



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II



Fisica freelance

Fernando Gargiulo

Re[Incontri]

*Physics Department “Ettore Pancini”,
University of Naples “Federico II”*

December 19th, 2024

Self Introduction

Fernando Gargiulo

Theoretical Physicist, got my **MSc in 2011 from “Federico II”**, supervisors: Prof. Carmine Antonio Perroni, Prof. Vittorio Cataudella, and lamented Prof. Vincenzo Marigliano Ramaglia

2011-2015: PhD in Computation Physics of Condensed Matter on electronic transport, École Polytechnique Fédérale de Lausanne

2016-2017: developer and project manager for an EPFL-incubated startup (AiiDA)

2017-2021: Enel and EnelX (Rome and U.S.):

1. Data Scientist at first (Energy and Commodity Market forecasts)
2. Computational Scientist later on (optimizing smart grid operations)

2022: Post-Doc at Enrico Fermi Institute (Rome) in Development Economy

2023-present: high-school teacher of Math and Physics

2022-present: freelance Physicist

[Google Scholar](#), [Linkedin](#)





Teaching Physics (Part-time) at the high-school

Public High-School Don Lorenzo Milani, Gragnano (Naples)



Physics at the high-school

Current situation:

3 hours per week (out of a 30 hours' timetable), in which you should/could fit:

1. theory
2. experiments in the lab
3. technology
4. cross-disciplines activities
(including "civics")
5. students' evaluation

Is this anyhow achievable?

My very personal answer is: **clearly no!**



21 Il magnetismo nel vuoto e nella materia

8 Verso le equazioni di Maxwell

Le proprietà fondamentali del campo magnetico sono riassunte in due equazioni:

$$\Phi_B(\vec{B}) = 0 \quad \text{e} \quad \Gamma_L(\vec{B}) = \mu_0 i_{\text{enc}}$$

Unite alle due corrispondenti che riguardano il campo elettrico, esse formano l'insieme delle quattro equazioni di Maxwell per i campi statici. La tabella ricorda il loro significato.

EQUAZIONE	GRANDEZZA INTERESSATA	CHE COSA DICE	CHE COSA SIGNIFICA	CHE COSA COMPORTA
Teorema di Gauss per il campo elettrico: $\Phi_E(\vec{E}) = \frac{Q_{\text{enc}}}{\epsilon_0}$	Flusso $\Phi_E(\vec{E})$ del campo elettrico attraverso una superficie chiusa Ω nel vuoto.	Il flusso di campo elettrico che esce da qualunque superficie chiusa è direttamente proporzionale alla carica totale (somma algebrica delle cariche positive e negative) contenuta entro la superficie.	<ul style="list-style-type: none"> Le cariche elettriche sono sorgenti di campo elettrico. Le linee del campo elettrico sono aperte, escono dalle cariche positive e entrano su quelle negative. Le cariche esterne a una superficie chiusa non contribuiscono al flusso netto da essa uscente. 	<ul style="list-style-type: none"> Determina il modulo del campo elettrico di particolari distribuzioni di carica (per esempio, piani infiniti, sfere, fili infiniti). Determina il modulo del campo elettrico sulla superficie di un conduttore all'equilibrio (teorema di Coulomb).
Teorema della circolazione per il campo elettrostatico: $\Gamma_E(\vec{E}) = 0$	Circolazione $\Gamma_E(\vec{E})$ del campo elettrostatico lungo una linea \mathcal{L} (chiusa e orientata).	La circolazione del campo elettrostatico è nulla, qualunque sia la linea chiusa e orientata lungo cui è calcolata.	Il campo elettrostatico è conservativo.	Permette di definire il potenziale elettrico.
Teorema di Gauss per il campo magnetico: $\Phi_B(\vec{B}) = 0$	Flusso $\Phi_B(\vec{B})$ del campo magnetico attraverso una superficie chiusa Ω .	Il flusso di campo magnetico che esce da qualunque superficie chiusa è nullo.	Le linee del campo magnetico non hanno né inizio né fine.	Esclude l'esistenza di poli magnetici isolati (monopoli): ogni magnete ha sempre un polo nord, attraverso cui le linee di campo escono, e un polo sud, attraverso cui le linee di campo rientrano per chiudersi.
Teorema di Ampère: $\Gamma_L(\vec{B}) = \mu_0 i_{\text{enc}}$	Circolazione $\Gamma_L(\vec{B})$ del campo magnetico statico lungo una linea \mathcal{L} (chiusa e orientata) nel vuoto.	La circolazione del campo magnetico lungo qualunque linea chiusa \mathcal{L} è direttamente proporzionale alla corrente totale concatenata, cioè alla corrente che attraversa una superficie delimitata da \mathcal{L} .	<ul style="list-style-type: none"> Il fatto che $\Gamma_L(\vec{B})$ dipenda dalle correnti indica che le correnti sono sorgenti di campo magnetico. Il fatto che $\Gamma_L(\vec{B})$ possa essere diversa da zero indica che il campo magnetico non è conservativo. 	Determina il modulo del campo magnetico generato da correnti elettriche con particolari simmetrie, per esempio dalla corrente che percorre un conduttore cilindrico infinito o da quella di un solenoide infinito.

Le formule

Il teorema di Gauss per il campo magnetico e il teorema di Ampère

Il flusso di un campo magnetico uniforme attraverso una superficie piana è il prodotto scalare del vettore campo magnetico \vec{B} per il vettore superficie \vec{S} , perpendicolare alla superficie e di modulo uguale alla sua area. **Il flusso del campo magnetico** attraverso una superficie Ω nel caso generale si calcola:

- suddividendo Ω in n parti circolari piane, a ciascuna delle quali corrisponda un campo magnetico \vec{B}_i (per $i = 1, 2, \dots, n$) circa uniforme;
- representando ogni parte con un vettore superficie $\Delta\vec{S}_i$, uscente da una faccia fissa di Ω ;
- sommando gli n prodotti scalari $\vec{B}_i \cdot \Delta\vec{S}_i$.

L'unità di misura del flusso del campo magnetico è il weber (Wb). + p. 420

Il teorema di Gauss per il campo magnetico: il flusso di campo magnetico uscente da una superficie chiusa è sempre nullo. + p. 421

La circolazione del campo magnetico lungo una linea \mathcal{L} , chiusa e orientata, si calcola:

- suddividendo \mathcal{L} in n piccoli spostamenti $\Delta\vec{l}_j$ (per $j = 1, 2, \dots, n$), a ciascuno dei quali corrisponda un campo magnetico \vec{B}_j circa uniforme;
- sommando gli n prodotti scalari $\vec{B}_j \cdot \Delta\vec{l}_j$. + p. 424

Una corrente concatenata con una linea \mathcal{L} chiusa e orientata:

 - passa attraverso una superficie qualsiasi, piana o curva, contornata da \mathcal{L} ;
 - è positiva, e uguale all'intensità di corrente i , se il campo magnetico da essa generato è orientato nel verso di \mathcal{L} ;
 - è negativa e uguale a $-i$ nel caso contrario.

La **corrente concatenata totale** è la somma algebrica di tutte le correnti concatenate i_1, i_2, \dots, i_n , ciascuna con il suo segno. + p. 425

Il teorema di Ampère: la circolazione del campo magnetico, calcolata lungo una linea chiusa \mathcal{L} posta nel vuoto, è uguale al prodotto della permeabilità magnetica del vuoto μ_0 per la corrente totale i_{enc} concatenata con \mathcal{L} . + p. 425

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{R^2} r \quad (\text{per } 0 \leq r \leq R)$$

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r} \quad (\text{per } r \geq R)$$

Una corrente omogenea lungo un cilindro infinito di raggio R genera un campo magnetico il cui modulo B :

 - si può calcolare applicando il teorema di Ampère;
 - all'interno, per $0 \leq r \leq R$, è direttamente proporzionale all'intensità di corrente i e alla distanza r dall'asse;
 - all'esterno, per $r \geq R$, è descritto dalla legge di Biot-Savart, ossia è direttamente proporzionale a i e inversamente proporzionale a r . + p. 427

446

ZANICHELLI

447

Physics at the high-school



Problem: I have to make the yearly planning of my educational activities realistic!

Consequence 1: I need to make drastic choices (*I have time to fit a small fraction of the whole menu*)

Consequence 2: I need to ask myself what are the goal of physics class at high-school, what I am reasonably capable to teach.

Consequence 3: We, the teachers, need to continually experiment, get feedback and act consequently

Hard truth: We fail all the time....but sometimes we don't. I am here to talk about one time I didn't fail.



Computational Physics at the high-school?

Computational Physics (as I see it) is: using numerical methods to find approximate solutions to physics equations, that is:

- | | |
|--|--|
| 1. you choose a problem | 1. something you like! |
| 2. ... choose the equation that describe the problem | 2. ...ask yourself what the equations mean |
| 3. ... realize it is too hard or just impossible to solve those equations | 3. ...understand science has limits to overcome |
| 4. ... choose a technique to approximate the solution | 4. ...do some research and make decisions! |
| 5. ... implement the solving algorithm | 5. ...code (well, GPT will help, nowadays) |
| 6. ... look at the results and figure out whether they make any physical sense | 6. ... give physical sense to tables, plots, |
| 7. ... they won't...so you go back to point 4 | 7. ... understand research is an iterative process |
| 8. ... eventually everything will make sense | 8. ... get a boost of self-esteem! |

But Computational Physics is hard, isn't it?



Well...a newborn feels at ease in the water much more than a kid!

Think of Euler's method for ordinary differential equations:

Students won't understand this: $\mathbf{F} = m \frac{d\mathbf{v}}{dt}$

but they'll understand this: $F = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$



Some cool problem



Prof. Fernando, can we simulate **bungee jumping** with viscous damping?

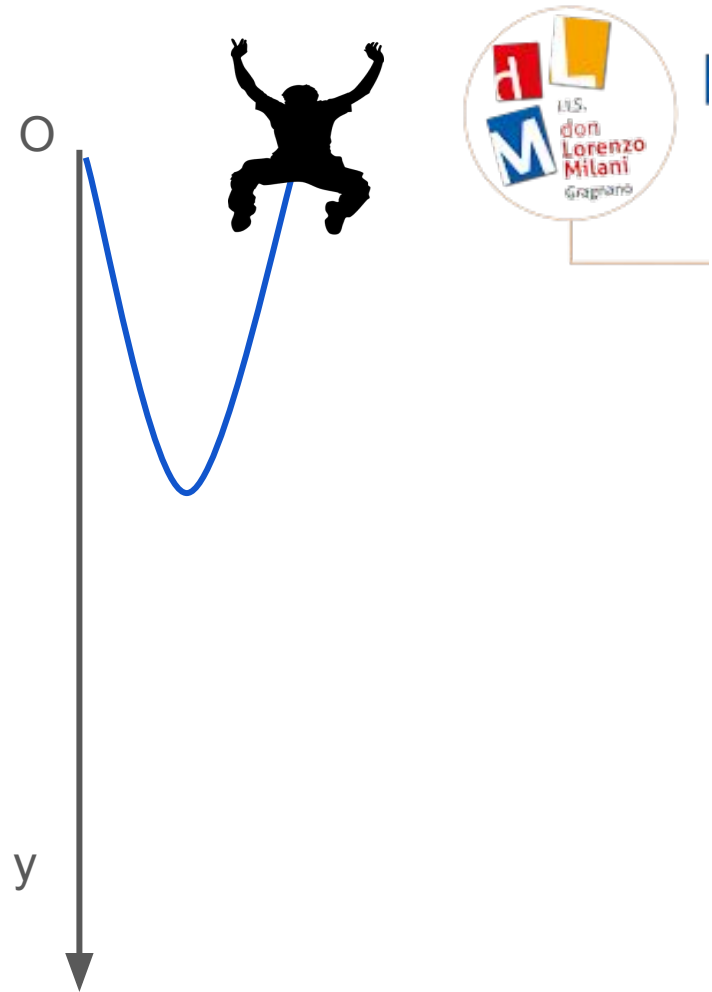
Eeehhmmmm....
weeeeeelllll....

sure!



The problem

1. $y(t + \Delta t) = y(t) + v(t) \cdot \Delta t$ (*position*)
2. $v(t + \Delta t) = v(t) + a(t) \cdot \Delta t$ (*velocity*)
3. $a(t) = F(t) / m$ (*acceleration*)
4. $F(t) = \mathbf{mg} + \mathbf{F}_{\text{elastic}}(t) + \mathbf{F}_{\text{viscous}}(t)$ (*force*)
5. $F_{\text{elastic}} = -k * (y(t) - l_0)$ if $y > l_0$ else 0 (*elastic*)
6. $F_{\text{viscous}} = -k v(t)$ (*air friction*)



Computational implementation on a spreadsheet



Bungee Jumping - Computational treatment

Final plots (credits to Vincenzo Somma, 3B SA 2023/2024)



$y=l$ (m) rispetto a t (s)

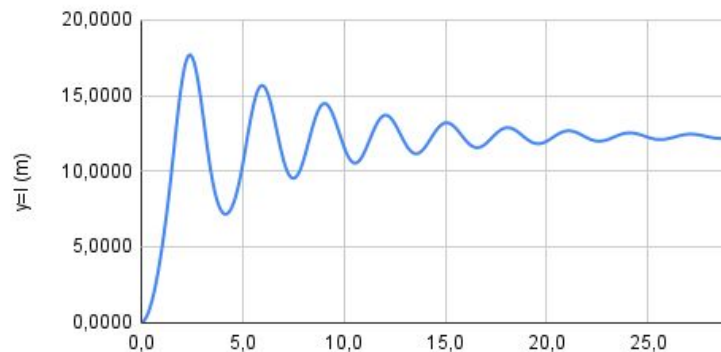
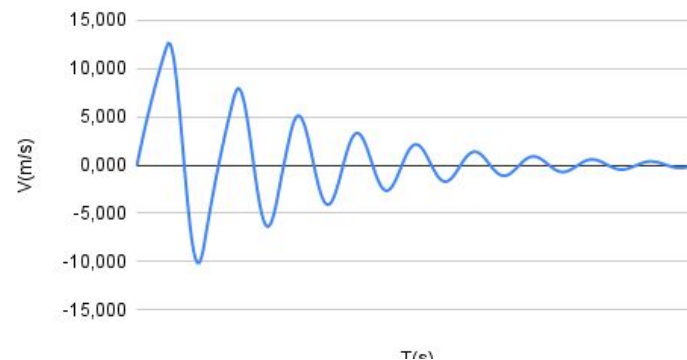
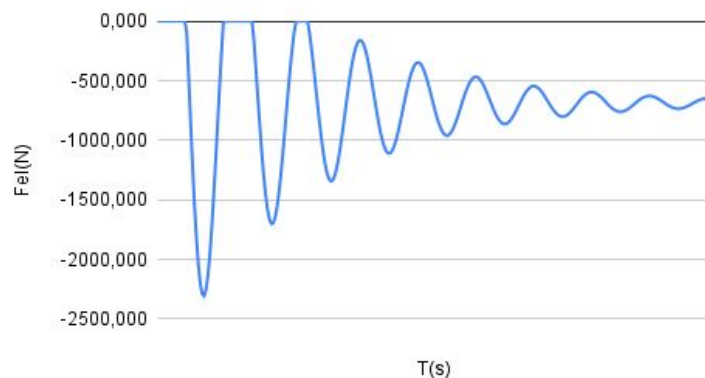


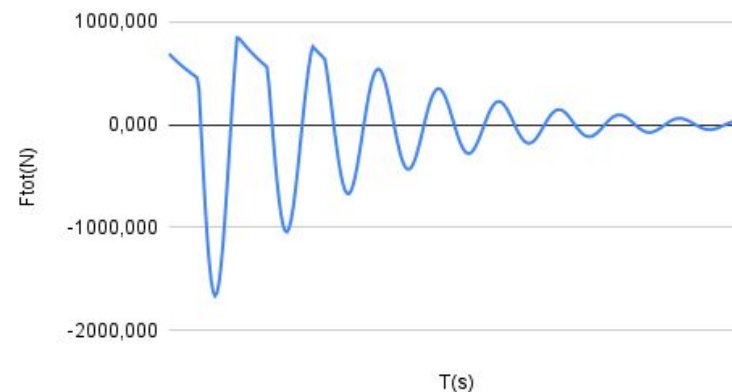
Grafico Della Velocità



Forza Elastica(N)



Forza Totale (N)



Fisica freelance

What can a Physicist do as a freelance?

My personal short answer is:

*any modelling that a consolidated standard software does not do
(or does not do as well as you would do)*

Freelance topic for a Physicist

Modelling:

1. Thermal modelling
 2. Acoustic
 3. Renewable energy modelling
 4. Energy consumption optimization
 5. Factory processes' simulations
- ...

Physics-related activities requiring a certificate issued by an authorities

Es:

1. Phonometry
2. Thermography
3. Esperto in Gestione dell'Energia (EGE)
4. Relazioni tecniche per bandi di finanza agevolata

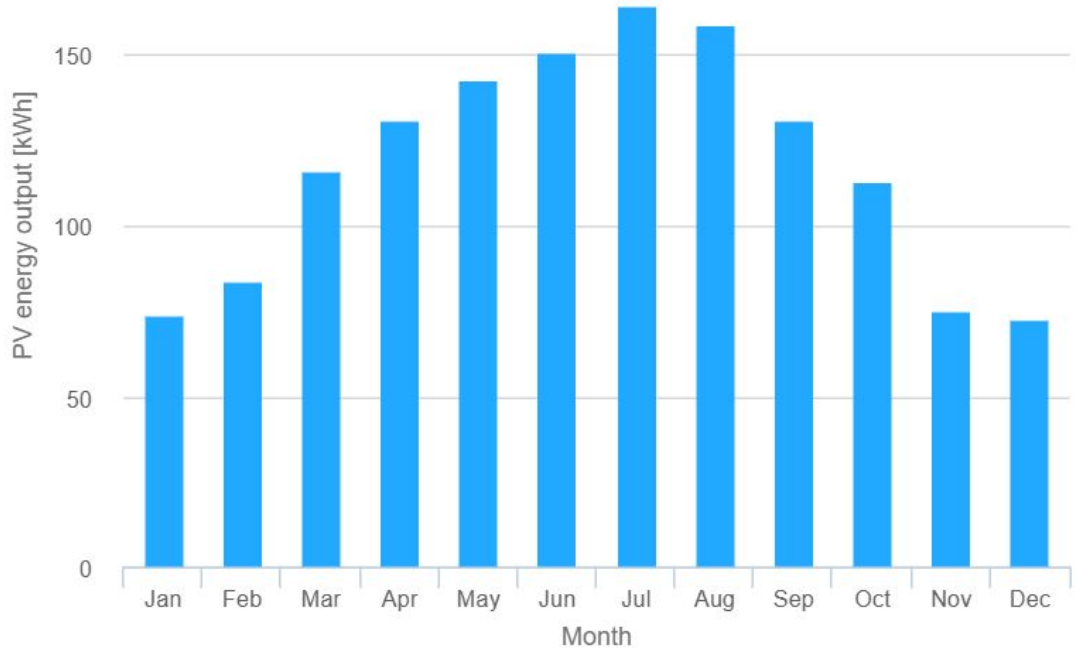
Simulating a photovoltaic solar plant

Isn't there any software that does that out of the box?

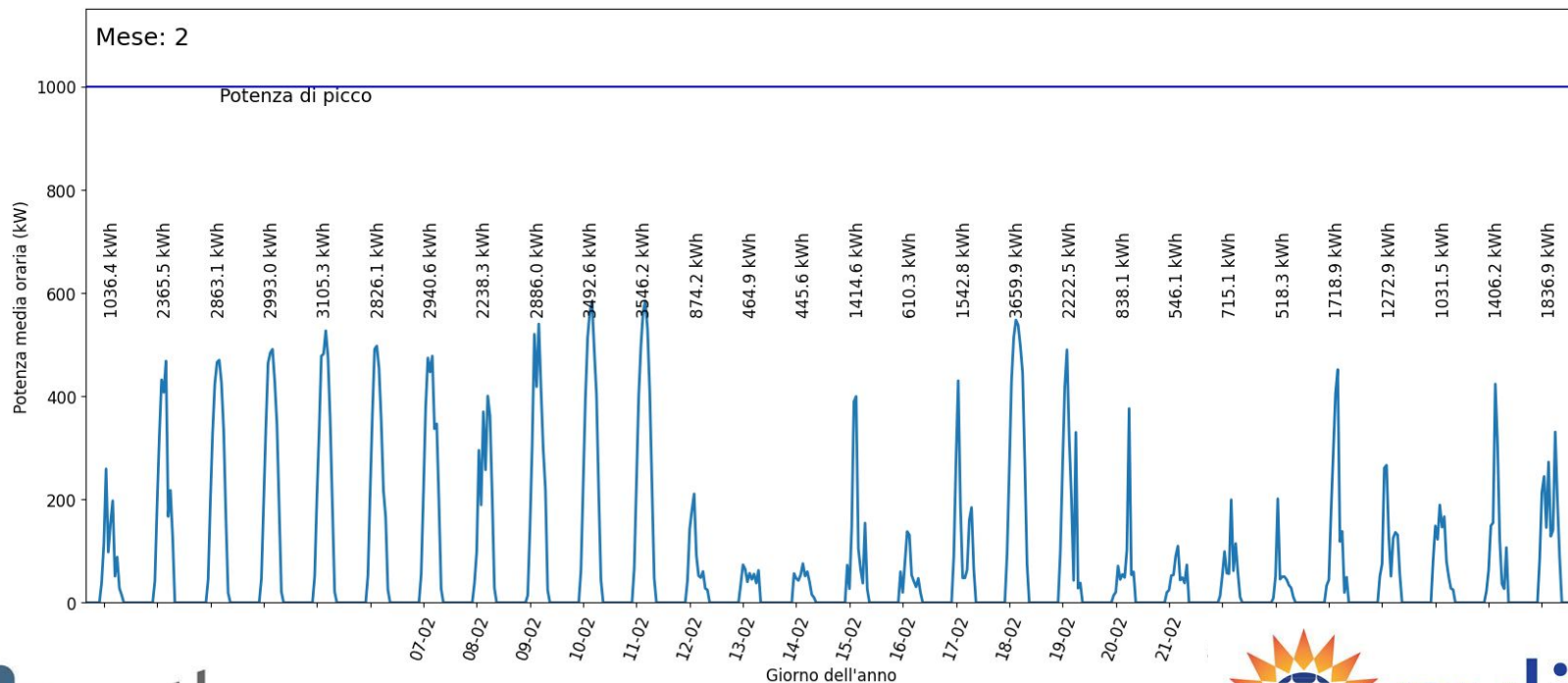
Sure! There's quite a few, but

....

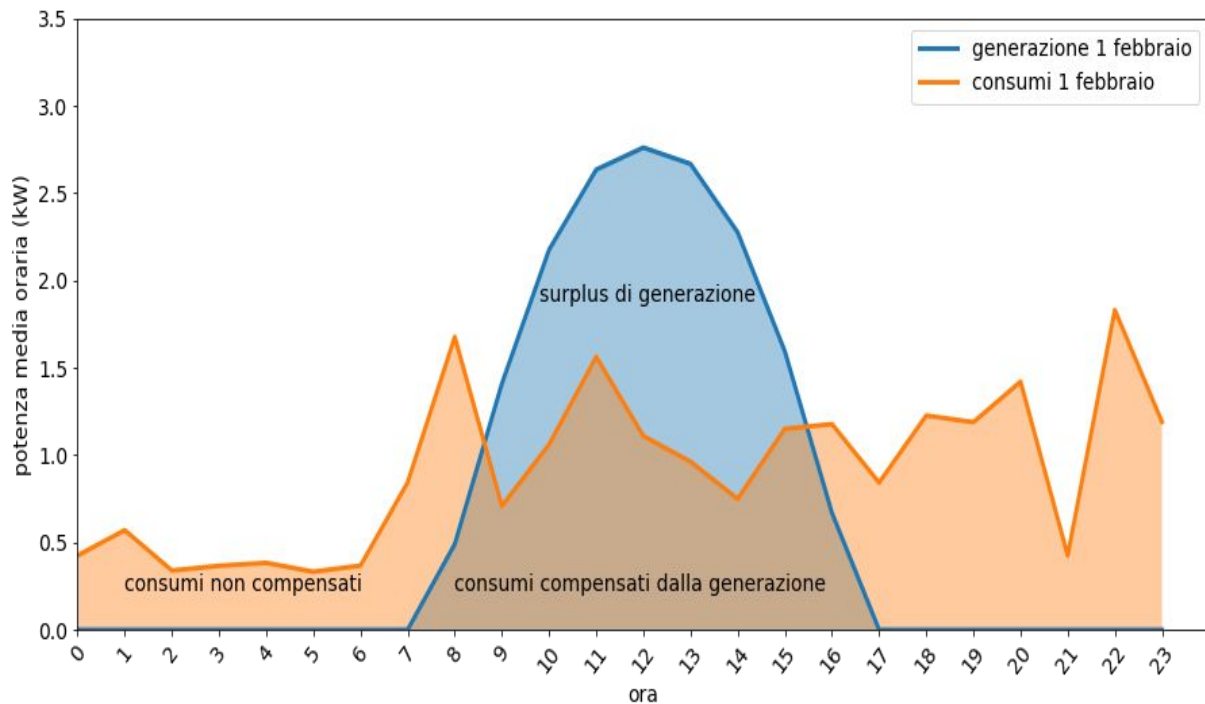
They generally provide you with the some very **aggregated value of energy** generated by the plant



Custom-time-resolved PV generation

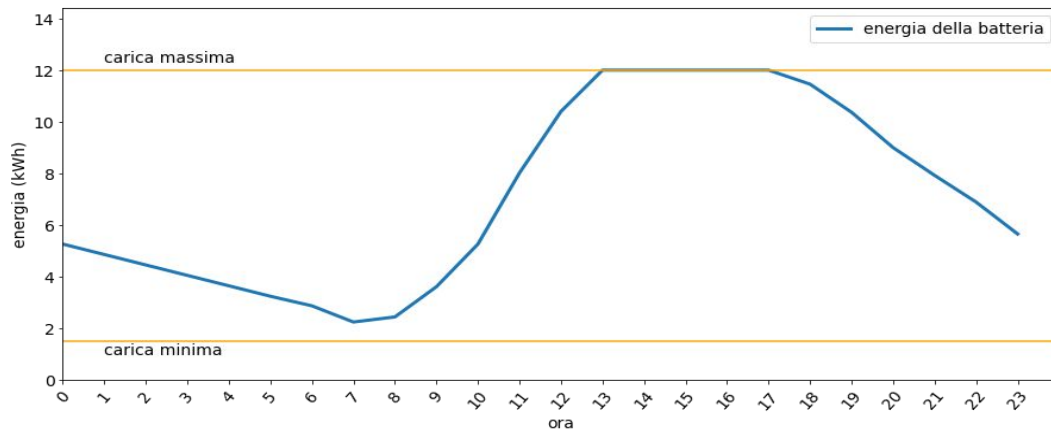
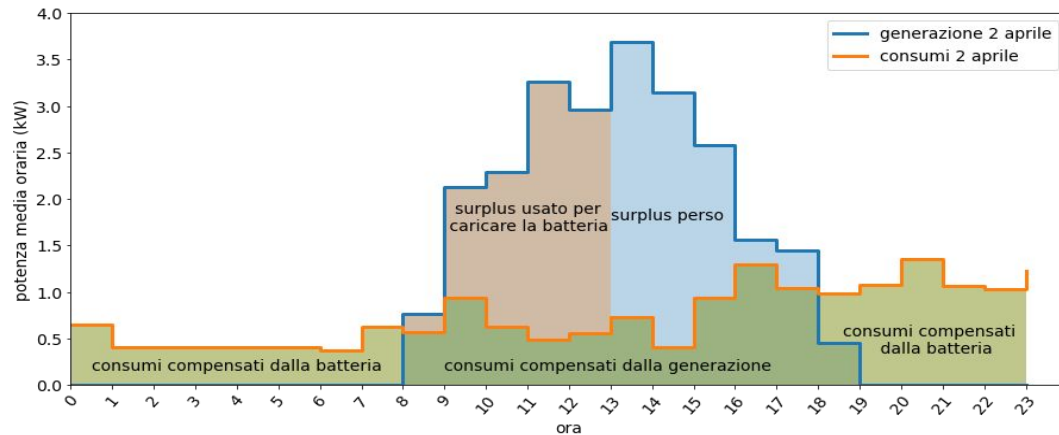
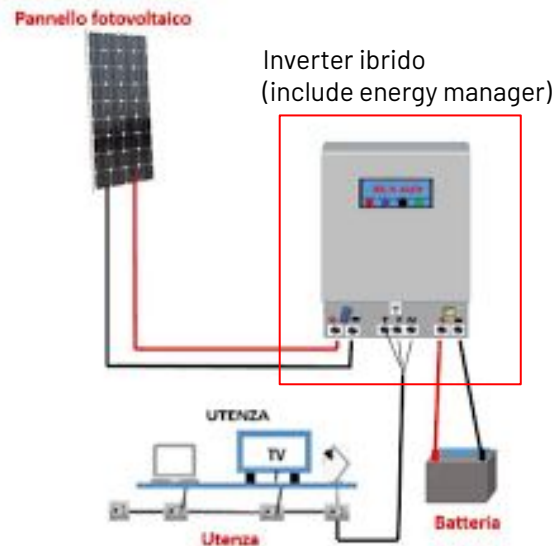


Time overlap between Load and PV Generation

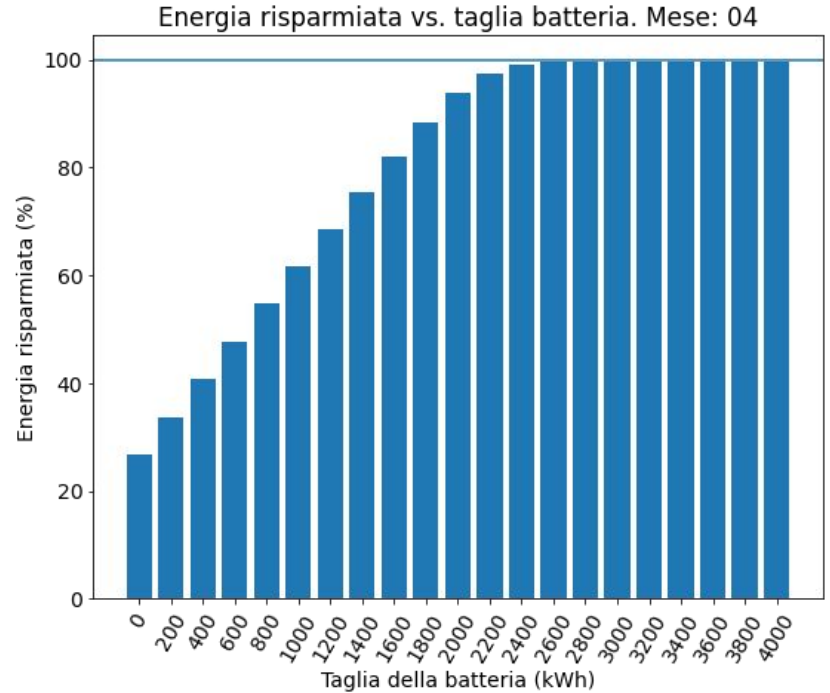
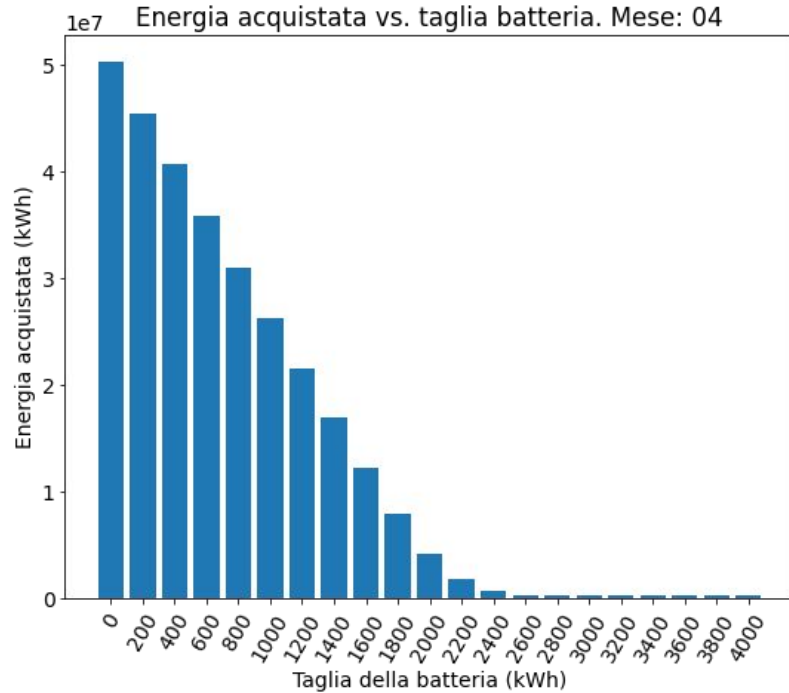


N.B. Since 2022, it is possible to download your electricity consumption data with 15-minute resolution from [e-distribuzione.it](https://www.e-distribuzione.it)

Same as before but with storage



Year-round simulation



La figura dell'esperto in gestione dell'energia (EGE)

Estratto dalla norma UNI-CEI 11339:

L'EGE è la figura professionale che:

1. **gestisce** l'uso dell'energia in modo efficiente
2. coniugando conoscenze nel campo energetico (ivi comprese le ricadute ambientali dell'uso dell'energia)
3. con competenze **gestionali**,
4. economico-finanziarie
5. e di comunicazione,
6. mantenendosi continuamente e costantemente aggiornata sull'evoluzione delle tecnologie, delle metodologie e della normativa energetico-ambientale.

In tal modo, l'EGE si pone l'obiettivo di migliorare il livello di efficienza energetica e/o di ridurre i consumi di energia primaria e le emissioni di gas clima-alteranti legate all'utilizzo dell'energia, *di incrementare in qualità e/o in quantità i servizi forniti comunque attinenti all'uso razionale dell'energia.*

CORSO

Esperto in Gestione dell'

Energia

Ph.D. Fernando Gargiulo