

# RICHIESTA DI VARIANTE SOSTANZIALE DELLA CONCESSIONE ALLA DERIVAZIONE IDRICA DAL FIUME TARO A RAMIOLA E PROGETTO DEL NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO DI MEDESANO

## PROGETTO DEFINITIVO



TITOLO ELABORATO

PROGETTO DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO

RELAZIONE IDRAULICA E SUGLI IMPIANTI IDRAULICI

ELABORATO

# RE05

SCALA

-

CODICE PROGETTO	2020-022	LIV. PROG.	02	CODICE ELAB.	2020-022-02-RE05	REVISIONE	-
-----------------	----------	------------	----	--------------	------------------	-----------	---

**PROGETTISTI:**

*Ing. Alberto Bizzarri*

*Arch. Gian Domenico Pedretti*

*Arch. Paola Cavallini*

*A+C\_ARCHITETTURA E CITTA' studio associato*

**RESPONSABILE STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE:**

*Ing. Nicola Mammi*

**GEOLOGIA:**

*Geol. Carlo Caleffi*

*Geol. Francesco Cerutti*

*ENGEO s.r.l.*

**IMPATTO ACUSTICO:**

*Dott. Matteo Melli*

*SYRIOS s.r.l.*

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA:**

*Ing. Angelo M. Zanotti*

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:**

*Ing. Daniele Scaffi*

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE
-	LUG 2020	Progetto Definitivo	Ing. A. Bizzarri	Ing. N. Mammi	Ing. D. Scaffi

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
2.	VERIFICHE IDRAULICHE DEL RIO CAMPANARA.....	4
3.	VERIFICHE IDRAULICHE DEL SISTEMA ADDUTTORE IN PRESSIONE .....	6

## 1. PREMESSA

La progettazione idraulica dell'impianto idroelettrico richiede che siano effettuate le seguenti verifiche idrauliche del suo funzionamento in condizioni di moto stazionario e vario (fig. 1):

- verifiche del moto permanente e vario lungo il Canale del Duca, nel tratto compreso fra Felegara e Medesano, alimentato da monte (opera di presa da Ramiola) da portate comprese fra 500 e 2500 l/s e da portate di piena in tempo di pioggia di piccoli bacini collinari, con derivazioni da 500 a 1500 l/s da parte di impianti idroelettrici e con scolmo delle portate di piena di bacini collinari nel Taro (località Ponte del Duca), nel rio Campanara (località Stazione ferroviaria di Medesano), nel Canalazzo (località Medesano): tali verifiche idrauliche sono riportate, insieme alle analisi idrologiche per la ricostruzione degli idrogrammi di piena, nella relazione idrologica, a cui si rimanda (paragrafo 4.1);
- verifiche idrauliche relative al transito delle piene nel rio Campanara; il rio Campanara a valle dell'attraversamento in sottopasso del Canale del Duca, in località Stazione ferroviaria di Medesano, presenta officiosità idraulica compatibile con la ricezione della relativamente modesta portata scolmata in tempo di pioggia del Canale del Duca; resta da considerare la verifica della pericolosità idraulica nel tratto arginato che fiancheggia l'area prescelta per la localizzazione della centrale idroelettrica; tale verifica, associata alle analisi idrologiche esposte nel paragrafo 4.2 della relazione idrologica, viene illustrata nel seguente paragrafo 2;
- verifiche in moto permanente del sistema adduttore dal manufatto di derivazione del Canale del Duca alla turbina; verifiche del comportamento dello stesso sistema adduttore nelle condizioni di moto vario (colpo d'ariete) che si possono instaurare lungo la condotta forzata a seguito di variazioni della portata derivata; scelta dei dispositivi di controllo del colpo d'ariete (paragrafo 3);
- verifica in moto permanente e vario delle canalizzazioni di scarico a valle della turbina, fino allo sbocco nel Canalazzo (paragrafo 4).

## 2. VERIFICHE IDRAULICHE DEL RIO CAMPANARA

Nel tratto arginato adiacente all'area della nuova centrale idroelettrica, il rio Campanara è arginato, e presenta una sezione pressoché uniforme con larghezza del fondo di circa quattro metri, in sommità di dieci metri, altezza 2,70 m e pendenza delle sponde 1/1; il profilo altimetrico è regolare, con pendenza di circa 3,8 m/km, e il tracciato planimetrico rettilineo.

Attualmente, solo il fondo, interessato da accumulo di sedimenti grossolani (ghiaia e ciottoli in prevalenza) è privo di vegetazione, mentre le sponde dell'alveo attivo, i coronamenti e le scarpate esterne degli argini sono invase da vegetazione infestante, con rari esemplari arborei di interesse naturalistico e paesaggistico.

Tali condizioni inducono a rappresentare la scabrezza dell'alveo con un coefficiente di scabrezza secondo Strickler C non superiore a 15.

Si possono quindi valutare in moto uniforme le seguenti officiosità dell'alveo del rio Campanara, riferite ad un franco di mezzo metro ed ai limiti della tracimazione sopra gli argini.

- Franco (m)	0,50	0,00
- Area della sezione = A (mq)	13,60	18,10
- Raggio medio = R (m)	1,34	1,56
- Coefficiente di resistenza $X = CR^{1/6} (m^{1/3}/s)$	15,74	16,15
- Velocità $V = X \sqrt{Ri}$ (m/s)	1,12	1,24
- Portata $Q = V * A$ (mc/s)	15,30	23,50

Nella relazione idrologica sono state valutate le seguenti portate di piena al colmo di ricorrenza venticinquennale e monosecolare  $Q_{25} = 36,4$  mc/s  $Q_{100} = 44,0$  mc/s.

Si può quindi concludere che nelle attuali condizioni l'alveo arginato del rio Campanara è in grado di smaltire verso il Taro con franco nullo una portata con tempo di ritorno inferiore a 25 anni.

Per ovviare alla carente officiosità idraulica, con rischio di esondazione con frequenza incompatibile per la sicurezza idraulica della stessa centrale, il progetto propone la realizzazione di interventi di mitigazione della pericolosità e del rischio, basata su un intervento di manutenzione dell'alveo, ispirata ai criteri fissati dal R.D. 523/1904, che pretendono la assenza di vegetazione arborea su parametri verso fiume degli argini e sui loro coronamenti, capaci di ostacolare o impedire le normali operazioni di monitoraggio delle sponde, di intervento per ovviare a dissesti gravitativi, a sifonamenti, a formazione di tane di animali e simili, ad erosione idrica, di svolgimento delle normali operazioni di polizia idraulica in fase di piena, con necessità di transito di mezzi d'opera, veicoli e personale tecnico lungo i coronamenti degli argini.

Per tale motivo, si propone:

- la eliminazione della vegetazione infestante dalle sponde dell'alveo attivo, mantenendo esclusivamente gli esemplari isolati di alto fusto meritevoli di conservazione per la loro valenza dal punto di vista naturalistico e paesaggistico;
- la eliminazione della vegetazione cresciuta sui coronamenti arginali, con gli stessi criteri di selezione degli esemplari meritevoli di tutela esposti in precedenza sulle sponde, in modo da ricavare, almeno sull'argine

sinistro, una pista di larghezza di almeno due metri. Il taglio selettivo è previsto anche sulla sponda lato campagna dell'argine in sinistra idrografica, al fine di consentire le operazioni di manutenzione;

- la asportazione di venti centimetri di materasso alluvionale dal fondo dell'alveo, utile sia per incrementare la sezione bagnata e la officiosità idraulica, che per recuperare inerti per la realizzazione di piste di facile transito sul coronamento dell'argine sinistro che ai suoi piedi, lungo la fascia di rispetto di proprietà pubblica.

Con questo intervento, la sezione corrente dell'alveo attivo viene modificato, assumendo le seguenti caratteristiche idrauliche:

- Franco (m)	0,50	0,00
- Area delle sezioni (mq)	14,40	18,85
- Contorno bagnato (m)	10,40	11,80
- Raggio medio (m)	1,38	1,60
- Coefficiente di resistenza X ( $m^{1/3}/s$ )	31,70	32,40
- Velocità (m/s)	2,29	2,53
- Portata (mc/s)	33,10	47,60

Nella configurazione di progetto, l'alveo è in grado di trasferire verso valle con franco di 0,50 m una portata di piena con tempo di ritorno poco inferiore a 25 anni; con franco nullo il tempo di ritorno sale a 100 anni.

Si può quindi concludere che l'intervento proposto di rimozione della vegetazione infestante dalle sponde dell'alveo attivo e di asportazione dal fondo di 20 cm sedimenti grossolani comporterebbe una grande riduzione del rischio idraulico, che diverrebbe ancor più significativa con un sovrizzo dell'argine di mezzo metro, associato ad un ringrosso arginale verso campagna, almeno nel tratto ove i terreni risultano già di proprietà dello Stato italiano.

### 3. VERIFICHE IDRAULICHE DEL SISTEMA ADDUTTORE IN PRESSIONE

Il sistema adduttore è costituito da (Fig. 1):

- il manufatto realizzato per lo scolmo degli eccessi di portata del Canale del Duca nel Canalazzo; servito a monte dallo sgrigliatore a pulizia meccanica; il manufatto, in serie lungo il Canale del Duca, è dotato di una paratoia piana a valle di regolazione della portata rilasciata al Canale del Duca, di una soglia sfiorante in sponda sinistra di sicurezza, con quota dello stramazzo laterale a 120,60 m s.m., da una griglia grossolana anti intrusione, da uno sfioratore in sponda destra raccordato da un convergente ad una condotta in PRFV DN1500 lunga circa 840 m; l'alimentazione da monte della condotta è regolata da due paratoie in serie, di cui una con apertura-chiusura comandate dalla turbina proposta al termine della condotta;
- la condotta in PRFV DN1500 PN10, con profilo longitudinale decrescente da quota dell'asse 117,05 m s.m. a 98,65 m s.m. allo sbocco nella vasca di dissipazione del carico posto in sponda sinistra dell'alveo arginato del rio Campanara, entro l'area;
- la condotta in PEAD DN800 collegata alla condotta DN1500 in corrispondenza della sua sezione terminale e mantenuta in pressione dalla stessa, in modo da conservare il carico necessario per il riempimento degli invasi stagionali ad uso irriguo (per il continuo rinnovo delle acque invasate); per la modestia della portata in transito, che si aggiungerebbe a quella dell'impianto idroelettrico, e per il breve periodo occorrente per il riempimento degli invasi, l'effetto della maggiore portata da derivare in tale periodo dal canale del Duca può ritenersi trascurabile nel calcolo della produzione annua di energia; si è già precisato che in conseguenza della scelta di posare 120 m circa di condotta DN800 in PEAD entro il tratto iniziale di canaletta, sarà necessario ricostruire una nuova canaletta in sostituzione di quella inutilizzabile;
- la condotta DN800 in acciaio anch'essa collegata alla condotta DN1500 in PRFV all'altezza della sua sezione terminale con profilo ascendente fino alla quota di imbocco della turbina ad azione tipo Banki; al termine di tale condotta è posta la valvola di macchina asservita all'impianto oleodinamico, il quale permette in caso di interruzione del collegamento dell'alternatore alla rete Enel MT di rallentare la manovra di chiusura compatibilmente con le esigenze di corretto funzionamento del gruppo turbina-alternatore in velocità di fuga e di contenimento della sovrappressione di colpo d'ariete entro il limite stabilito da D. M. del 12.12.1985.



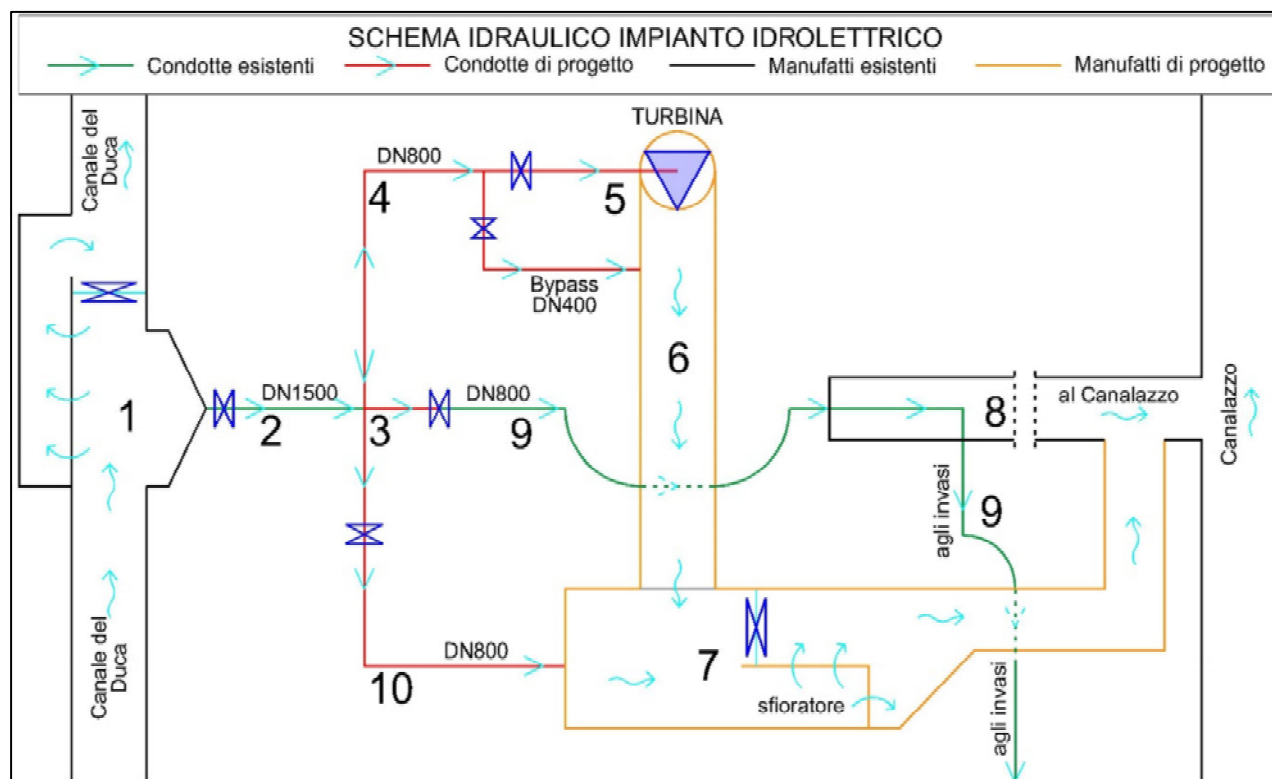


FIGURA 3-1: SCHEMA IDRAULICO IMPIANTO IDROELETTRICO

Si riportano nel seguito le grandezze di interesse per il calcolo del colpo d'ariete nella condotta adduttrice DN1500 in PRFV esistente, sollecitata da variazioni della portata dovuta a manovre della turbina e delle valvole di regolazione:

- diametro nominale della condotta:  $D = 1,50 \text{ m}$ ;
- lunghezza della condotta:  $L = 840 \text{ m}$ ;
- spessore della condotta:  $s = 6,1 \text{ mm}$ ;
- celerità di propagazione delle onde di colpo d'ariete, considerando la maggior rigidezza conferita dal terreno di rinfiaccio e di ricoprimento:  $a = 1000 \text{ m/s}$ ;
- tempo critico (per andata e ritorno del colpo d'ariete):  $T_c = 2L/a = 2 \cdot 840/1000 = 1,68 \text{ s}$ ;
- portata massima:  $Q = 1,5 \text{ mc/s}$ ;
- velocità massima:  $Q/(\pi D^2/4) = 1,5/(3,14 \cdot 0,72^2) = V = 0,922 \text{ m/s}$
- sovraccarico di colpo d'ariete per chiusura "brusca" (con tempo di manovra inferiore a  $T_c$ ):  

$$\Delta H = a \cdot \Delta V/g = 1000 \cdot 0,922/9,81 = 94 \text{ m}$$

Tale sovraccarico non risulta compatibile con il massimo sovraccarico di 30 m di c.a. ammesso dal D. M. del 12.12.1985 per condotte caratterizzate da pressioni statiche di esercizio inferiori a 6 bar; la somma del sovraccarico e del carico statico nella sezione inferiore della condotta, all'ingresso in centrale, pari a circa 23 m, per un totale di circa 117 m è inoltre incompatibile con la resistenza della condotta in PRFV, caratterizzata da pressione nominale di 10 bar.

Viene quindi richiesta l'adozione di dispositivi antiariete per limitare la pressione massima all'interno della condotta ed il sovraccarico per manovra accidentale di chiusura brusca, di durata inferiore a  $T_c = 1,68 \text{ sec}$ .

Per il rispetto delle norme vigenti, è quindi necessario prevedere accorgimenti rivolti a contenere entro valori tollerabili i sovraccarichi di colpo d'ariete.

Poiché il gruppo turbina-alternatore prescelto può sopportare il funzionamento fuori giri in caso di distacco dalla rete ENEL per un periodo di tempo anche superiore a 20 secondi, è possibile dotare il sistema di una valvola di macchina asservita ad un contrappeso e ad un impianto oleodinamico, che in mancanza di alimentazione di energia dalla rete ENEL, consenta l'esecuzione della manovra di chiusura della valvola stessa in almeno 20 secondi; essendo tale tempo superiore a dieci volte il tempo critico, e quindi a 19,6 secondi, la manovra risulta essere "lenta" e quindi tale da generare sovraccarichi molto piccoli e, di fatto, trascurabili.

Analoghe considerazioni possono essere espone nel caso di manovre comandate, quali quelle di avvio della turbina, che possono avvenire con durate programmate, senza alcun rischio di manovre "rapide".

Avendo escluso la possibilità di manovre rapide di avvio e arresto della turbina, è possibile controllare anche i fenomeni di depressione della condotta, con eventuale rottura della vena liquida e suo ripristino, con conseguente sovrappressione; per far fronte ad eventuali depressioni del vertice alto della condotta, si conferma comunque la previsione di installare presso il vertice stesso una seconda paratoia piana comandata dalla centrale, in appoggio a quella esistente, nonché un dispositivo di rientrata d'aria a valle della stessa, con sommità a quota superiore a quella del pelo libero massimo nella vasca di carico ricavata entro il Canale del Duca.

Resta da considerare il funzionamento in moto permanente e vario (indotto da variazioni della portata della turbina) della canaletta in C.A. 1,20 \*1,20 per lo scarico della portata turbinata nel Canalazzo; tale canaletta è da tempo in funzione per il trasferimento di 1500 l/s dal Canale del Duca al Canalazzo per usi irrigui e per lo scolmo di portate di piena nel fiume Taro, utilizzando una piccola vasca di smorzamento a pelo libero per la dissipazione del carico a valle della condotta in PRFV DN1500; del sistema esistente resterà in funzione solo il tratto terminale della canaletta, per uno sviluppo di circa 700 m, mentre il tratto iniziale, per circa 120 m e la vasca di smorzamento in terra, saranno sostituiti da una canaletta in C.A. 1,20\*1,20 accostata a quella esistente, da utilizzare per l'alloggiamento della condotta DN800 in PEAD di alimentazione dell'invaso stagionale N4; la vasca di smorzamento sarà sostituita da una vasca in C.A. in ipogeo, accostata alla parete meridionale della centrale ed utilizzata anche come ricettore della canaletta di scarico della turbina e come vasca di smorzamento dei transitori di macchina, al fine di contenere la formazione di moto ondoso nella canaletta 1,20 \*1,20; i transitori saranno comunque molto attenuati, per effetto del funzionamento dei dispositivi di controllo del colpo d'ariete previsti per evitare manovre "brusche" di variazione di portata della turbina; una terza condotta DN800 in PEAD collegherà la vasca di smorzamento al nodo di partizione della portata in arrivo attraverso la condotta DN1500 fra le tre condotte DN800 di progetto e completerà la nuova linea di by-pass della centrale idroelettrica esistente.

Si riportano nel seguito i dati relativi al funzionamento della canaletta in C.A. 1,20\*1,20 m per una portata di 1500 l/s:

- sezione canaletta: 1,20\*1,20 m;
- sviluppo longitudinale: 805 m;
- pendenza di fondo:  $1,92/805 = 2,4 \text{ m/km}$ ;
- scabrezza delle pareti secondo Strickler:  $C = 90$
- tirante idrico: 0,63 m;
- sezione bagnata: 0,756 mq;
- raggio medio: 0,307 m;



- coefficiente di resistenza:  $73,9 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- velocità:  $1,24 \text{ m/s}$ ;
- portata:  $1,5 \text{ mc/s}$ .

La portata di progetto defluisce quindi con un tirante idrico di  $0,63 \text{ m}$  e con un franco di  $0,57 \text{ m}$ , in grado di contenere le altezze delle onde generate a monte dai transitori di centrale attenuati dalla capacità di invaso della vasca di smorzamento e dai dispositivi collocati a valle della stessa (paratoia piana e sfioratore di sicurezza).