

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

IMPIANTO DI VALCIMARRA II

Installazione di un nuovo gruppo reversibile

Centrale di Valcimarra

Comune di Caldarola (MC)

Progetto Definitivo per Autorizzazione

SINTESI TECNICA DELL'IMPIANTO

File: GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.109.00 Sintesi Tecnica dell'Impianto.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	27/08/2022	Prima Emissione	C. Piccinin	F. Maugliani	A. Balestra

GRE VALIDATION

Support Team:		Project Engineer:	
		G.RIPELLINO	
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY	

PROJECT / PLANT

VALCIMARRA

GRE CODE

GROUP	FUNCIÓN	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GRE	EEC	D	99	IT	H	17168	00	109	00

CLASSIFICATION PUBLIC

UTILIZATION SCOPE PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

R.00	27.08.2022	PCap	MFr/Bal
Versione	Data	Redatto	Verificato

Lombardi SA Ingegneri Consulenti
Via del Tiglio 2, C.P. 934, CH-6512 Bellinzona-Giubiasco
Telefono +41(0)91 735 31 00
www.lombardi.group, info@lombardi.group

INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
1.1	Contesto generale e scopo del lavoro	1
1.2	Struttura del rapporto	1
1.3	Documentazione ricevuta da ENEL	1
2.	INQUADRAMENTO TECNICO DELL’INTERVENTO	2
2.1	Generalità e cenni storici	2
2.2	Descrizione sintetica dello schema Valcimarra	2
2.3	Inquadramento territoriale	3
3.	DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO ESISTENTE	6
4.	L’IMPIANTO DI VALCIMARRA II	21
4.1	Aspetti generali	21
4.2	Descrizione generale degli interventi	21
4.2.1	Nuova caverna di centrale	22
4.2.2	Gallerie di accesso alla caverna e nuovi portali	24
4.2.3	Ampliamento camera valvole Polverina e nuovo ramo di condotta forzata	26
4.2.4	Nuova Camera valvole Fiastrone e nuovo ramo di condotta forzata	27
4.2.5	Modifiche al Pozzo Piezometrico Fiastrone	28
4.2.6	Nuovo fabbricato Convertitore Statico	29
4.2.7	Opere in sottostazione	30
4.3	Aspetti tecnici particolari	30
4.3.1	Aspetti Geologico/Geotecnici	30
4.3.2	Aspetti idrologici	31
4.3.3	Aspetti idraulici	33
4.3.4	Aspetti elettromeccanici	35
4.4	Connessione alla sottostazione e punto di consegna	38

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Impianto di Valcimarra Chienti – Schema idraulico	3
Figura 2: Comune di Caldarola – area interessata dal progetto (rettangolo rosso)	4
Figura 3: Impianto di Valcimarra II – inquadramento territoriale – area presso la centrale esistente ..	4
Figura 4: Impianto di Valcimarra II – inquadramento territoriale – area presso il P.P. Fiastrone	5
Figura 5: Impianto di Valcimarra – profilo schematico	6
Figura 6: Serbatoio del Fiastrone – vista aerea	7
Figura 7: Diga del Fiastrone – dati principali della diga	7
Figura 8: Diga del Fiastrone – dati principali del serbatoio	8
Figura 9: Diga del Fiastrone – dati principali delle opere di scarico	8
Figura 10: Diga del Fiastrone – diagramma delle aree e dei volumi (da FCEM)	9
Figura 11: Diga del Fiastrone – vista da valle	9
Figura 12: Diga del Fiastrone – planimetria generale	10
Figura 13: Derivazione Fiastrone – profilo idraulico	10
Figura 14: Derivazione Fiastrone – pozzo piezometrico	11
Figura 15: Derivazione Fiastrone – Camera Valvole	11
Figura 16: Serbatoio di Polverina – vista aerea	12
Figura 17: Diga di Polverina – dati principali della diga	12
Figura 18: Diga di Polverina – dati principali del serbatoio	13
Figura 19: Diga di Polverina – dati principali delle opere di scarico	13
Figura 20: Diga di Polverina – curva di portata dello scarico di superficie (da FCEM)	14
Figura 21: Diga di Polverina – curva di portata dello scarico di fondo (da FCEM)	14
Figura 22: Diga di Polverina – vista da valle	15
Figura 23: Diga di Polverina – planimetria generale	15
Figura 24: Derivazione Polverina – profilo idraulico	16
Figura 25: Derivazione Polverina: Pozzo piezometrico e Camera Valvole	16
Figura 26: Centrale di Valcimarra – planimetria generale	17
Figura 27: Centrale di Valcimarra – sezione trasversale deriv. Fiastrone	18
Figura 28: Centrale di Valcimarra – Sala macchine	18

Figura 29: Centrale di Valcimarra – canali di scarico.....	20
Figura 30: Nuova caverna di centrale Valcimarra II (in giallo)	22
Figura 31: Centrale di Valcimarra II - sezione longitudinale.....	23
Figura 32: Centrale di Valcimarra II - piano sala macchine	23
Figura 33: Centrale di Valcimarra II - sezione verticale	24
Figura 34: Galleria di accesso principale	25
Figura 35: Galleria di accesso secondaria	25
Figura 36: Ampliamento C.V. Polverina e nuovo ramo C.F.	26
Figura 37: Nuova C.V. Fiastrone e nuovo ramo C.F.....	27
Figura 38: Estensione Pozzo Piezometrico Fiastrone	28
Figura 39: Nuovo fabbricato convertitore statico.....	29
Figura 40: Opere in sottostazione	30
Figura 41: Serbatoio del Fiastrone - afflussi medi mensili 2012-2018	32
Figura 42: Serbatoio di Polverina - afflussi medi mensili 2012-2018	32
Figura 43: Schema di impianto CFSM	35

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 3: Nuovo gruppo reversibile - caratteristiche.....	21
Tabella 1: Nuovo Gruppo reversibile - Perdite di carico.....	33
Tabella 2: Massime pressioni di esercizio nelle condotte forzate	34
Tabella 3: Condotta Forzata Fiastrone - verifica di resistenza	34
Tabella 4: Condotta Forzata Polverina - verifica di resistenza	34
Tabella 5: Nuovo Gruppo reversibile – potenze disponibili	35
Tabella 6: Generatore/Motore – caratteristiche	36
Tabella 7: Trasformatore – caratteristiche	36
Tabella 8: Convertitore – caratteristiche.....	37

1. INTRODUZIONE

1.1 Contesto generale e scopo del lavoro

Enel SpA – HGT Design & Execution, ha affidato a Lombardi SA l’incarico professionale di ingegneria per la Progettazione Definitiva per Autorizzazione dell’intervento di installazione di un nuovo gruppo reversibile nell’impianto idroelettrico di Valcimarra di proprietà Enel Produzione SpA, sito nel Comune di Caldarola (MC).

L’opera idraulica fa parte dell’asta idroelettrica del Fiume Chienti, costituita dagli impianti idroelettrici di Valcimarra Chienti, Belforte 1°salto, Belforte 2°salto, Città di Macerata, S. Maria Apparente, Molino Nuovo e Bolognola. Le dighe di Fiastra e Polverina alimentano in modo indipendente la Centrale di Valcimarra. Le dighe non sono oggetto di interventi.

L’intervento prevede la parziale trasformazione dell’impianto idroelettrico di generazione di Valcimarra Chienti in un impianto reversibile, di generazione e pompaggio, mediante la costruzione di una nuova centrale in caverna denominata “**Impianto di Valcimarra II**”, il suo collegamento alle vie d’acqua esistenti, di cui vengono modificate alcune opere: pozzo piezometrico sulla derivazione Fiastrone, camera valvole sulla derivazione Polverina. La connessione in rete della nuova centrale richiede inoltre alcune modifiche nell’area della Sottostazione collocata nel sedime della Centrale di Valcimarra.

La presente relazione descrive la Sintesi Tecnica dell’impianto.

1.2 Struttura del rapporto

Il presente rapporto ha la seguente struttura:

- Capitolo 1: introduzione;
- Capitolo 2: descrive l’inquadramento tecnico dell’intervento;
- Capitolo 3: descrive l’impianto esistente;
- Capitolo 4: descrive il progetto di installazione del nuovo gruppo reversibile;

1.3 Documentazione ricevuta da ENEL

Per la redazione della presente relazione è stato fatto riferimento ai documenti facenti parte della documentazione d’incarico ricevuta da Enel GP e compresa nella dataroom di progetto.

2. INQUADRAMENTO TECNICO DELL'INTERVENTO

2.1 Generalità e cenni storici

Il Bacino idrografico del Chienti si estende per 91 Km con una superficie di 1'297 km² e comprende i fiumi Chienti e Fiastrone. Il fiume Chienti attraversa le province di Macerata e Ascoli Piceno. Si forma a Pieve Torina dall'unione dei seguenti torrenti e fossi: fosso di Capriglia, che nasce dal monte Fema (1575 m), torrente Vallicella, che nasce a monte Cavallo (1485 m), torrente Piazza, che nasce anch'esso dal monte Cavallo, lungo 7 km, torrente Vasaio, che nasce dal monte Miglioni, lungo 7 km, torrente Sant'angelo, che nasce dal monte Faento (1166 m), lungo 10 km, ed altri minori. A 280 m è sbarrato da una diga e forma il lago di Borgiano, lungo circa 3 km e largo 400 m.

In questa asta sono state realizzate sette centrali denominate Valcimarra, Belforte 1° Salto, Belforte 2° Salto, Città di Macerata, S.M. Apparente, Molino Nuovo e Bolognola. Le prime tre sono le Centrali di maggior rilievo.

Gli impianti idroelettrici sull'asta del Chienti sono stati realizzati a partire dagli anni '50. Come prima viene costruita la diga del Fiastrone, con la finalità di regolare l'energia producibile nella Centrale di Valcimarra ed indirettamente nelle centrali di valle. In seguito, negli anni '60, viene costruita la Diga di Polverina, con finalità di regolazione giornaliera-settimanale (Chienti 1°salto). Successivamente vennero costruiti gli altri sbarramenti e le altre centrali della cascata del Chienti.

2.2 Descrizione sintetica dello schema Valcimarra

La centrale di Valcimarra è costituita da due rami, uno Fiastrone alimentato dal serbatoio del Fiastrone realizzato sbarrando il fiume Fiastrone in prossimità di S. Lorenzo di Fiastra (MC), con una diga classificata "diga ad arco gravità (Ab2)" alta 87,00 m con un volume d'invaso 21.700.000 mc ed un bacino imbrifero di 80,80 km², costruita nel 1952 con quota di massima regolazione di 640,00 m s.l.m., l'altro ramo Polverina alimentato dal bacino di Polverina realizzato sbarrando il fiume Chienti in prossimità della frazione Polverina in comune di Camerino (MC), con una diga in terra classificata "diga in materiali sciolti zonata con nucleo in terra (Bb)" alta 27,50 m con un volume d'invaso 5.800.000 mc e un bacino imbrifero 296,00 km² costruita nel 1967, avente una quota di massima regolazione di 400,00 m s.l.m.. L'acqua del serbatoio del Fiastrone, tramite una galleria in pressione, lunga 8.800 m, termina in un pozzo piezometrico, dal quale una condotta forzata, realizzata parte in acciaio e parte scavata nella roccia e rivestita in c.a. per una lunghezza totale 547,00 m, va ad alimentare il macchinario idraulico costituito da due turbine Francis ad asse verticale della potenza di 14.823 kW ciascuna alle quali sono accoppiati due generatori sincroni della potenza di 20.000 kVA ciascuno, la potenza efficiente è 26.000 kW per una producibilità media annua di 39,27 GWh; il salto è di 340,80 m. L'acqua del bacino di Polverina viene derivata tramite galleria di derivazione, lunga 7.084 m, e un ponte sifone lungo 251 m, termina in un pozzo piezometrico dal quale una condotta forzata lunga 160 m alimenta la turbina Francis ad asse verticale del terzo gruppo della centrale con una potenza

installata di 18.000 kVA e una potenza efficiente di 13.000 kW la producibilità media annua è di 26,89 GWh. Il salto è 101,50 m.

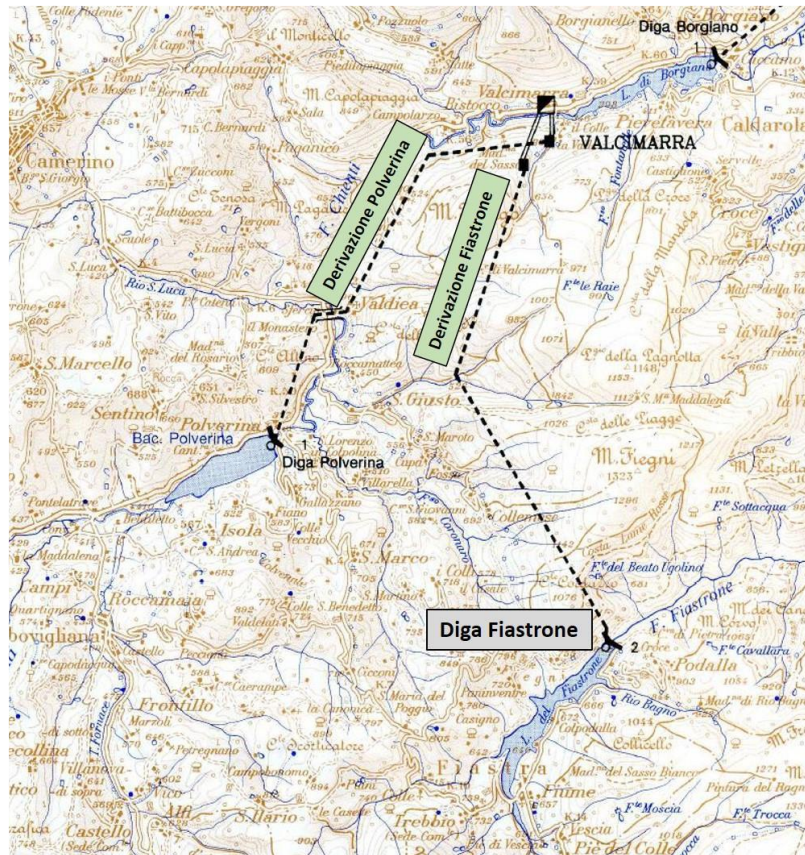


Figura 1: Impianto di Valcimarra Chieti – Schema idraulico

2.3 Inquadramento territoriale

Gli esistenti serbatoi del Fiastrone e di Polverina e l’esistente Centrale di Valcimarra sono siti in Provincia di Macerata. In particolare, l’esistente Centrale di Valcimarra è sita nel Comune di Caldaraola.

Le opere a progetto ricadono tutte all’interno dei limiti amministrativi del Comune di Caldaraola.

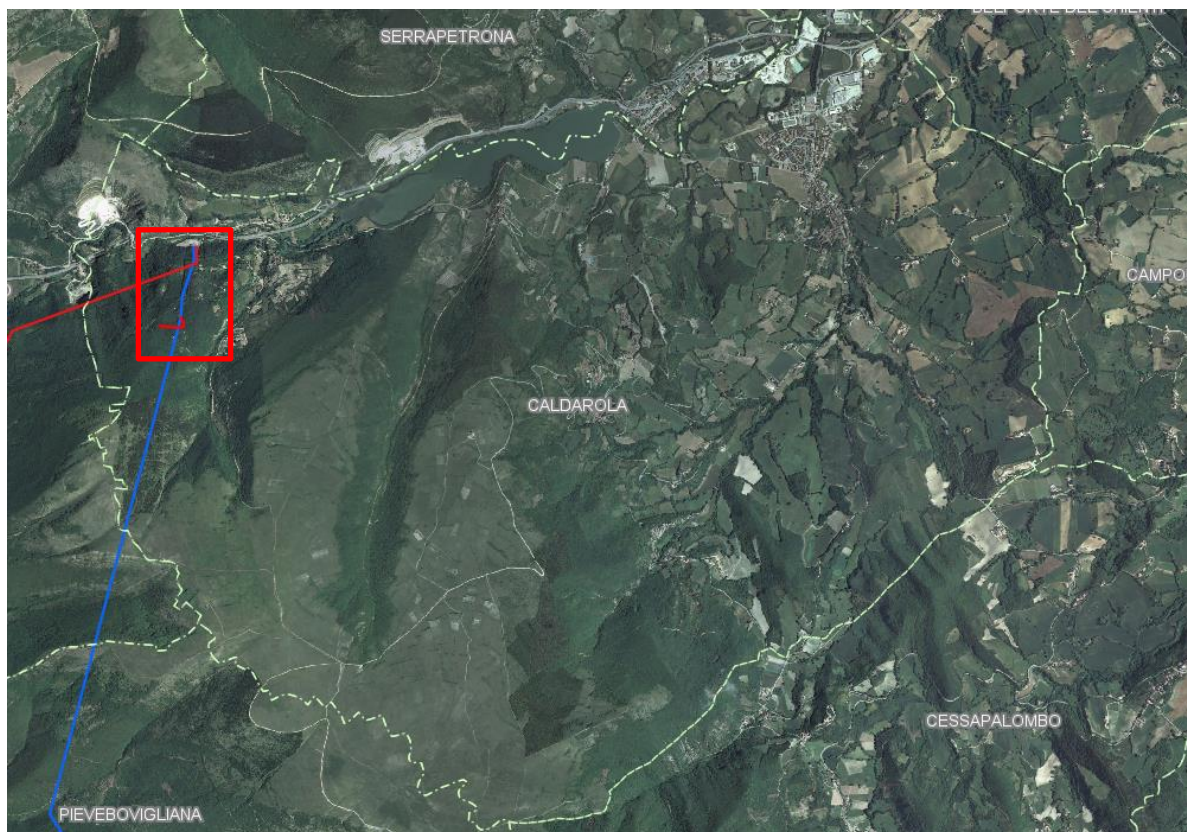


Figura 2: Comune di Caldara – area interessata dal progetto (rettangolo rosso)

Il progetto prevede due aree d’intervento, la prima sita nei pressi della centrale esistente (cfr. **Figura 3**); la seconda più in quota, nei pressi della esistente vasca di espansione del pozzo piezometrico della derivazione Fiastrone (cfr. **Figura 4**).

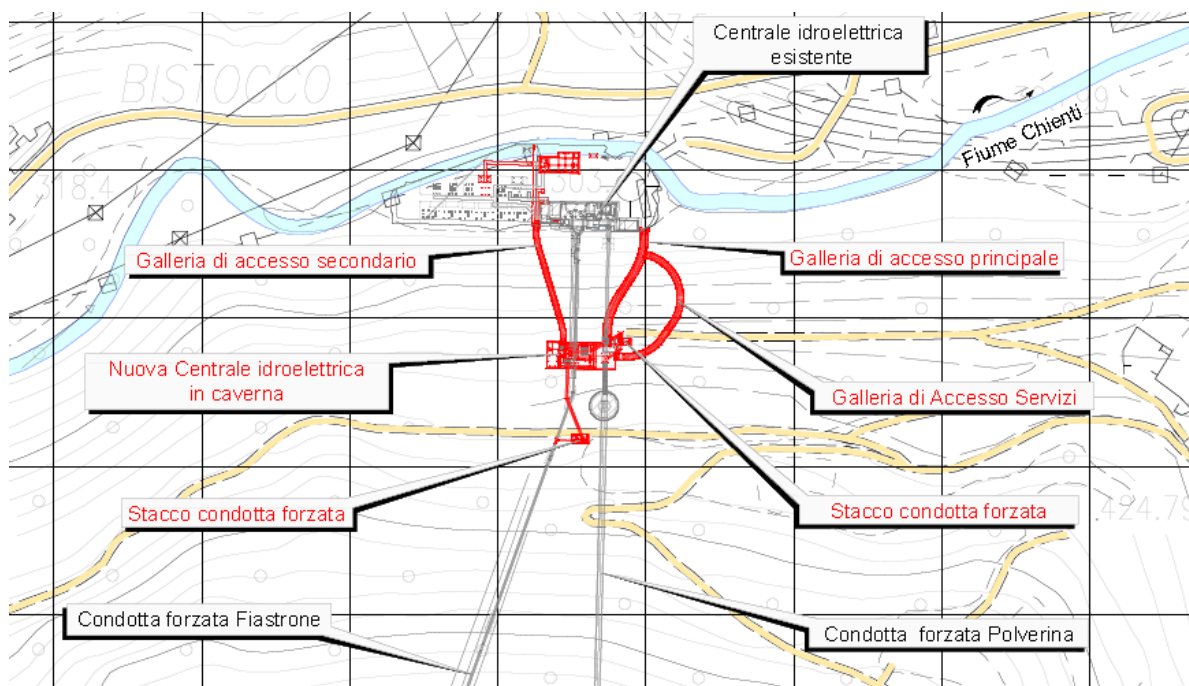


Figura 3: Impianto di Valcimarra II – inquadramento territoriale – area presso la centrale esistente

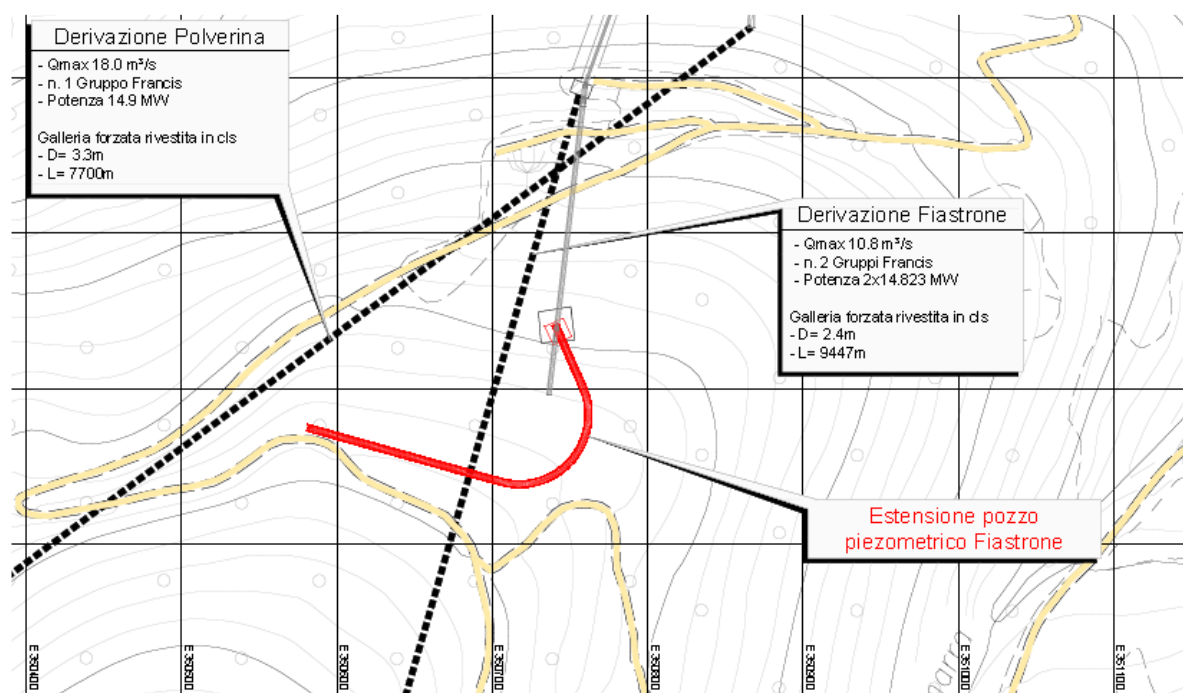


Figura 4: Impianto di Valcimarra II – inquadramento territoriale – area presso il P.P. Fiastrone

3. DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO ESISTENTE

Il presente capitolo descrive in maniera sintetica tutte le parti principali dell’esistente impianto di Valcimarra Chienti.

3.1 Lo schema idraulico dell’impianto di Valcimarra

La centrale idroelettrica di Valcimarra è alimentata da due derivazioni distinte:

- la derivazione proveniente dalla Diga di Fiastra (o Fiastrone), realizzata sbarrando il torrente Fiastrone (affluente del Fiume Chienti) in prossimità di S. Lorenzo di Fiastra (MC) con una diga ad arco gravità;
- la derivazione proveniente dalla Diga di Polverina, realizzata sbarrando il Fiume Chienti in comune di Polverina (MC) con una diga in materiale sciolto.

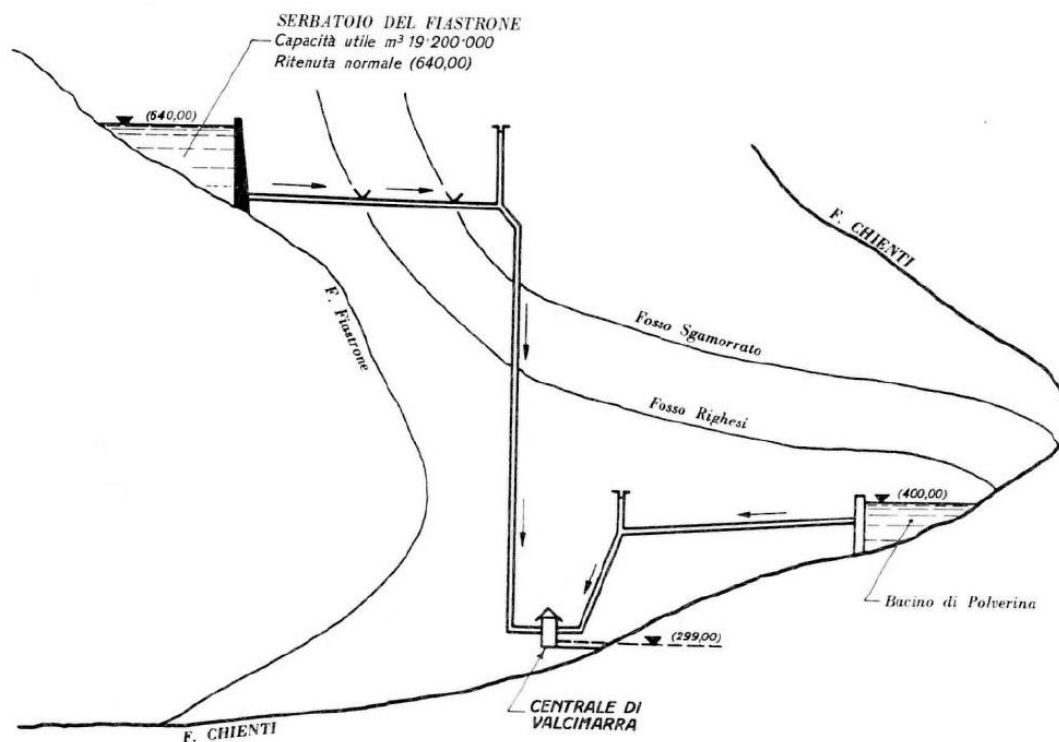


Figura 5: Impianto di Valcimarra – profilo schematico

3.2 Serbatoio del Fiastrone



Figura 6: Serbatoio del Fiastrone – vista aerea

3.2.1 Dati FCEM

ART. 2 - DATI PRINCIPALI DELLA DIGA DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO

- altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.3.1982)	87,00 m
- altezza della diga (ai sensi della L. 584/1994)	81,50 m
- altezza di massima ritenuta	79,50 m
- quota coronamento	642,00 m s.m.
- franco ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/1982	1,00 m
- franco netto ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/1982	0,45 m
- sviluppo del coronamento	254,14 m
- larghezza del coronamento	4,70 m
- volume della diga	158.000 m ³
- grado di sismicità assunto nel progetto	nullo
- classifica ai sensi del D.M. 24.03.82	diga ad arco gravità (Ab2)

Figura 7: Diga del Fiastrone – dati principali della diga

ART. 3 - DATI PRINCIPALI DEL SERBATOIO DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO

- quota di massimo invaso	641,00 m s.m.
- quota massima di regolazione	640,00 m s.m.
- quota minima di regolazione	598,00 m s.m.
- superficie dello specchio liquido	
- alla quota di massimo invaso	0,926 Km ²
- alla quota massima di regolazione	0,886 Km ²
- alla quota minima di regolazione	0,112 Km ²
- volume totale di invaso ai sensi del D.M. 24.03.82	21,70x10 ⁶ m ³
- volume di invaso ai sensi della L. 584/1994	20,40x10 ⁶ m ³
- volume utile di regolazione	19,20x10 ⁶ m ³
- volume di laminazione	1,30x10 ⁶ m ³
- superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	80,80 Km ²
- portata di progetto	243,00 m ³ /s
- tempo di ritorno (anno di determinazione)	----- anni

Figura 8: Diga del Fiastrone – dati principali del serbatoio

ART. 4 - DATI PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota: 641,00 m s.m.:

- dallo scarico di superficie	140 00	m ³ /s
- dallo scarico di mezzo fondo	43 00	m ³ /s
- dallo scarico di fondo	60 00	m ³ /s
- totale dagli scarichi	243 00	m ³ /s

Figura 9: Diga del Fiastrone – dati principali delle opere di scarico

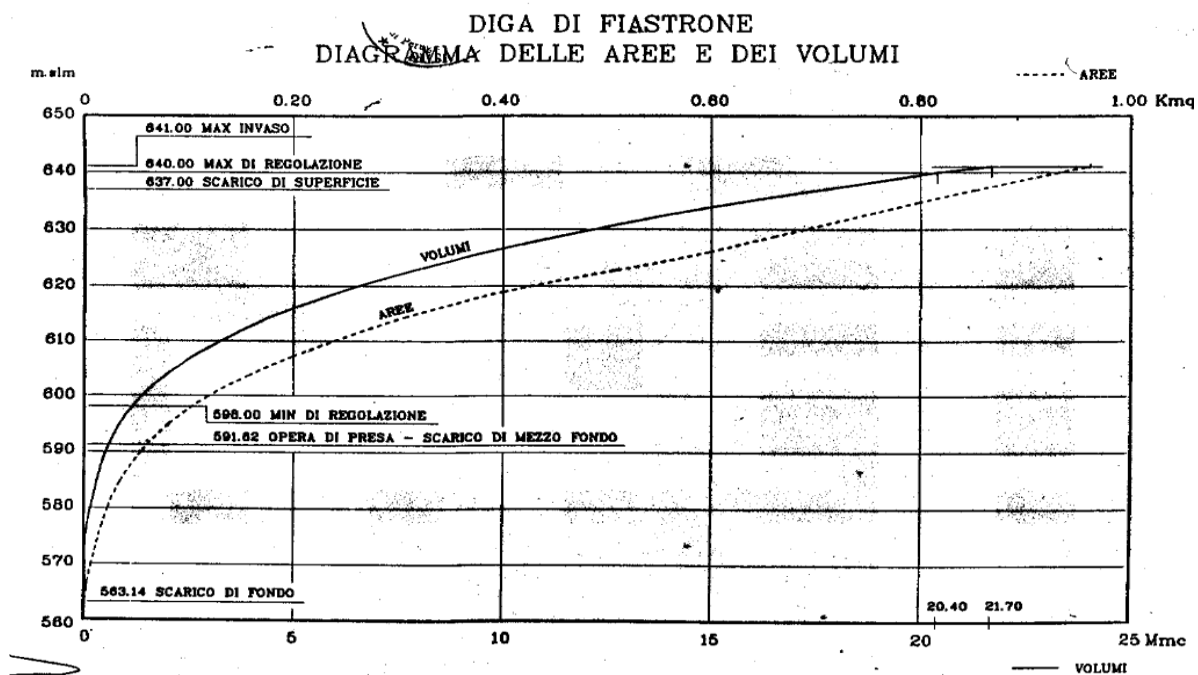


Figura 10: Diga del Fiastrone – diagramma delle aree e dei volumi (da FCEM)

3.3 Diga del Fiastrone e relativa derivazione

La diga del Fiastrone, costruita nel periodo 1950-1954, è una diga ad arco-gravità realizzata in calcestruzzo. Il piano di coronamento si trova a quota 642.00 m slm e si sviluppa per 254.0 m. Il corpo diga ha un volume pari a 158'000 m³.



Figura 11: Diga del Fiastrone – vista da valle

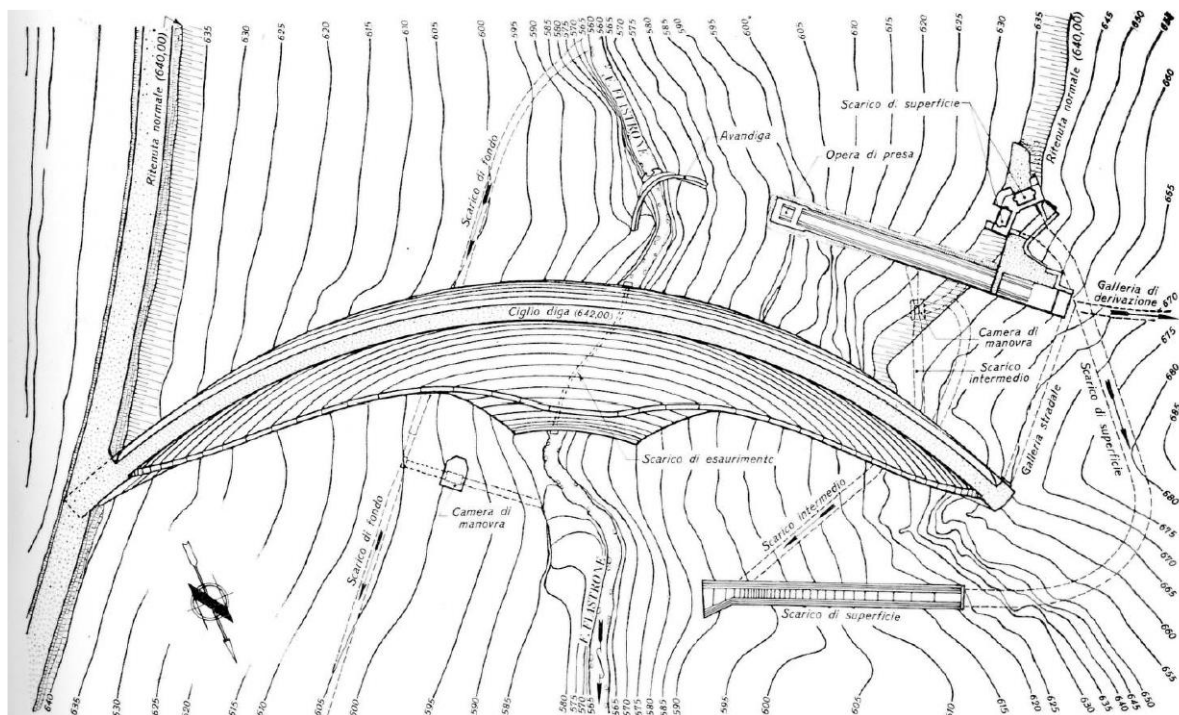


Figura 12: Diga del Fiastrone – planimetria generale

Lo sbarramento dispone di diverse opere di scarico: uno scarico di superficie (due luci B 4.50 m con soglia ad el. 637.00 m slm dotate ciascuna di paratoia piana 4.5x2.5 m sormontata da ventola 4.5x1.5 m), uno scarico intermedio (è derivato dalla galleria di derivazione, che nel primo tratto ha diametro d=3.1 m ed è costituito da una galleria con d=2.4 m lunga 99 m, con pendenza 2% e dotata di 2 paratoie piane in serie 1.4x1.1m), uno scarico di fondo (galleria d=2.0 m lunga 291m con soglia imbocco ad el. 563.14 m slm e dotata di 2 paratoie piane in serie 1.4x1.1m) ed uno scarico di esaurimento (tubazione metallica d=0.8 m con imbocco ad el. 561.33 e saracinesche a valle).

L’opera di presa, ubicata in sinistra idraulica, è costituita da una luce rettangolare inclinata 3.21x4.80m dotata di griglia. Dopo la griglia vi è un breve tratto di galleria con d=3.1 m dalla quale si stacca lo scarico intermedio. Immediatamente a valle la derivazione è intercettata con una paratoia piana 1.4x1.6m ed una valvola a farfalla d=1.6 m.

La galleria di derivazione, realizzata in calcestruzzo con d=2.4 m, ha uno sviluppo di circa 8'600 m fino al pozzo piezometrico ed ha pendenza costante pari a 2.0 m/km (0.2%).

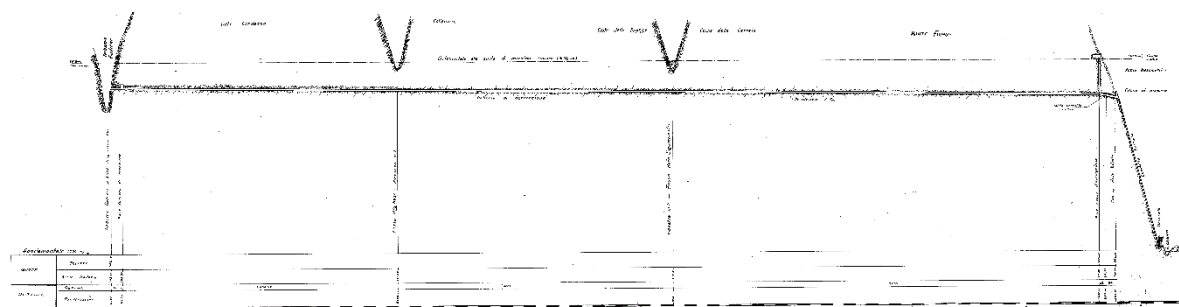


Figura 13: Derivazione Fiastrone – profilo idraulico

Il pozzo piezometrico ha diametro interno 2.80 m ed è dotato sia di camera di espansione superiore all’esterno, con quota d’imposta ad el.640.80 m slm, altezza di circa 8.0 m e superficie pari a circa 210 m², sia una camera di alimentazione inferiore con quota d’imposta ad el.578.20 m e capacità di circa 2’000 m³.

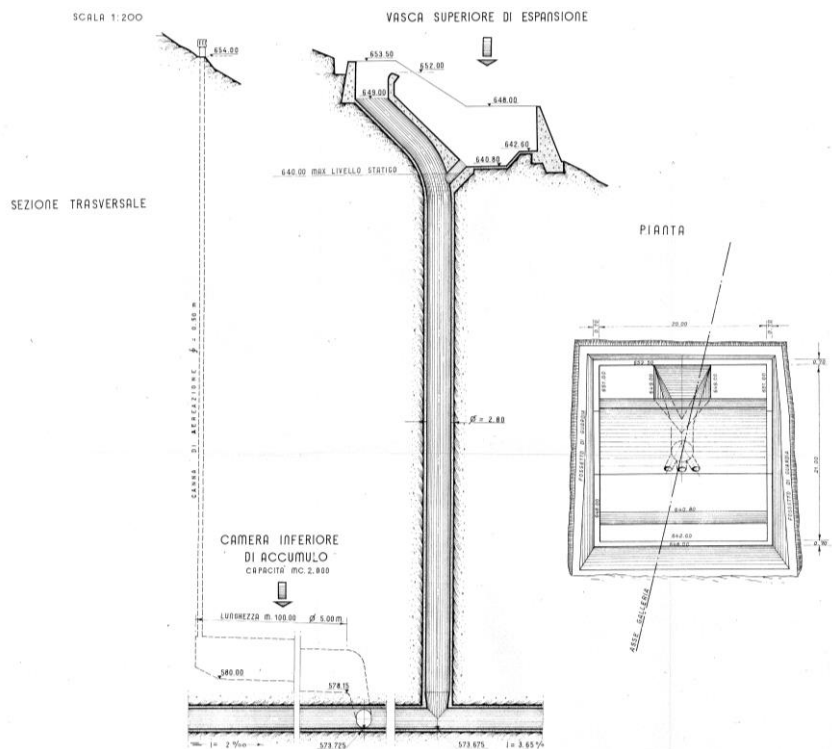


Figura 14: Derivazione Fiastrone – pozzo piezometrico

La camera valvole avente asse ad el. 569.30 accoglie una valvola a farfalla ed una valvola di rientrata d’aria con passo d’uomo, alla quale si raccorda la condotta forzata con un tratto conico d=1700-1500 mm, quindi questa si sviluppa lungo un piano inclinato parte in galleria e parte all’aperto per circa 460 m assumendo andamento orizzontale prima dell’ingresso in casa macchine ad el.297.90 m slm.

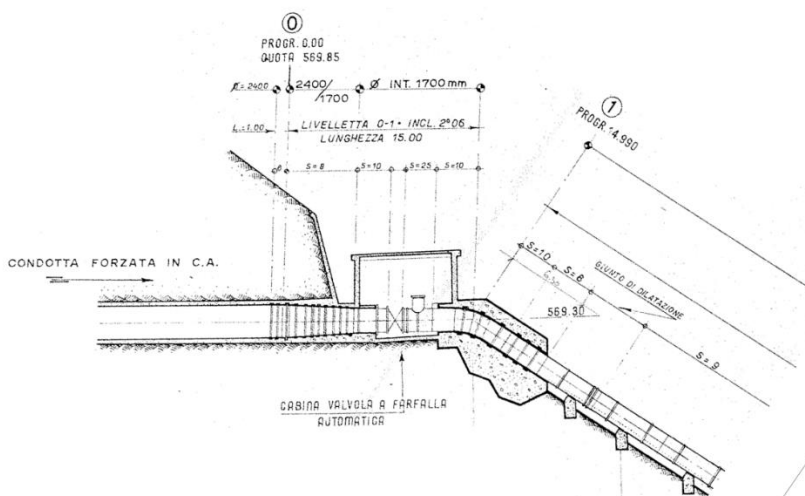


Figura 15: Derivazione Fiastrone – Camera Valvole

La condotta poi si biforca per alimentare due gruppi Francis ad asse verticale da 14.823 MW.

3.4 Serbatoio di Polverina



Figura 16: Serbatoio di Polverina – vista aerea

3.4.1 Dati FCEM

ART. 2 - DATI PRINCIPALI DELLA DIGA DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO

- altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.3.1982)	27,50 m
- altezza della diga (ai sensi della L. 584/1994)	24,00 m
- altezza di massima ritenuta	23,00 m
- quota coronamento	402,00 m s.m.
- franco ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/1982	2,00 m
- franco netto ai sensi del D.M. n° 44 del 24/03/1982	1,45 m
- sviluppo del coronamento	375,15 m
- larghezza del coronamento	5,00 m
- volume della diga	321.000 m ³
- grado di sismicità assunto nel progetto	nullo
- classifica ai sensi del D.M. 24.03.82	diga in materiali sciolti zonata con nucleo in terra (Bb)

Figura 17: Diga di Polverina – dati principali della diga

ART. 3 - DATI PRINCIPALI DEL SERBATOIO DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO

- quota di massimo invaso	400,00 m s.m.
- quota massima di regolazione	400,00 m s.m.
- quota minima di regolazione	392,00 m s.m.
superficie dello specchio liquido	
- alla quota di massimo invaso	0,736 km ²
- alla quota massima di regolazione	0,736 km ²
- alla quota minima di regolazione	0,325 km ²
- volume totale di invaso ai sensi del D.M. 24.03.82	5,80x10 ⁶ m ³
- volume di invaso ai sensi della L. 584/1994	5,80x10 ⁶ m ³
- volume utile di regolazione	4,82x10 ⁶ m ³
- volume di laminazione	0,0 m ³
- superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	296,00 km ²
- portata di progetto	421,00 m ³ /s
- tempo di ritorno (anno di determinazione)	——— anni

Figura 18: Diga di Polverina – dati principali del serbatoio

ART. 4 - DATI PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 400,00 m s.m.:

- dallo scarico di superficie	346,00 m ³ /s
- dallo scarico di fondo	75,00 m ³ /s
- totale dagli scarichi	421,00 m ³ /s

Figura 19: Diga di Polverina – dati principali delle opere di scarico

Si segnala che i diagrammi caratteristici delle aree e dei volumi dell’invaso non risulterebbero riportati all’interno del FCEM.

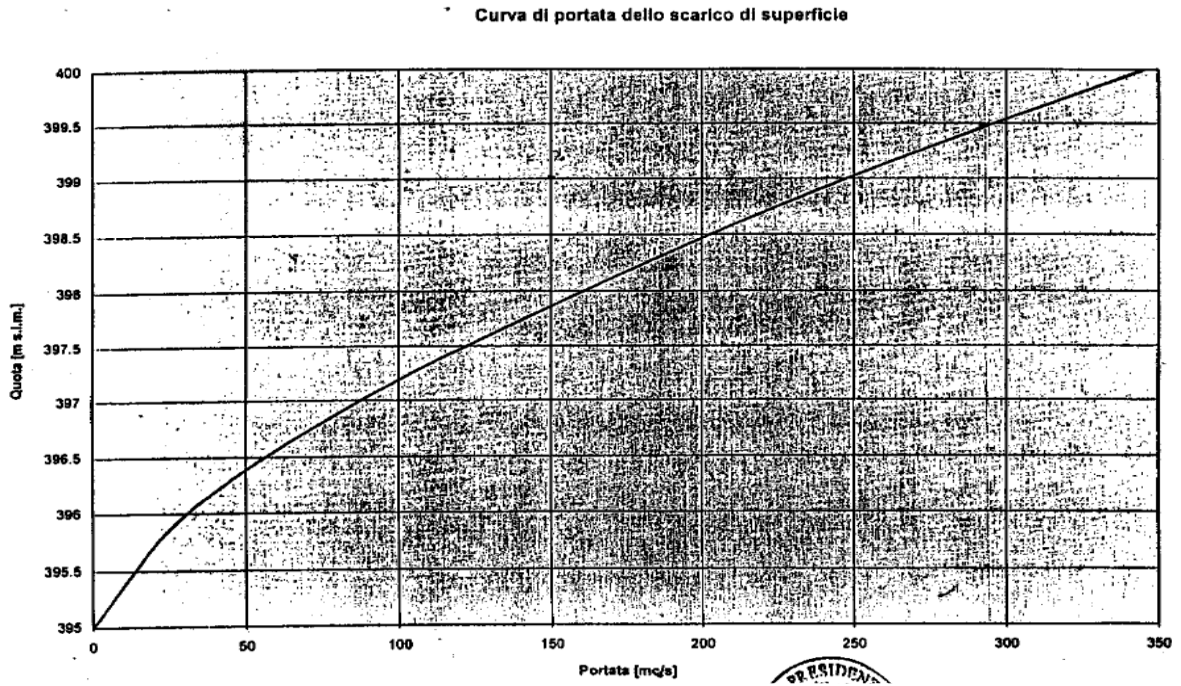


Figura 20: Diga di Polverina – curva di portata dello scarico di superficie (da FCEM)

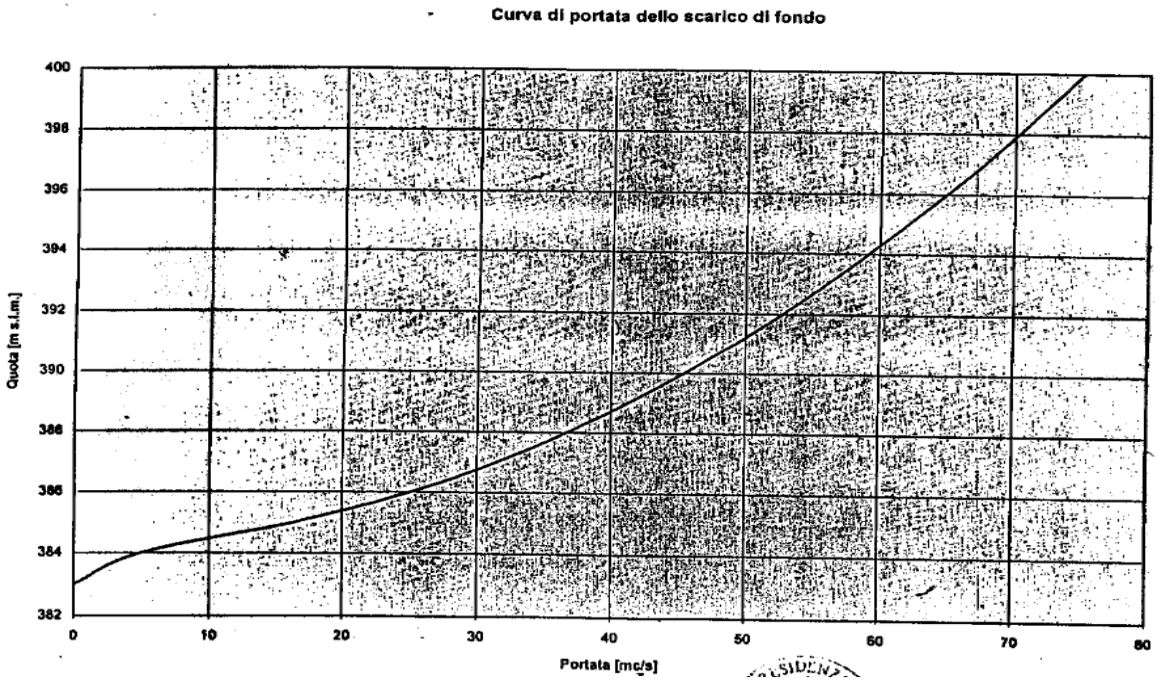


Figura 21: Diga di Polverina – curva di portata dello scarico di fondo (da FCEM)

3.5 Diga di Polverina e relativa derivazione

La diga di Polverina, costruita nel periodo 1963-1967, è una diga in terra con nucleo centrale impermeabile. Il piano di Coronamento si trova a quota 402.00 m slm e si sviluppa per 375.0 m. Il corpo diga ha un volume pari a 321000 m³.



Figura 22: Diga di Polverina – vista da valle

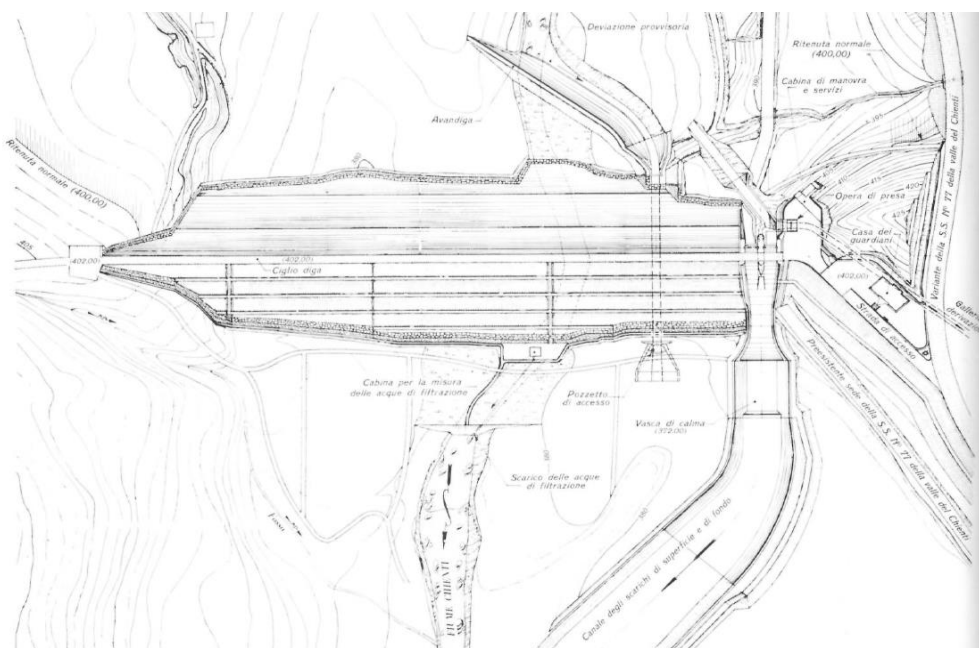


Figura 23: Diga di Polverina – planimetria generale

Lo sbarramento dispone di due opere di scarico: uno scarico di superficie (due luci di larghezza $b=8.50$ m con soglia ad el. 395.00 m slm dotate ciascuna di paratoia piana 7.0×3.2 m sormontata da ventola 7.0×1.8 m) ed uno scarico di fondo (galleria piana policentrica $d=3.0$ m lunga 30 m con soglia imbocco ad el. 393.00 m slm e dotata di 2 paratoie piane in serie 2.0×2.5 m).

L’opera di presa, ubicata in sinistra idraulica, è costituita da una luce rettangolare 5.0x5.0 m con soglia ad el. 387.56 m slm dotata di griglia. A valle della griglia vi è una camera di immissione intercettata da paratoia piana 3.3x2.6 m, da cui parte la galleria di derivazione in pressione.

La galleria di derivazione in calcestruzzo semplice, proiettato o gettato in convenzionale, in alcuni tratti armato, $d=3.3$ m, ha uno sviluppo di circa 7700 m.

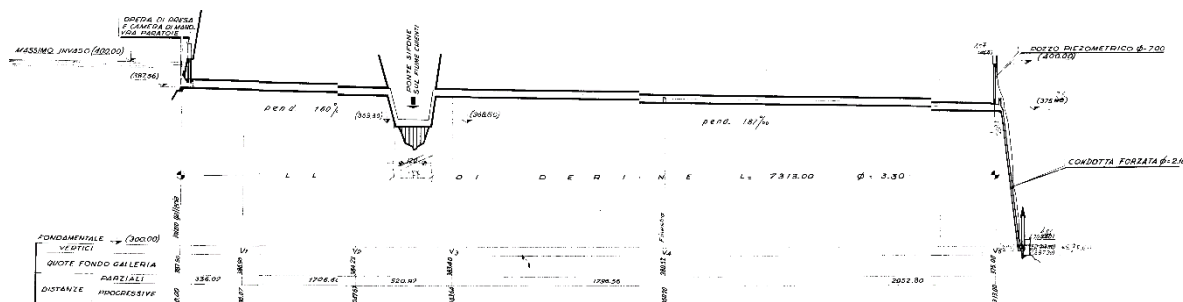


Figura 24: Derivazione Polverina – profilo idraulico

Dopo un primo tratto con pendenza 1.6 m/km lungo circa 1'700 m, la derivazione diventa esterna per un tratto di circa 520 m con condotta metallica $d=3.0$ m per attraversare il Fiume Chienti mediante un ponte sifone lungo circa 177 m. Prosegue poi a valle per circa 4'800 m in galleria con $d=3.3$ m fino al pozzo piezometrico.

Il pozzo piezometrico ha diametro netto di 7.0 m ed è dotato di una camera di espansione superiore con quota d’imposta ad el.400.00 m slm ed una superficie pari a circa 220 m². L’originale bordo superiore è stato sopralzato di 1.20 m con lamiera metallica, in modo da raggiungere un’altezza interna di 8.20 m.

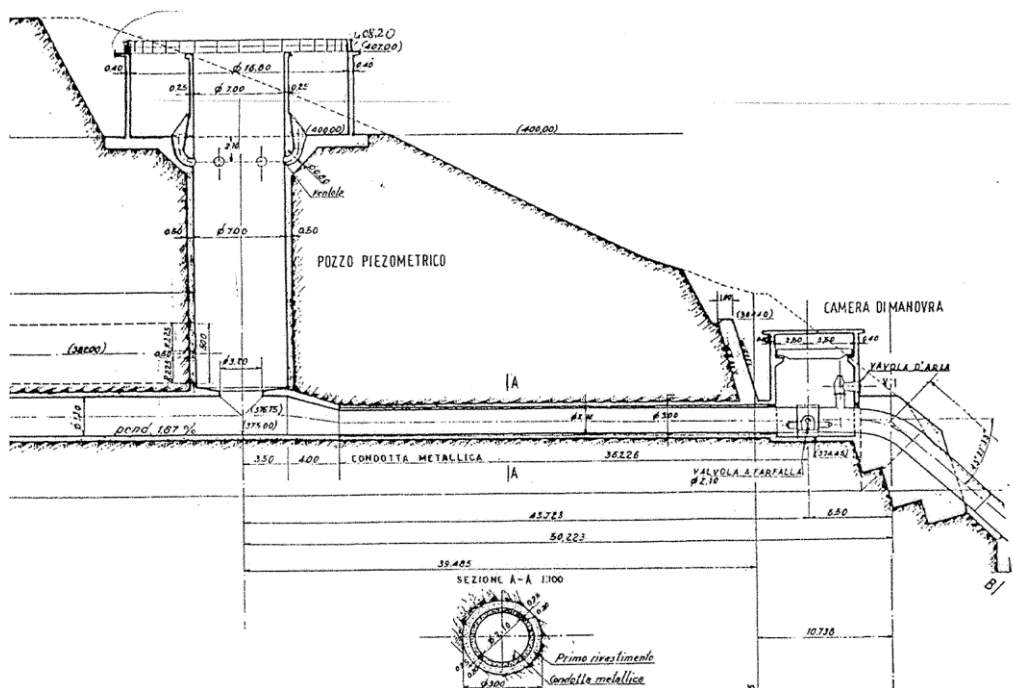


Figura 25: Derivazione Polverina: Pozzo piezometrico e Camera Valvole

La camera valvole con asse ad el. 375.96 accoglie una valvola a farfalla ed una valvola di rientrata d’aria con passo d’uomo, alla quale si raccorda la condotta forzata, $d= 2100$ mm, che si sviluppa all’aperto per circa 155 m assumendo andamento orizzontale prima dell’ingresso in casa macchine ad el.299.00 m slm. La condotta alimenta un gruppo Francis ad asse verticale da 14.9 MW.

3.6 Centrale di Valcimarra

La centrale di Valcimarra, sita in comune di Caldarola (MC), è stata costruita in tempi diversi, seguendo le fasi costruttive delle due derivazioni, di cui in prima fase la derivazione Fiastrone e successivamente quella di Polverina.

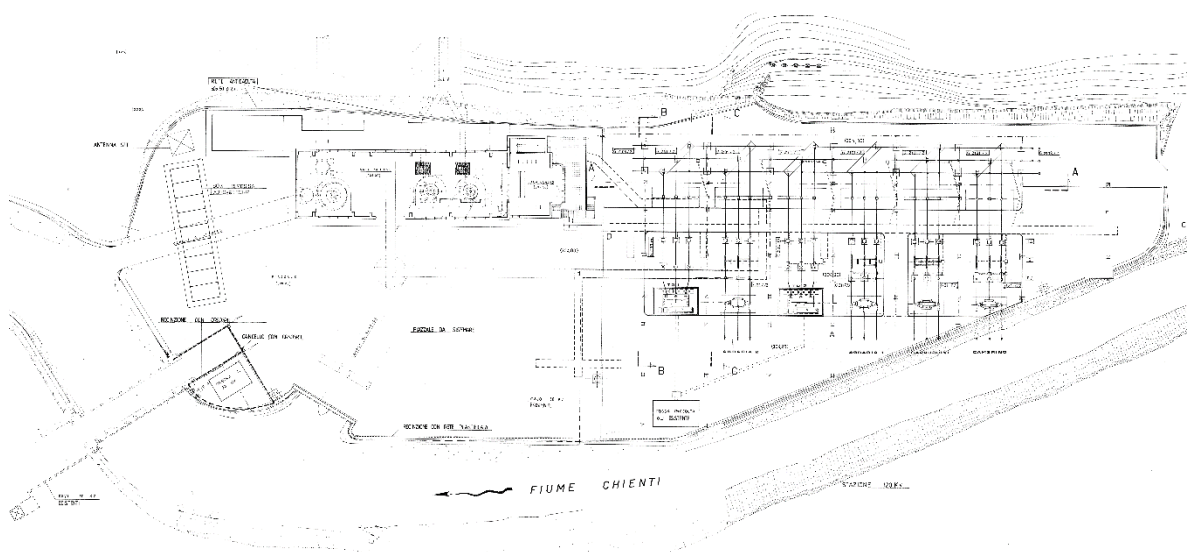


Figura 26: Centrale di Valcimarra – planimetria generale

La superficie complessiva è di circa 8'000 m²- posti alla 303.70 m slm, così suddivisa:

- Sottostazione elettrica di circa 4000 m²;
- Edificio centrale ed annessa officina, di circa 900 m²;
- Fabbricato Box con superficie occupata di circa 110 m²;
- Fabbricato Cabina 20kV per circa 25 m²

oltre agli spazi esterni del piazzale per la movimentazione dei mezzi ed aree a verde.

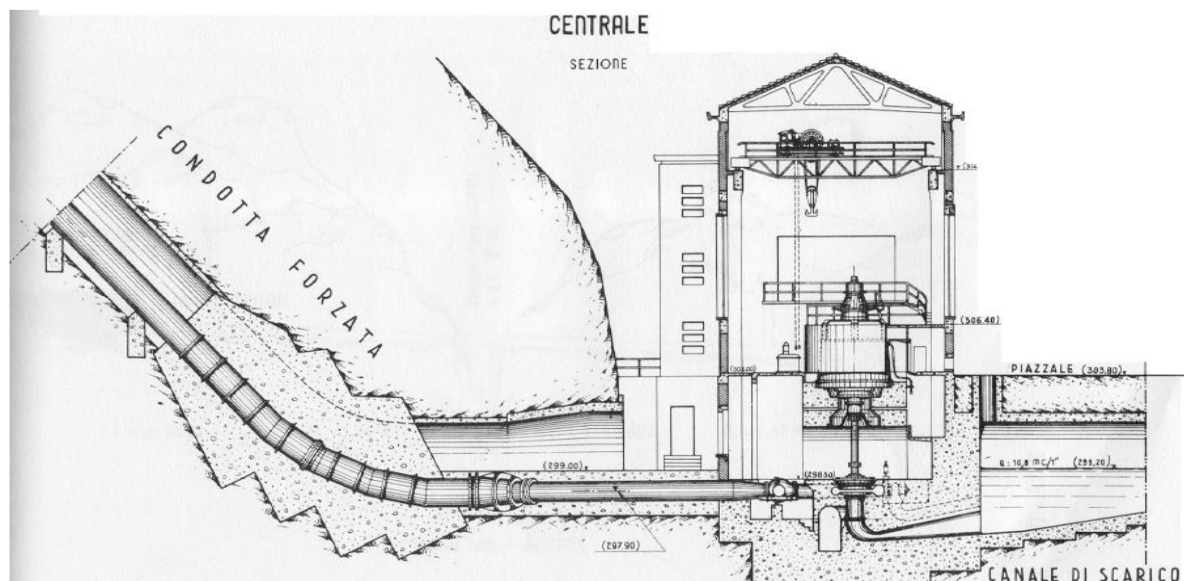


Figura 27: Centrale di Valcimarra – sezione trasversale deriv. Fiastrone

La sala macchine ha dimensione interna pari a circa 37.0x11.0 m e si estende in elevazione di circa 20 m, con piano a quota 304.00 m slm e piano binari carroponete a quota 314.00.

Il piano delle giranti delle turbine si trova rispettivamente ad el. 298.50 m slm (der. Fiastrone) e ad El. 300.15 m slm (der. Polverina)

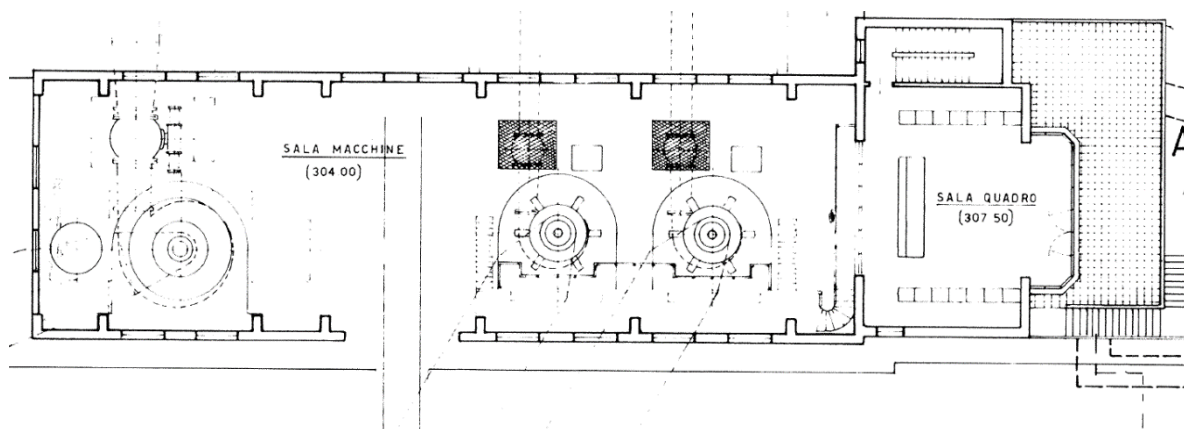


Figura 28: Centrale di Valcimarra – Sala macchine

La sala comando e controllo con la sala quadri sono site sul lato est rispetto all’ingresso carraio della sala macchine.

3.7 Gruppi di produzione

Qui di seguito si riassumono le principali caratteristiche dei gruppi di produzione:

3.7.1 Derivazione Fiastrone:

- 2 gruppi Francis, ad asse verticale (Gr.1 e Gr.2)
- Salto lordo max: 340.8 m (ante 2016)

- Salto lordo max: 334.8 m (post 2016)
- Salto lordo min: 298.5 m
- Asse gruppo: 297.90 m slm
- Quota pelo libero scarico alla portata nominale: 299.20 m slm @ 10.8 m³/s
- Dati targa turbina:
 - Portata: 5.40 m³/s
 - Potenza: 14.823 MW (con salto originale)
- Dati targa generatore:
 - Tipo: sincrotrifase
 - Potenza: 20 MVA Cos ϕ : 0.7 Freq: 50 Hz

3.7.2 Derivazione Polverina:

- 1 gruppo Francis, ad asse verticale (Gr. 3)
- Salto lordo max: 101.5 m (ante 2016)
- Salto lordo max: 97.5 m (post 2016)
- Salto lordo min: 93.5 m
- Asse gruppo: 299.00 m slm
- Quota pelo libero scarico alla portata nominale: 298.50 m slm @ 18.0 m³/s
- Dati targa turbina:
 - Portata: 18.0 m³/s
 - Potenza: 14.9 MW (con salto originale)
- Dati targa generatore:
 - Tipo: sincrotrifase
 - Potenza: 18 MVA Cos ϕ : 0.8 Freq: 50 Hz

3.8 Canali di scarico

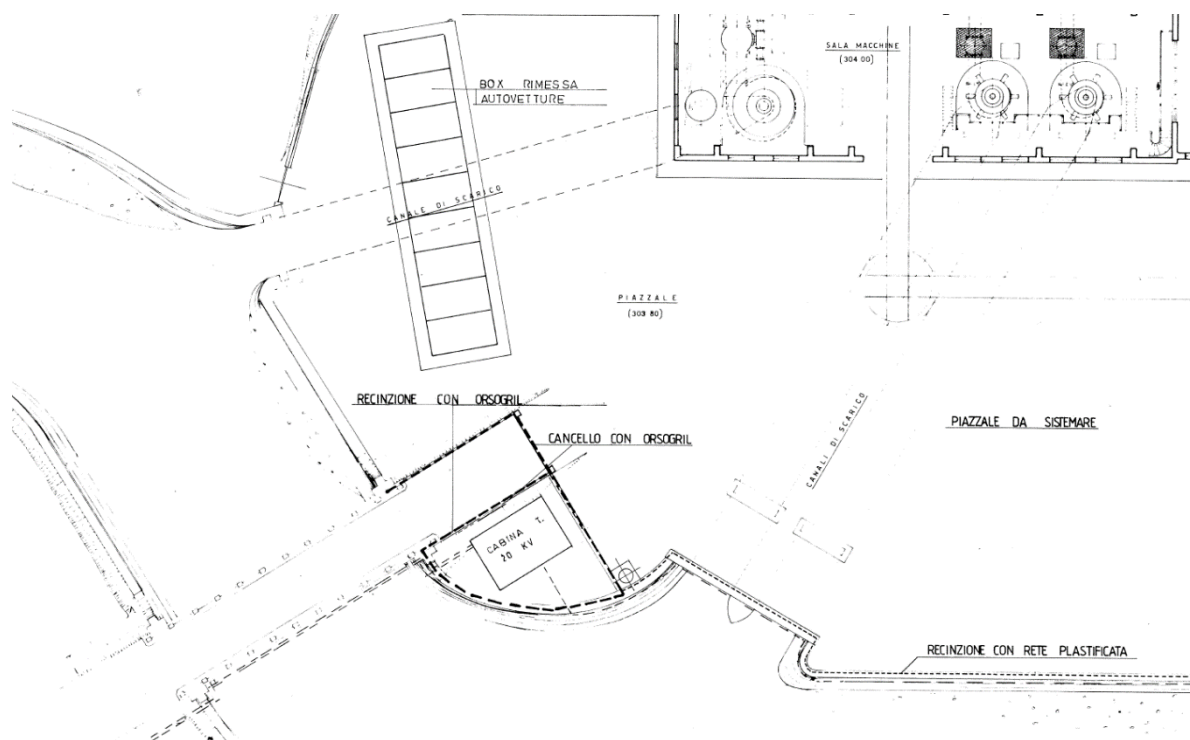


Figura 29: Centrale di Valcimarra – canali di scarico

I canali di scarico sono entrambi a pelo libero e scorrono tombati al di sotto del piazzale verso due punti diversi del corso del Chienti. Prima dell'immissione nell'alveo fluviale nei due canali sono presenti paratoie rettangolari di intercettazione o gargami per panconcelli.

Lo scarico di ciascuna turbina della derivazione Fiastrone è largo circa 3.78 m, lungo circa 40/45 m.

Lo scarico della turbina della derivazione Polverina è largo circa 4.00 m, lungo circa 40 m.

4. L’IMPIANTO DI VALCIMARRA II

4.1 Aspetti generali

L’intervento in progetto prevede il potenziamento in pompaggio dell’impianto di generazione esistente (per complessivi $P = 43.836$ MW, $Q = 28.8$ m³/s) con l’aggiunta di un nuovo impianto in caverna con un gruppo reversibile di generazione/pompaggio a giri variabili così caratterizzato:

	Portata massima m ³ /s	Potenza idraulica MW	Potenza elettrica installata MVA
Generazione	10.8	18.2	19.2
Pompaggio	9.0	27.2	31.5

Tabella 1: Nuovo gruppo reversibile - caratteristiche

La potenza elettrica installata complessiva è di circa 31.5 MVA.

Lo schema progettuale è stato sviluppato cercando di minimizzare l’impatto ambientale e preservando, per quanto possibile, le strutture esistenti.

La soluzione individuata prevede:

- Realizzazione delle gallerie che si collegano alla nuova caverna di Centrale;
- Realizzazione della caverna di Centrale;
- Realizzazione del nuovo collegamento idraulico dalla derivazione Fiastrone;
- Realizzazione del nuovo collegamento idraulico dalla derivazione Fiastrone;
- Realizzazione della parte civile ed impiantistica della nuova Centrale;
- Realizzazione della estensione del pozzo piezometrico Fiastrone;
- Realizzazione del nuovo fabbricato Convertitore Statico;
- Realizzazione dei collegamenti elettrici tra Caverna, Fabbricato Convertitore e Sottostazione e relative opere civili;

4.2 Descrizione generale degli interventi

L’intervento prevede la costruzione di una nuova centrale in caverna ed il suo collegamento alle opere esistenti, di cui alcune vengono modificate: pozzo piezometrico sulla derivazione Fiastrone, camera valvole sulla derivazione Polverina, area della Sottostazione collocata all’esterno e lateralmente rispetto alla Centrale Esistente, con l’inserimento del nuovo fabbricato convertitore statico e delle sostituzioni del TR2 e relativo stallo in sottostazione.

4.2.1 Nuova caverna di centrale

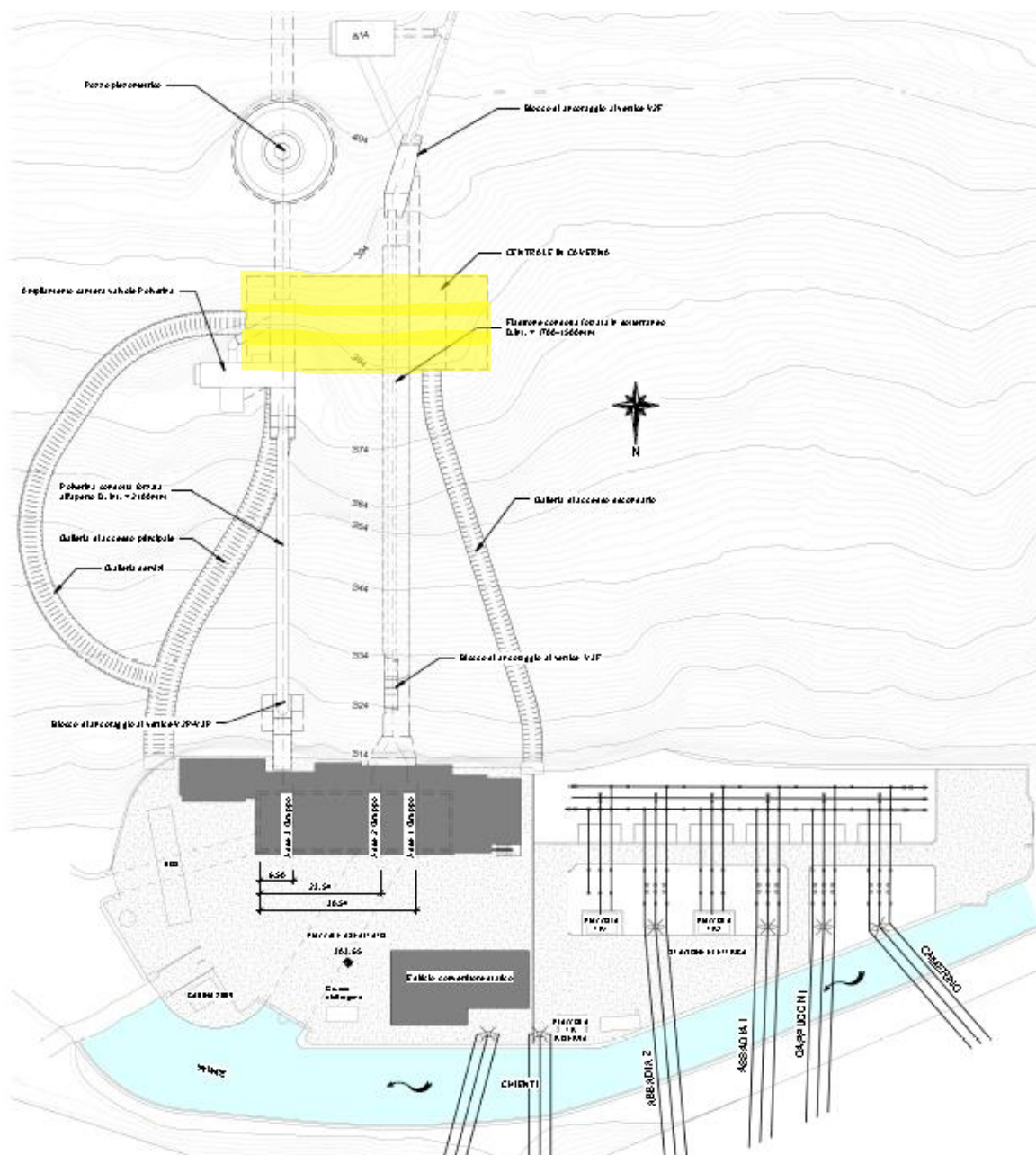
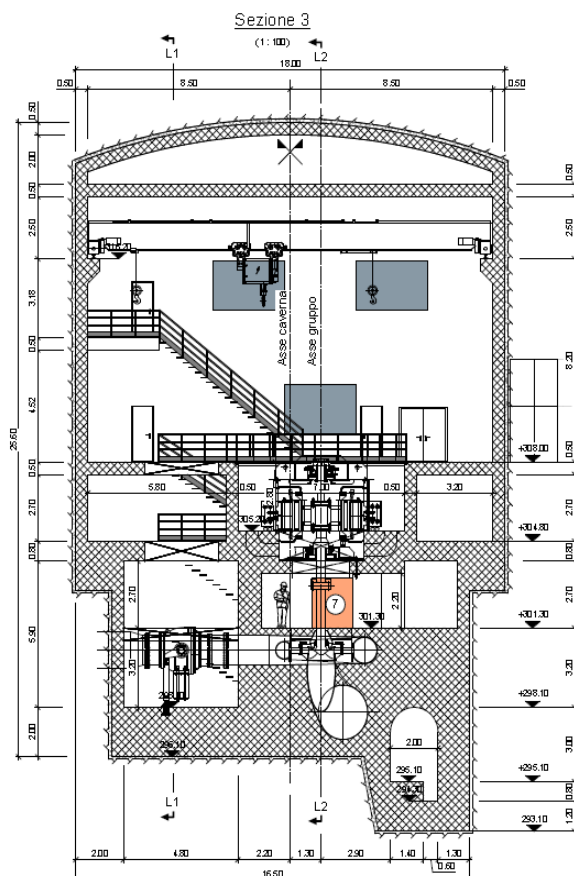


Figura 30: Nuova caverna di centrale Valcimarra II (in giallo)

La nuova caverna è sita circa 90 m all’interno del versante, con posizione individuata in modo da ottimizzare la connettività con l’impianto esistente.

La dimensione complessiva raggiunge circa 47 m in lunghezza, 18 m in larghezza e 30 m in altezza, per un volume scavato di circa 19’000 m3.

Il pacchetto strutturale esterno prevede l’esecuzione del rivestimento provvisorio in shotcrete e delle necessarie bullonature ed opere di stabilizzazione e sostegno del rivestimento. A questo pacchetto



Le principali elevazioni (m slm) presenti in centrale sono:

- El. 316: quota binari carroponete
- El. 308: piano sala macchine
- El. 304.80 piano generatore
- El.301.30 piano distributore
- El.298.10 piano valvola Fiastrone
- El.295.10 piano valvola Polverina e pozzetto drenaggi

Le strutture in c.a. prevedono l’esecuzione di fondazioni di macchina con getti massivi solette e muri di spessore min 50 cm, con calcestruzzo adeguato alla durabilità richiesta dalle opere.

Per i getti massivi saranno poste in opera adeguate misure di limitazione della fessurazione.

Figura 33: Centrale di Valcimarra II - sezione verticale

La quota di piano sala macchine, dove arrivano gli accessi, si trova circa 5 metri più in alto rispetto al piazzale esterno, in modo che la quota dell’asse della cassa a spirale si trovi all’incirca alla medesima quota delle macchine esistenti.

La centrale è dotata di una sala controllo locale e sala quadri, gestibile anche da remoto, e di tutte le previsioni richieste in materia di salute e sicurezza, tra cui un locale di primo soccorso e due vie di fuga indipendenti e contrapposte.

4.2.2 Gallerie di accesso alla caverna e nuovi portali

Le nuove gallerie di accesso collegano il piazzale alla centrale in caverna. Sono lunghe circa 85 m ed hanno sezioni a “D”.

La galleria di accesso principale, di dimensioni interne 5.0mx6.0m (BxH) ha pendenza di circa il 6%, e conterrà anche cunicoli interrati di servizio alla Centrale e condotte di ventilazione.

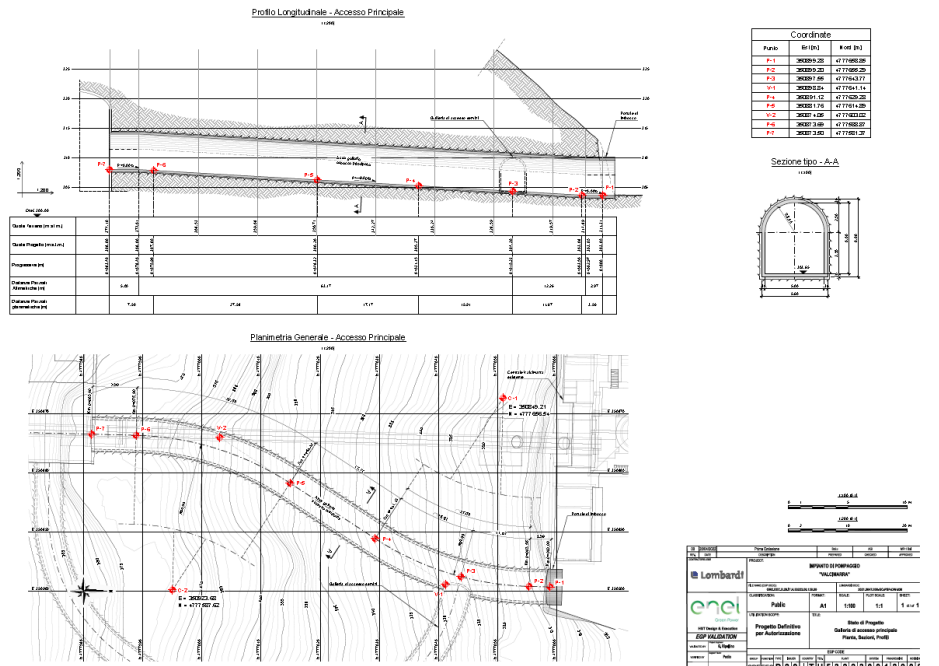


Figura 34: Galleria di accesso principale

La galleria di accesso secondaria (di fianco alla sottostazione), di dimensioni interne 3.50mx4.0m (BxH) ha pendenza di circa il 6%, e conterrà anche cunicoli interrati di servizio alla Centrale.

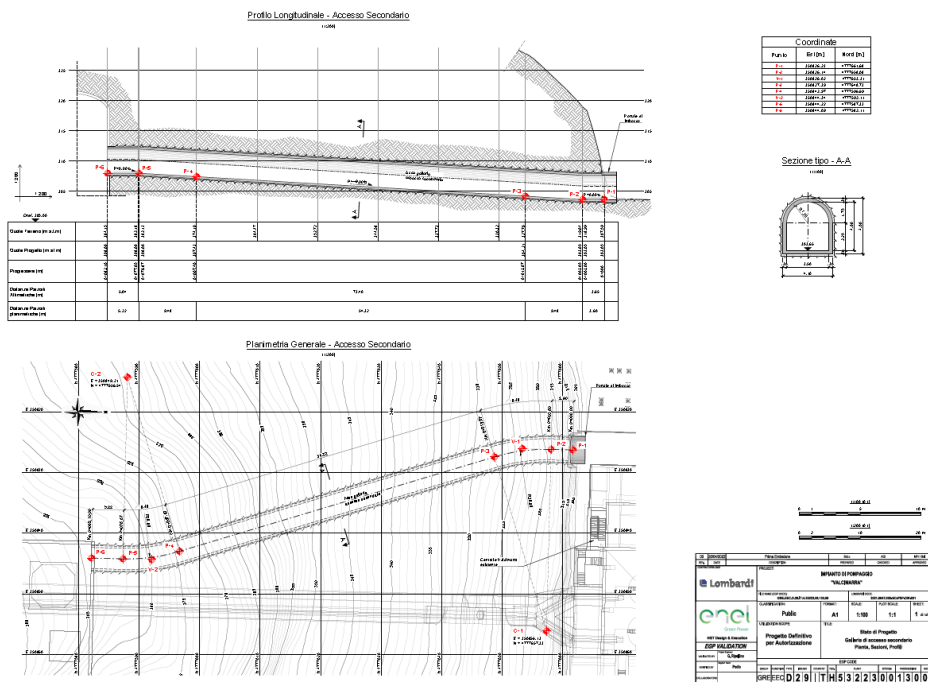


Figura 35: Galleria di accesso secondaria

I portali di accesso, che si trovano nelle zone laterali retrostanti la centrale, sono realizzati con getto sottile di cls in modo da minimizzarne l'impatto ambientale. Sono previste opere locali preliminari di stabilizzazione del versante, ad integrazione di quelle esistenti.

4.2.3 Ampliamento camera valvole Polverina e nuovo ramo di condotta forzata

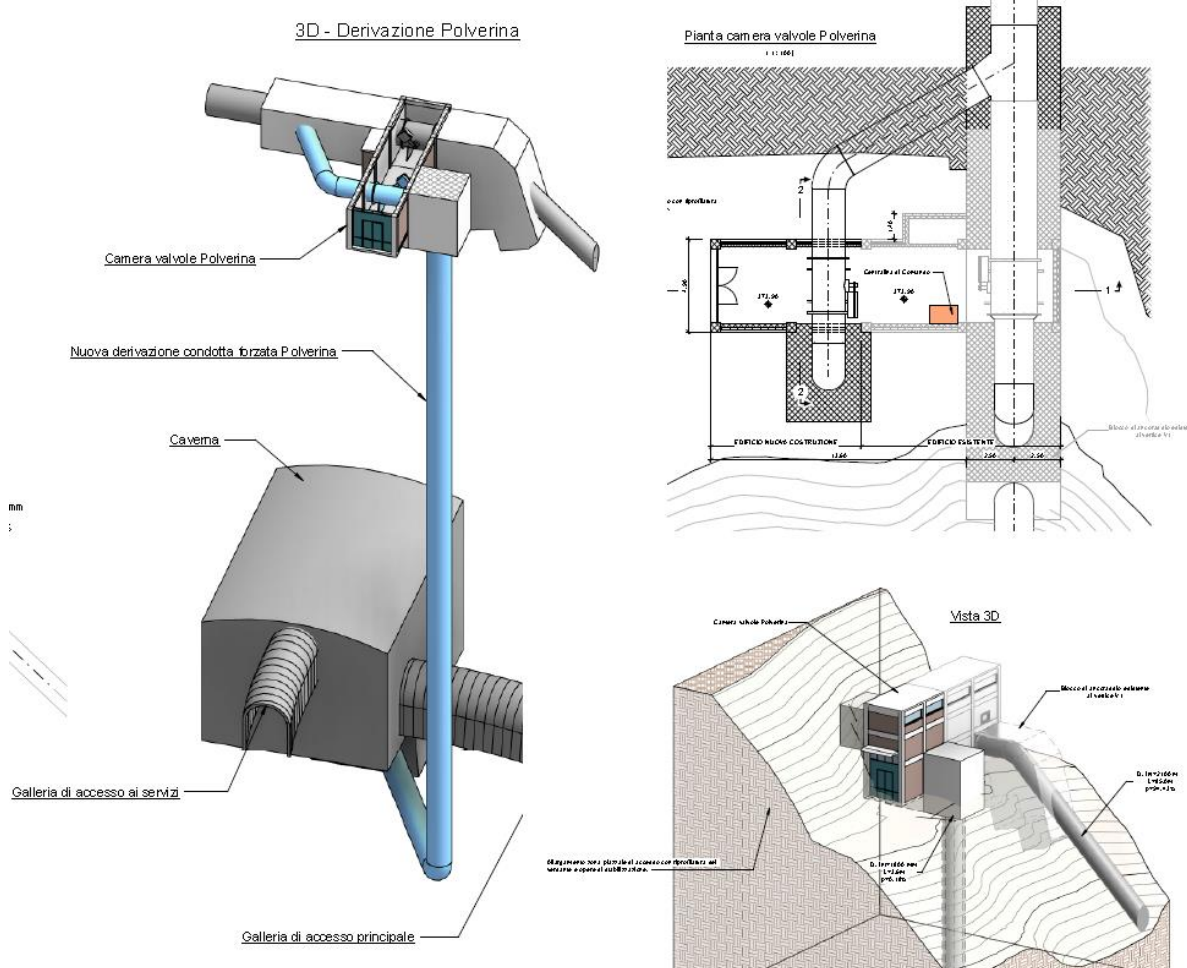


Figura 36: Ampliamento C.V. Polverina e nuovo ramo C.F.

Il nuovo ramo di condotta forzata DN1800 mm sulla derivazione Polverina viene realizzato poco a monte dell’esistente camera valvole con un innesto idraulicamente raccordato.

L’esistente camera valvole, con piano terra ad el. 373.90 m slm, viene ampliata in modo da accogliere la nuova valvola di intercettazione. La condotta prosegue poi verticalmente fino a raggiungere la quota di raccordo con la valvola di macchina, ad el. 297.40 m slm.

La soluzione prevista ha consentito di minimizzare le distanze del collegamento, effettuando scavo in raise-boring, includendo le tubazioni per i cavi di alimentazione e di segnale, nonché del drenaggio.

4.2.4 Nuova Camera valvole Fiastrone e nuovo ramo di condotta forzata

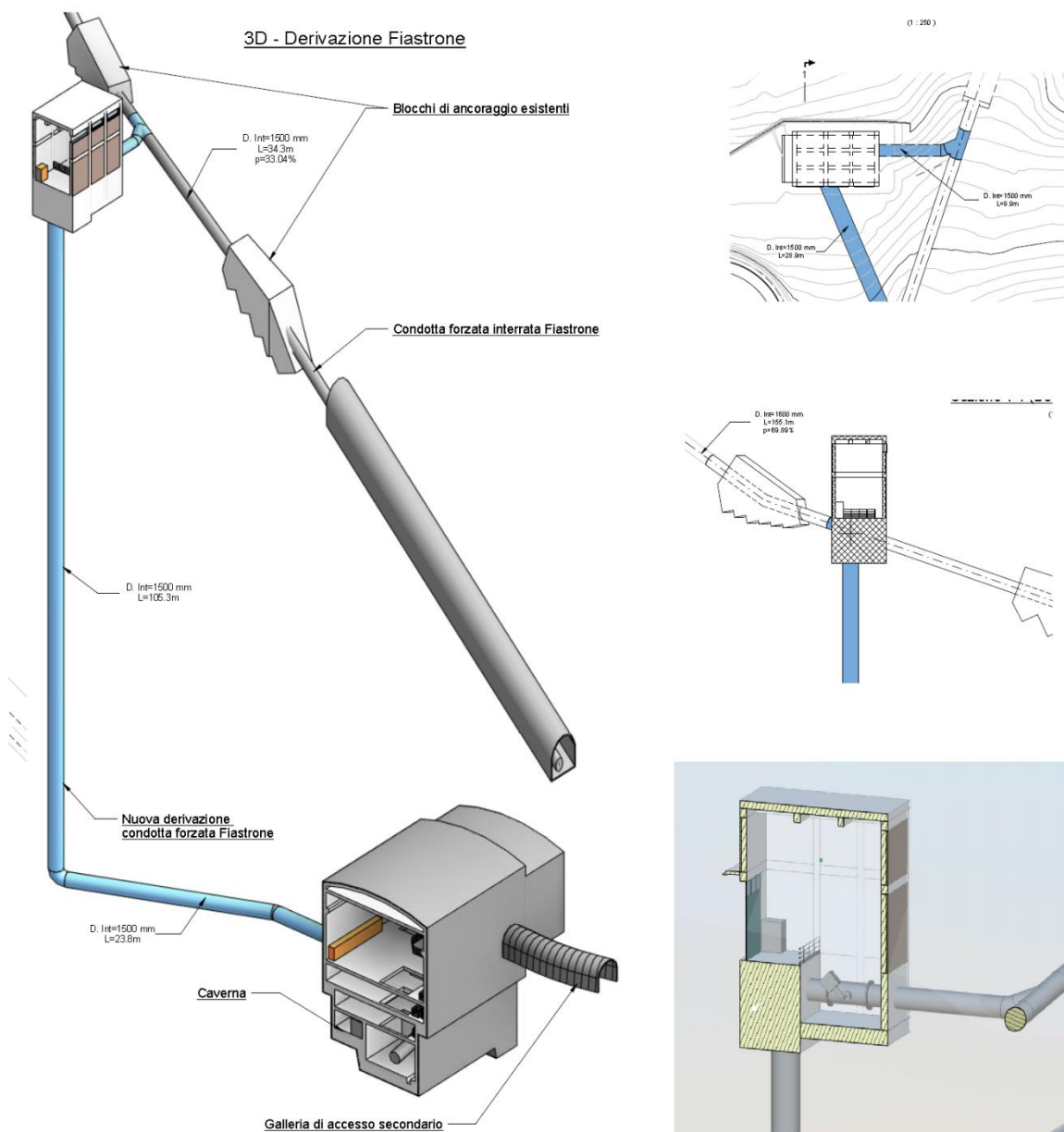


Figura 37: Nuova C.V. Fiastrone e nuovo ramo C.F.

Il nuovo ramo di condotta forzata DN1500 mm sulla derivazione Fiastrone viene realizzato poco a monte dell’esistente ponte di attraversamento della condotta forzata esistente, con un innesto idraulicamente raccordato.

La nuova camera valvole, con piano d’ingresso ad el. 410.65 m slm, viene ampliata in modo da accogliere la nuova valvola di intercettazione. La condotta prosegue poi verticalmente fino a raggiungere la quota di raccordo con la valvola di macchina, ad el. 300.40 m slm.

La soluzione prevista ha consentito di minimizzare le distanze del collegamento, effettuando scavo in raise-boring, includendo le tubazioni per i cavi di alimentazione e di segnale, nonché del drenaggio.

4.2.5 Modifiche al Pozzo Piezometrico Fiastrone

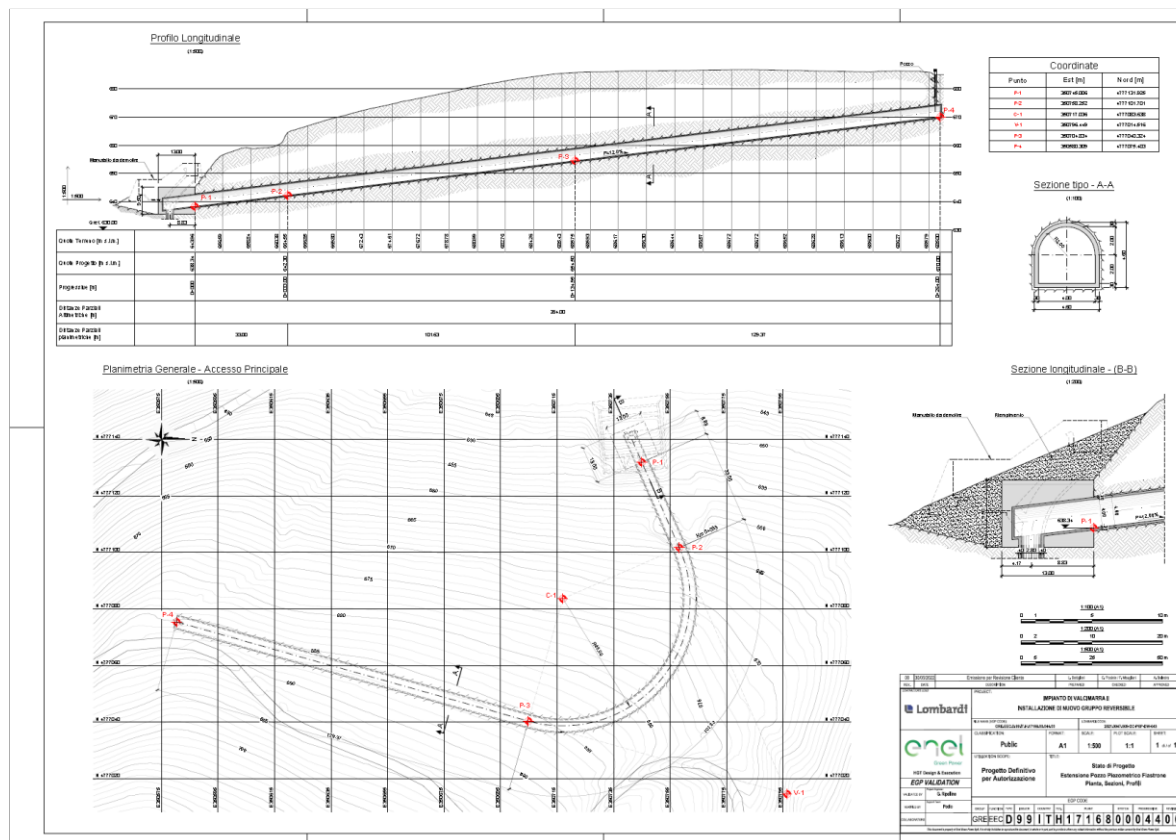


Figura 38: Estensione Pozzo Piezometrico Fiastrone

Le opere civili relative all'estensione del pozzo piezometrico lungo la derivazione Fiastrone, modifiche necessarie per via dell'inversione della piezometrica dovuta al pompaggio, consistono principalmente nella demolizione della vasca di espansione esistente, nella realizzazione di una nuova galleria in pendenza atta a raggiungere le quote necessarie, nella creazione di un raccordo a tenuta e nel ripristino ambientale dell'area.

La galleria lunga 270 m circa avente sezione a "D" con dimensioni nette interne 4.0mx4.0m (BxH), raggiunge quota 670.00 m slm con una pendenza del 12%.

A monte è previsto un pozzo di aerazione che potrà essere utilizzato anche come accesso di manutenzione.

4.2.6 Nuovo fabbricato Convertitore Statico

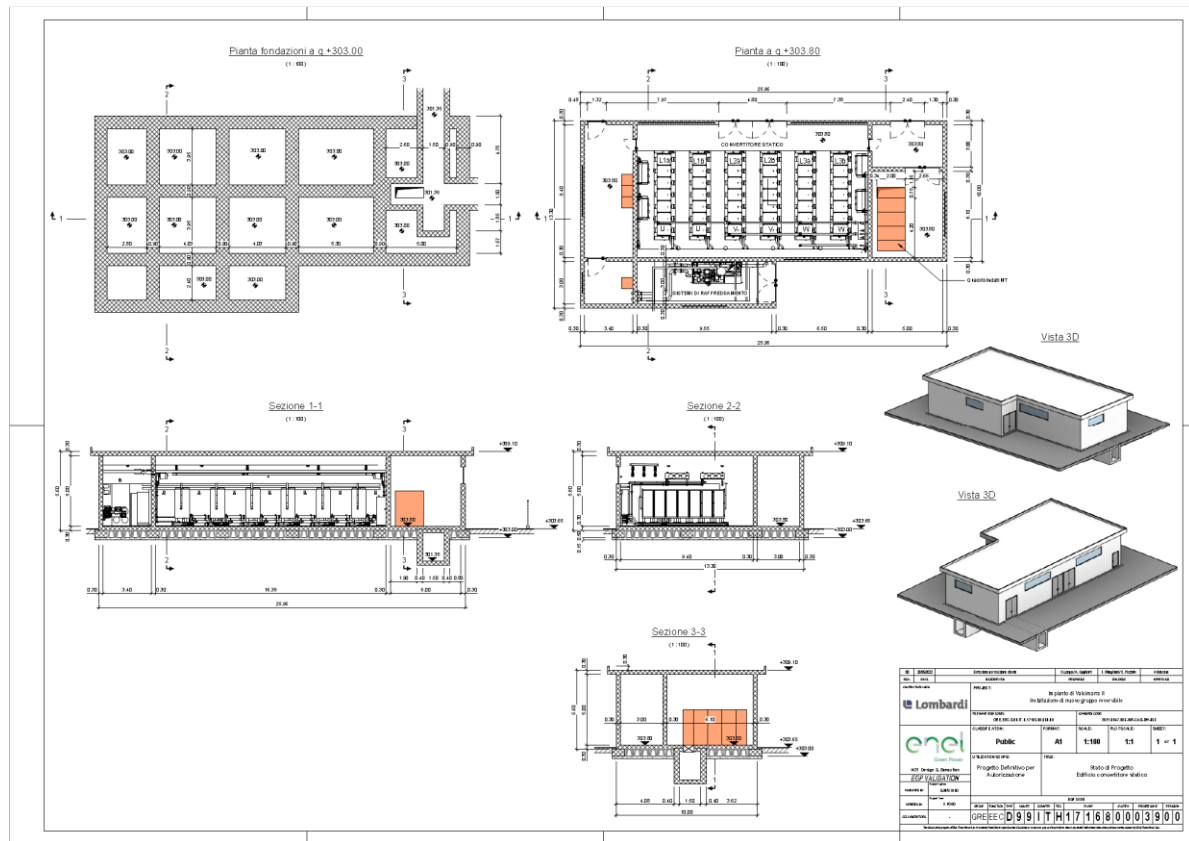


Figura 39: Nuovo fabbricato convertitore statico

Il nuovo fabbricato monopiano posizionato nelle aree di piazzale esterne avente dimensioni complessive di circa 13.0x26.0x6.50 m (BxLxH), ospita il convertitore statico di frequenza, il sistema di raffreddamento a circuito chiuso ed i quadri MT e di controllo delle apparecchiature.

Il convertitore riceve cavi MT direttamente dal motore/generatore del nuovo gruppo, e, dopo la conversione, si effettua il collegamento sempre MT verso il trasformatore ed il filtro armonico siti nella sottostazione esistente.

Adiacente al fabbricato è collocato il nuovo generatore Diesel di emergenza, che non necessita di serbatoi interrati, e che garantisce l'alimentazione per l'avviamento del gruppo in assenza di alimentazione elettrica (Black Start).

4.2.7 Opere in sottostazione

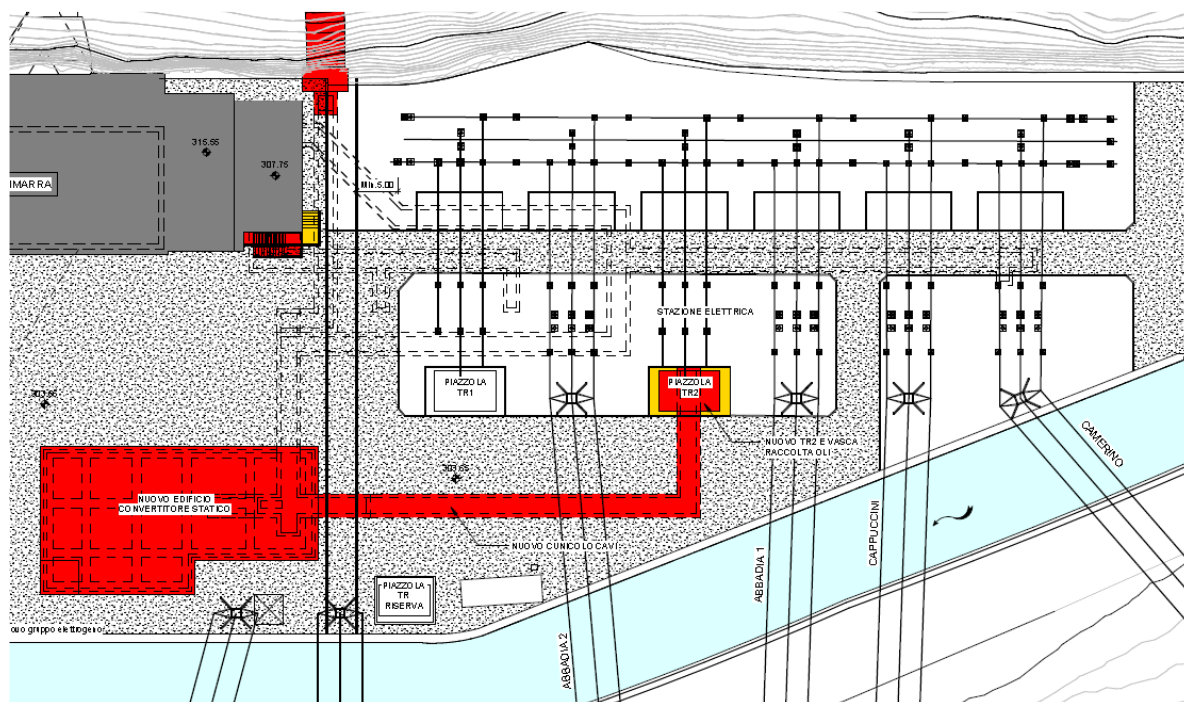


Figura 40: Opere in sottostazione

Le principali opere presenti in sottostazione sono: la sostituzione dell’esistente trasformatore TR2 con uno nuovo, compreso il rifacimento delle opere civili della vasca di raccolta oli, ed il collegamento dello stesso al fabbricato convertitore statico tramite nuovi cunicoli di alloggiamento dei cavi elettrici MT.

4.3 Aspetti tecnici particolari

4.3.1 Aspetti Geologico/Geotecnici

Con riferimento ai documenti **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.006.00 Relazione Geologica** e **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.007.00 Relazione Geotecnica** allegati al presente progetto, qui di seguito si sintetizzano le principali risultanze emerse.

Il volume di roccia all’interno del quale verrà realizzata la nuova centrale di Valcimarra è costituito interamente dai calcari marnosi della Formazione della Maiolica (MAI). La resistenza della roccia intatta è di 40-50 Mpa (classi di resistenza ISRM R3), mentre il grado di alterazione è generalmente nullo o molto basso (classe ISRM W1-W2).

La stratificazione, che è l’elemento di disgiunzione principale dell’ammasso, ha una persistenza superiore alla decina di metri, orientazione è immergente a basso angolo verso E (media 118/29) e spessore degli strati mediamente compreso tra 20 e 50 cm. Esistono inoltre 4 sistemi di discontinuità secondari, orientati con perpendicolarmente alla stratificazione, la cui persistenza è generalmente

limitata a pochi strati e spaziatura inferiore al metro. Il volume unitario medio dei blocchi di roccia rimane nell’ordine di alcuni decimetri cubi.

Per la caratterizzazione geotecnica dell’ammasso si è fatto riferimento a informazioni ottenute dal rilievo geomeccanico degli affioramenti esposti a monte della centrale esistente e ai risultati delle prove di laboratorio condotte su campioni di Maiolica prelevati presso la diga del Fiastrone.

Nel modello è inoltre visibile una faglia rappresentata come “Incerta”. L’interpretazione esclude per ora la sua interferenza con lo scavo della caverna, collocandosi a una distanza minima di circa 15 m di distanza; tuttavia, tale assunzione dovrà essere confermata con indagini dirette.

Lo scavo in sotterraneo potrà essere realizzato tramite tecnica convenzionale con esplosivo. Si prevede che il fronte risulti stabile e che il profilo possa presentarsi irregolare a causa della stratificazione a bassa inclinazione che favorirà la formazione di sovrascavi ai margini della calotta. Il cavo dovrà essere rinforzato con bullonatura sistematica e calcestruzzo proiettato per il sostegno di cunei instabili. Nel complesso si prevede che l’ammasso roccioso mostri un comportamento elastoplastico con convergenze massime che, in funzione della dimensione dell’opera, potrebbero raggiungere qualche centimetro.

Nel caso vengano intersecate zone di faglia e condotti carsici, indicati come potenziali elementi di incertezza nel modello geologico, potranno generarsi condizioni di instabilità locali e venute d’acqua rilevanti. Al fine di identificare e gestire tali elementi di rischio si prevede la realizzazione di una estesa campagna di indagini geognostiche.

Sul versante sovrastante i portali e la centrale esistente sono state identificate zone di possibile distacco di blocchi e cunei di roccia che dovranno essere messa in sicurezza prima dell’inizio dei lavori.

4.3.2 Aspetti idrologici

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.003.00 Relazione Idrologica** allegato al presente Progetto.

L’idrologia dell’ultimo decennio è stata ricostruita in termini di afflussi netti al sistema in base ai dati forniti da Enel GP ed alle caratteristiche geometriche del sistema idraulico, tenendo conto dei rilasci dovuti per il deflusso minimo vitale e degli sfiori che sono avvenuti alle due dighe.

La precipitazione media annua dell’ultimo decennio è risultata pari a 609 mm.

L’evapotraspirazione media mensile dell’ultimo decennio è risultata pari a circa 35 mm.

Risulta molto difficile stimare un possibile impatto del cosiddetto “cambiamento climatico” a lungo termine. Per i bacini in oggetto, si nota che la tendenza di precipitazione è anche questa in aumento e pertanto andrà a compensare l’aumento di evapotraspirazione correlato all’aumento della temperatura media.

Ci si potrebbe dunque aspettare un apporto idrologico ai serbatoi con afflussi sostanzialmente invariato a livello annuo, ma con una redistribuzione mensile diversa da quella attuale (ad esempio l’anticipo dello scioglimento delle nevi) e con la presenza di eventi meteorici più intensi.

La seguente figura mostra i dati ricostruiti dallo Scrivente nel periodo 2012-2018 (portata media annua pari a 2.28 m³/s) per il serbatoio del Fiastrone:

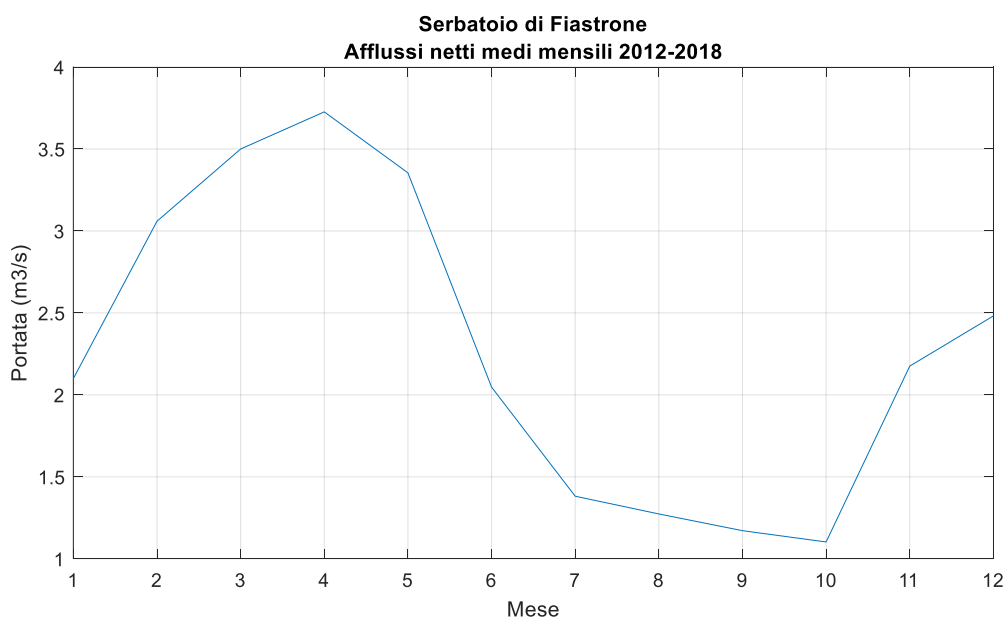


Figura 41: Serbatoio del Fiastrone - afflussi medi mensili 2012-2018

Tale portata è bene allineata con quella prevista a Concessione, pari a 2.2 m³/s.

La seguente figura mostra i dati ricostruiti dallo Scrivente nel periodo 2012-2018 (portata media annua pari a 4.94 m³/s) per il serbatoio di Polverina:

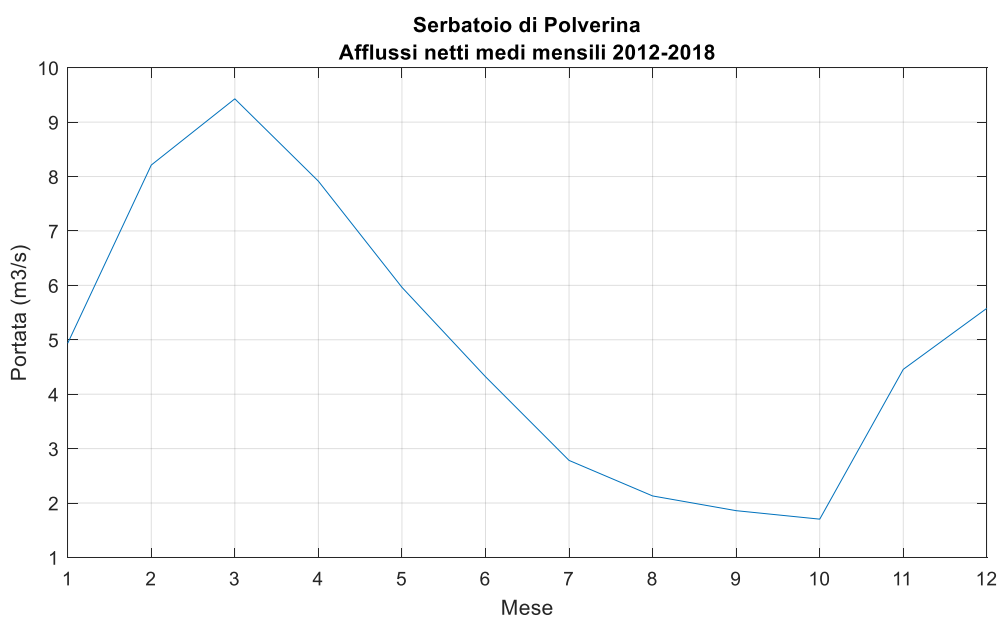


Figura 42: Serbatoio di Polverina - afflussi medi mensili 2012-2018

Tale portata è lievemente inferiore rispetto a quella media prevista in Concessione, pari a 5.28 m³/s, ma viste le tolleranze assunte nei calcoli, può considerarsi accettabile.

Questa è anche la conferma, dato che i risultati derivano dalle potenze erogate dai gruppi turbina esistenti (2 sulla derivazione Fiastrone, 1 sulla derivazione Polverina), **che l’impianto esistente effettivamente turbinata tutti i deflussi naturali.**

L’impianto a progetto, che utilizza nei due sensi in regolazione lo stesso volume disponibile dai serbatoi di monte, senza possibilità d’uso di afflussi naturali, questi peraltro riservati ai due impianti originari per concessione, ricade dunque nella tipologia del “pompaggio puro”

Lo sfruttamento del nuovo gruppo reversibile è attuabile in modo sostanzialmente continuativo durante l’anno, considerati i volumi utili disponibili nei serbatoi (19.2 Mm³ per Fiastrone e 4.4 Mm³ per Polverina) ed il volume massimo trasferibile pari a circa 311'000 m³ in generazione e 259'000 in pompaggio.

Considerando dati nominali di esercizio e livelli baricentrici, per entrambi i serbatoi le oscillazioni sono contenute entro i ± 60 cm.

A serbatoi prossimi alla minima regolazione, quindi nella zona dove le curve di invaso hanno usualmente pendenza molto ripida, le massime oscillazioni sono contenute rispettivamente in ±2.5 m per Fiastrone e ±0.9 m per Polverina. Questi livelli estremi non sono da prendersi come riferimento in quanto sono raggiunti raramente durante l’esercizio, dovendo massimizzare l’energia producibile.

4.3.3 Aspetti idraulici

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.004.00 Relazione Idraulica** allegato al presente Progetto.

Le perdite di carico sono calcolate in modo tradizionale, considerando quelle che si assumono essere le attuali scabrezze dell’impianto (3 mm per cls e 0.3 mm per acciaio), ottenendo:

	DERIVAZIONE FIASTRONE			DERIVAZIONE POLVERINA		
	Galleria	Condotta forzata	Totale	Galleria	Condotta forzata	Totale
DH/Q ² (m/(m ³ /s) ²)	0.1935	0.0640	0.2575	0.0316	0.0147	0.0463

Tabella 2: Nuovo Gruppo reversibile - Perdite di carico

Per quanto concerne i transitori idraulici, effettuati considerando tempi di manovra cautelativi (avviamenti in 30s e bruschi arresti in 10s), i primi risultati hanno mostrato la necessità di modificare il pozzo piezometrico di Fiastrone, estendendolo con una galleria di espansione, mentre non si prevedono modifiche al pozzo della derivazione Polverina.

Le portate di riferimento del nuovo gruppo sono:

- **Turbinaggio da Fiastrone verso Polverina: 10.8 m³/s**

- **Pompaggio da Fiastrone verso Polverina: 9.0 m³/s**

Per quanto concerne le verifiche strutturali alle condotte forzate, sono state calcolate le massime sollecitazioni statiche e dinamiche ed il tasso di lavoro delle condotte esistenti in particolar modo, dovendo assumere le caratteristiche dei materiali.

Considerando cautelativamente la contemporaneità del massimo sovrizzo nel pozzo piezometrico e la massima sovrappressione di colpo d’ariete, si ottengono le massime sollecitazioni nelle condotte forzate, ai rispettivi otturatori:

	Max Sovralzo transitorio (mH2O)	Sovrappressione dinamica colpo d’ariete (mH2O)	Massima pressione totale (mH2O)
C.F. Fiastrone	356.3	57.0	413.3
C.F. Polverina	100.6	10.0	110.6

Tabella 3: Massime pressioni di esercizio nelle condotte forzate

Per quanto riguarda la C.F. Fiastrone, la seguente tabella riassume la verifica dello stato tensionale nella condotta:

Carico Statico +Pozzo +Colpo Ariete (mH2O)	Pressione (Mpa)	Diametro (mm)	Spessore (mm)	σ (N/mm ²)	σ ammissibile (N/mm ²)
356.25+57=413.25	4.05	1500	27	112.5	156.0

Tabella 4: Condotta Forzata Fiastrone - verifica di resistenza

Per quanto riguarda la C.F. Polverina, La seguente tabella riassume la verifica dello stato tensionale nella condotta:

Carico Statico +Pozzo +Colpo Ariete (mH2O)	Pressione (Mpa)	Diametro (mm)	Spessore (mm)	σ (N/mm ²)	σ ammissibile (N/mm ²)
101.0+10.0=111.0	1.09	2100	20	57.0	156.0

Tabella 5: Condotta Forzata Polverina - verifica di resistenza

Considerato che le portate circolanti sono pari o inferiori a quelle massime di progetto dell’impianto esistente, non si ritiene che le sovrappressioni di colpo d’ariete indotte dal nuovo gruppo reversibile costituiscano un aggravio rispetto a quelle dovute all’impianto esistente.

Per quanto concerne le verifiche strutturali a fatica delle condotte, nelle condizioni di utilizzo futuro si hanno fattori di sicurezza superiori rispettivamente a 2.0 per Fiastrone e 1.50 per Polverina.

Al fine di confermare tutte le assunzioni progettuali, verrà effettuata una campagna di indagini ed ispezione dei manufatti, finalizzata a valutare sia le caratteristiche idrauliche delle adduzioni sia le caratteristiche strutturali dei materiali, in particolare delle Condotte Forzate esistenti, e di alcuni spessori.

4.3.4 Aspetti elettromeccanici

Si riportano qui di seguito le principali risultanze del documento **GRE.EEC.D.99.IT.H.17168.00.004.00 Relazione Elettromeccanica** allegato al presente Progetto.

Considerando la geometria del sistema idraulico, le potenze disponibili sono:

Modalità	Salto netto	Potenza	u.m.
Generazione	Massimo	18.2	MW
Generazione	Minimo	13.9	MW
Pompaggio	Massimo a portata efficace	26.9	MW
Pompaggio	Minimo a portata efficace	27.2	MW

Tabella 6: Nuovo Gruppo reversibile – potenze disponibili

Per il dimensionamento della macchina elettrica, la potenza considerata è la potenza meccanica di 27.2 MW all'albero divisa per l'efficienza dell'alternatore e del convertitore di frequenza, ovvero una potenza elettrica di circa 30.0 MW. Come accennato in precedenza, l'alternatore funzionerà sempre con $\cos(\varphi) = 1.0$.

Il massimo rendimento della turbina Francis è il 92.60%, sia in modalità turbina che in modalità pompa. I valori effettivi variano fino al 78.01% in modalità turbina ed 71.47% in modalità pompa, a seconda del carico e del frazionamento della portata (40%-100%).

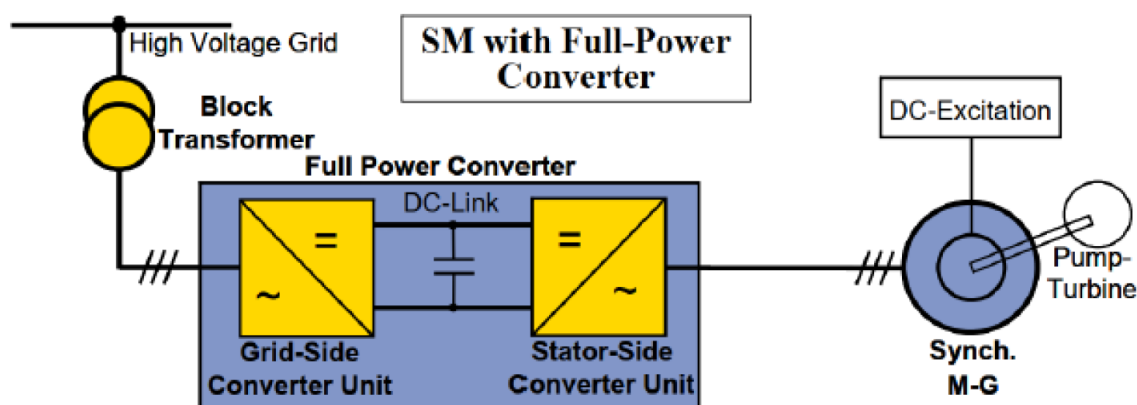


Figura 43: Schema di impianto CFMSM

Per quanto riguarda il motore/generatore a giri variabili, si utilizza la tecnologia CFMSM (Converter-Fed Synchronous Motor – vedi **Figura 43** sopra), che consente una operatività con $\cos \phi=1$ ed ha numerosi pregi:

- L'avviamento è più facile e veloce e può essere eseguito in acqua, grazie alla possibilità di produrre una coppia rilevante a velocità nulla (spunto da fermo);
- Le variazioni di velocità e potenza possono essere più ampie;

- non ha limitazioni sulla velocità massima e può essere utilizzato per siti con alti salti e variazioni di salto relativamente ampie;
- offre una buona capacità di LVRT (Low Voltage Ride Through, detto anche FRT Fault Ride Through), con conseguente migliore conformità ai codici di rete in vigore per i principali TSO oppure ai “Requirements for Generators” (recepimento del regolamento UE 2016/631 del 14/04/2016);
- Il convertitore può persino essere utilizzato (mentre non è collegato alla macchina) come compensatore statico di potenza reattiva, fornendo un notevole contributo nella regolazione della stessa in rete;
- La macchina elettrica è estremamente più semplice ed anche la parte in MT richiede una fornitura più semplice rispetto ad altre tecnologie;
- I tempi di avviamento risultano estremamente contenuti, in quanto non è necessaria alcuna pneumatizzazione della cassa turbina-pompa;
- Il passaggio da generazione a pompaggio non necessita di abbandono del sincronismo con la rete;

Le caratteristiche tecniche principali del generatore/motore sono le seguenti:

Grandezza	Valore	u.m.
Potenza elettrica	28.5	MVA
cos(ϕ)	1.0	
Frequenza	50	Hz
Numero di poli	10	
Numero di giri	600 (variabile)	Giri/min

Tabella 7: Generatore/Motore – caratteristiche

Le caratteristiche tecniche principali del trasformatore sono le seguenti:

Grandezza	Valore	u.m.
Tipologia	OFWF	
Potenza elettrica	31.5	MVA
cos(ϕ)	1.0	
Frequenza	50	Hz
Peso totale	50	ton
Peso di olio	7	ton

Tabella 8: Trasformatore – caratteristiche

Le principali caratteristiche funzionali del convertitore statico di frequenza sono:

Grandezza	Valore	u.m.
Potenza elettrica	-30	MVA
cos(ϕ)	-0.0 ÷ 1.0 ÷ 0.0	

Tabella 9: Convertitore – caratteristiche

Il convertitore può funzionare sull'intera gamma con solo potenza reattiva (induttiva o capacitiva) o solo potenza attiva.

A seconda della corrente di cortocircuito nel punto di connessione alla rete ad alta tensione, potrebbe essere necessario installare un filtro armonico. In tal caso, il componente dovrebbe essere installato tra il trasformatore e il convertitore di frequenza (cfr. Schema Elettrico Unifilare).

4.3.4.1 Sintesi degli equipaggiamenti ausiliari principali

Oltre alle componenti elettromeccaniche del gruppo reversibile, l’impianto è dotato di numerosi sistemi ausiliari, tra cui i principali sono:

- Sistema di raffreddamento, costituito da:
 - Circuito primario, con prelievo e mandata di acqua da e verso il lato a bassa pressione dell’unità (tra il tubo di tiraggio e la valvola a bassa pressione);
 - Scambiatore di calore a tubo (pressione 33 bar);
 - Circuito secondario a circuito chiuso (acqua con glicole);
 - Circuito terziario a circuito chiuso (acqua deionizzata) per i convertitori di frequenza (vedi dimensioni di questo sistema nel capitolo precedente);
- Sistema di lubrificazione e raffreddamento delle tenute dell’albero
- Sistema ad olio pressurizzato, costituito da:
 - Sistema ad olio pressurizzato per il controllo della valvola di macchina sulla derivazione ad alta pressione;
 - Sistema ad olio pressurizzato per il controllo del distributore;
 - Sistema ad olio pressurizzato per il controllo della valvola di macchina sulla derivazione a bassa pressione;
- Armadi di controllo del processo:
 - Quadro di distribuzione a bassa tensione ;
 - Armadi ausiliari CA ;
 - Armadi ausiliari CC ;
 - Armadi di controllo generali ;
 - Armadi di controllo dell’unità ;
- Sistema di Drenaggio delle acque di infiltrazione;
- Sistema di svuotamento dell’acqua contenuta nel gruppo;
- Sistema anti allagamento della Caverna;

- Sistemi di telecontrollo, comunicazione e videosorveglianza;

La centrale in caverna è infine dotata di tutti gli impianti e sistemi di edilizia civile (illuminazione, ventilazione e riscaldamento, prevenzione incendi, acqua potabile, fognatura, ecc.).

4.4 Connessione alla sottostazione e punto di consegna

L’attuale centrale di Valcimarra è allacciata alla RTN tramite 4 linee aeree afferenti alla sbarra 132 kV cui sono collegati gli stalli trasformatore TR1 e TR2. Il TR1, da 40 MVA complessivi, ha due secondari da 20 MVA cad. dedicati ai gruppi 1 e 2 mentre il TR2, ad un solo secondario da 20 MVA, è dedicato al GR3. La centrale è quindi allacciata alla RTN tramite 4 punti di connessione, rappresentati dagli altrettanti stalli linea AT denominati Camerino, Cappuccini, Abbadia 1 e Abbadia 2.

Vengono parzialmente riutilizzate le vie cavi esistenti per il collegamento alla stazione elettrica esistente nella quale verrà realizzato un nuovo stallo AT per la connessione alle sbarre esistenti.

Il trasformatore TR2 verrà sostituito, assieme ai relativi stalli, da nuovo trasformatore a servizio sia dell’esistente Gruppo 3 sia del nuovo gruppo reversibile.

I 4 punti di connessione AT esistenti rimarranno inalterati a seguito del ripotenziamento ed il nuovo gruppo vi si allaccerà utilizzando l’esistente sbarra AT di stazione.

Da notare che non è previsto il funzionamento contemporaneo del nuovo gruppo reversibile con i tre esistenti e verrà quindi approntato un sistema di interblocchi che consenta il funzionamento dei gruppi esistenti solo a gruppo reversibile fermo e viceversa.