

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Relazione per la prova finale
***«Analisi delle differenze di impiego di turbine Francis
nello scenario idroelettrico italiano e turco»***

Tutor universitario: Prof. Giovanna Cavazzini

Ing. Francesco Nascimben

Laureando: Filippo Lucato 1167942

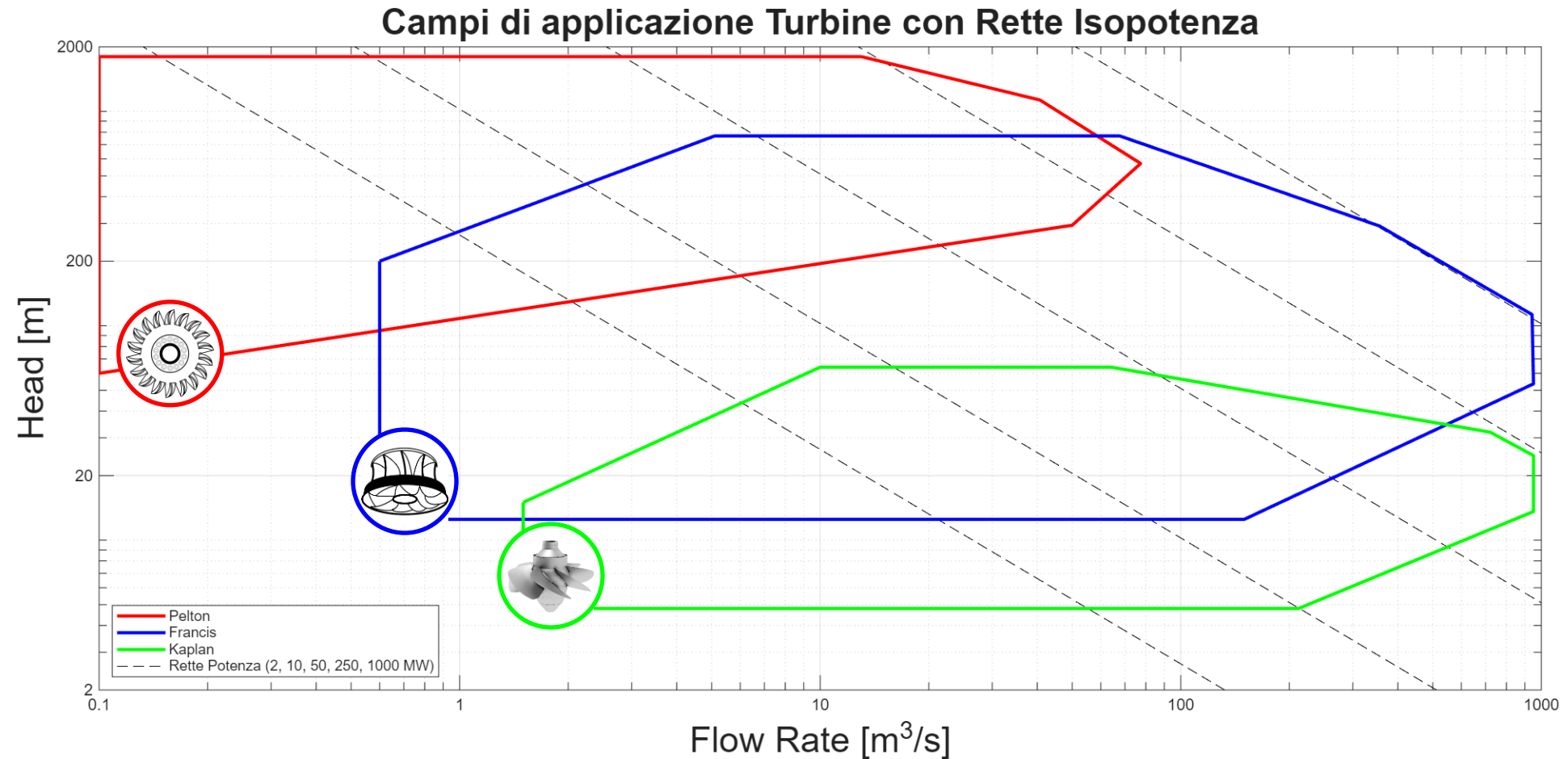
Padova 17/07/26

CARATTERISTICHE SETTORE IDROELETTRICO

- ☐ Fonte rinnovabile ed efficiente
- ☐ Garanzia flessibilità, inerzia e stabilità della rete elettrica
- ☐ Dipendenza da disponibilità idrica
- ☐ Necessità di una certa conformazione del territorio (orografia)



	Europa	Italia	Turchia
Numero di Impianti	~ 25.000	~ 4.800	~ 780
Potenza Installata	~ 263 GW	~ 21.3 GW	~ 32.3 GW
Energia Generata	~ 680 TWh	~ 48 TWh	~ 75 TWh
Osservazioni	• grandi bacini e una fitta rete di micro-impianti • 30 ÷ 35% della produzione da fonti rinnovabili • 10 ÷ 15% della produzione totale	• Rete altamente ramificata • Stabile, con incrementi marginali legati solo a ottimizzazioni • 32 ÷ 35% della produzione da fonti rinnovabili • 15% della produzione totale	• Infrastrutture massicce basate su grandi dighe • In rapido sviluppo • 40% della produzione da fonti rinnovabili • 15-20% della produzione totale



Turbina Pelton

Geometria definita da pale a doppio cucchiaino.
Ottimizzata per salti elevati (300 ÷ 1400 m) e
portate contenute (< 50 m³/s)

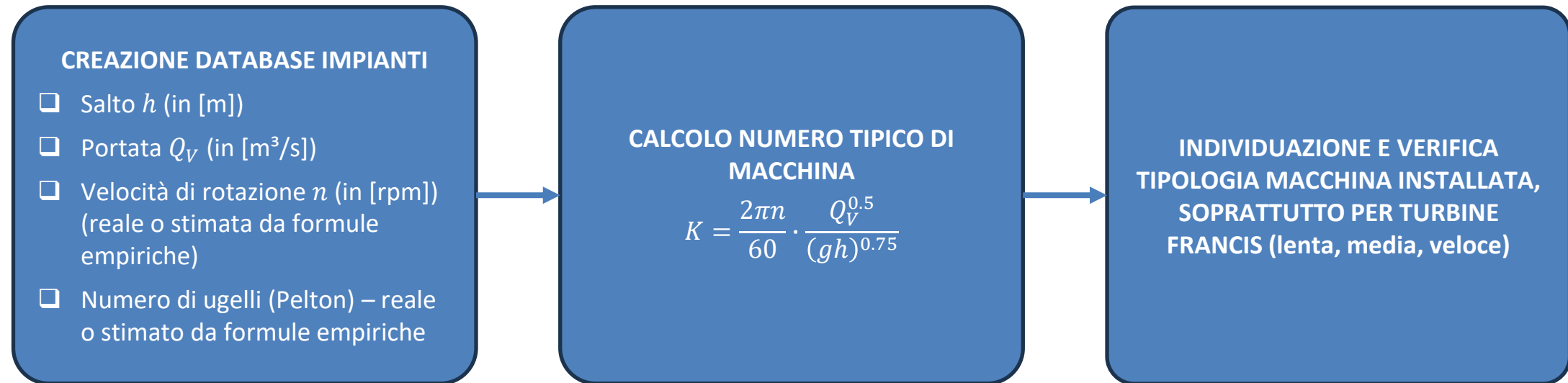
Turbina Francis

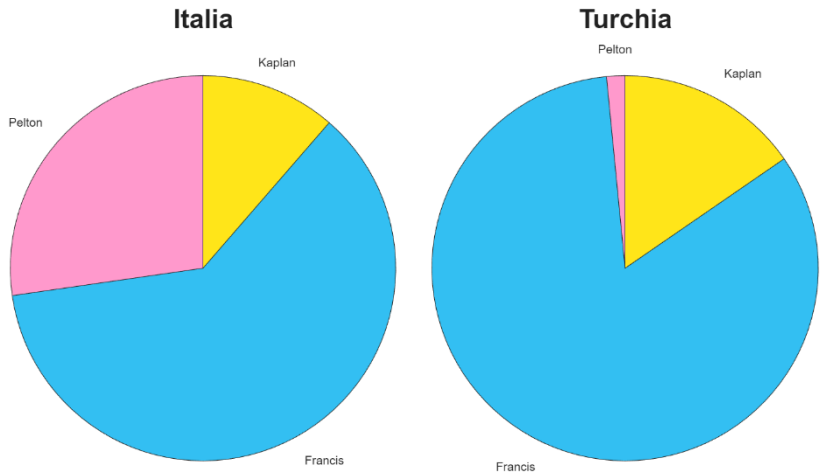
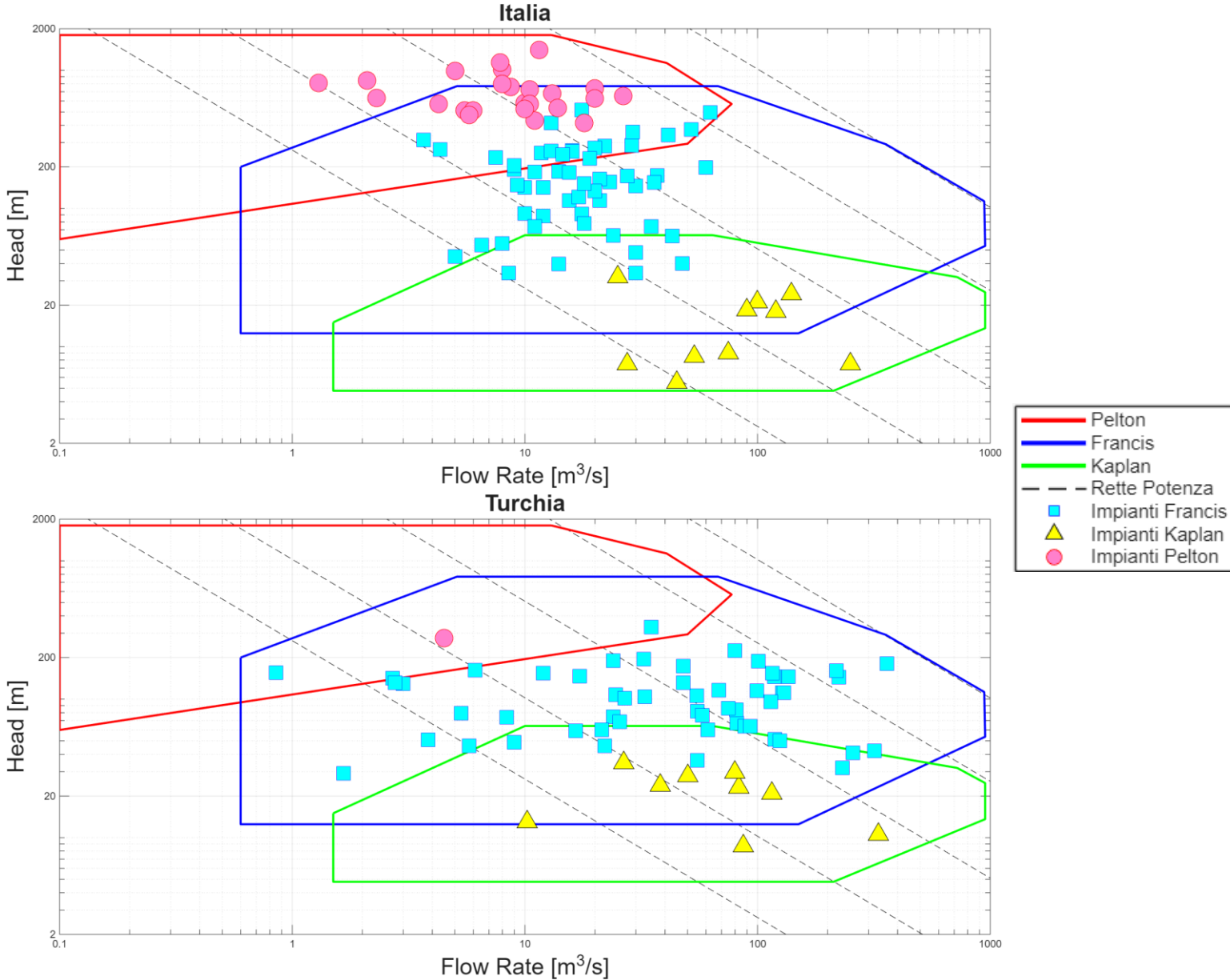
Geometria prevalentemente radiale molto
versatile.
Salti 10÷400 m e portate 2÷100 m³/s

Turbina Kaplan

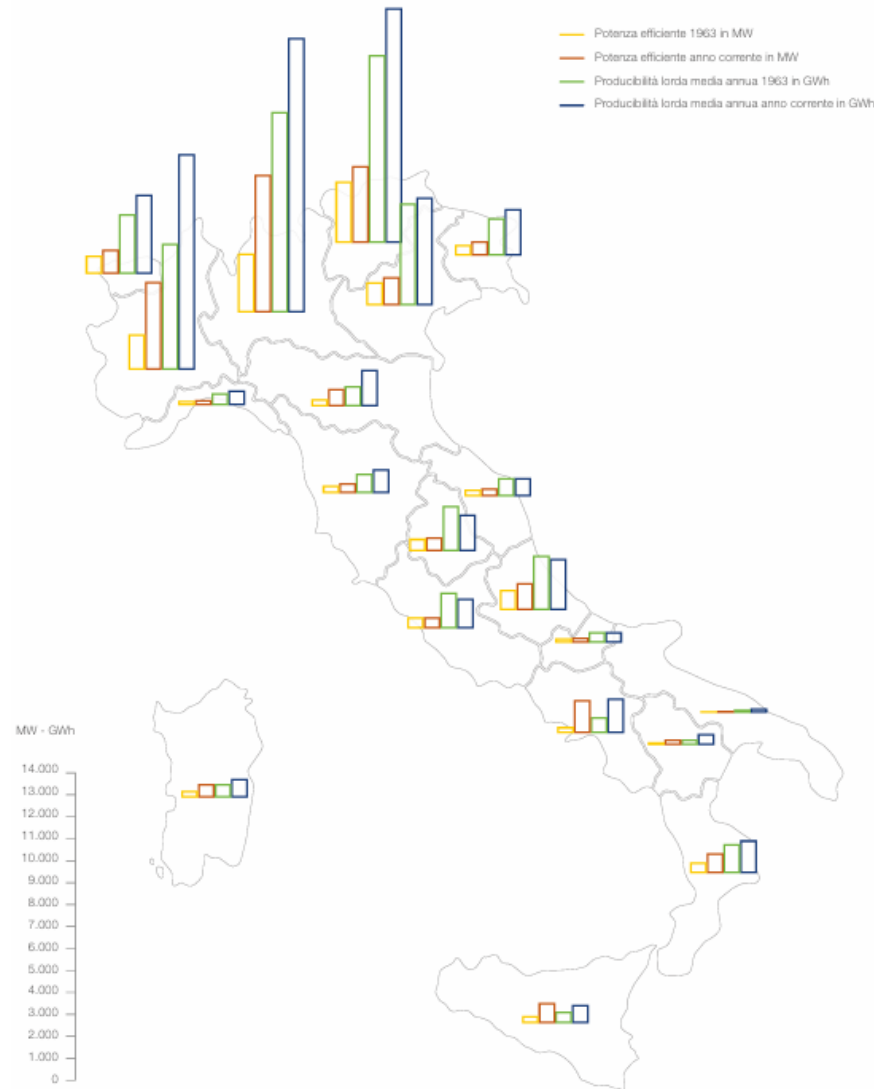
Geometria assiale con pale orientabili.
Ottimizzata per portata elevata (> 50 m³/s) e
bassissimi salti (< 80m).

- ❑ Confronto settori idroelettrici italiano e turco
- ❑ Individuazione possibili somiglianze e differenze tra le due nazioni

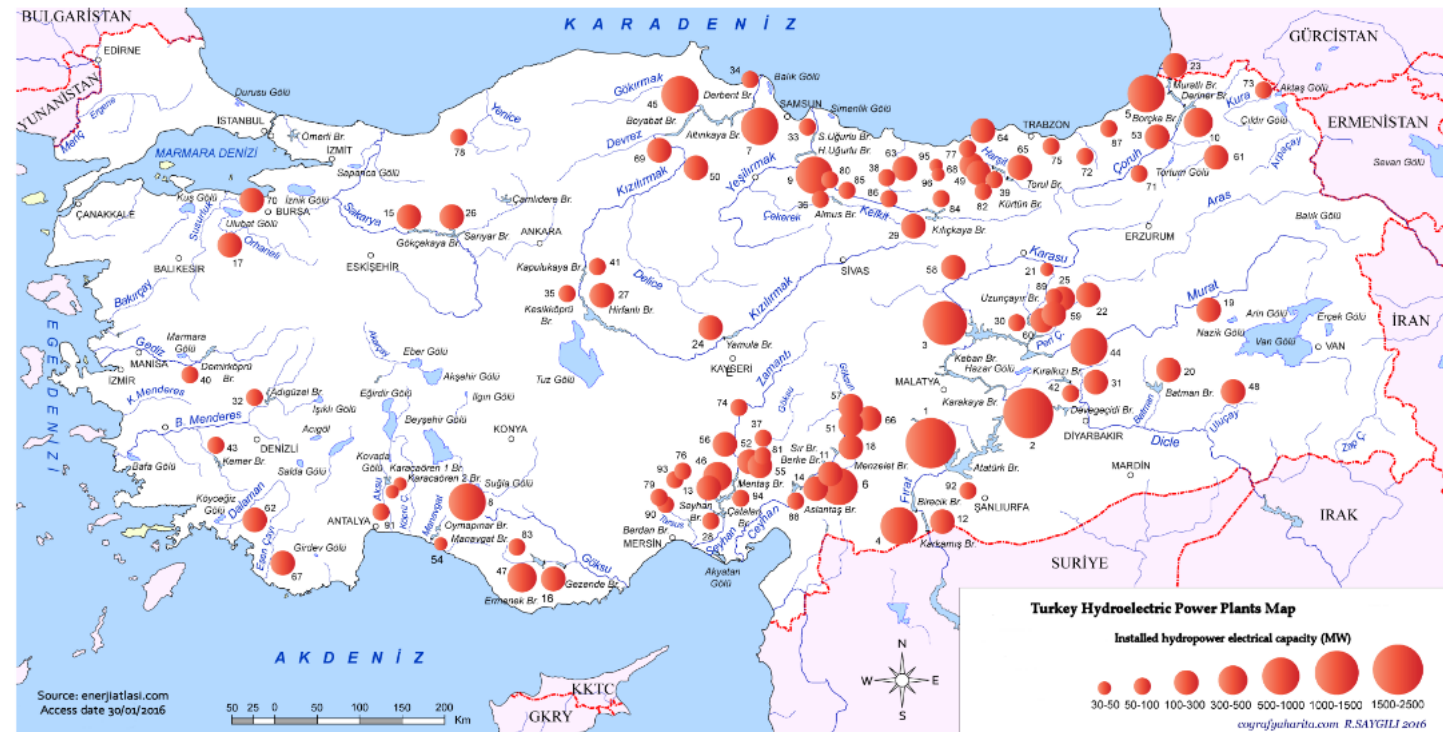




	Italia	Turchia
Pelton	27,27 %	1,54 %
Francis	61,36 %	83,08 %
Kaplan	11,36 %	15,38 %
N° Impianti	88	65

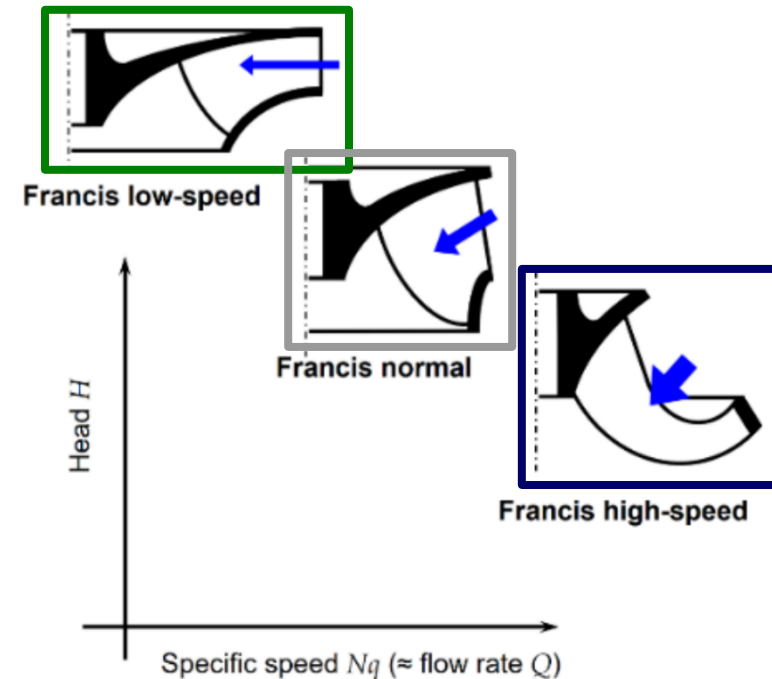


- ITALIA – Presenza rilevante turbine Pelton → orografia (Alpi)
- TURCHIA – Presenza rilevante turbine Kaplan → presenza grandi fiumi (Tigri ed Eufrate)
- Entrambi i sistemi sono comunque per la maggior parte coperti da turbine di tipo Francis



Le turbine Francis sono le macchine idrauliche più versatili e diffuse al mondo. A seconda delle caratteristiche del salto e della portata disponibili, la geometria della turbina cambia radicalmente per mantenere rendimenti molto elevati (spesso superiori al 90%).

	K	Ψ	ϕ
Francis lente	0,35 ÷ 0,60	1,2 ÷ 0,95	0,15 ÷ 0,20
Francis medie	0,60 ÷ 1,2	0,95 ÷ 0,85	0,20 ÷ 0,30
Francis veloci	1,20 ÷ 2,50	0,85 ÷ 0,75	0,30 ÷ 0,45



Francis lenta

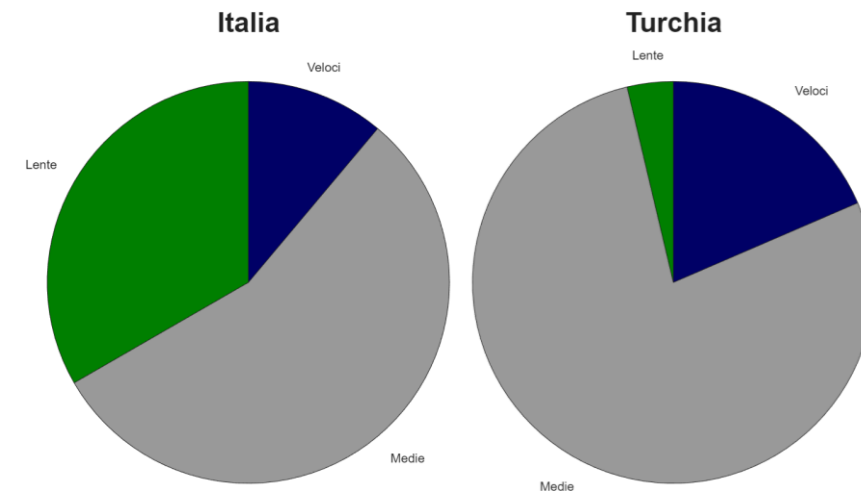
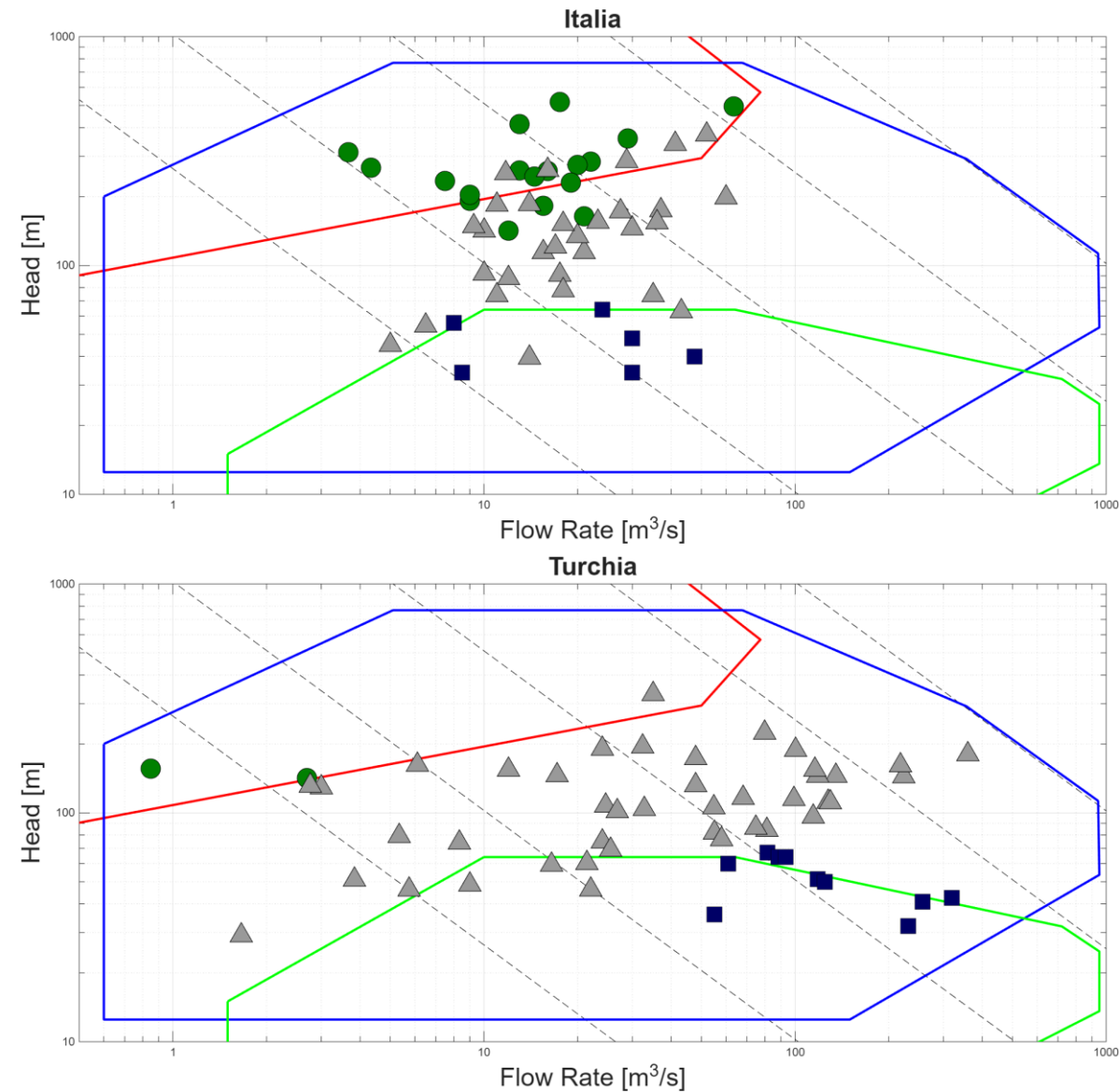
Salto 100 ÷ 400 m
Portata 2 ÷ 15 m³/s

Francis media

Salto 50 ÷ 150 m
Portata 10 ÷ 50 m³/s

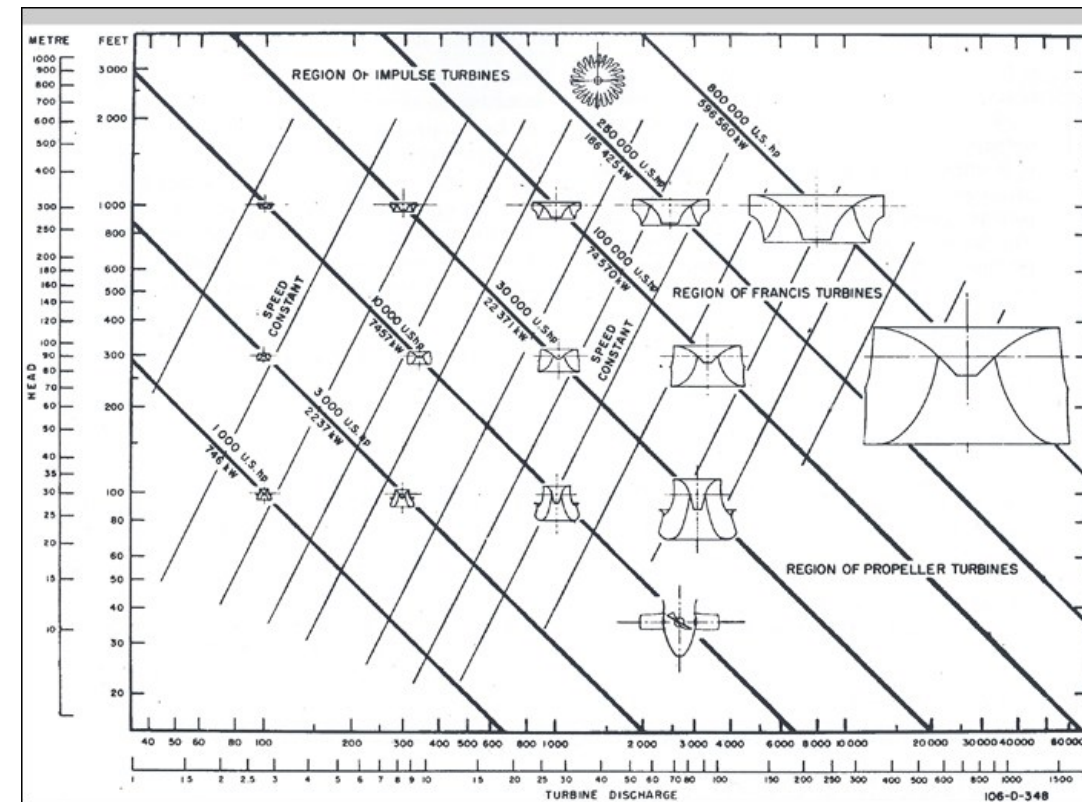
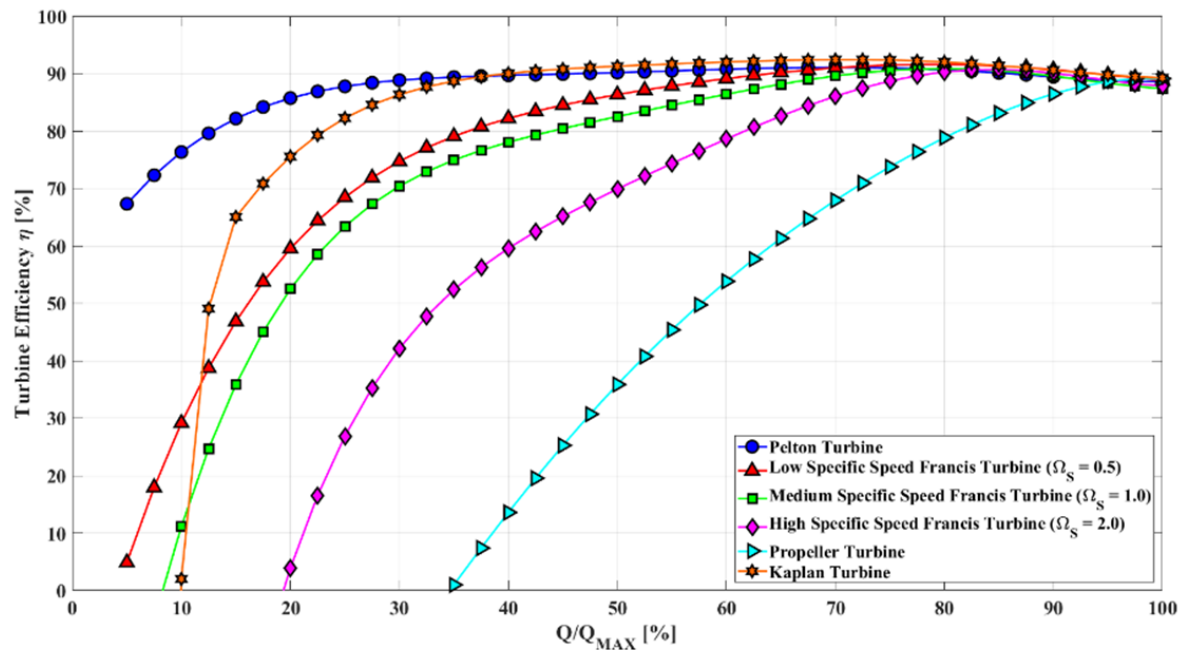
Francis veloce

Salto 15 ÷ 50 m
Portata 40 ÷ 150 m³/s



	Italia	Turchia
Francis lente	33,33 %	3,70 %
Francis medie	55,56 %	77,78 %
Francis veloci	11,11 %	18,52 %
N° Impianti	54	54

- ❑ FRANCIS LENTE → principalmente corrispondenti a zona intersezione Pelton – Francis in diagramma $h - Q$ → tipica soluzione in Italia (grandi salti alpini)
- ❑ FRANCIS VELOCI → principalmente corrispondenti a zona intersezione Kaplan – Francis in diagramma $h - Q$ → tipica soluzione in Turchia (grandi portate fluviali)
- ❑ FRANCIS MEDIA → più diffuse → garantiscono i rendimenti alti anche per portate molto variabili → FLESSIBILITÀ



In questo lavoro di tesi si è proceduto al confronto tra settore idroelettrico italiano e settore idroelettrico turco
Si sono raccolti dati relativi a salto (h), portata (Q_V) e regime di rotazione (n) di turbine attualmente in esercizio nei due stati

Entrambe le nazioni risultano essere prevalentemente equipaggiate con turbine Francis

In Italia, l'orografia porta anche ad un'importante presenza di turbine Pelton

In Turchia, invece, la presenza di grandi fiumi dà più spazio all'utilizzo di turbine Kaplan

Per quanto riguarda le turbine Francis:

- ☐ In Italia si ha una grande presenza di turbine Francis lente, dovute sempre alla presenza di salti elevati
- ☐ In Turchia si ha una grande presenza di turbine Francis veloci, dovute sempre alla presenza di portate elevate
- ☐ In entrambe le situazioni, le turbine Francis medie ricoprono comunque la maggior parte degli impianti studiati, data la loro flessibilità di esercizio a portate medio-elevate

SVILUPPI FUTURI

- ☐ Allargamento database
- ☐ Confronto incrociato con altre nazioni

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Si ringrazia
la famiglia per il supporto
la prof. Cavazzini e l'ing. Nascimben per
la disponibilità

