



# Monitoraggio e diagnostica di impianti a fonti rinnovabili di energia

**Renew Energy Srl**

Spin-off del Politecnico di Bari

**Bari**  
**29 Ottobre 2009**

## Qual è il mercato?

**Impianti fotovoltaici già connessi in rete**  
(fonte: GSE al 26/10/2009)

	Italia	Puglia
N° impianti	52.659	3635
Potenza di picco totale installata	656 MW	85 MW
Producibilità totale di energia	900 GWh/anno	120 GWh/anno
Contributo totale in conto energia	342 M€/anno	45.6 M€/anno

**Impianti eolici già connessi in rete**  
(fonte: ANEV al 12/01/2009)

	Italia	Puglia
N° impianti	242	58
Potenza totale installata	3538 MW	896 MW
Producibilità totale di energia	6000 GWh/anno	1620 GWh/anno
Contributo totale incentivi	1080 M€/anno	292 M€/anno

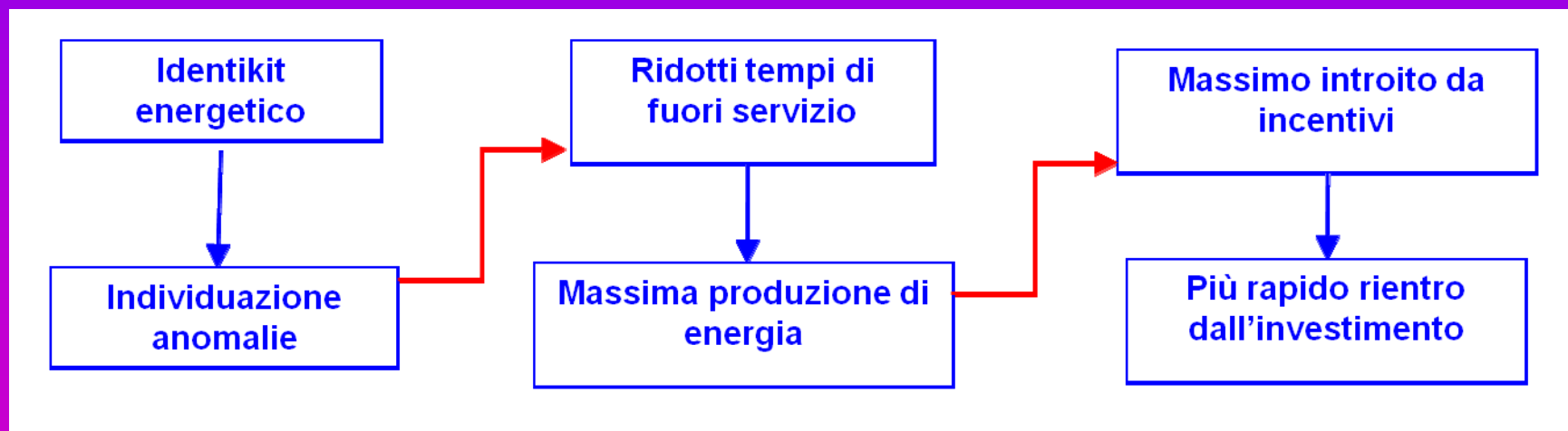
## ***Problematiche legate al monitoraggio delle prestazioni energetiche per impianti FV***

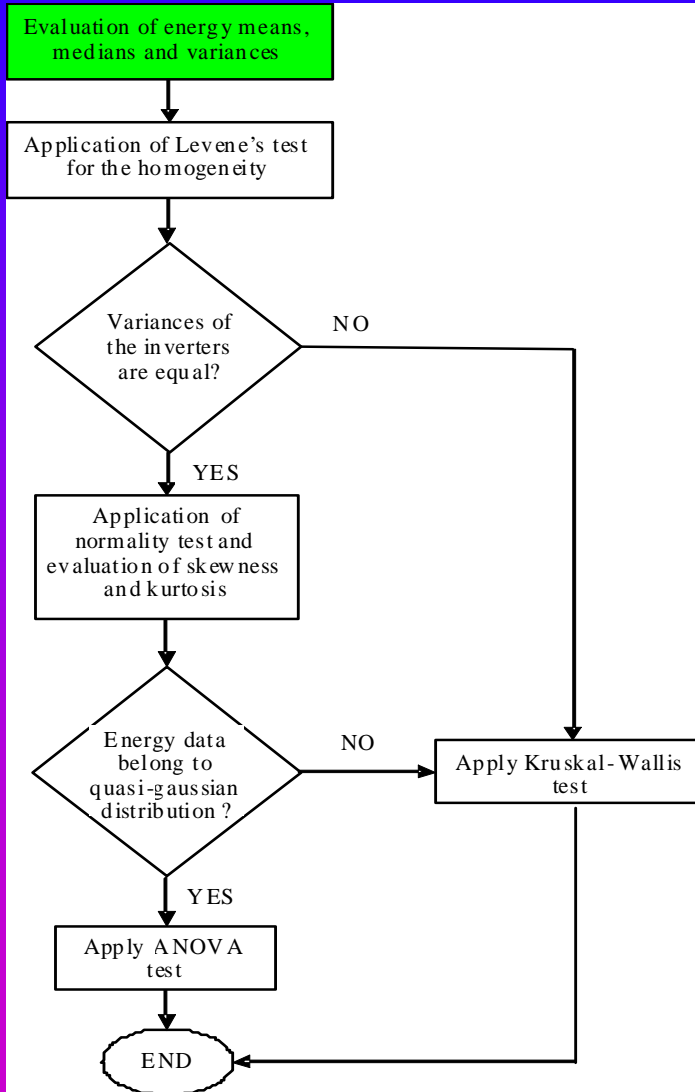
- La norma CEI 82-15 (Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati) è del 1999!
- La norma CEI 82-25 (Guida alla realizzazione degli impianti fotovoltaici) non impone l'obbligo di dotare gli impianti FV di dispositivi ausiliari per il monitoraggio (datalogger e sensor box)

## Quali sono gli elementi innovativi?

1. Utilizzo di strumenti avanzati di statistica descrittiva ed inferenziale per l'elaborazione dei dati di produzione energetica di IAFR
2. Elaborazione di immagini all'infrarosso su componenti di IAFR per verificarne l'integrità costruttiva

## Quali vantaggi apportano?

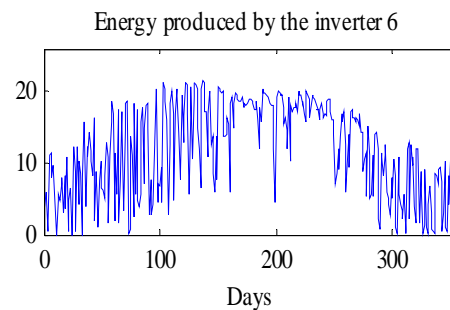
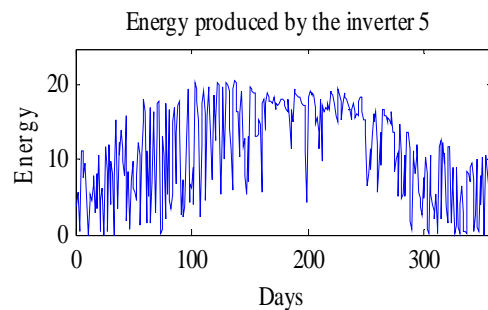
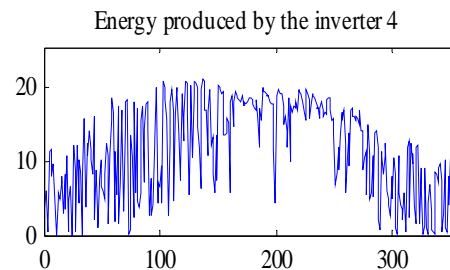
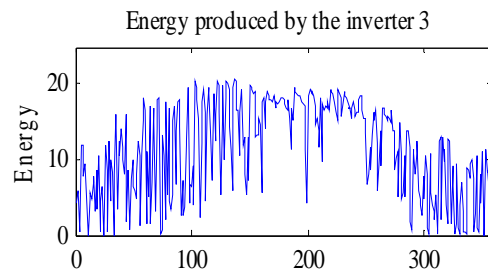
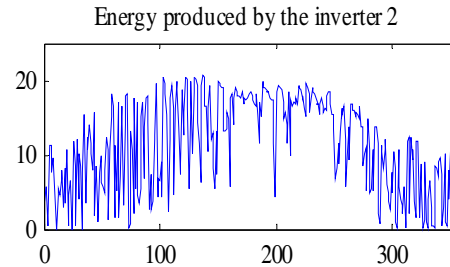
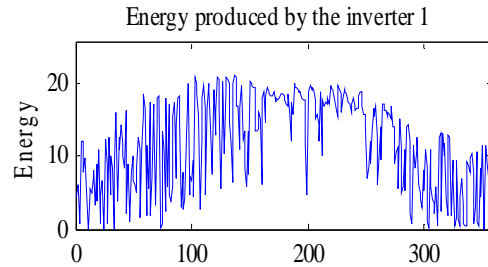




## Analisi statistica 1/3

- Media, mediana, varianza
- Levene's Test
- Normal probability plot
- T-student
- ANOVA test
- Kruskal-Wallis test
- Bootstrap technique
- Re-sampling
- P-value
- Benchmarks

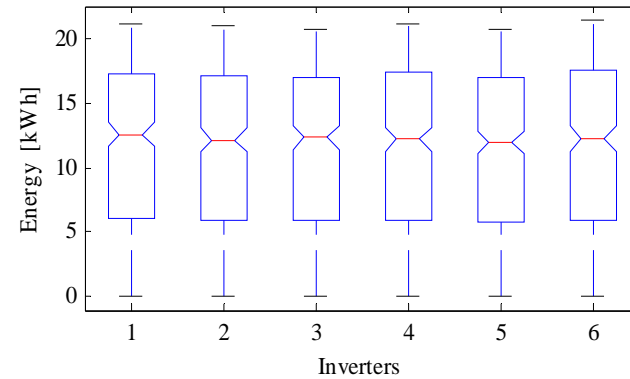
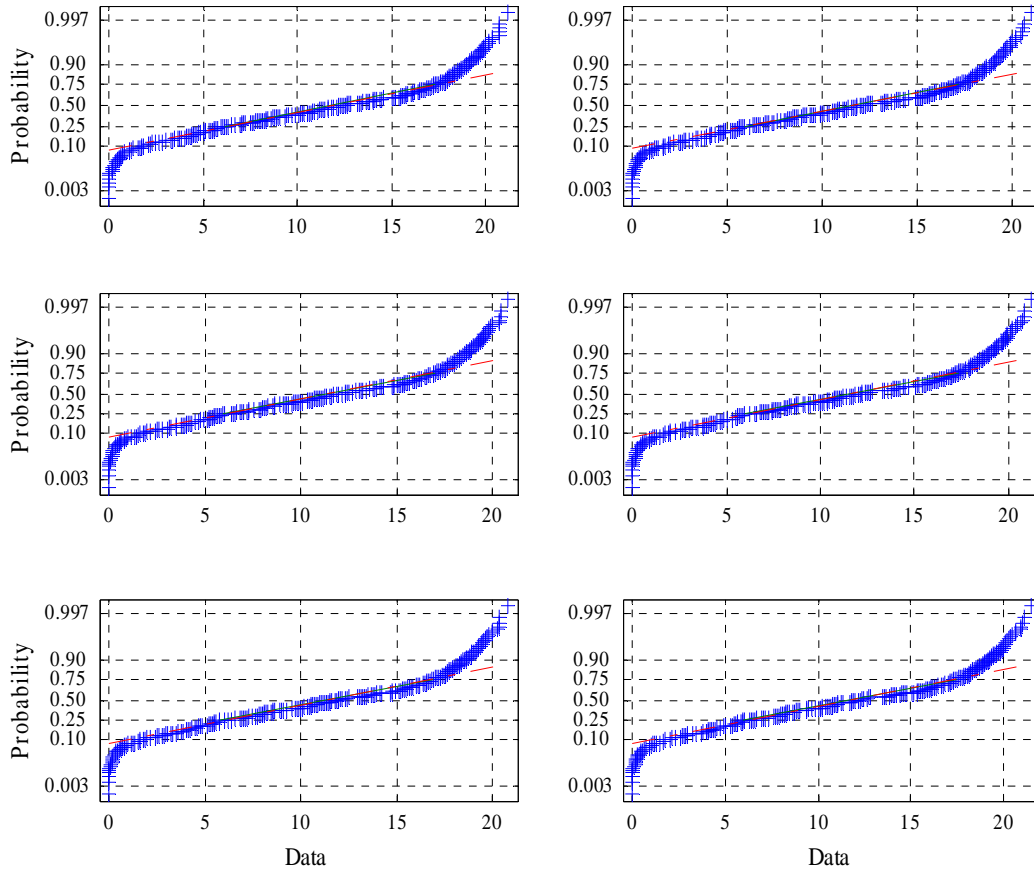
## Analisi statistica 2/3



	Inverter number					
	1	2	3	4	5	6
<b>Mean</b>	11.63	11.45	11.38	11.57	11.29	11.60
Global mean	11.50					
Spread %	1.13	-0.44	-1.04	0.61	-1.83	1.04
<b>Median</b>	12.53	12.13	12.32	12.21	11.94	12.24
Global mean	12.22					
Spread %	2.54	-0.74	0.82	-0.08	-2.29	0.16
<b>Variance</b>	39.31	39.41	38.60	40.05	38.52	41.00

$\Delta(\text{mean}) = 2,96\%$   
 $\Delta(\text{median}) = 4,83\%$

# Analisi statistica 3/3



Source	SS	df	MS	p-value
Columns	38.1	5	7.6147	0.873
Error	84338.8	2136	39.4	
Total	84376.9	2141		

## Indagine termografica 1/3

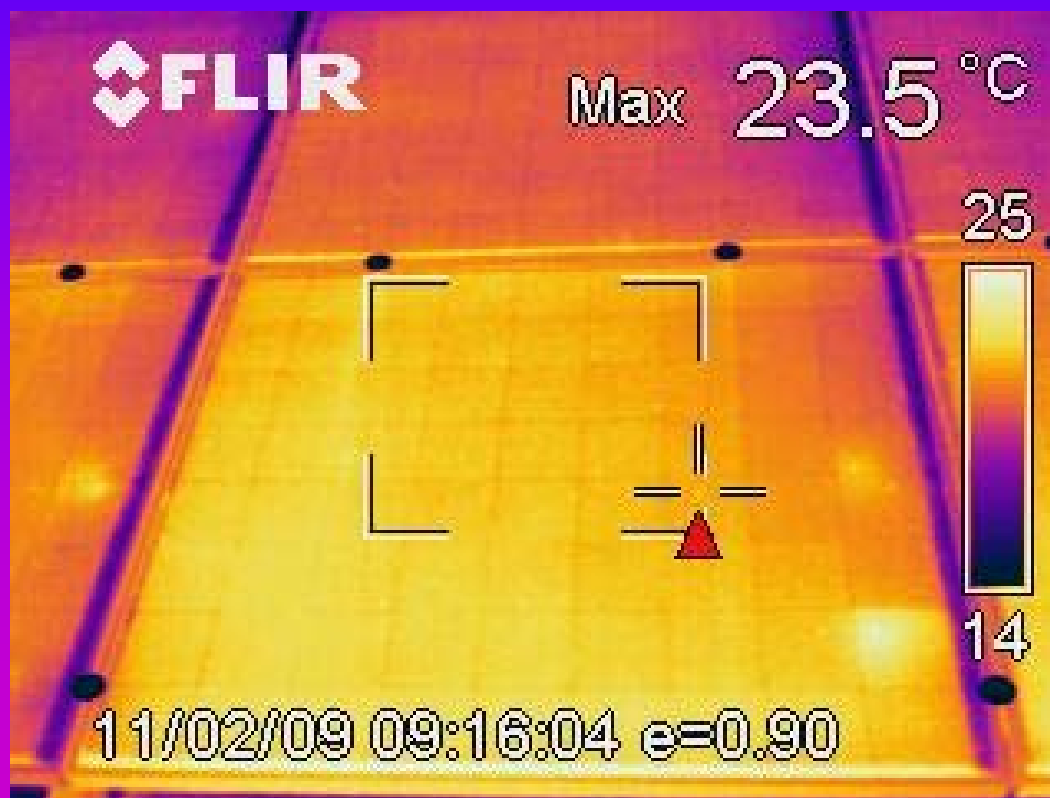
Permette la verifica termica simultanea dell'intero pannello





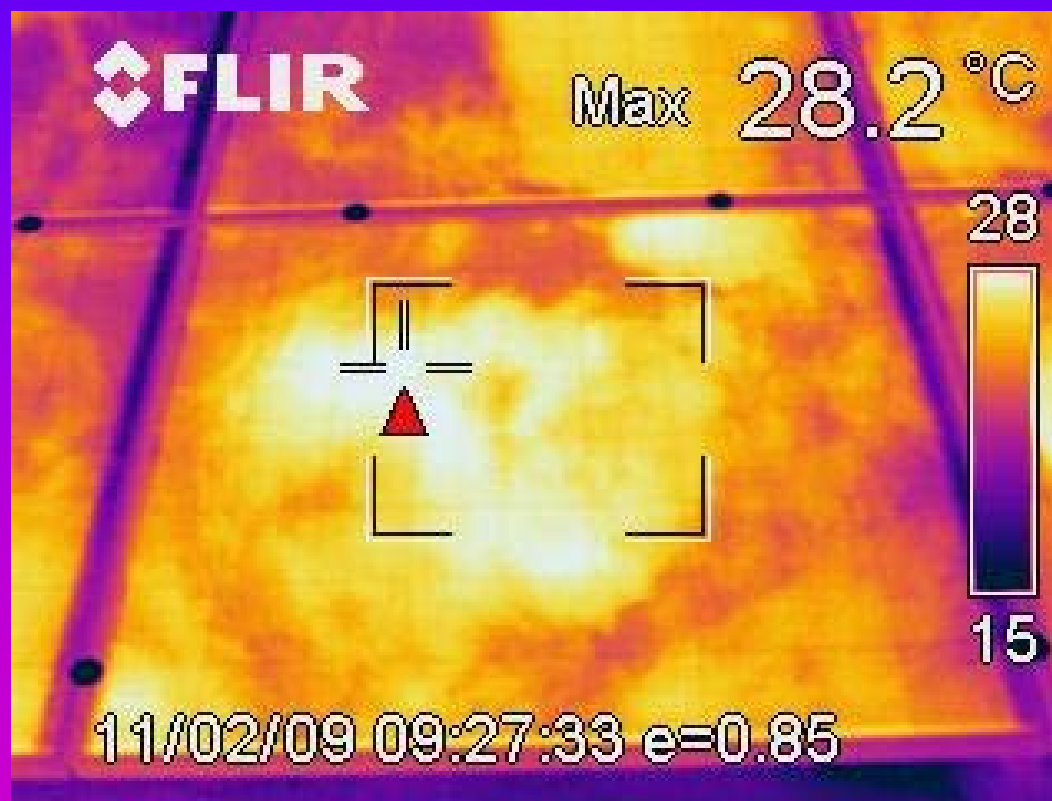
## Indagine termografica 2/3

Permette di individuare difettosità diffuse



## Indagine termografica 3/3

Alcune situazioni sono di difficile interpretazione e richiedono ulteriori elaborazioni





## Publicazioni scientifiche 2008-2009

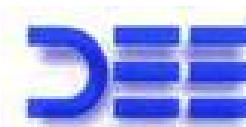
- G. Acciani, F. Vacca, S. Vergura, "Cumulative Statistical Monitoring and Fault Forecasting of PV Plants", submitted to IEEE Trans on INDUSTRIAL Electronics, 2009.
- S. Vergura, G. Acciani, V. Amoruso, G. Patrono, F. Vacca, "Descriptive and Inferential Statistics for Supervising and Monitoring the Operation of PV Plants", IEEE Trans on INDUSTRIAL Electronics, November 2009.
- S. Vergura, G. Acciani, V. Amoruso, G. Patrono, "Inferential Statistics for Monitoring and Fault Forecasting of PV Plants", IEEE-ISIE'08 - International Symposium on Industrial Electronics (ISBN 978-1-4244-1666-0), June 30 to July 2, 2008, Cambridge, UK, pp 2414-2419.
- G. Acciani, O. Falcone, S. Vergura, "FEM Simulation of thermal behavior of a Poly-Si PV-cell and defects characterization", Thermacomp 2009, September, 8-10, 2009, Naples, Italy.
- G. Acciani, O. Falcone, S. Vergura, "Radiative Heating and Joule's effect heating of a scaled PV-cell model", Thermacomp 2009, September, 8-10, 2009, Naples, Italy.
- S. Vergura, F. Vacca, "Bootstrap Technique for Analyzing Energy Data from PV Plant", IEEE-ICCEP 2009, 9-11/06/2009, Capri, Italy, pp. 268-275 (ISBN 978-1-4244-2544-0).
- S. Vergura, G. Acciani, O. Falcone, "Modeling defects of PV-cells by means of FEM", IEEE-ICCEP 2009, 9-11/06/2009, Capri, Italy, pp. 52-56, (ISBN 978-1-4244-2544-0).
- S. Vergura, G. Acciani, O. Falcone, "3-D PV-cell model by means of FEM", IEEE-ICCEP 2009, 9-11/06/2009, Capri, Italy, pp 35-40 (ISBN 978-1-4244-2544-0).
- S. Vergura, E. Natangelo, "Labview Interface for Data Analysis of PV plants", IEEE-ICCEP 2009, 9-11/06/2009, Capri, Italy, pp. 236-241 (ISBN 978-1-4244-2544-0).
- S. Vergura, "C'è il monitoraggio statistico degli impianti fotovoltaici", Nuova Energia, n. 3/2008, pp 80 e segg.
- G. Acciani, A. Camposarcone, S. Vergura, "Innovative Methodology for IR Acquisition", Lecture Notes on Computer Science-LNCS 5073 - Springer Verlag 2008 (ISSN 0302-9743), July 2008, pp. 617-626.



## *Renew Energy Srl*

### *Soci*

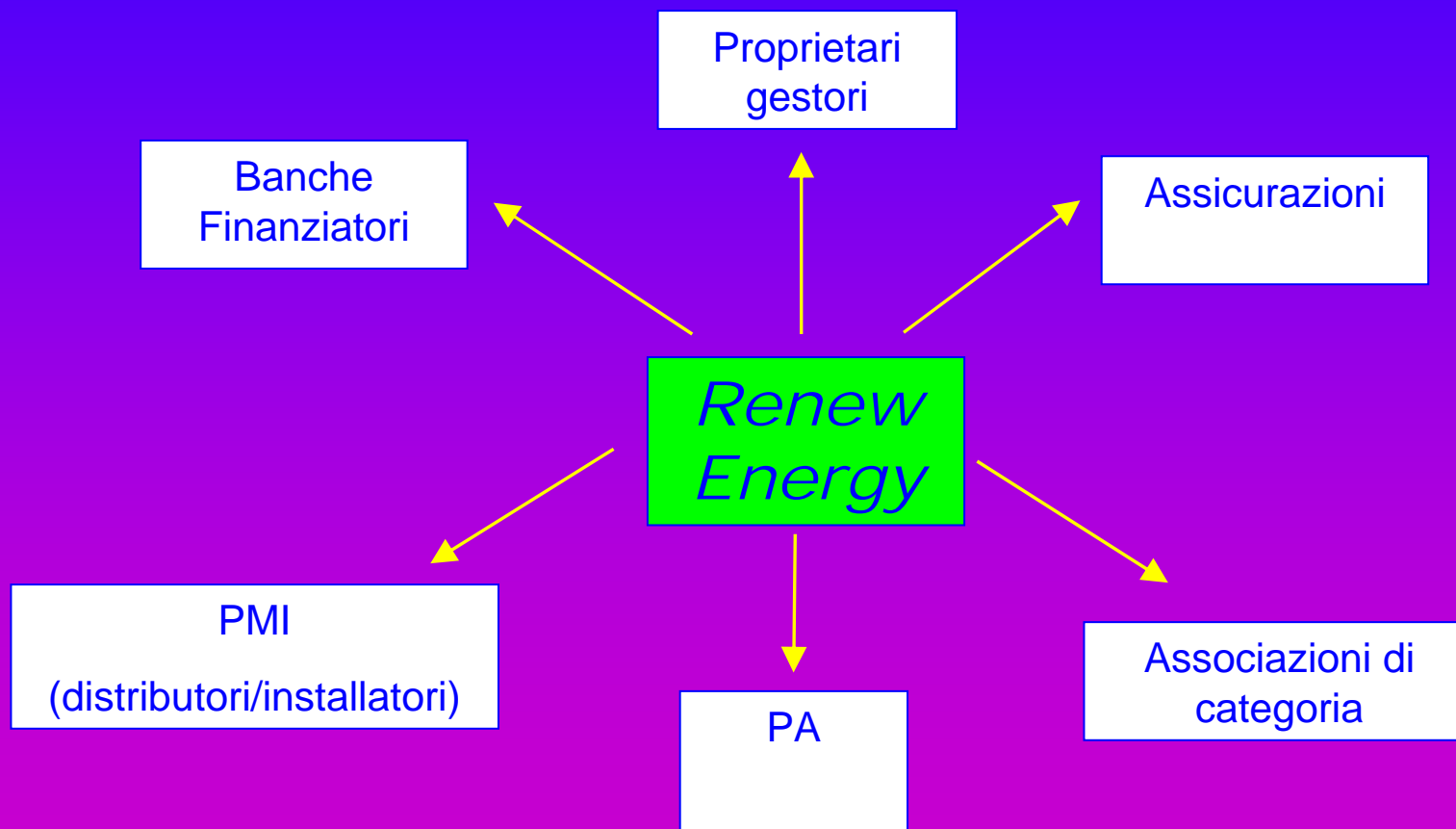
Giuseppe Acciani	30%
Francesco Vacca	30%
Silvano Vergura	30%
Politecnico di Bari	10%



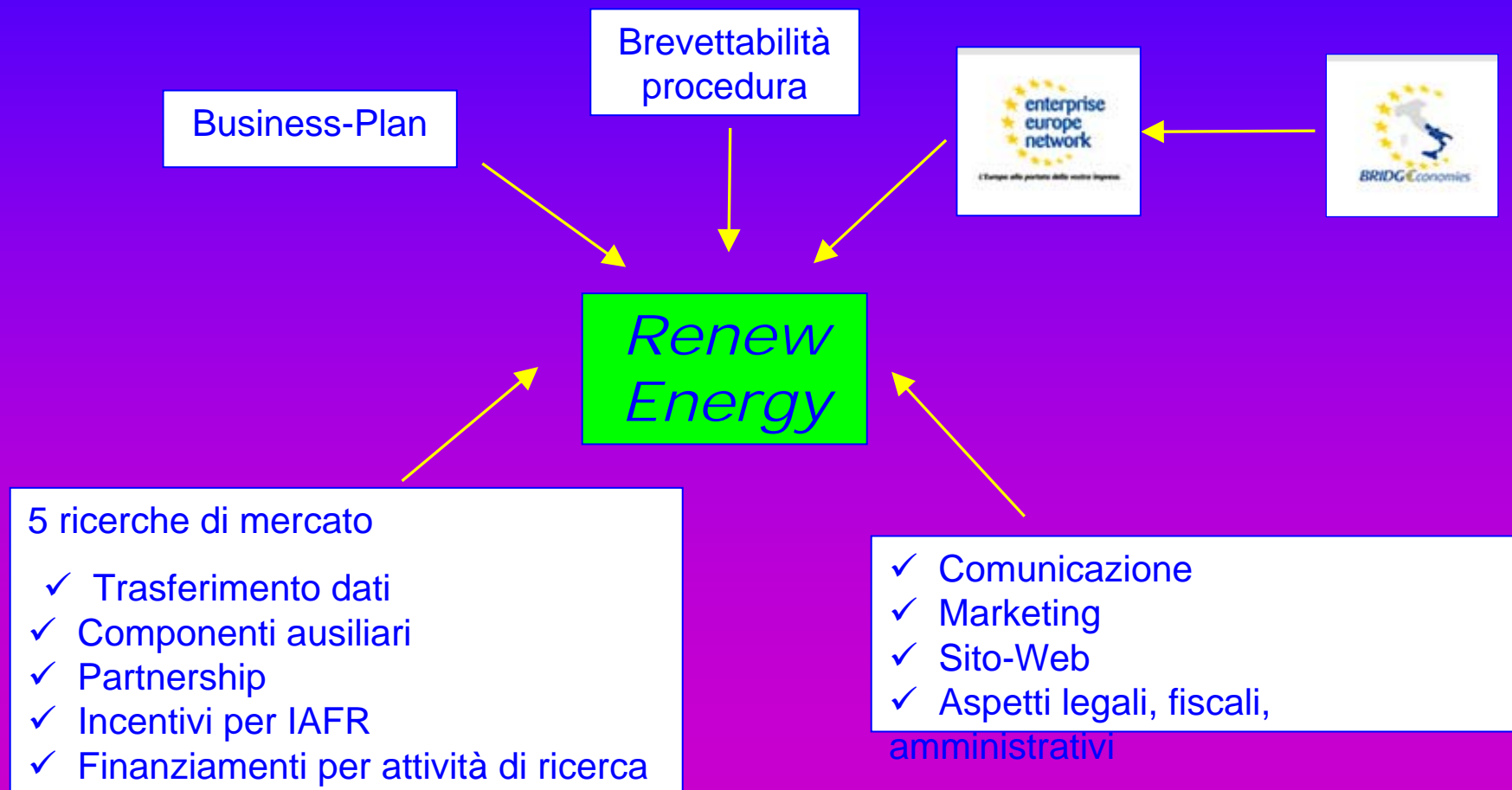
## *In quale ambiti opererà?*

- Monitoraggio delle prestazioni energetiche degli Impianti A Fonti Rinnovabili di energia (IAFR), al fine di ottimizzarne la resa economica
- Supporto tecnico-scientifico a PA, PMI ed associazioni di categoria sulle scelte strategiche ed operative in ambito energetico-ambientale

## Chi sono gli stakeholder?



## Azioni propedeutiche





## **RIFERIMENTI**

[www.renewenergy.it](http://www.renewenergy.it)

[info@renewenergy.it](mailto:info@renewenergy.it)

[vergura@deemail.poliba.it](mailto:vergura@deemail.poliba.it)