

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

Relazione per la prova finale
« Il futuro dell'idroelettrico: tra cambiamenti climatici e transizione energetica »

Tutor universitario: Prof. Giorgio Pavesi

Padova, 17/11/2023

Laureando : Tommaso De Vido
matricola nr. 1193842



Mulino di Crowford - Inghilterra



Diga delle Tre gole - Cina



Centrale Bertini - Lombardia



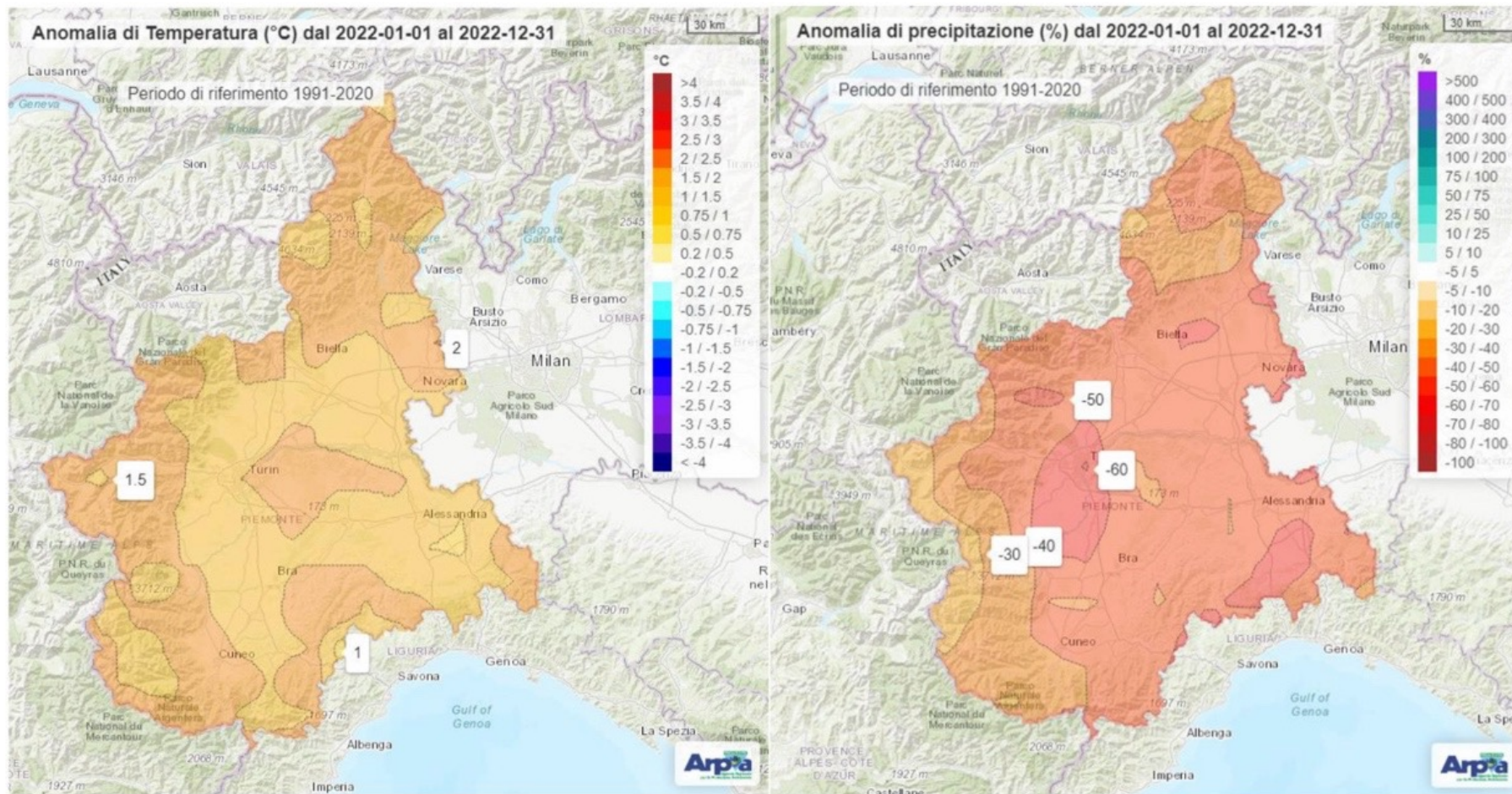
Diga del Vajont – Friuli Venezia Giulia



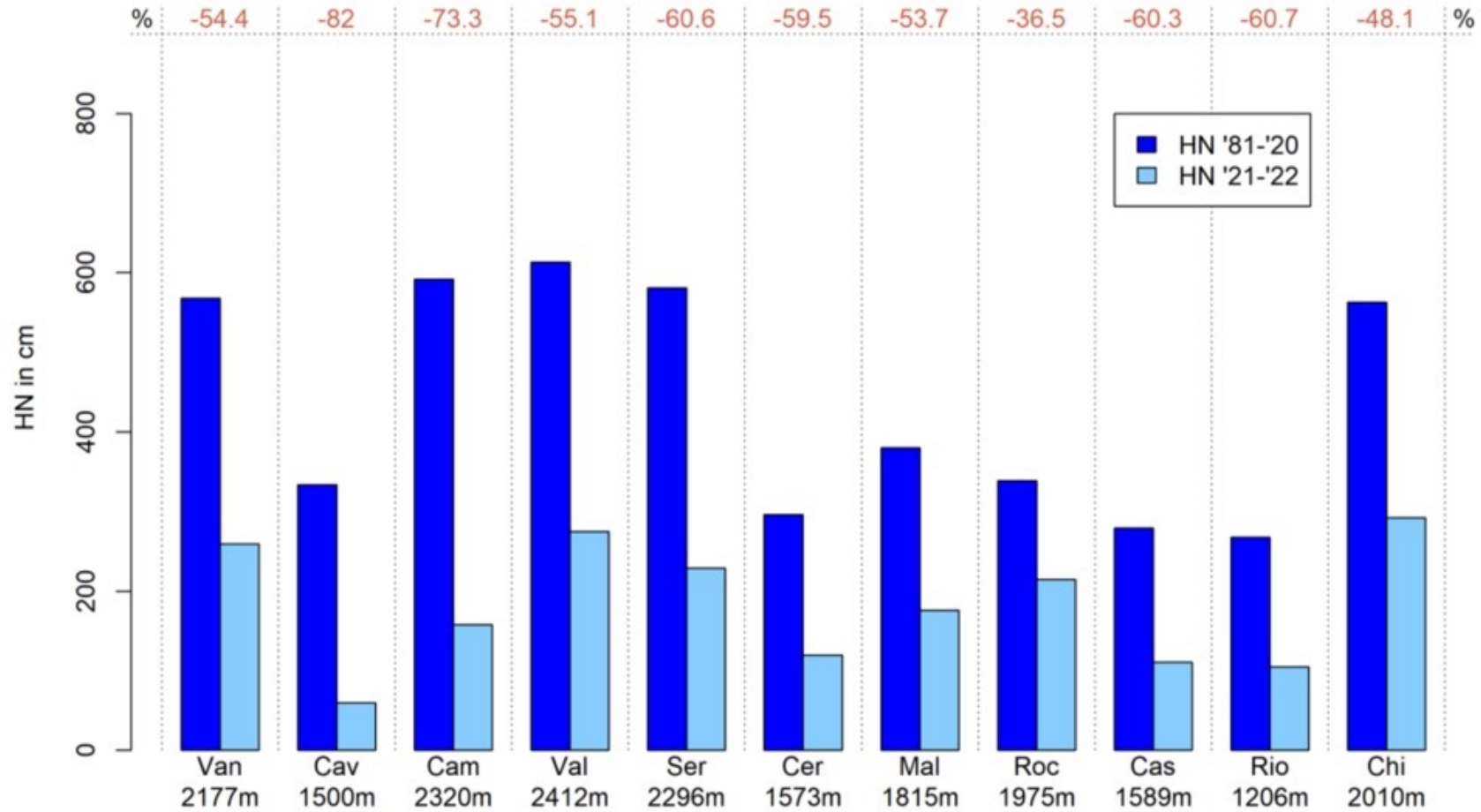
Diga del Chiotas - Piemonte

Regione	P < 12kW		12kW <= P < 20kW		20kW <= P < 200kW		200kW <= P < 1MW		1MW <= P < 10MW		P >= 10MW		Totale	
	Numero	Potenza [MW]	Numero	Potenza [MW]	Numero	Potenza [MW]	Numero	Potenza [MW]	Numero	Potenza [MW]	Numero	Potenza [MW]	Numero	Potenza [MW]
PIEMONTE	14	0,1	28	0,5	341	29	386	191	256	650	55	2.226	1.080	3.097
VALLE D'AOSTA	6	0,05	11	0,2	64	6	72	36	41	144	26	919	220	1.106
LOMBARDIA	15	0,1	15	0,3	196	18	252	123	199	561	70	4.991	747	5.694
TRENTINO ALTO ADIGE	41	0,3	72	1	351	25	235	114	137	382	48	3.278	884	3.802
VENETO	13	0,1	10	0,2	172	13	130	63	59	173	22	1.138	406	1.387
FRIULI VENEZIA GIULIA	9	0,1	10	0,2	103	8	82	37	51	118	12	457	267	620
LIGURIA	2	0,01	1	0,02	41	4	30	13	23	70	2	24	99	111
EMILIA ROMAGNA	2	0,02	15	0,3	78	7	73	32	46	130	8	237	222	406
TOSCANA	4	0,04	4	0,07	93	8	76	34	45	126	8	259	230	428
UMBRIA	3	0,01	-	-	14	1	14	8	9	37	8	671	48	717
MARCHE	-	-	1	0,02	76	7	77	36	24	60	10	208	188	311
LAZIO	2	0,02	2	0,04	27	2	26	13	29	103	15	359	101	477
ABRUZZO	-	-	-	-	13	1	31	16	21	55	13	1.196	78	1.268
MOLISE	2	0,01	1	0,02	7	0,5	13	8	14	40	2	46	39	94
CAMPANIA	2	0,02	3	0,1	19	2	21	9	8	25	10	359	63	394
PUGLIA	-	-	-	-	2	0,3	8	4	-	-	-	-	10	4
BASILICATA	-	-	-	-	4	0,3	10	4	5	9	2	143	21	157
CALABRIA	1	0,01	-	-	12	1,3	32	15	18	53	11	846	74	915
SICILIA	1	0,01	3	0,05	5	0,4	6	3	11	46	5	105	31	155
SARDEGNA	-	-	-	-	-	-	1	1	6	23	11	542	18	566
Totale	117	1	176	3	1.618	135	1.575	760	1.002	2.803	338	18.005	4.826	21.707

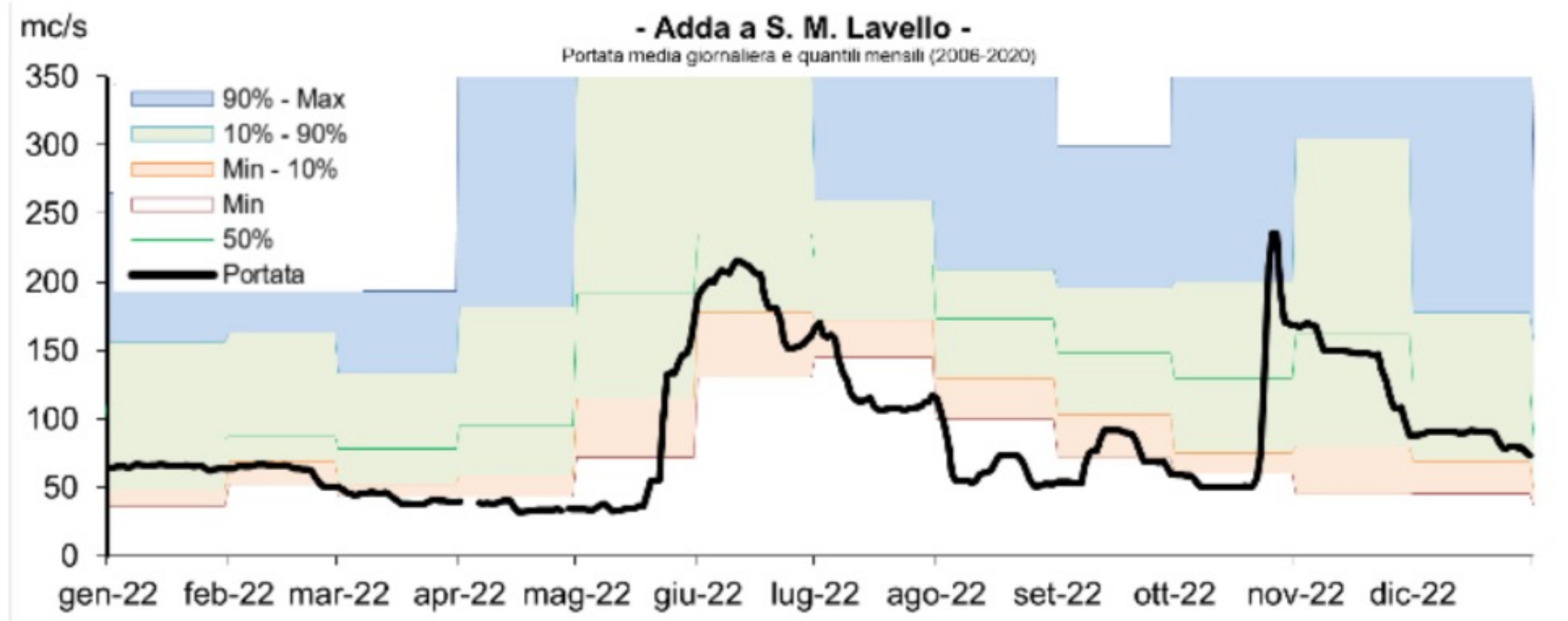
Dati Terna – Potenza installata in Italia



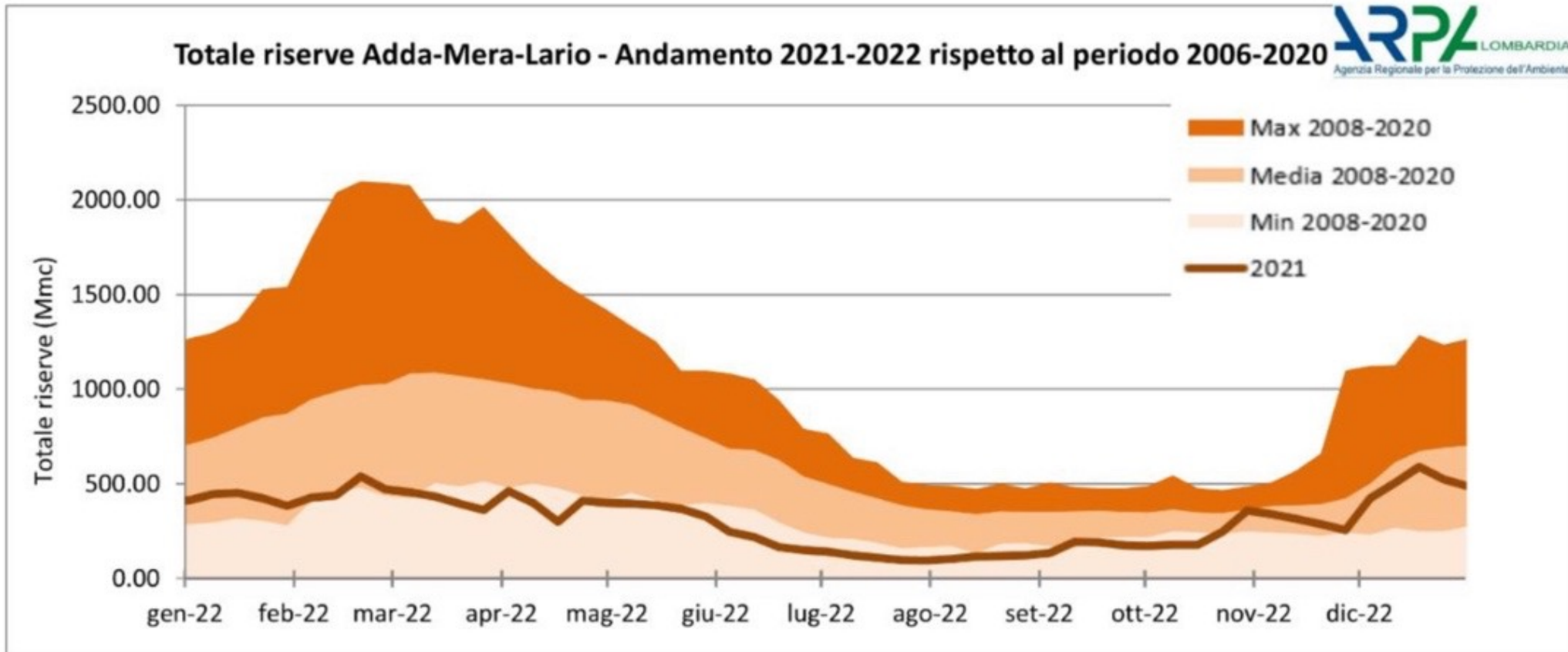
Anomalie di temperatura in Piemonte - ARPA



Precipitazioni nevose in Piemonte – Report SNPA



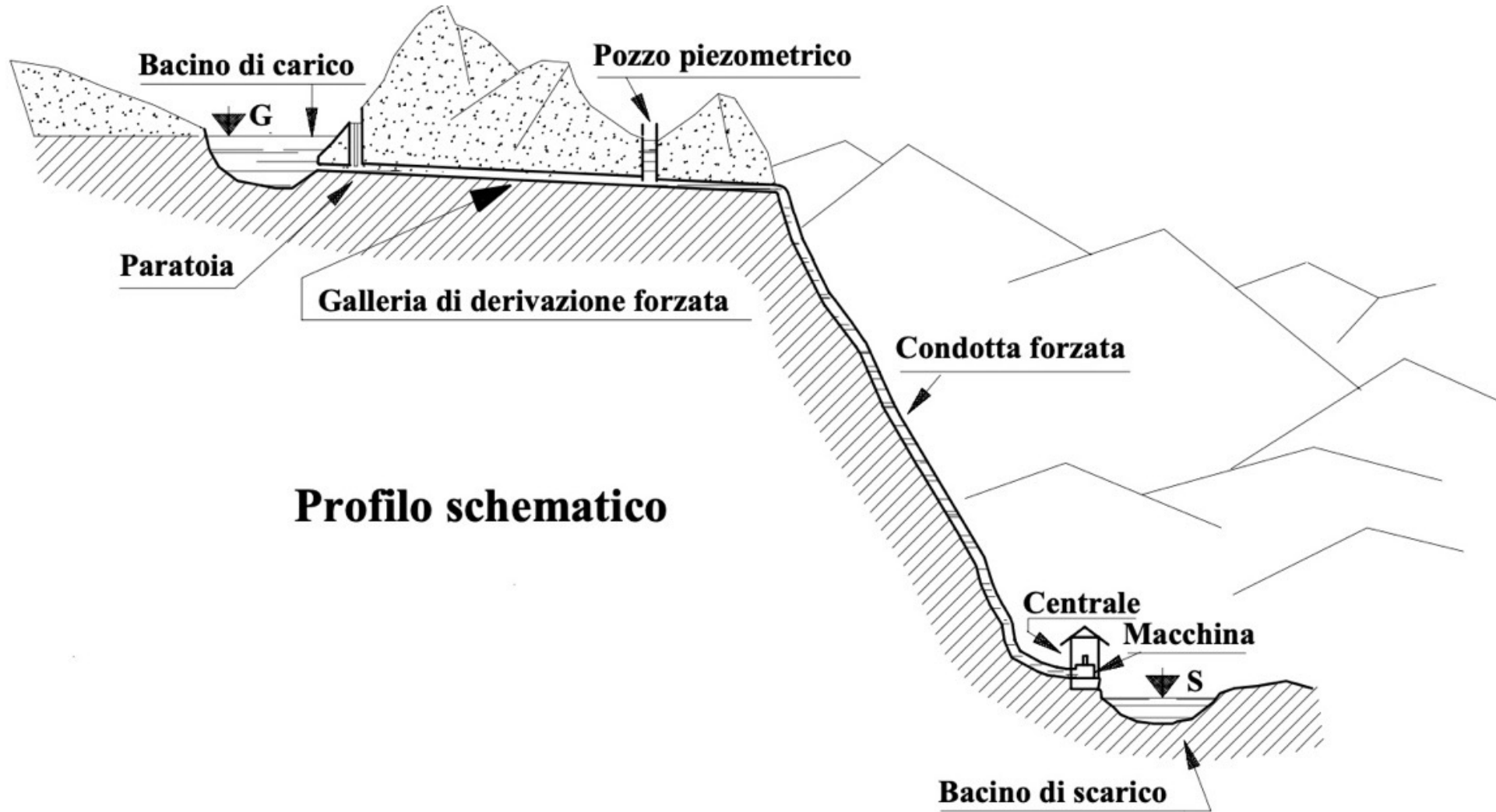
Portata media del fiume Adda in uscita dal lago di Como – Report SNPA

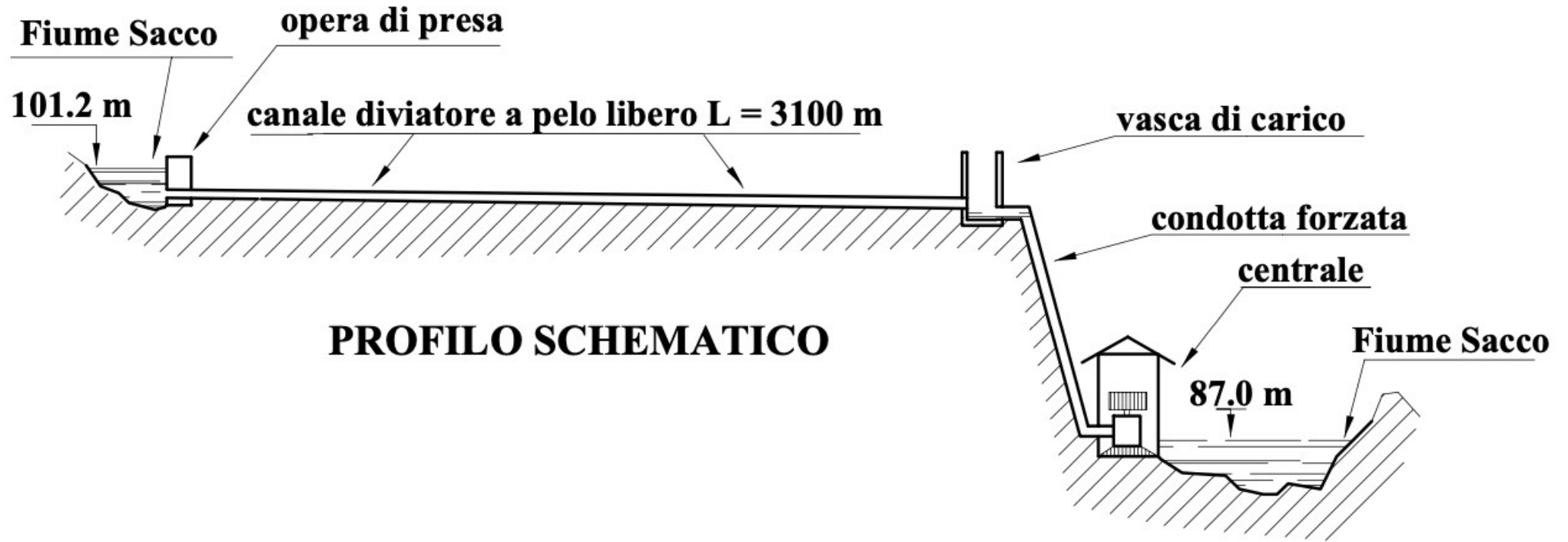


Riserve del Bacino idrico Fiume Adda – Report SNPA

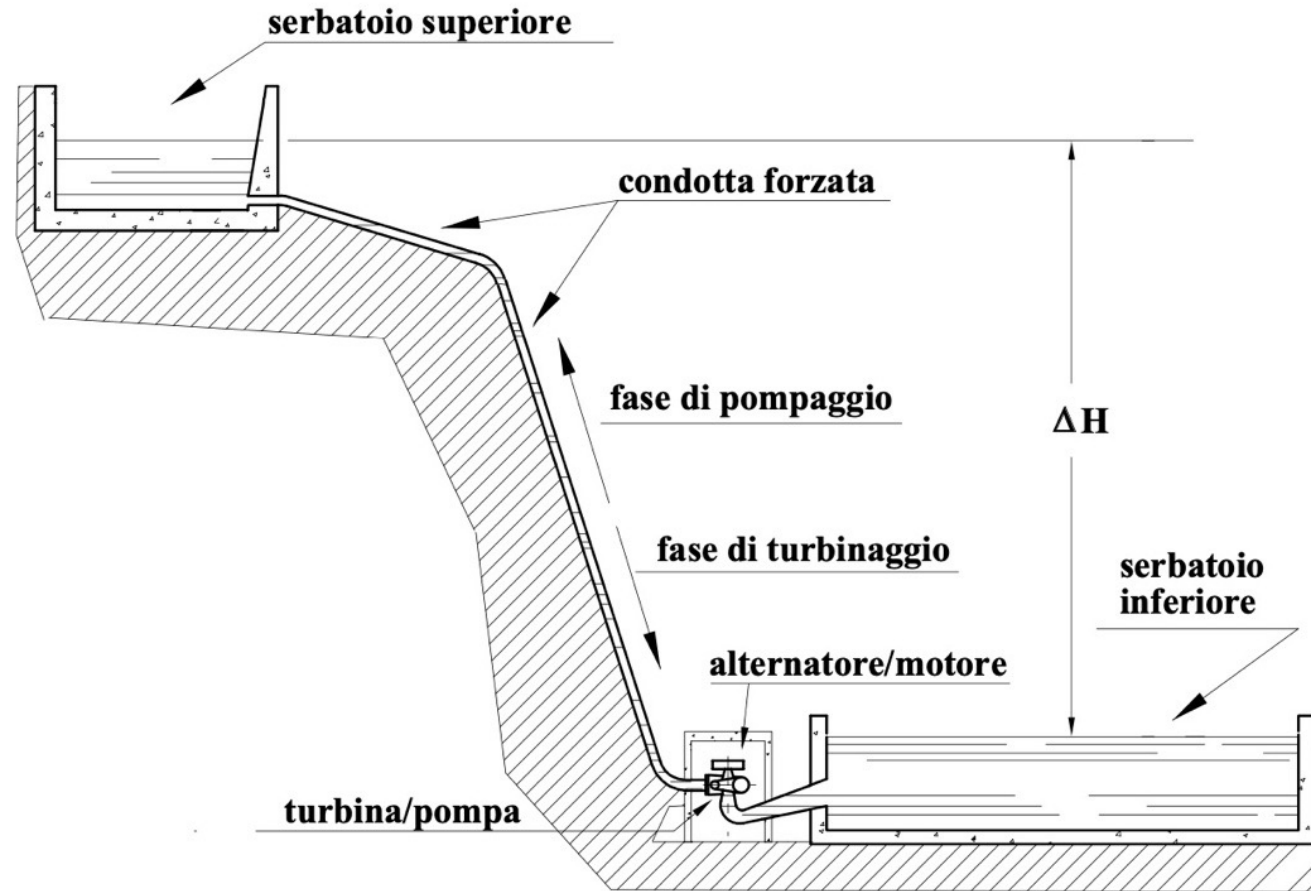
	Alpi				Prealpi
	> 2000 m	2000-1500 m	1500-1000 m	< 1000 m	
Gennaio					
1961-1990	201	112	89	42	46
1991-2020	189	92	63	18	22
Scarto %	-6%	-18%	-30%	-56%	-53%
Febbraio					
1961-1990	291	165	140	71	72
1991-2020	244	120	91	27	25
Scarto %	-16%	-27%	-35%	-61%	-66%
Marzo					
1961-1990	407	212	158	25	29
1991-2020	284	84	65	4.9	9.4
Scarto %	-30%	-60%	-59%	-81%	-68%
Aprile					
1961-1990	447	71	38.5	0.1	3.6
1991-2020	273	11	7.0	0.0	0.3
Scarto %	-39%	-85%	-82%	-100%	-92%

Deficit precipitazione nevose - Veneto





Impianto ad acqua fluente



Impianto ad accumulazione



Ingresso Impianto Idroelettrico Chiotas - Piemonte



Lago artificiale di Chiotas - Piemonte

Anno di costruzione: 1982

Gestore: Enel

Turbine: Francis



Lago artificiale di Rovina - Piemonte



Anno di costruzione: 1898
Gestore: Edison
Turbine: Francis ad asse orizzontale

Centrale idroelettrica Bertini



Centrale idroelettrica «Esterle»

Anno di costruzione: 1914

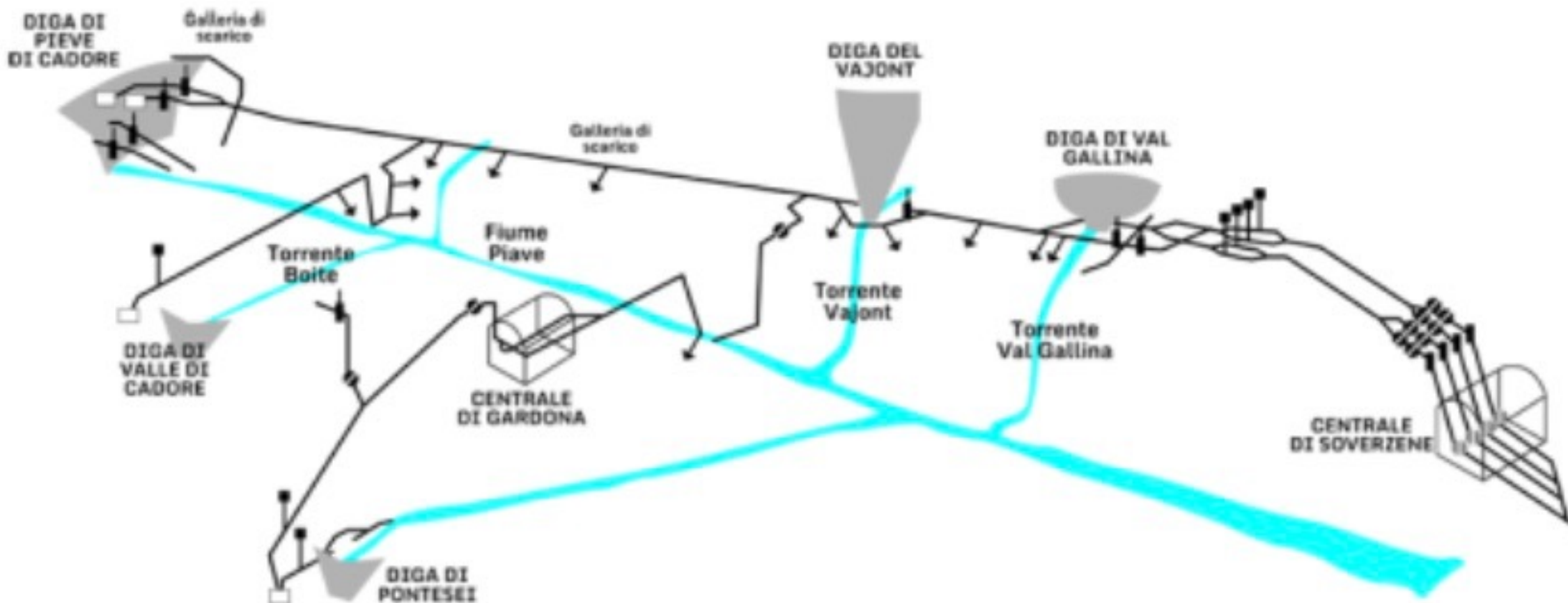
Gestore: Edison

Turbine: Francis ad asse orizzontale



Centrale idroelettrica «Semenza»

Anno di costruzione: 1917
Gestore: Edison
Turbine: Francis e Kaplan



Progetto Grande Vajont - Veneto



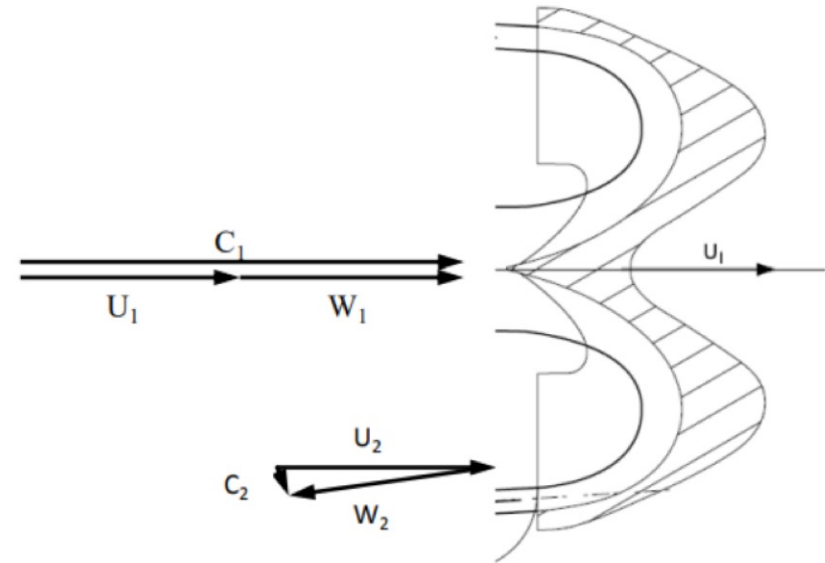
Centrale Achille Gaggia di Soverzene vista sala macchine - Veneto

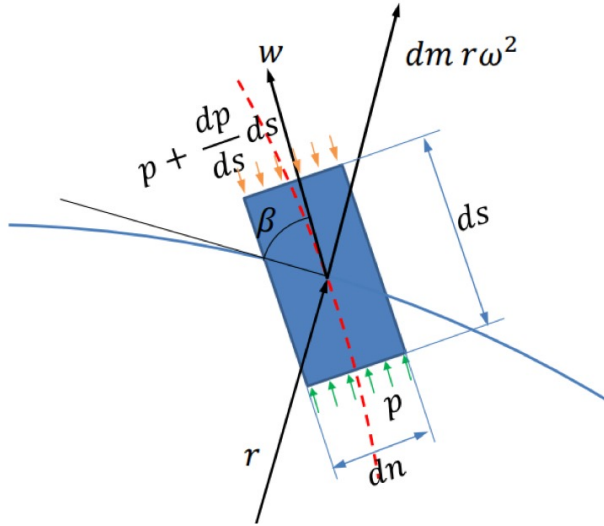


Centrale Achille Gaggia di Soverzene - Veneto

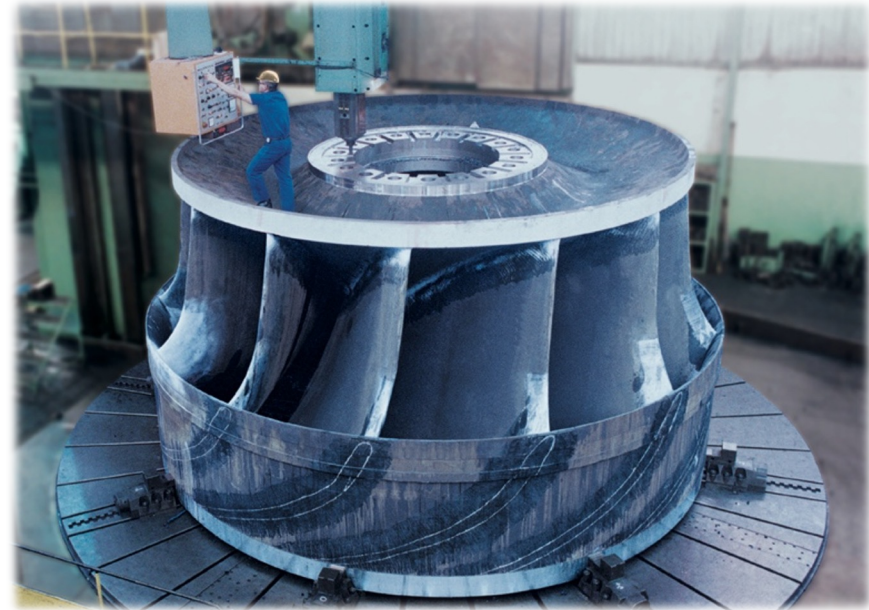
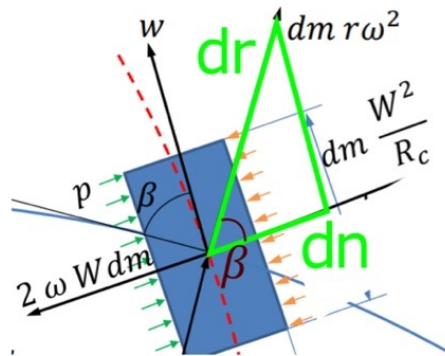


Esempio di Turbina Pelton

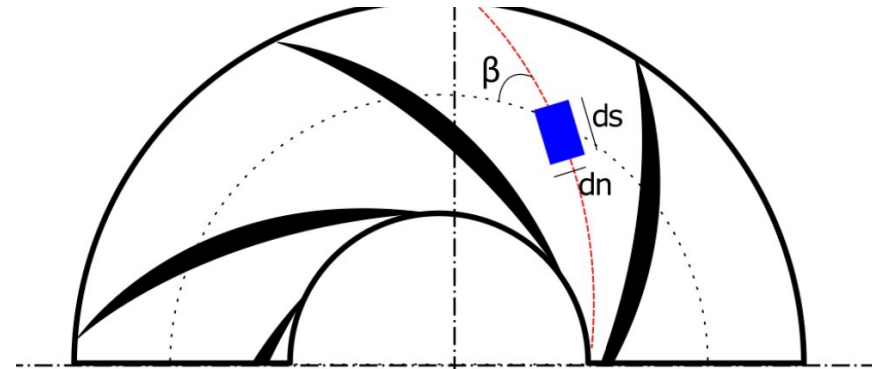


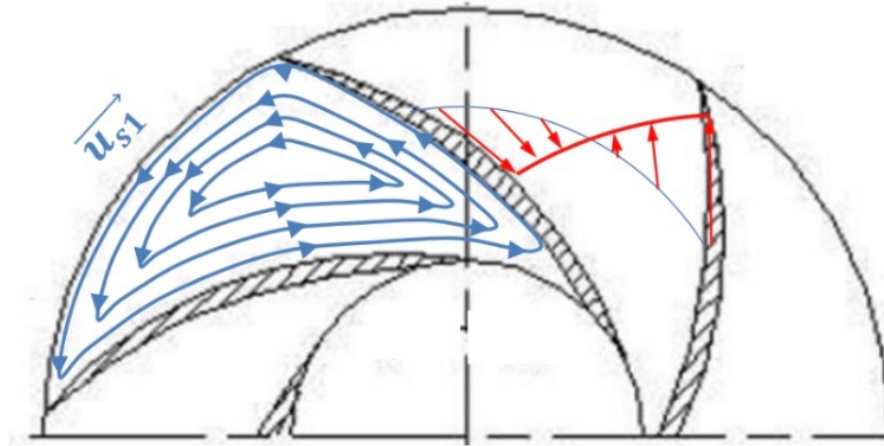


$$-\frac{dp}{dn} + \rho \frac{W^2}{R_c} + \rho \cdot r \omega^2 \cos\beta - 2\omega W \rho = 0$$

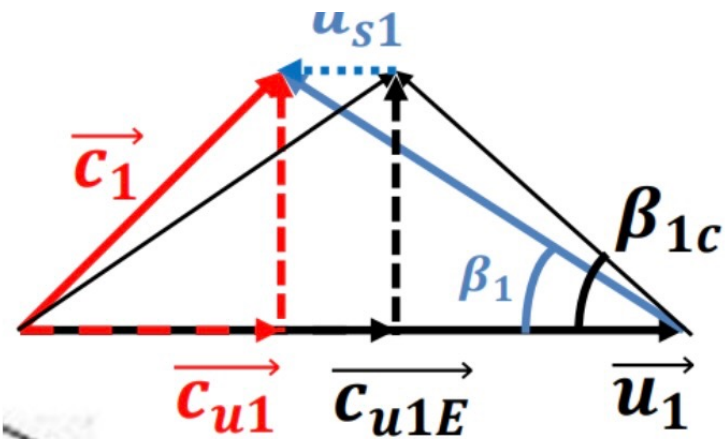


Esempio di Turbina Francis



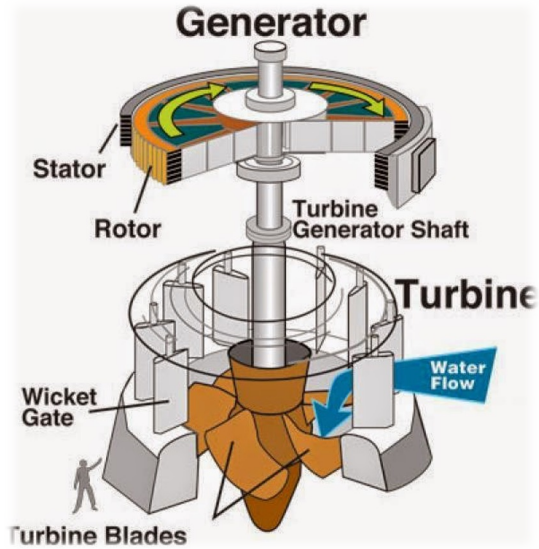


$$(gh_T)_E = u_1 c_{u1} - u_2 c_{u2} = u_1 c_{u1} = u_1 (u_1 - u_{s1} - c_{m1} \cot \beta_1) = u_1^2 \left(1 - \frac{u_{s1}}{u_1} - \frac{c_{m1}}{u_1} \cot \beta_1 \right)$$

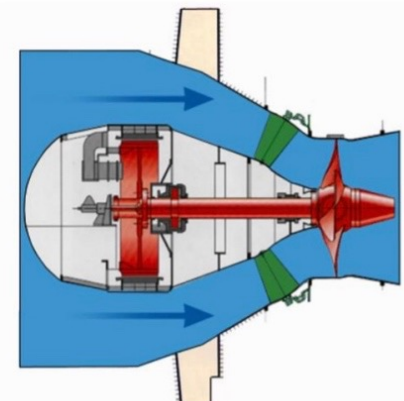


$$u_{s1} = u_1 \frac{\pi}{n_b} \sin \beta_{1c}$$

$$u_{s1} = u_1 \frac{\sqrt{\sin \beta_{1c}}}{n_b^{0.7}}$$



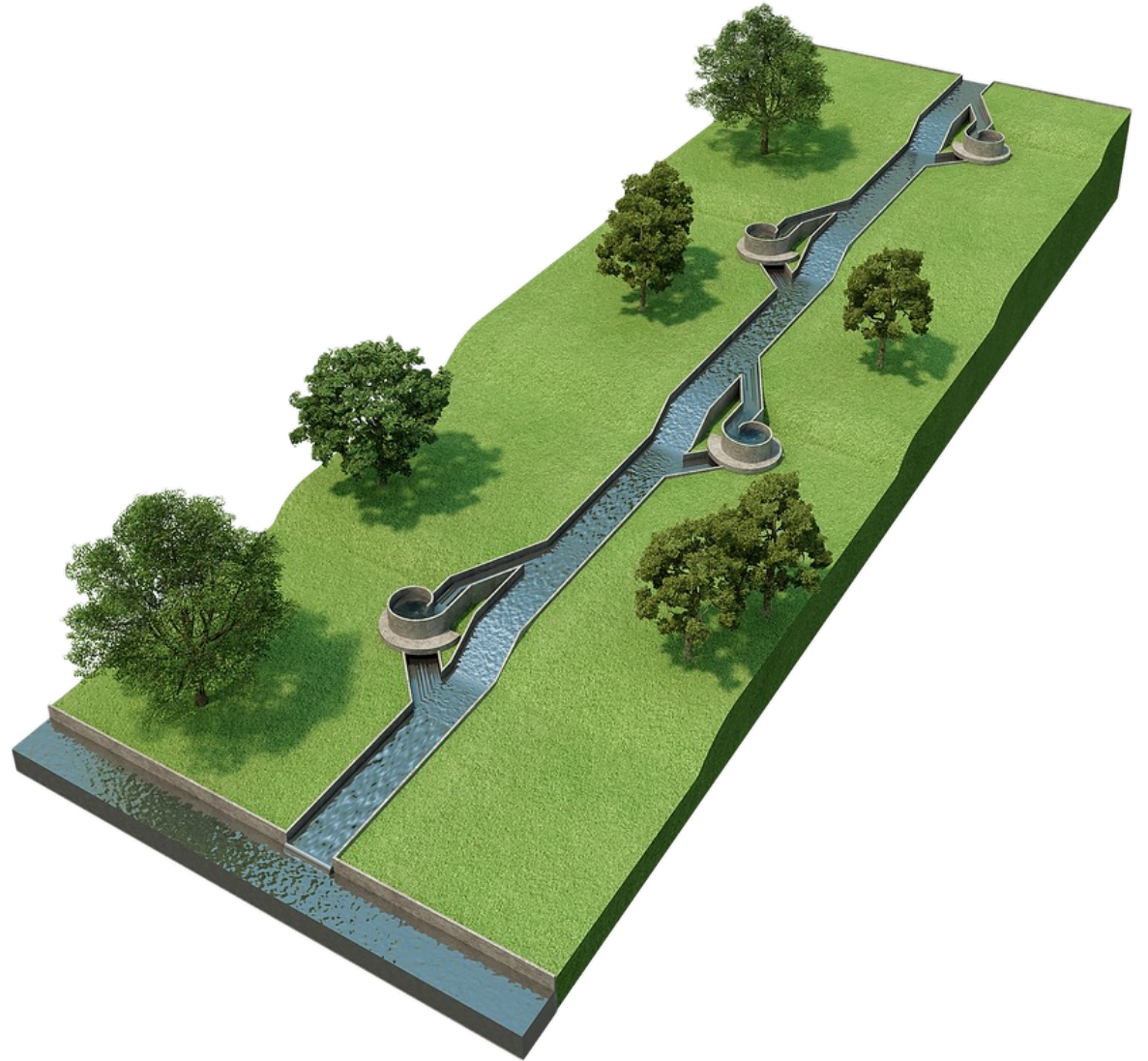
Esempio di Turbina Kaplan ad asse verticale



Esempio di Turbina Kaplan a bulbo



Esempio di Turbina Kaplan ad «s»





Vite di Archimede



Turbina VLH