

PICCOLI IMPIANTI IDROELETTRICI UN'OPPORTUNITÀ DI SVILUPPO SOSTENIBILE

Nino Frosio

APER

Associazione dei Produttori d'Energia da fonti Rinnovabili

Cos'è l'idroelettrico minore

- In Italia: < 3 MW (nominali)
- In Europa:
 - < 1 MW in Lussemburgo
 - < 5 MW nel Regno Unito
 - < 8 MW in Francia
 - < 10 MW in Portogallo, Spagna, Irlanda, Grecia, Belgio
- Nel mondo: < 10 MW (Commissione europea e UNIPEDE)

IN PROSPETTIVA: < 10 MW

Perché è importante

Aspetti positivi dell'idroelettrico minore_

=

Tutti i vantaggi
delle energie
rinnovabili*

+

Vantaggi dell'
idroelettrico

+

**Vantaggi
delle piccole
dimensioni**

**Vedi direttiva 2001/77/CE*

(continua)

Perché è importante

RISORSA

- **RINNOVABILE**
- **SICURA**

TECNOLOGIA

- **SOSTENIBILE**
- **EFFICIENTE**
- **PULITA**

(continua)

Perché è importante

- Risorsa nazionale (sicurezza approvvigionamenti)
- Tecnologia affidabile e significativa
- Assenza di bacini stagionali (al massimo bigiornalieri)
- Assenza di linee di collegamento con gli utenti (solo spezzoni di linee locali)
- Distribuzione e integrazione sul territorio

(continua)

Perché è importante

Caratteristiche

- Energia in rete BT o MT oppure in isola
- Alleggerimento reti locali
- Nessuna emissione di gas serra per produrre energia
- Primato tecnologico dell'industria nazionale
- Costi di produzione proporzionalmente più elevati

Impatti ambientali

In generale sono riducibili a piacere con le tecnologie oggi disponibili e con un idoneo rilascio del DMV

ATTENZIONE AI COSTI !!

Piccolo idroelettrico = piccoli guadagni

PICCOLI IMPIANTI IDROELETTRICI E LORO RICADUTE SULL'AMBIENTE

SVILUPPO SOSTENIBILE

Lo sviluppo che consente il soddisfacimento dei bisogni attuali senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri

I piccoli impianti idroelettrici hanno fornito energia pulita alle passate generazioni e continuano a fornirne alla presente !!

Ricadute ambientali

	Lig.	Coa.	Fuel.	NG	Nucl.	Win.	PV ⁸	SMH
Global warming	r	r	r	r				
Ozone Layer Depletion								
Acidification	r	r	r	r				
Radioactivity							m	
Eutrophication							m	
Heavy Metals								
Carcinogenic Substances								
Summer Smog								
Winter Smog								
Wastes								
Depletion of Energy Sources								

m: mining
t: transport
r: plant running

Big
Significant
Small
Negligible

Matrix of environmental impacts by categories

fonte: Environmental impacts of the production of electricity – Gobierno de Aragon Catalunya, Galizia, Navarra, EVE, APPA, Ciemo, IDAE

(continua)

Ricadute ambientali

Impacts/Energetic Systems	lignite	Coal	Fuel-oil	Natural Gas	Nuclear	Wind	Smallhydro
Global Warming	135.00	109.00	97.00	95.80	2.05	2.85	0.41
Ozone Layer Depletion	0.32	1.95	53.10	0.86	4.12	1.61	0.05
Acidification	920.00	265.00	261.00	30.50	3.33	3.49	0.46
Eutrophication	9.83	11.60	9.76	6.97	0.28	0.27	0.06
Heavy Metals	62.90	728.00	244.00	46.60	25.00	40.70	2.58
Carcinogenic Substances	25.70	84.30	540.00	22.10	2.05	9.99	0.76
Winter Smog	519.00	124.00	135.00	3.08	1.50	1.48	0.15
Summer Smog	0.49	3.05	36.90	3.47	0.32	1.25	0.06
Radioactivity	0.02	0.05	0.02	0.00	2.19	0.01	0.00
Industrial Wastes	50.90	12.90	0.62	0.58	0.28	0.29	0.52
Radioactive Waste	5.28	10.60	7.11	1.34	565.00	1.83	0.32
Depletion of Energy Sources	5.71	5.47	13.60	55.80	65.70	0.91	0.07
TOTAL	1735.15	1355.92	1398.11	267.11	671.82	64.67	5.43

fonte: Environmental impacts of the production of electricity – Gobierno de Aragon Catalunya, Galizia, Navarra, EVE, APPA, Ciemo, IDAE
(continua)

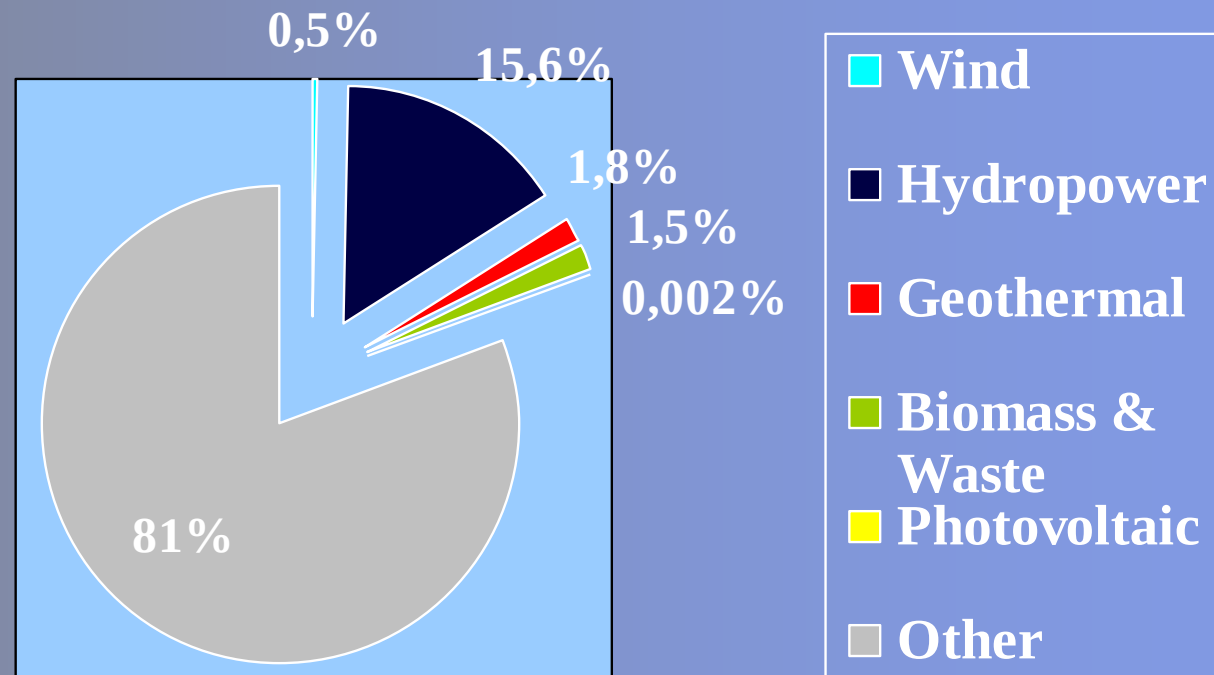
Ricadute ambientali

Sommario delle conclusioni dello studio:

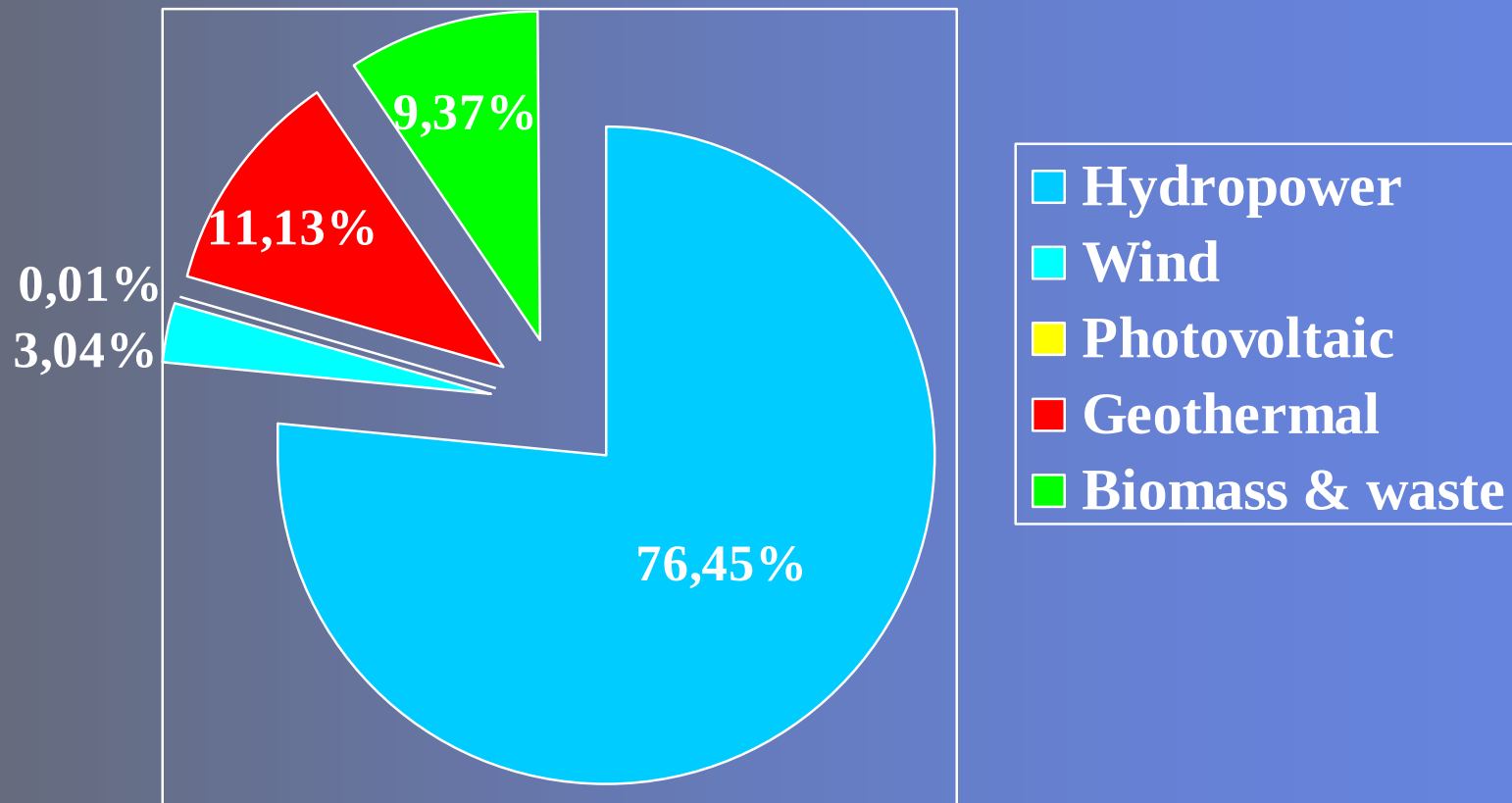
Environmental impacts of the production of electricity

- L'impatto ambientale delle fonti convenzionali è 31 volte più alto di quello delle fonti rinnovabili (medie pesate)
- Produrre energia con la migliore delle fonti rinnovabili – il piccolo idroelettrico – causa un impatto ambientale:
 - 300 volte più basso di quello provocato dal carbone e dal petrolio
 - 250 volte più basso di quello provocato dalla lignite
 - 125 volte più basso di quello provocato dal nucleare
 - 50 volte più basso di quello provocato dal metano

ROLE of RENEWABLES in ENERGY GENERATION (2003)



ROLE of HYDROPOWER AMONG RENEWABLES (2003)



NUMBER of POWER STATION and GENERATION CAPACITY (2003)

Classes	Plants (nr.)		Nominal capacity (MW)		Real capacity (MW)	
> 100	39	1,9%	12.117,5	52,8%	11.178,4	53,2%
10 – 100	261	13,0%	8.202,8	35,8%	7.477,8	35,6%
1 – 10	583	29,1%	2.103,7	9,2%	1.924,0	9,2%
< 1	1.122	56,0%	509,3	2,2%	406,5	1,9%
Total	2005	100%	22.933,4	100%	20.986,6	100%

Esempio d'una recente realizzazione significativa in Trentino

Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Proprietario: Consorzio Elettrico Industriale di Stenico (CEIS)

Potenza nominale di concessione (totale): 1.642,49 kW

Costruzione primo impianto: 1904

Primo rifacimento: 1954

Secondo rifacimento: 2004

Obbiettivo dell'intervento

- Recuperare producibilità
- Aumentare l'affidabilità e la semplicità d'esercizio
- Minimizzare le perdite di produzione durante l'intervento
- Ottimizzare la spesa in relazione agli incentivi esistenti (CV)

Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Caratteristiche essenziali dell'impianto

Salto basso sorgenti Bianche basse e Molini (bacino Mosere e bacino Molini)

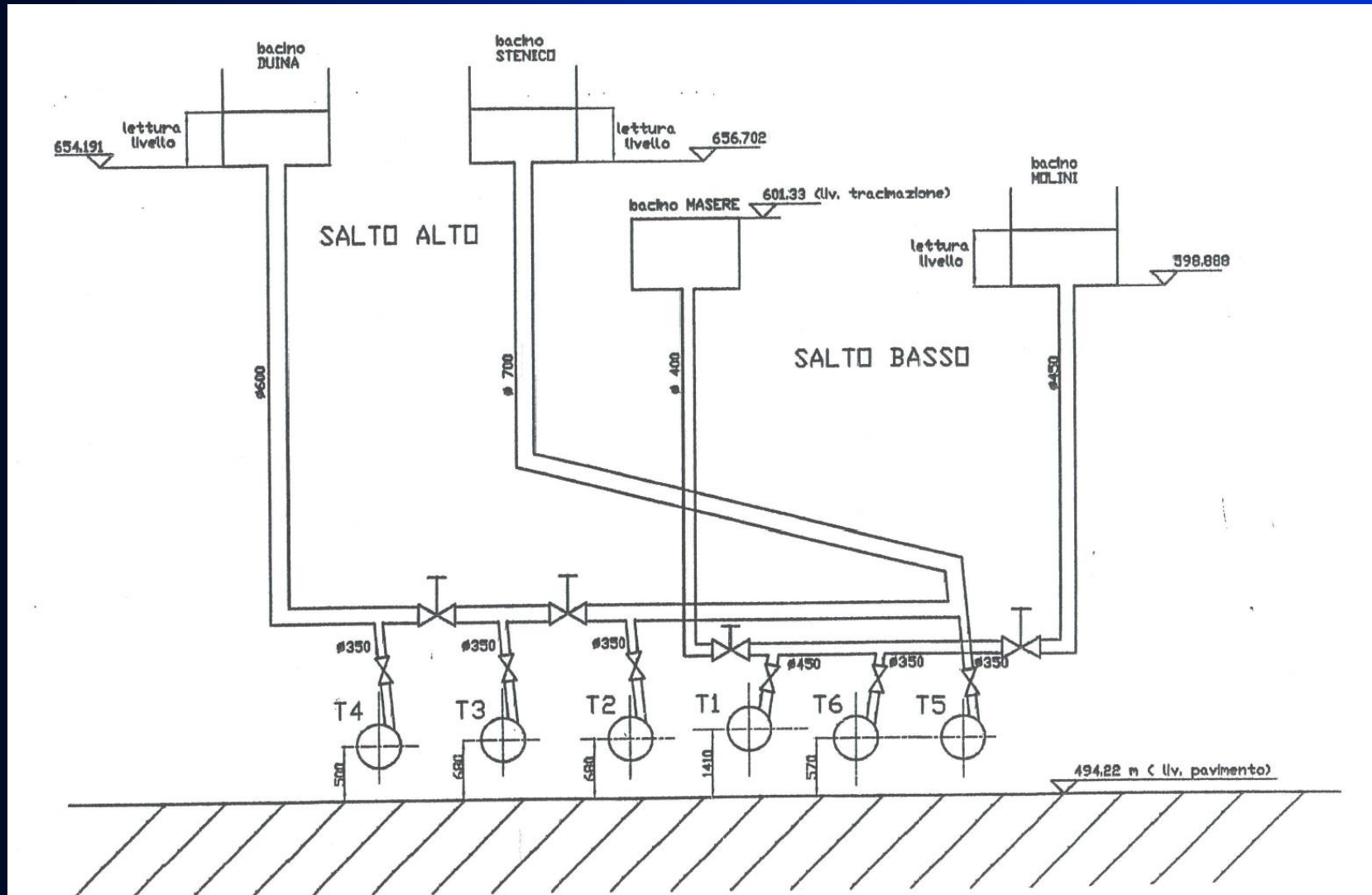
- Potenza nominale di concessione: 376,64 kW
- Salto nominale derivazione Stenico: 106 m
- Portata media di concessione della derivazione Stenico: 0,233 m³/s
- Portata massima della derivazione Stenico: 0,400 m³/s
- Portata minima della derivazione Stenico: 0,200 m³/s

Salto alto torrenti Duina, Bianco, Cùgol, Barbisòn (bacino Duina e Stenico)

- Potenza nominale di concessione: 1.265,85 kW
- Salto nominale derivazione Duina: 162 m
- Portata media di concessione della derivazione Duina: 0,783 m³/s
- Portata massima della derivazione Duina : 2,400 m³/s
- Portata minima della derivazione Duina : 0,250 m³/s

Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Profilo schematico dell'impianto esistente



Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Gruppi presenti in centrale prima dell'ammodernamento

Salto basso sorgenti Bianche basse e Molini (bacino Mosere e bacino Molini) - 106 m

- Una turbina Pelton con due giranti a due getti
- Salto nominale: 96,3 e 100 m
- Portata massima nominale: $0,53+0,38 = 0,91 \text{ m}^3/\text{s}$
- Potenza massima idraulica: $450+326 = 776 \text{ kW}$
- Velocità: 500 e 610 rpm

Salto alto torrenti Duina, Bianco, Cùgol, Barbisòn (bacino Duina e Stenico) - 164,9 m

- Due turbine Francis ad asse orizzontale
- Una turbina Pelton monogetto
- Una turbina Pelton a due getti
- Salto nominale: 160, 153 m
- Portata massima nominale: $0,60+0,60+0,40+0,40 = 2,00 \text{ m}^3/\text{s}$
- Potenza massima idraulica: $810+810+546+539 = 2.705 \text{ kW}$
- Velocità: 1.500 e 600 rpm

Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Riassunto delle caratteristiche dell'impianto esistente

Portata totale massima derivabile [m ³ /s]	3,2
Potenza totale di concessione [kW]	1.642,49
Potenza installata [kVA]	4.180
Potenza massima erogabile [kW]	3.480
Producibilità GWh/anno	17,75
N. turbine	5 (7 giranti)
N. generatori	5

Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Percorso progettuale per definire l'ammodernamento

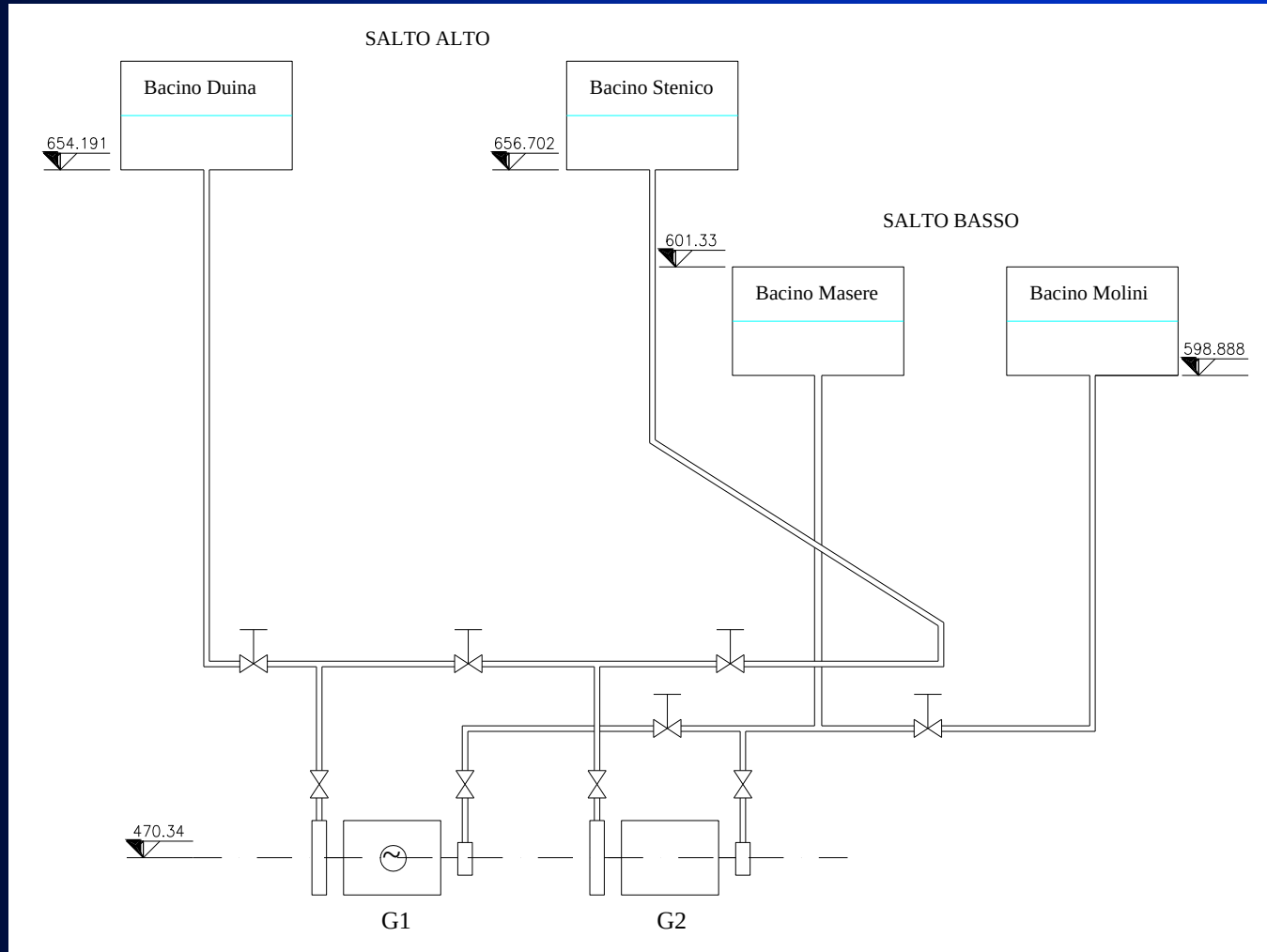
1. Analisi idrologica $\Rightarrow$ portate medie utilizzabili e ottimizzazione macchinario
2. Analisi idraulica $\Rightarrow$ salti effettivi nelle varie situazioni d'esercizio
3. Analisi vincoli d'esercizio $\Rightarrow$ ottimizzazione impiantistica
4. Analisi macchinario (n. giri caratteristico) $\Rightarrow$ ottimizzazione gruppi generatori
5. Analisi finanziaria (CV e dopo 8 anni) $\Rightarrow$ limiti di spesa e sensitività ai vari fattori

Risultati dell'analisi

1. Recupero volumi d'acqua turbinabili (analisi idrologica): 0 %
2. Salti effetti invariati (analisi idraulica), definizione salti per macchinario
3. Mantenimento sezione MT, sostituzione BT, controlli e trasformatori
4. Scelta 2 gruppi gemelli costituiti da 2 turbine Pelton a 2 getti e un generatore
5. Tempo di ritorno dell'investimento: 6/7 anni

Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Profilo schematico dell'impianto ammodernato



Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Gruppi presenti in centrale dopo l'ammodernamento

Salto basso sorgenti Bianche basse e Molini (bacino Mosere e bacino Molini)-106 m

- Due giranti Pelton a due getti (costruttore Voith Siemens Hydro S.p.A.)
- Salto nominale: 96 m
- Portata massima nominale: 0,4 m³/s
- Potenza massima idraulica: 324 kW
- Velocità: 428 rpm

Salto alto torrenti Duina, Bianco, Cùgol, Barbisòn (bacino Duina Stenico)-164,9 m

- Due giranti Pelton a due getti (costruttore Voith Siemens Hydro S.p.A.)
- Salto nominale: 157 m
- Portata massima nominale: 1,2 m³/s
- Potenza massima idraulica: 1.619 kW
- Velocità: 428 rpm

Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Gruppi presenti in centrale dopo l'ammodernamento

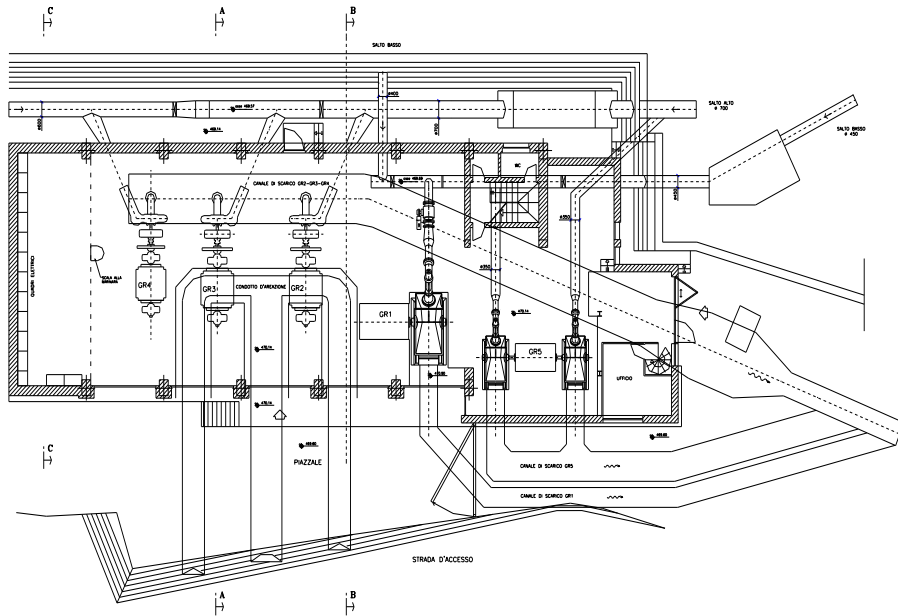
In comune

- Due generatori sincroni (costruttore INDAR)
- Potenza nominale massima: 2.500 kVA
- Cos ϕ : 0,85
- Tensione: 3,15 kV
- Classe d'isolamento: F/B
- Raffreddamento: ad acqua in circuito chiuso
- Velocità nominale: 428,6 rpm

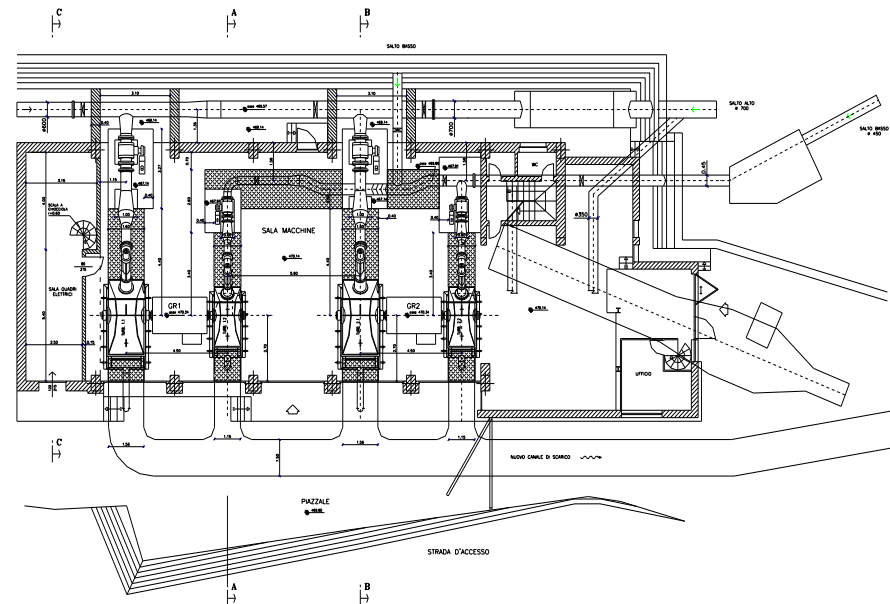
Otto valvole d'intercettazione consentono 33 diverse configurazioni d'esercizio

Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Pianta della centrale



Stato di consistenza

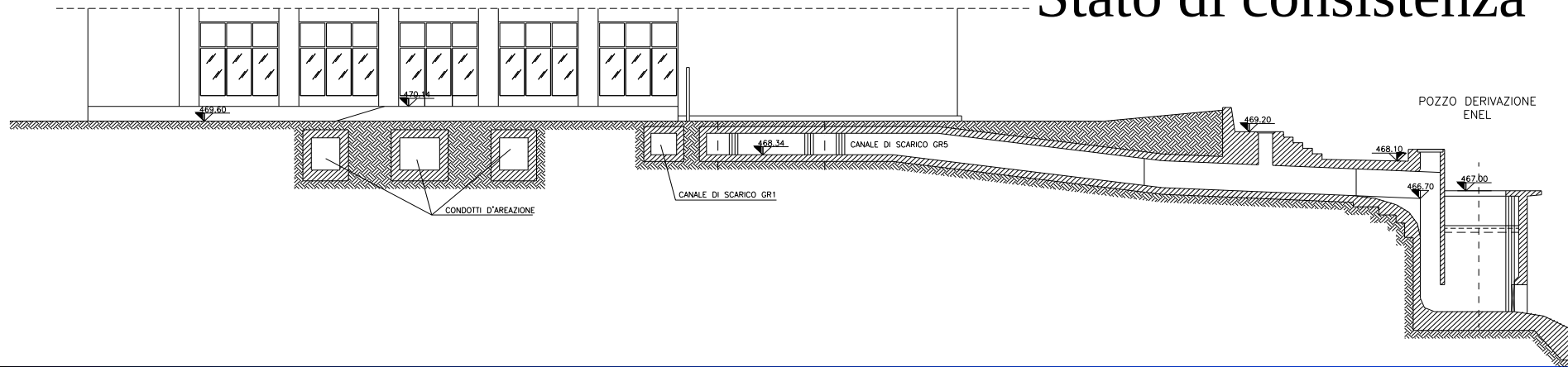


Progetto

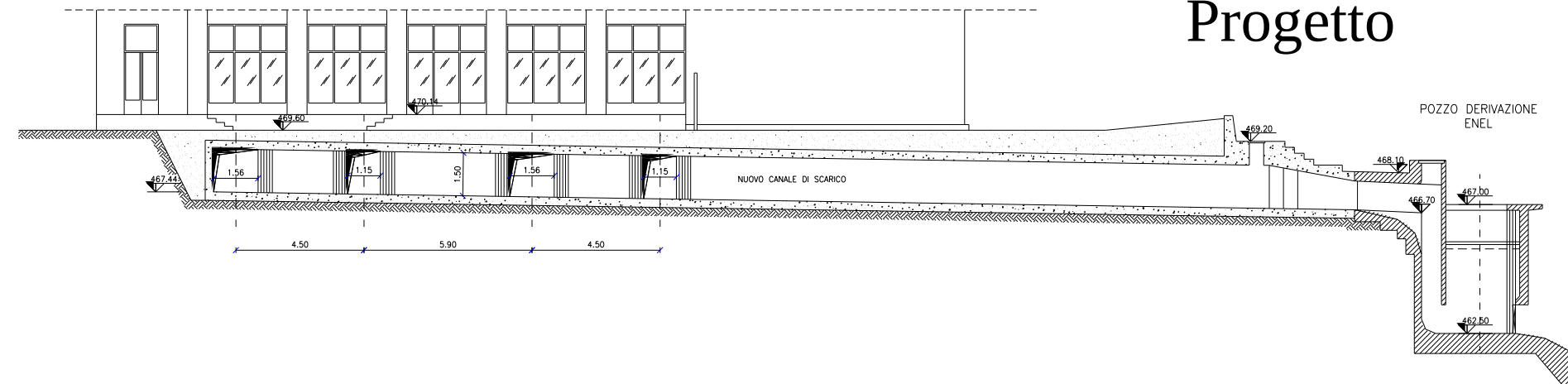
Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Profilo canale di restituzione

Stato di consistenza



Progetto





Interno centrale prima dell'intervento

Interno centrale prima dell'intervento



Montaggio dei nuovi gruppi





I nuovi gruppi



CEIS
IMPIANTO IDROELETTRICO
PONTE PIA

La centrale dopo l'intervento

Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Consuntivo di spesa e tempi intervento

■ Nuovi gruppi idroelettrici ed accessori	2.659.823,00 €
■ Opere civili	401.722,29 €
■ Ingegneria	177.500,00 €
■ Carroponte	30.000,00 €

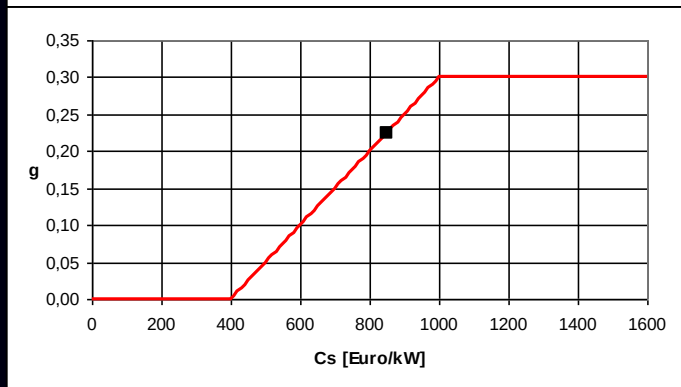
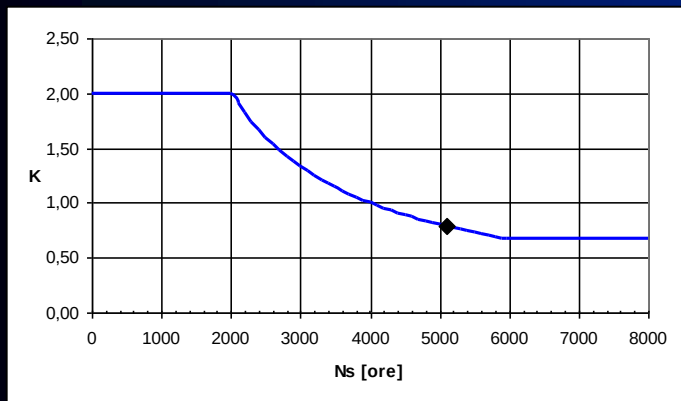
Totale a consuntivo	~ 3.270.000,00 €
<i>Totale a preventivo</i>	<i>3.300.000,00 €</i>

■ Consegna lavori:	09-12-2003
■ Fermata gruppi piccoli (1, 2, 3, 4):	09-12-2003
■ Fermato gruppo 5:	15-04-2004
■ Messa in parallelo del primo dei nuovi gruppi:	09-07-2004

Ammodernamento dell'impianto idroelettrico di Stenico

Energia avente diritto ai CV

Potenza installata attuale [kW]	3.481	(Pp)
Produzione ultimo decennio [kWh/anno]	17.750.000	(Es)
Costo interventi rifacimento [Euro]	3.300.000	(Costo)
Potenza installata rifacimento [kW]	3.886	(Pd)
Producibilità rifacimento [kWh/anno]	18.920.000	(Ea)



Calcolo energia avente diritto ai CV (Ecvi)

$$E_{cv} = (E_a - E_s) + K (f + g) E_s$$

$$N_s [\text{ore}] = E_s / P_p = 5.099$$

$$C_s [\text{Euro/kWh}] = \text{Costo} / P_d = 849$$

$$K = 0,78$$

$$f = 0,2$$

$$g = 0,22$$

$$E_{cvi} [\text{kWh/anno}] = 7.082.146$$

di cui:

$$\text{- per potenziamento [kWh/anno]} = 1.170.000$$

$$\text{- per rifacimento parziale [kWh/anno]} = 5.912.146$$

PICCOLI IMPIANTI IDROELETTRICI UN'OPPORTUNITÀ DI SVILUPPO SOSTENIBILE

CONCLUSIONI

Vantaggi

- *Tecnologia matura (pochi rischi tecnici)*
- *Possibilità di tariffe che riconoscano i vantaggi socio-economici della tecnologia*
- *Costi praticamente fissi nel tempo*
- *Lunga vita tecnica*

(continua)

PICCOLI IMPIANTI IDROELETTRICI UN'OPPORTUNITÀ DI SVILUPPO SOSTENIBILE

CONCLUSIONI

Rischi

- *Quadro tariffario in evoluzione*
- *Quadro normativo complesso*
- *Forte esposizione finanziaria/tempi di ritorno lunghi*
- *Difficoltà autorizzative*
- *Rischio idrogeologico*
- *Accettabilità locale non scontata*

PICCOLI IMPIANTI IDROELETTRICI UN'OPPORTUNITÀ DI SVILUPPO SOSTENIBILE

Nino Frosio

APER

Associazione dei Produttori d'Energia da fonti Rinnovabili