

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Relazione per la prova finale:

***Le turbine Kaplan all'interno dello scenario idroelettrico italiano: analisi
del campo di impiego delle portate volumetriche***

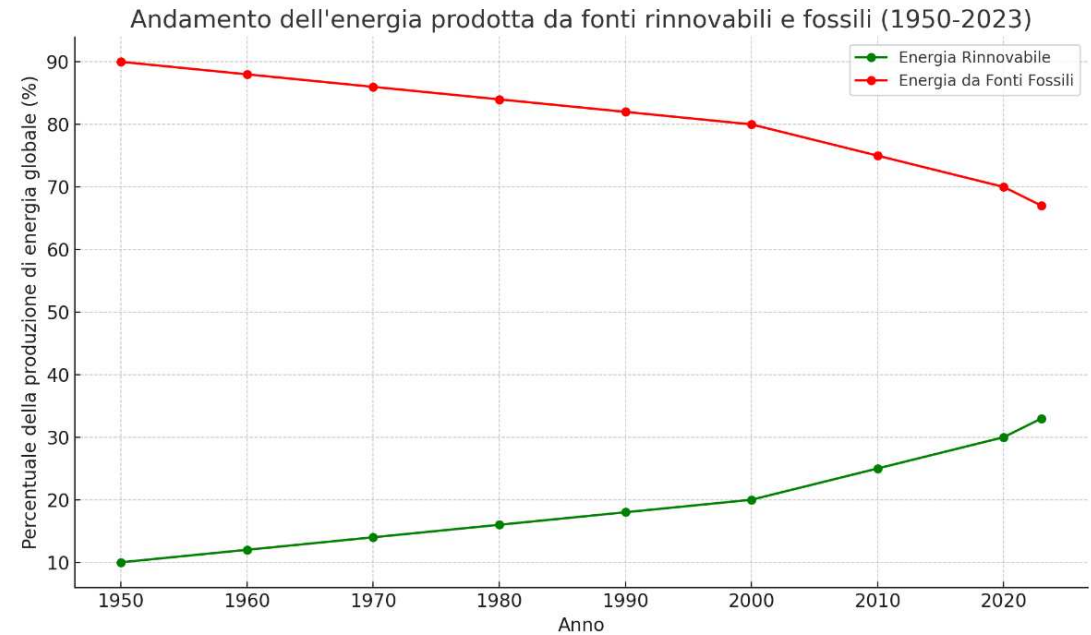
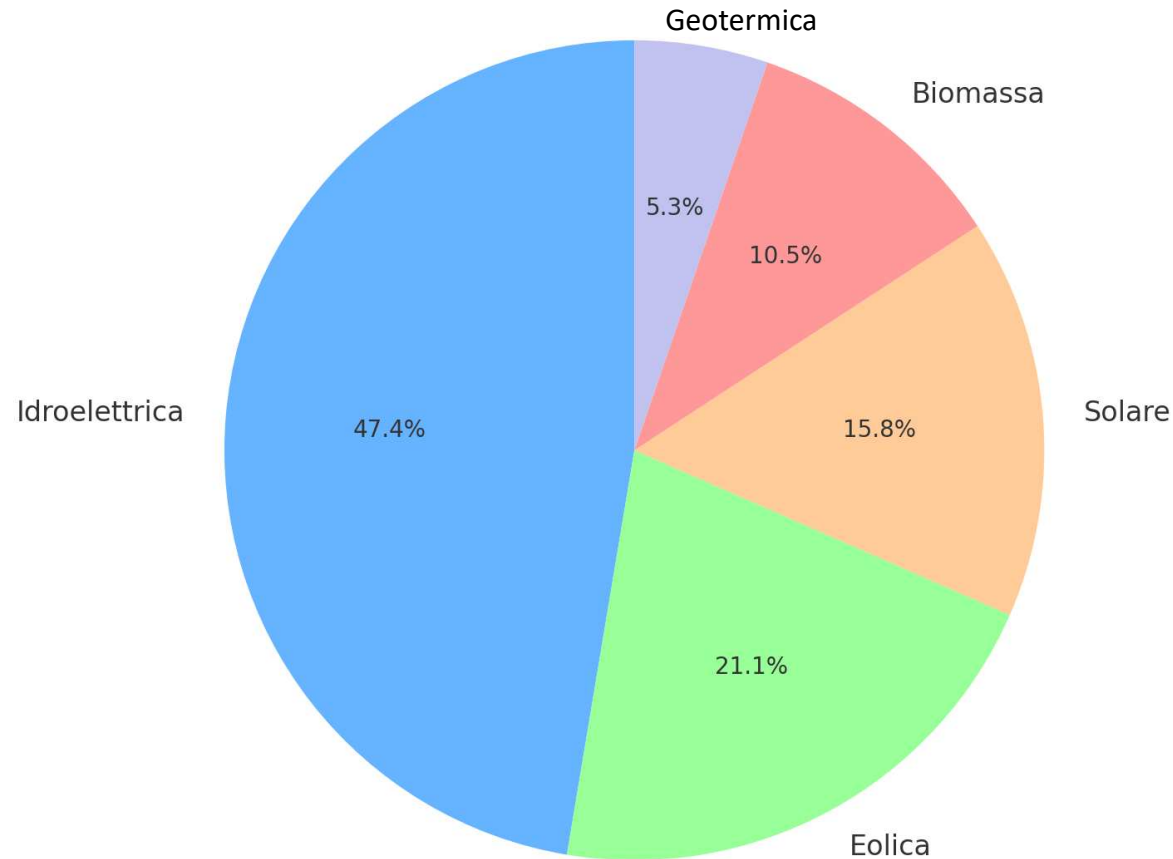
Tutor universitario: Prof.ssa Cavazzini Giovanna

Correlatore: Ing. Nascimben Francesco

Padova, 19/11/2024

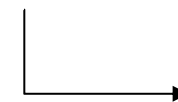
Laureando: *Francesco Santori, 2038949*

Distribuzione delle energie rinnovabili globali nel 2023



Negli ultimi 20 anni a livello globale:

- +11,4% potenza netta a disposizione;
- +78% installazioni



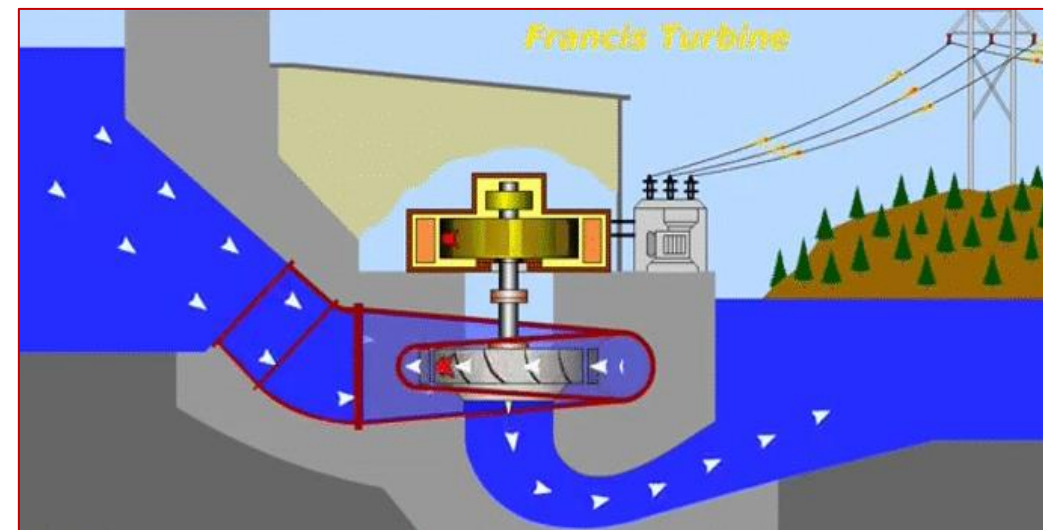
L'installazione di impianti di piccole dimensioni:
MINI-IDROELETTRICO

Potenza prodotta Impianto idroelettrico:

$$P = \eta * \rho * g * Q * H$$

Tipologie di impianti idroelettrici:

- Impianto ad acqua fluente
- Impianto a bacino
- Impianto a pompaggio



www.dii.unipd.it



Impianto ad acqua fluente

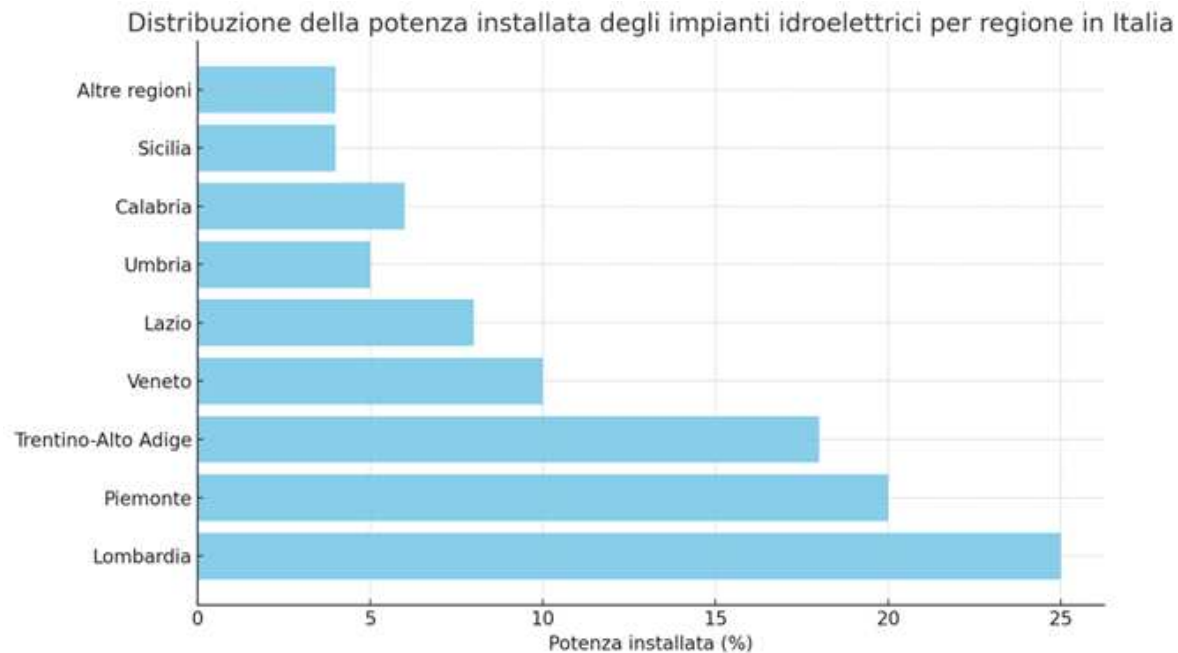
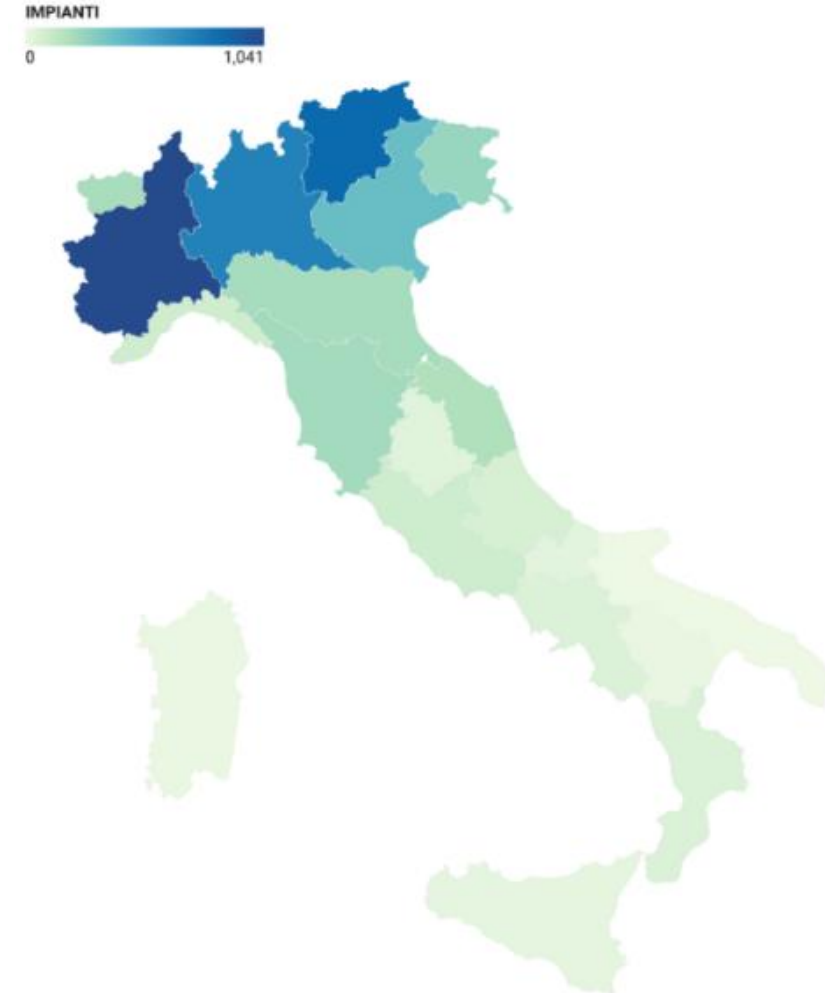


Impianto a bacino



Impianto a pompaggio

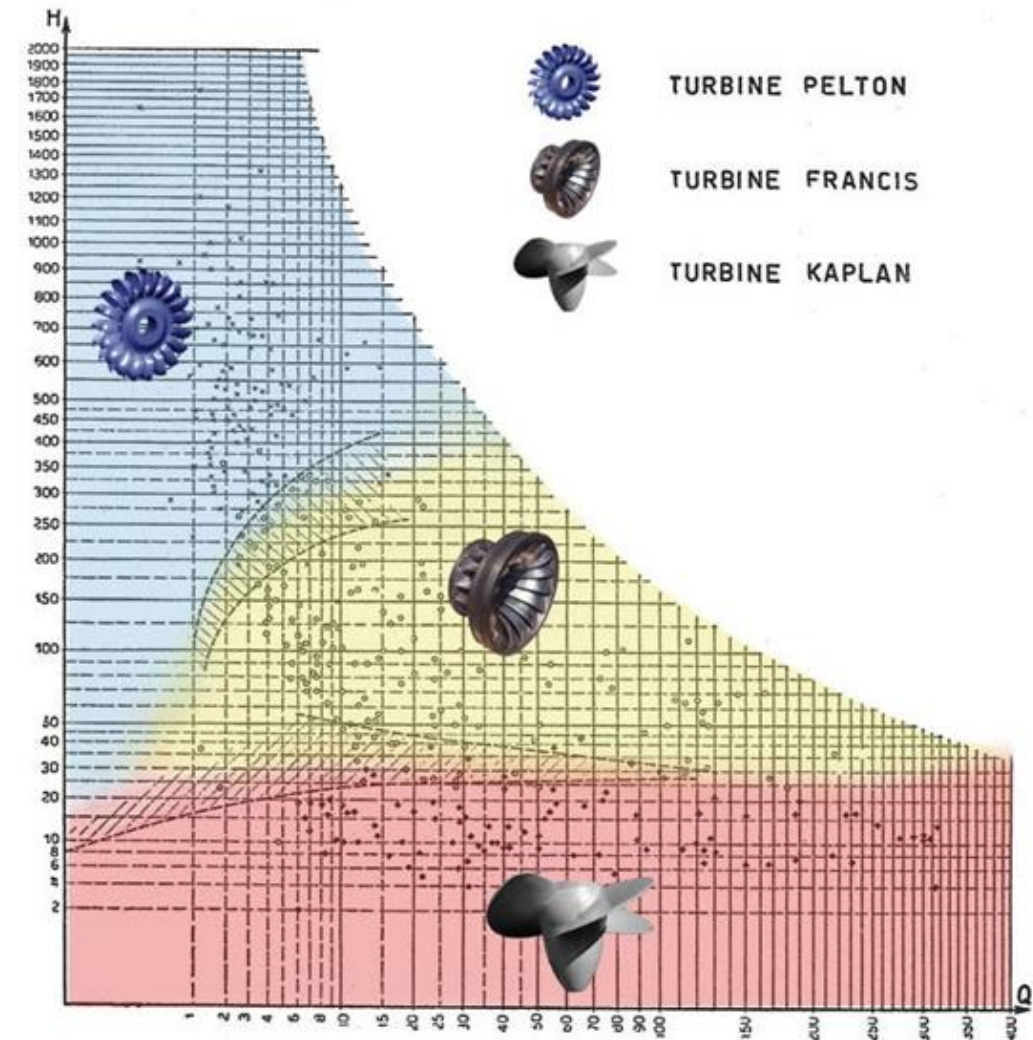
- NUMERO TOTALE IMPIANTI NEL TERRITORIO ITALIANO: 4783
- POTENZA ELETTRICA INSTALLATA: 21 816 MW
- PERCETUALE SULL'ENERGIA TOTALE: 15,4%
- ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA: 30 291 GWh



NUMERO TIPICO DI MACCHINA:

$$K = \omega \frac{Q_v^{0,5}}{(g \cdot H)^{0,75}}$$

| | Turbine idrauliche | K | H [m] | Q _v [m ³ /s] |
|-----------------|--------------------|-------------|-----------|------------------------------------|
| Azione | Pelton | 0,04 ÷ 0,35 | 60 ÷ 1800 | 0,1 ÷ 50 |
| Reazione | Francis | 0,35 ÷ 2,5 | 10 ÷ 800 | 2 ÷ 500 |
| | Kaplan | 2,5 ÷ 6 | 3 ÷ 70 | 1,5 ÷ 1000 |

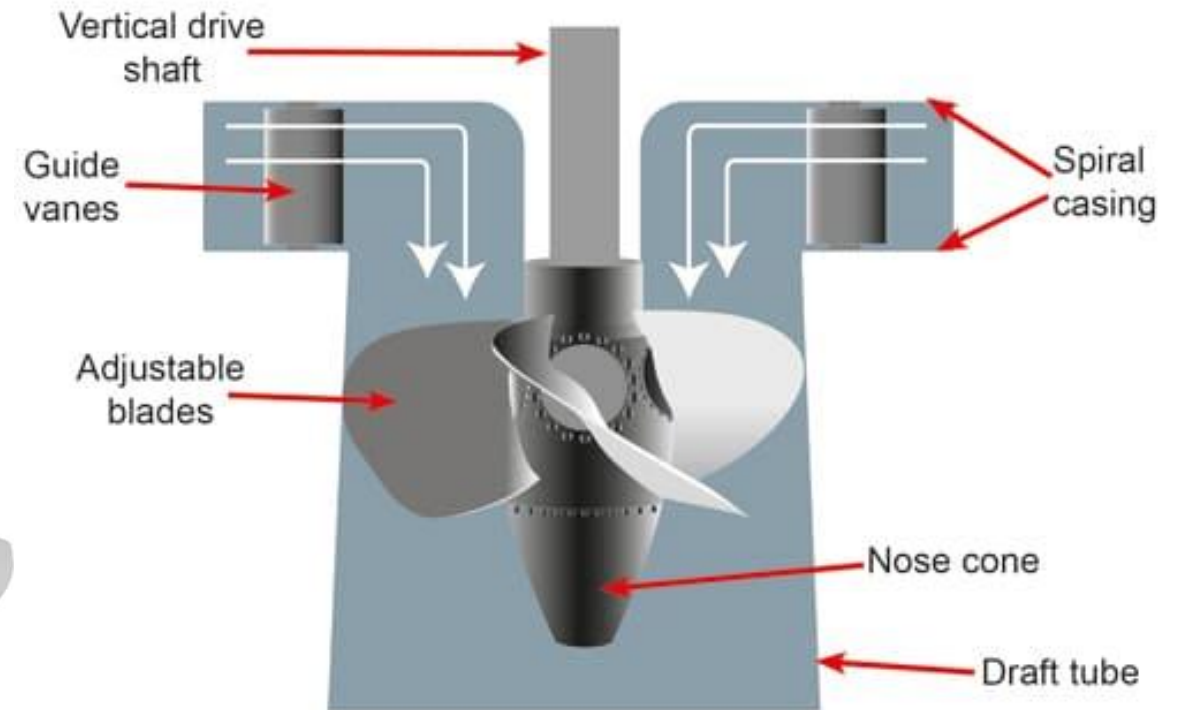


CARATTERISTICHE PRINCIPALI:

- SVILUPPO ASSIALE
- PALE A SINGOLA O DOPPIA REGOLAZIONE
- ADATTE AD IMPIANTI CON SALTI MODESTI E PORTATE ELEVATE:

PERCORSO DELL'ACQUA:

- VOLUTA
- DISTRIBUTORE
- GIRANTE
- DIFFUSORE

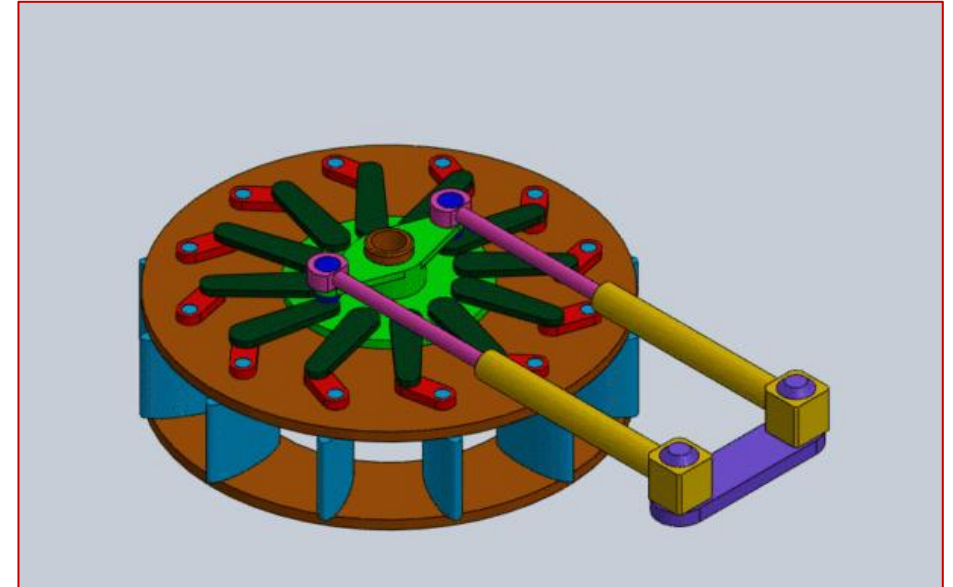
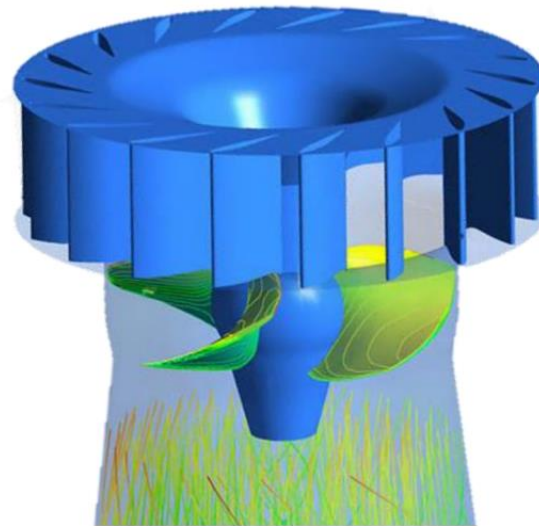


FUNZIONI PRINCIPALI:

- INDIRIZZARE IL FLUSSO PER LIMITARE URTI E MOTI IN DIREZIONI NON UTILI
- REGOLAZIONE DI PORTATA
- TRASFORMAZIONE DI ENERGIA DA POTENZIALE E DI PRESSIONE IN ENERGIA CINETICA

GRADO DI REAZIONE:

$$G = \frac{H_u - \frac{c_1^2}{2 \cdot g}}{H_u}$$



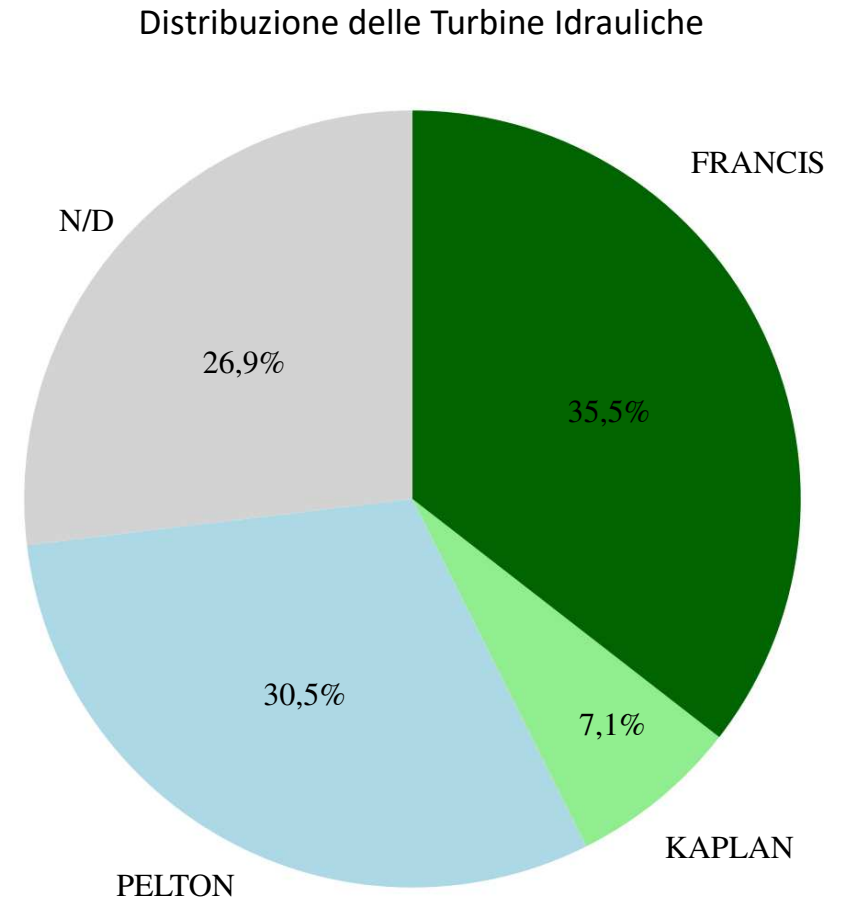
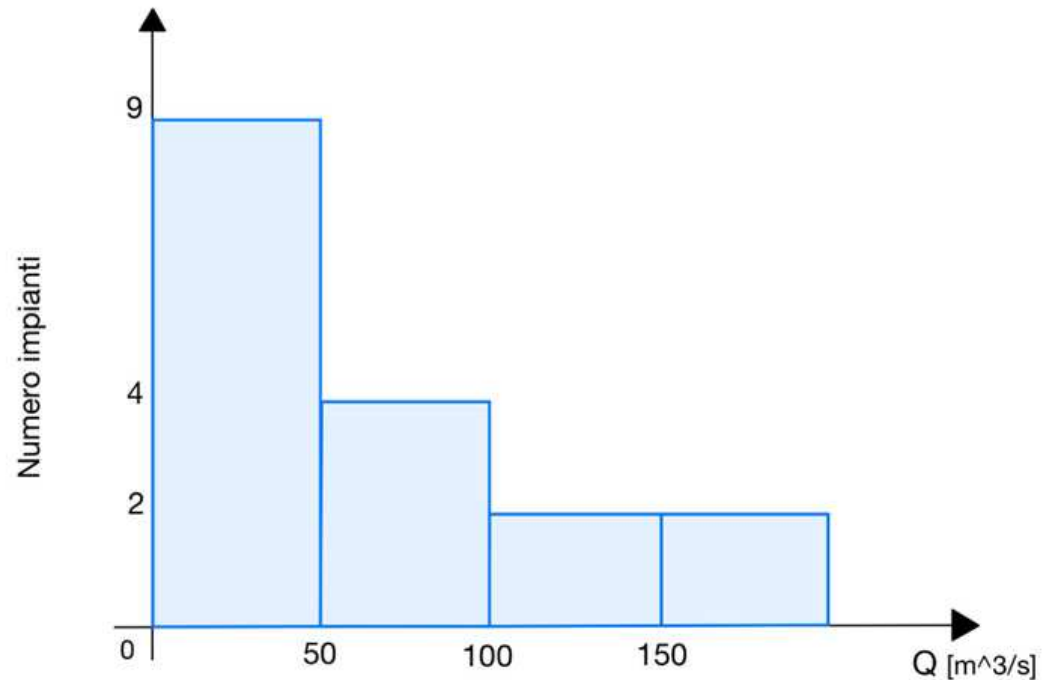
- COMPILAZIONE DATABASE CON LE SPECIFICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI ITALIANI
- ANALIZZARE TURBINE KAPLAN E CORRISPONDENTI PORTATE VOLUMETRICHE, CONFRONTANDOLE CON LA LETTERATURA

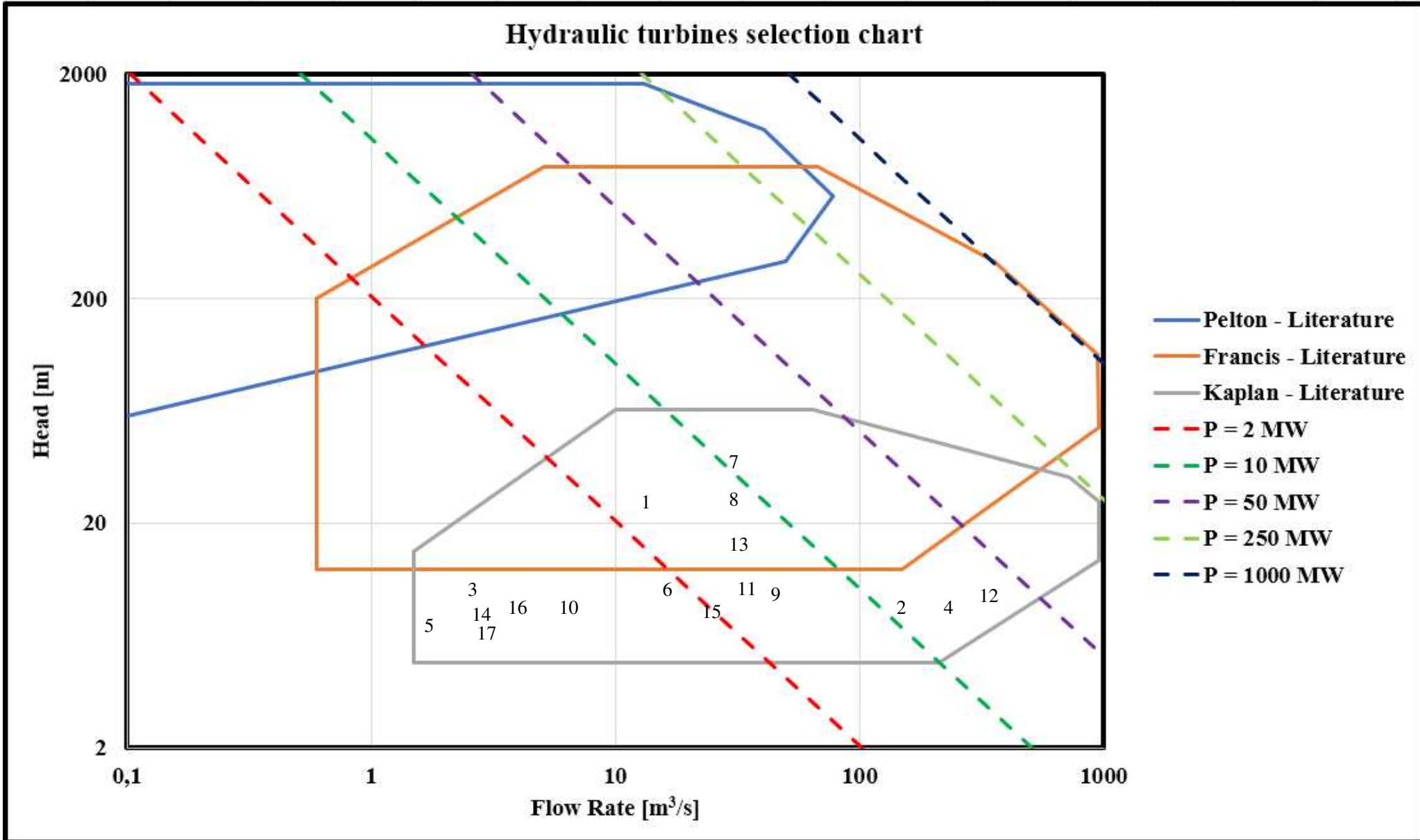
VOCI DATABASE:

- NOME IMPIANTO
- POSIZIONE GEOGRAFICA (regione e comune)
- FIUME O BACINO DI ALIMENTAZIONE
- COMPAGNIA DI GESTIONE
- TIPOLOGIA DI IMPIANTO (ad acqua fluente, a bacino, etc.)
- ANNO DI REALIZZAZIONE
- PREVALENZA (minima, massima e nominale)
- PORTATA VOLUMETRICA (minima, massima e nominale)
- VELOCITA' DI ROTAZIONE DELLA GIRANTE
- DIAMETRO DELLA GIRANTE
- NUMERO TIPICO DI MACCHINA K
- POTENZA IDRAULICA E INSTALLATA
- RENDIMENTO IMPIANTO
- ENERGIA ANNUALE PRODOTTA
- NUMERO E TIPOLOGIA DELLA TURBINA IDRAULICA

CAUSE DELLA LIMITATA PRESENZA DELLE TURBINE KAPLAN:

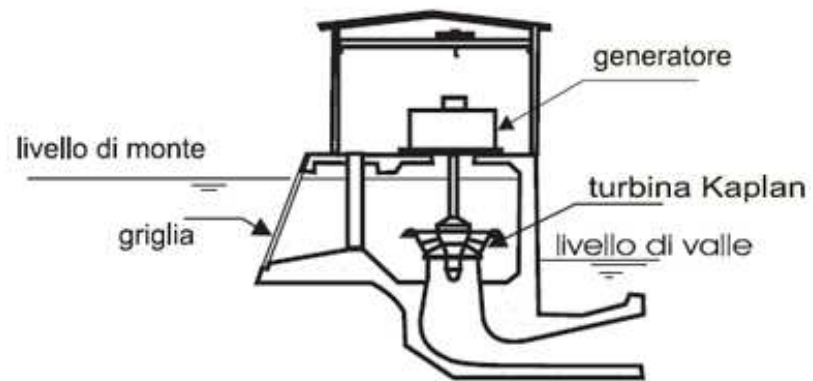
- MORFOLOGIA DEL TERRITORIO
- COSTI PIU ELEVATI
- MANCANZA DI DATI IN RETE





ISOLA SERAFINI:

- PORTATA PER TURBINA: $250 \text{ m}^3/\text{s}$
- SALTO UTILE: 8 m
- N° TURBINE: 4
- POTENZA GENERATA: 107 MW



CONCLUSIONI:

- IMPIANTI ITALIANI CON TURBINE KAPLAN MOSTRANO TREND IN LINEA CON RANGE OPERATIVI SUGGERITI DA LETTERATURA
- ARRICCHIMENTO DATABASE AVENTE INFORMAZIONI TECNICHE RIGUARDO GLI IMPIANTI IDROELETTRICI ITALIANI
- ANALISI STATISTICHE DEGLI IMPIANTI ITALIANI DOTATI DI TURBINE KAPLAN HANNO EVIDENZIATO UNA CONCENTRAZIONE DI TURBINE ELABORANTI PORTATE CONTENUTE ($<50 \text{ m}^3/\text{s}$)

PROSPETTIVE FUTURE:

- ARRICCHIMENTO ULTERIORE DEL DATABASE
- ULTERIORI ANALISI SU TURBINE KAPLAN INSTALLATE IN ITALIA PRENDENDO IN CONSIDERAZIONE SALTO, POTENZA, ENERGIA

GRAZIE PER L'ATTENZIONE