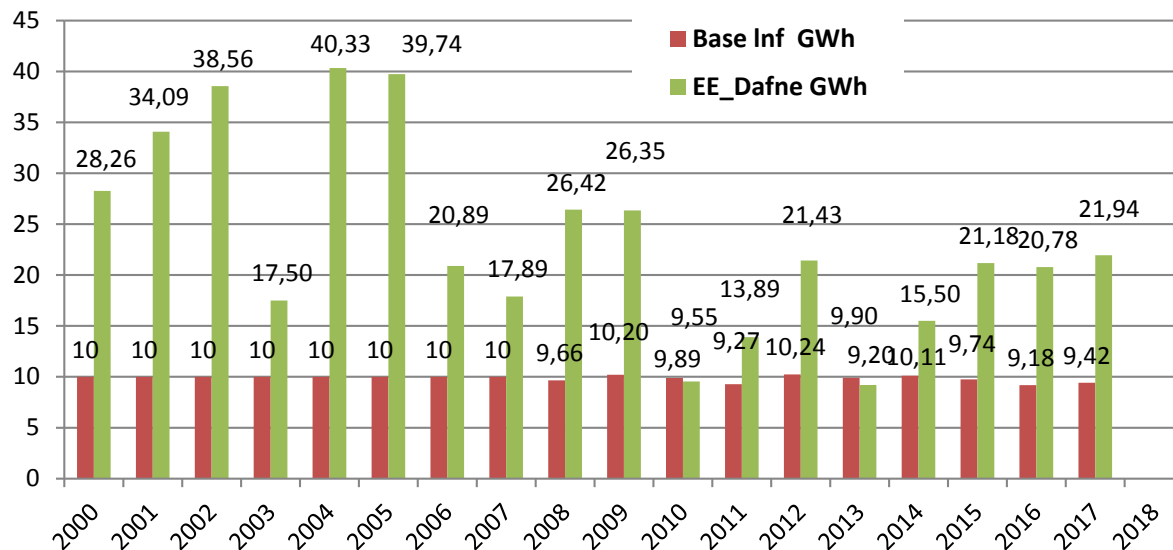
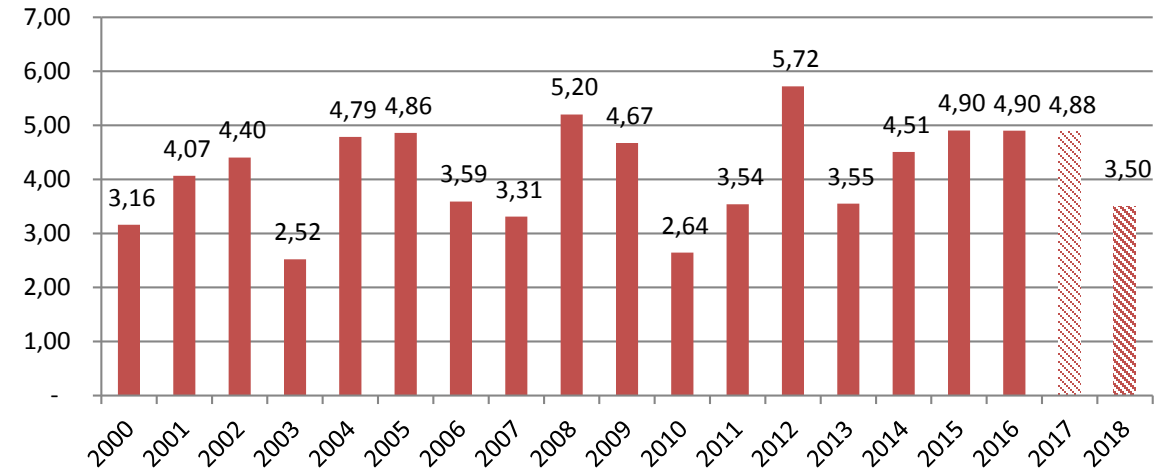
© 2018 Europa Technologies

# Bolletta energetica LNF

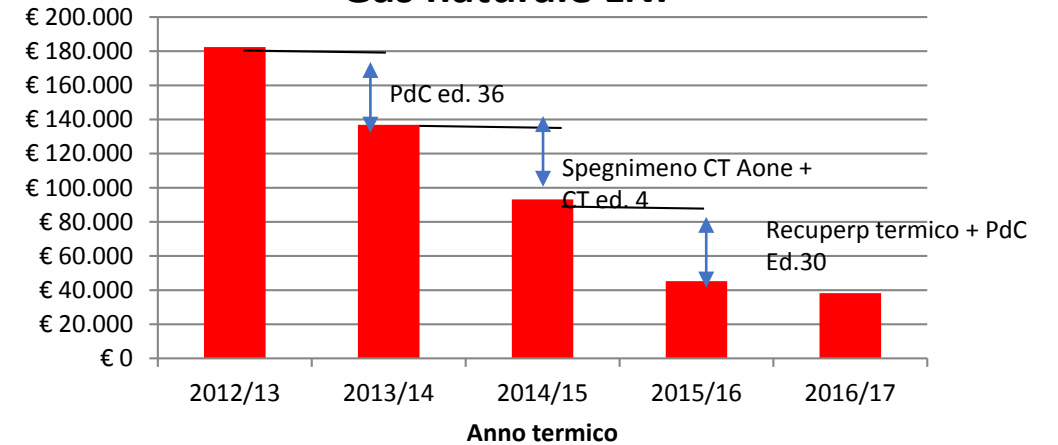
## Consumo EE [GWh]



## Spesa per EE [M€]

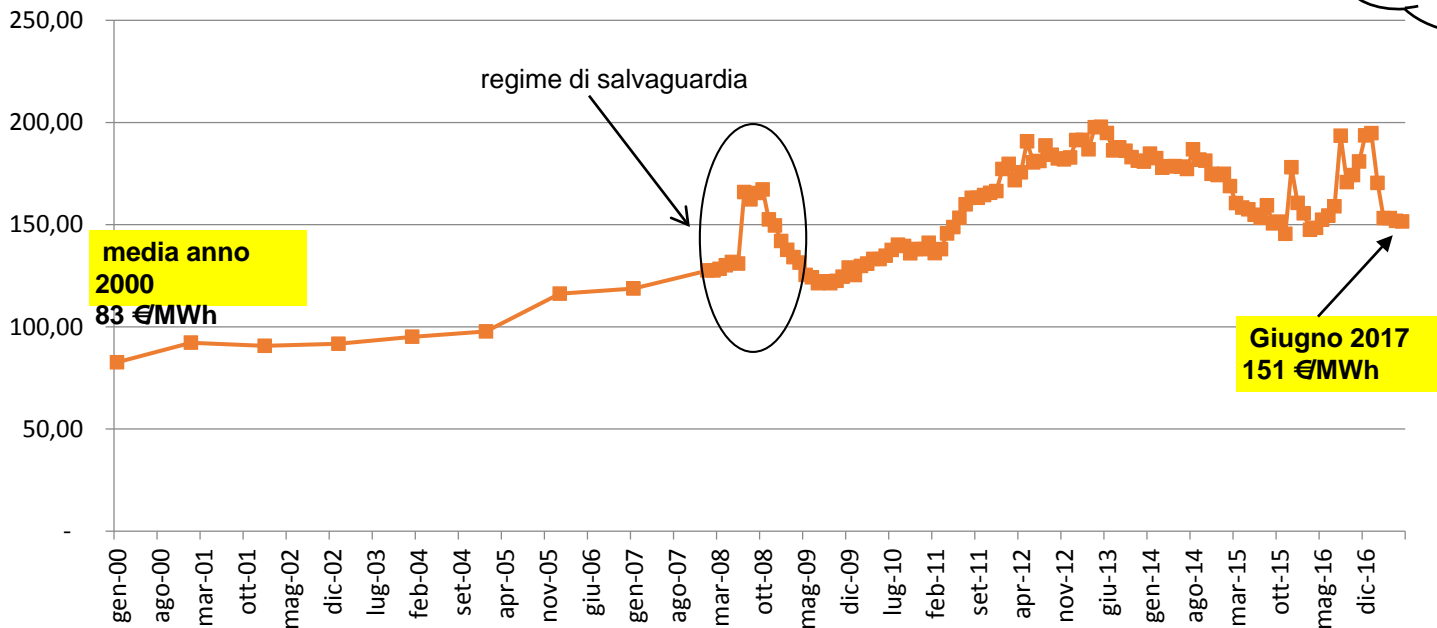


## Gas naturale LNF



# I costi in bolletta

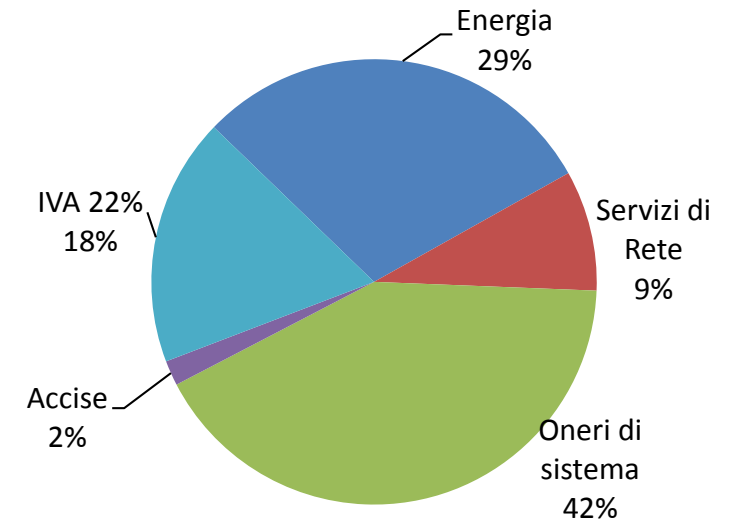
Costo complessivo dell'energia [€/MWh]



*Incentivi per fotovoltaico altrui...*

Consuntivo spesa EE 2016

Energia	€	1.453.422
Servizi di Rete	€	428.632
Oneri di sistema	€	2.045.571
Accise	€	89.200
IVA 22%	€	883.702
tot	€	4.900.527



# Fotovoltaico@LNF

## Primi studi ... ed insuccessi

Vari tentativi...

- A livello INFN
- Su proposta di società esterne

Nel 2009, dopo lo studio preliminare, stavamo uscendo con un incarico di progettazione per 600 kW, per avere in mano un progetto definitivo con tutte le approvazioni allora necessarie in grado di mettere in gara un progetto cantierabile, allora molto appetibile con il secondo conto energia...

Costo della progettazione e iter autorizzativo: 12.500 €

## Nel frattempo:

- Sono finiti gli incentivi
- Sono crollati i costi di realizzazione
- Sono migliorati i componenti: rendimento da 11% ->14%
- Si è semplificato enormemente l'iter autorizzativo
- Eliminate le accise su EE da fonti rinnovabili autoprodotta o in SEU
- Eliminati gli oneri di sistema e trasporto su energia autoprodotta e consumata sul posto

il valore dell'energia prodotta ora si confronta con il costo evitato complessivo (15 €cent/kWh) e non con il costo della sola voce energia (5-7 €cent/kWh)

# Situazione incentivi fonti rinnovabili

- Conto energia (fotovoltaico): finito nel 2013
- Regime di detrazione fiscale 50% (max 96 k€): Applicabile ?
- 355 M€ nel PREPAC; Programma di riqualificazione energetica della Pubblica Amministrazione Centrale: noi no !
- Lazio: Lazio Green: finanziamenti a tasso 0, ma non per noi
- Conto energia termico (40% su interventi di riqualificazione energetica)
- Certificati di efficienza energetica (TEE)

# Titoli autorizzativi

Nel 2013 LNF è coinvolta dal Comune di Frascati nella redazione del PAES  
Gli interventi inseriti hanno titolo abilitativo.



## Frascati 2020

### Sustainable Energy Action Plan

### Piano d'azione per l'energia sostenibile

Documento approvato con Delibera del Consiglio Comunale n° 41 del 28 / 11 /2013.

[http://www.pattodeisindaci.provincia.roma.it/moduli/downloadFile.php?file=oggetto\\_comuni\\_aderenti/1333912492510\\_OSEAP\\_Frascati\\_201113.pdf](http://www.pattodeisindaci.provincia.roma.it/moduli/downloadFile.php?file=oggetto_comuni_aderenti/1333912492510_OSEAP_Frascati_201113.pdf)

### 3. PRODUZIONE LOCALE DI ENERGIA

#### AZIONE 2020

#### 3.7 Installazione di impianti solari termici e fotovoltaici nei Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN

Descrizione dell'azione	E' allo studio la realizzazione di impianti di produzione dell'energia elettrica fotovoltaici da installare sulle coperture degli edifici dei laboratori. La superficie netta disponibile è di 10.000 mq. Il sito consente il completo autoconsumo dell'energia prodotta e l'integrazione con gli impianti elettrici esistenti.
Soggetto responsabile e attori coinvolti	<i>Responsabile dell'azione:</i> INFN <i>Attori coinvolti:</i> Divisione Tecnica
Tempi di realizzazione, investimenti e finanziamenti	<i>Tempi di realizzazione:</i> 2020 <i>Investimenti attivati e finanziamenti:</i> Intervento da realizzare con fondi esterni, coperti dal conto energia
Impatti attesi	<b>Risparmio energetico annuo atteso (energia finale): 810 MWh</b> <b>Riduzione delle emissioni annue: 410 t CO<sub>2</sub> al 2020</b>
Monitoraggio	<i>Indicatori previsti per la fase di monitoraggio:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Potenza installata di fotovoltaico (kWp)</li><li>▪ Quota del consumo di energia elettrica dell'Amministrazione comunale coperto da rinnovabili (%)</li></ul>



# Perché ha senso oggi il fotovoltaico a LNF

1. Riusciamo a consumare tutta l'energia prodotta, senza immetterla in rete, senza accumuli, con il massimo vantaggio economico
2. Disponiamo di una quantità considerevole di superficie in copertura in uno spazio confinato della stessa proprietà
3. Le opere impiantistiche sono notevolmente semplificate, dal momento che ogni edificio ha normalmente linee elettriche in grado di assicurare il collegamento in rete degli impianti di produzione in copertura

# Proposta SACCIR

Marzo 2017: richiesta autorizzazione allo studio preliminare di Proposta Finanza di Progetto per Efficientamento Energetico attraverso la fornitura e la realizzazione di un Impianto fotovoltaico di circa 1 MWp sulle coperture degli edifici dei Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN

Obiettivi principali:

- La produzione di energia rinnovabile attraverso la realizzazione di un impianto fotovoltaico sulle coperture di alcuni immobili di proprietà LNF che possa consentire di raggiungere la massima ottimizzazione dei consumi di energia elettrica compatibilmente con gli spazi di copertura disponibili, **affidando alla nostra Società l'onere di finanziare con propri fondi, gli investimenti necessari all'esecuzione dell'intervento proposto.**
- Il miglioramento, ove necessario, del livello di impermeabilizzazione e/o di coibentazione delle coperture ove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico.
- L'accesso, con il nostro supporto e senza ulteriori oneri per l'Amministrazione, ad **eventuali finanziamenti regionali, nazionali e comunitari e/o altre forme di incentivi** e finanziamenti previsti per la realizzazione di nuovi progetti di efficientamento energetico, che Codesta Amministrazione potrà determinare nel corso della concessione del servizio in oggetto.

*Essendo SACCIR una società qualificata come E.S.Co e certificata UNI CEI 11352, può operare attraverso la modalità contrattuale EPC, Energy Performance Contract, con propria capacità di copertura finanziaria degli investimenti attraverso FTT, Finanziamento Tramite Terzi*

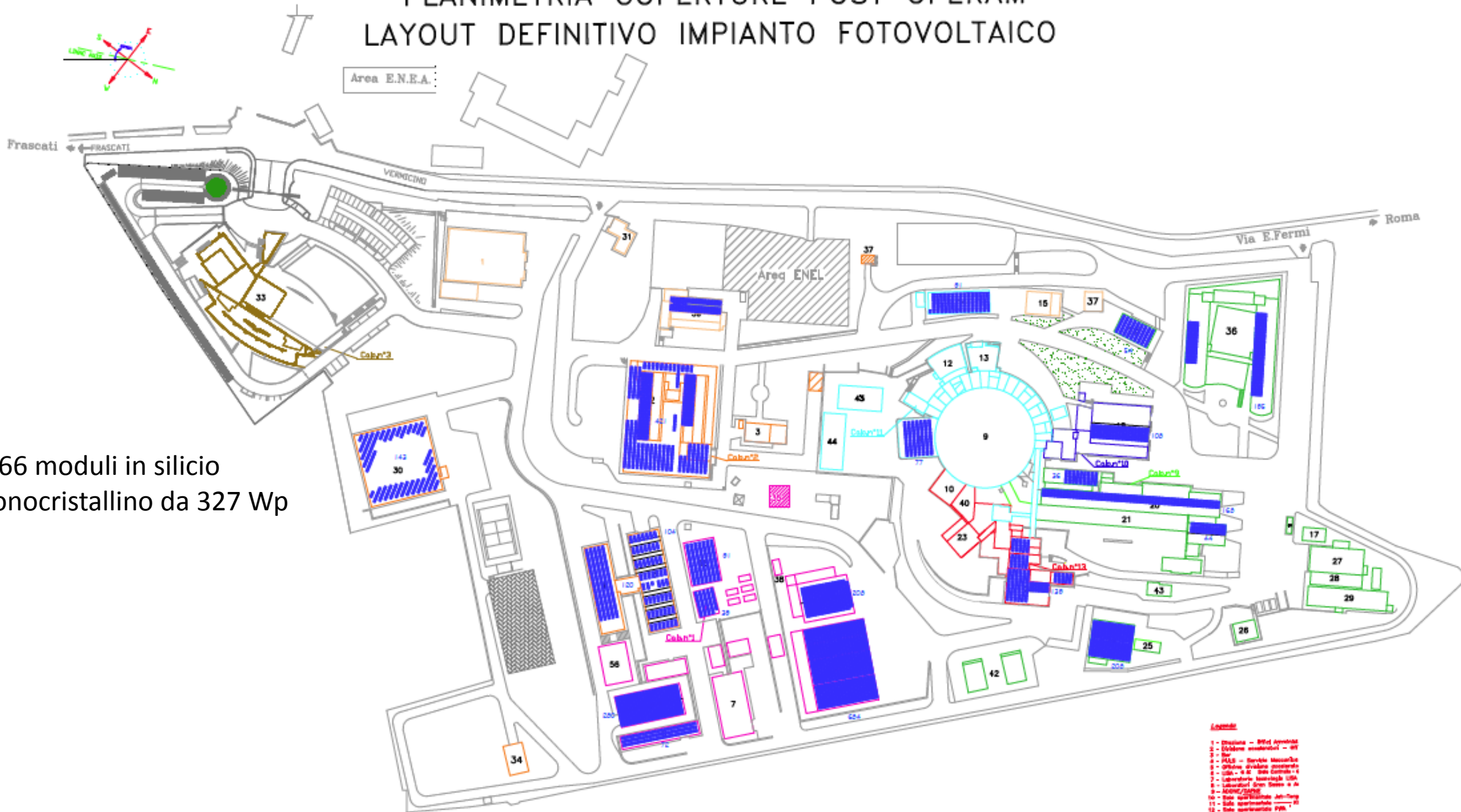


# Studio di fattibilità

- Elaborazione della fattibilità tecnica
- Approfondimento di questioni tecniche specifiche con ENEL
- Rilievo fotografico (anche con drone) dello stato delle coperture di tutti gli edifici interessati
- Analisi dei progetti statici delle coperture esistenti, ricavati dai nostri archivi.
- Misura della trasmittanza di alcune coperture
- Analisi economica e finanziaria



# PLANIMETRIA COPERTURE POST OPERAM LAYOUT DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO



3366 moduli in silicio monocristallino da 327 Wp

- Legenda**
- 1 - Direzione - Direzione Amministrativa
  - 2 - Direzione Amministrativa - 01
  - 3 - Direzione Amministrativa - 02
  - 4 - Direzione Amministrativa - 03
  - 5 - Direzione Amministrativa - 04
  - 6 - Direzione Amministrativa - 05
  - 7 - Direzione Amministrativa - 06
  - 8 - Direzione Amministrativa - 07
  - 9 - Direzione Amministrativa - 08
  - 10 - Direzione Amministrativa - 09
  - 11 - Direzione Amministrativa - 10
  - 12 - Direzione Amministrativa - 11
  - 13 - Direzione Amministrativa - 12
  - 14 - Direzione Amministrativa - 13
  - 15 - Direzione Amministrativa - 14
  - 16 - Direzione Amministrativa - 15
  - 17 - Direzione Amministrativa - 16
  - 18 - Direzione Amministrativa - 17
  - 19 - Direzione Amministrativa - 18
  - 20 - Direzione Amministrativa - 19
  - 21 - Direzione Amministrativa - 20
  - 22 - Direzione Amministrativa - 21
  - 23 - Direzione Amministrativa - 22
  - 24 - Direzione Amministrativa - 23
  - 25 - Direzione Amministrativa - 24
  - 26 - Direzione Amministrativa - 25
  - 27 - Direzione Amministrativa - 26
  - 28 - Direzione Amministrativa - 27
  - 29 - Direzione Amministrativa - 28
  - 30 - Direzione Amministrativa - 29
  - 31 - Direzione Amministrativa - 30
  - 32 - Direzione Amministrativa - 31
  - 33 - Direzione Amministrativa - 32
  - 34 - Direzione Amministrativa - 33
  - 35 - Direzione Amministrativa - 34
  - 36 - Direzione Amministrativa - 35
  - 37 - Direzione Amministrativa - 36
  - 38 - Direzione Amministrativa - 37
  - 39 - Direzione Amministrativa - 38
  - 40 - Direzione Amministrativa - 39
  - 41 - Direzione Amministrativa - 40
  - 42 - Direzione Amministrativa - 41
  - 43 - Direzione Amministrativa - 42
  - 44 - Direzione Amministrativa - 43
  - 45 - Direzione Amministrativa - 44
  - 46 - Direzione Amministrativa - 45
  - 47 - Direzione Amministrativa - 46
  - 48 - Direzione Amministrativa - 47
  - 49 - Direzione Amministrativa - 48
  - 50 - Direzione Amministrativa - 49
  - 51 - Direzione Amministrativa - 50
  - 52 - Direzione Amministrativa - 51
  - 53 - Direzione Amministrativa - 52
  - 54 - Direzione Amministrativa - 53
  - 55 - Direzione Amministrativa - 54
  - 56 - Direzione Amministrativa - 55
  - 57 - Direzione Amministrativa - 56
  - 58 - Direzione Amministrativa - 57
  - 59 - Direzione Amministrativa - 58
  - 60 - Direzione Amministrativa - 59
  - 61 - Direzione Amministrativa - 60
  - 62 - Direzione Amministrativa - 61
  - 63 - Direzione Amministrativa - 62
  - 64 - Direzione Amministrativa - 63
  - 65 - Direzione Amministrativa - 64
  - 66 - Direzione Amministrativa - 65
  - 67 - Direzione Amministrativa - 66
  - 68 - Direzione Amministrativa - 67
  - 69 - Direzione Amministrativa - 68
  - 70 - Direzione Amministrativa - 69
  - 71 - Direzione Amministrativa - 70
  - 72 - Direzione Amministrativa - 71
  - 73 - Direzione Amministrativa - 72
  - 74 - Direzione Amministrativa - 73
  - 75 - Direzione Amministrativa - 74
  - 76 - Direzione Amministrativa - 75
  - 77 - Direzione Amministrativa - 76
  - 78 - Direzione Amministrativa - 77
  - 79 - Direzione Amministrativa - 78
  - 80 - Direzione Amministrativa - 79

## Tabella riepilogativa intervento FTV post Operam, INFN Frascati

		Copertura [mq]	disponibilità [%]	Sup. utile [mq]	Note	numero moduli	Potenza kWp	Produzione e specifica	Produzione annua kWh
Ed. 2	Laboratori Adone	2485	84	2.087	50 % copertura piana, resto copertura a f	392	128,18	1280	164.075,52
Ed.4-5	Ladon	1100	70	770	Copertura piana	224	73,248	1300	95.222,40
Ed. 6	Sparc SMS + S.controllo	440	90	396	Copertura piana	72	23,544	1280	30.136,32
Ed 8	Gran sasso	1400	95	1330	Copertura in lamiera ondulata - da verifica	684	223,67	1200	268.401,60
Ed.11	KLOE	320	90	288	Copertura piana	77	25,179	1280	32.229,12
Ed.16	Geometri	200	80	160	Copertura piana	54	17,658	1320	23.308,56
Ed. 14	CED	300	90	270	Copertura piana	91	29,757	1300	38.684,10
Ed. 18	Sala macchine Dafne	600	90	540	copertura a falda a doppia inclinazione	108	35,316	1200	42.379,20
Ed. 19	LADON+ cab9+ uff linac	450	80	360	Copertura piana	36	11,772	1250	14.715,00
Ed. 20	Linac - modulatori+ Testata	1200	100	1200	copertura a falda a doppia inclinazione	168	54,936	1180	64.824,48
Ed. 21B					copertura a falda a doppia inclinazione	44	14,388	1200	17.265,60
Ed.22	Leale	600	70	420	Copertura piana	139	45,453	1280	58.179,84
Ed. 24	Ex camera a bolle	380	90	342	Copertura in lamiera ondulata	208	68,016	1200	81.619,20
Ed. 30	SAC	1200	40	480	Copertura piana	130	42,51	1300	55.263,00
Ed. 36	Alte energie	900	90	810	Solo Copertura a botte	195	63,765	1250	79.706,25
Ed. 39	Stazione elettrica	400	80	320	copertura a doppia falda con doppia inclinazione	96	31,392	900	28.252,80
Ed. 57	Ampliamento GS	470	90	423	Copertura in lamiera ondulata	208	68,016	1200	81.619,20
?	Cabina el. N 1	100	95	95	Copertura piana	39	12,753	1250	15.941,25
Ed. 55	Sparc Village	Già			Copertura piana	91	29,757	1250	37.196,25
ed. 53	Tendone giallo SP Sparc				Copertura in lamiera ondulata da sostituire	280	91,56	1200	109.872,00
	tot	19.175	tot	<b>13.688</b>		3336	<b>1091 kWp</b>		<b>1.338.892 kWh</b>
					superficie attiva totale in mq	5604,5			

- 3366 moduli in silicio monocristallino da 327 Wp
- 56 Inverter
- Producibilità annua garantita 1,2 GWh (equivalente a 190 k€)
- 22 edifici interessati su 57

# Impatto energetico

Produzione annua di 1.217.174 kWh

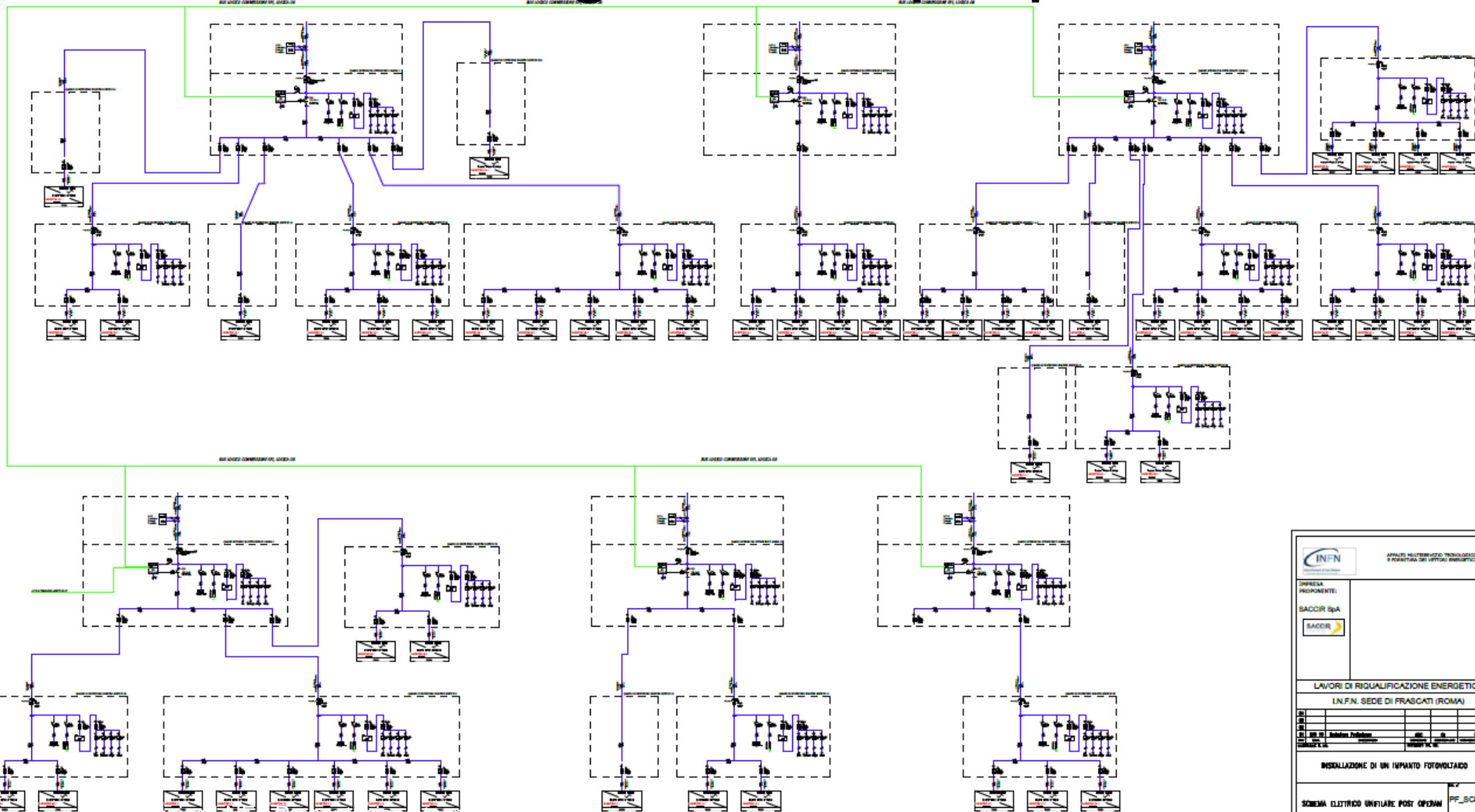
Pari al 13 % del consumo LNF esclusa Dafne (9.500.000 kWh)

Ovvero 4,1 % del consumo totale LNF (30.000.000 kWh)

Riduzione delle emissioni di 620 tonnellate di CO<sub>2</sub>

La producibilità è stimata sulla base di dati di irraggiamento ufficiali utilizzando coefficienti di riduzione cautelativi. Quindi per questa fase è ben attendibile.

# Schema di collegamento proposto



 <b>INFN</b> APPLICAZIONE MULTISERVIZIO TECNOLOGICO E POTENZIALITÀ DEI VERTICI ENERGETICI	
IMPRESA PROFONANTE: <b>SACOR SpA</b> 	
LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA I.N.F.N. SEDE DI FRASCATI (ROMA)	
REDAZIONE	PROGETTO
VERIFICA	APPROVAZIONE
DATA	DATA
INSTALLAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO	
SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE POST OPERAM	PF_SCH_LFO
SCALA 1:1000	

# Soluzioni tecniche elaborate nel progetto di fattibilità

- Ottimizzazione della disposizione dei moduli, suddivisione in stringhe
- Collegamento sulla rete in 6 punti, come soluzione di compromesso tra il maggior costo delle linee tra edificio ed edificio e il costo della strumentazione per il punto di connessione
- Interazioni con ENEL Distribuzione per il collegamento in rete multiplo su una rete privata, con soluzione non standard.



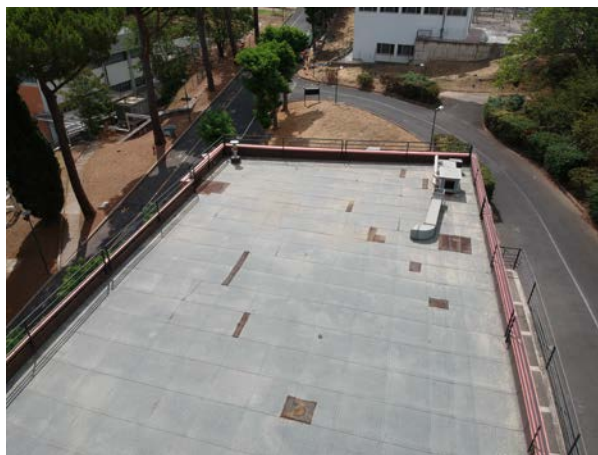
# Attività collaterali su 22 edifici

- Rifacimento completo dei manti di copertura di 22 edifici, sia per assicurare una durata commisurata con la vita attesa dell'impianto, sia per ottimizzare l'installazione, con sistemi di ancoraggio integrati
- Coibentazione delle coperture dei soli edifici riscaldati.
- Utilizzo di manti COOL ROOF (ad alta riflettanza) che riducono drasticamente la quantità di calore assorbita dalla copertura, molto utile per aumentare la producibilità dei moduli, e che comporta un aumento del benessere nei piani sottostanti.
- Messa in sicurezza delle coperture per la successiva manutenzione di impianti e strutture.



# Attività collaterali

- Attestato di prestazione energetica **APE di tutti gli immobili**  
Il costo è rimborsabile al 100% come conto termico
- **Supporto per l'accesso ad incentivi per altri interventi** di efficientamento energetico, anche a cura di LNF, come pompe di calore, sostituzione vetrate, barriere ombreggianti ecc...



# Stima dei costi SACCIR

1/2

DESCRIZIONE	U.M.	QUANTITÀ	COSTO COMPLESSIVO
F.p.o di moduli fotovoltaici monocristallini ad alta efficienza da 327 Wp. I suddetti moduli devono avere una garanzia di almeno 10 anni sui difetti e almeno 25 anni per la produzione, tale che al 25° anno deve essere non minore dell'80% del valore nominale iniziale.	n	3.336	€ 752.325,00
F.p.o. di convertitori DC/AC da 12 kW (o soluzione progettualmente equivalente) per impianti FTV ad alta efficienza, di primaria marca, trifase, omologati CRI 0-21 - CEI 0-16.	n	11	€ 27.500,00
F.p.o. di convertitori DC/AC da 15 kW (o soluzione progettualmente equivalente) per impianti FTV ad alta efficienza, di primaria marca, trifase, omologati CRI 0-21 - CEI 0-16.	n	18	€ 56.250,00
F.p.o. di convertitori DC/AC da 20 kW (o soluzione progettualmente equivalente) per impianti FTV ad alta efficienza, di primaria marca, trifase, omologati CRI 0-21 - CEI 0-16.	n	10	€ 41.666,67
F.p.o. di convertitori DC/AC da 25 kW (o soluzione progettualmente equivalente) per impianti FTV ad alta efficienza, di primaria marca, trifase, omologati CRI 0-21 - CEI 0-16.	n	11	€ 57.291,67
F.p.o. di convertitori DC/AC da 60 kW (o soluzione progettualmente equivalente) per impianti FTV ad alta efficienza, di primaria marca, trifase, omologati CRI 0-21 - CEI 0-16.	n	4	€ 44.000,00
F.p.o. di sistemi di fissaggio idonei alla tipologia di moduli fotovoltaici.	n	3.336	€ 122.108,33

Pannelli

€ 752.325

Inverter

€ 226.707

Supporti

€ 122.108

# Stima dei costi SACCIR

2/2

DESCRIZIONE	U.M.	QUANTITÀ	COSTO COMPLESSIVO
F.p.o. di cavi come meglio specificato nello schema elettrico allegato.	sc		€ 110.458,33
F.p.o. di quadri elettrici come indicato nello schema elettrico allegato.	n	27	€ 72.031,67
F.p di pacchetto termoisolante in copertura a mezzo della posa di un sistema a secco, compreso quanto necessario per dare l'opera finita a regola d'arte. Compresa la rimozione dell'esistente e il conferimento in discarica.	mq	6.697	€ 469.569,70
F.p.o. di membrana impermeabilizzante in copertura, compreso quanto necessario per dare l'opera finita a regola d'arte.	mq	2.984	€ 147.708,00
F.p.o. di lamiera grecata coibentata in copertura, compreso quanto necessario per dare l'opera finita a regola d'arte. Compresa la rimozione dell'esistente e il conferimento in discarica.	mq	1.823	€ 92.552,31
F.p.o. di lamiera grecata coibentata in copertura, compreso quanto necessario per dare l'opera finita a regola d'arte. Compresa la rimozione dell'esistente e il conferimento in discarica.	mq	500	€ 27.500,00
Opere edili ausiliarie ai fini della sicurezza	a corpo		€ 50.000,00
	Totale lavori		€ 2.070.961,67
	Oneri per la sicurezza		€ 75.307,97
	Gran totale		€ 2.146.269,64

70 €/mq

49,5 €/mq

50 €/mq

55 €/mq

Impianti

€ 182.489

Tot Fotovoltaico: € 1.283.629

Coperture

€ 737.329

# Interventi *in pectore* attinenti al conto termico

- Pompa di calore con recuperatore di calore per l'ed. 33 (Centro servizi)
- Serramenti/sostituzione vetri/ frangisole ed. 30 (SAC)
- Sostituzione vetri basso emissivi ed. 36 (Alte Energie)
- Serramenti ed. 2

# Logica del FFT tramite ESCO

- Concessione dell'uso delle superfici all'impresa (che pagherà per questo un canone).
- L'impresa finanzia, progetta, realizza e gestisce gli impianti a proprie spese per tutto il tempo della concessione.
- INFN è obbligato ad acquistare l'energia prodotta a un costo inferiore a quello ordinario (oggetto di gara).
- INFN paga un canone a copertura dell'investimento sulla parte edile, o può scegliere di partecipare alle spese.
- Modalità SEU (sistema efficiente di utenza).
- Al termine della concessione l'impianto (la vita attesa dei moduli è 25 anni) diventa di proprietà INFN.

# Potremmo farlo in proprio ?

Iter ordinario

Progetto preliminare (interno)

Progetto esecutivo -> gara per la progettazione

Incarico – Revisione dei progetti – Validazione

Indizione di gara /gare

Incarico Direzione lavori e Coordinatore per la sicurezza (gara)

Gestione e manutenzione degli impianti

Continua attenzione per mantenere le performance

# Conclusioni

- LNF potrebbe utilizzare una quota del 13% di energia di origine rinnovabile.
- Ritorno di immagine.
- Risanamento di 13.000 su 22.000 mq di copertura e loro manutenzione per tutta la durata della concessione.
- Realizzazione di un'opera utile ma non «core business» con sforzo limitato.
- Nessun investimento.
- Risparmio (limitato) in bolletta energetica.