

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE

*Department of Civil, Environmental and Architectural Engineering*

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Civile



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**TESI DI LAUREA**

**L'OPERA DI PRESA DI NERVESA DELLA BATTAGLIA (TV)**

Relatore: Chiar.mo Prof. Andrea Defina

Laureando: Davide Faggioni

**ANNO ACCADEMICO 2021-2022**



# INDICE

INTRODUZIONE.....	1
1. LE OPERE DI PRESA.....	3
2. OPERA DI PRESA DI NERVESA DELLA BATTAGLIA (TV).....	13
2.1. LA STORIA.....	17
2.2. CONFIGURAZIONE ATTUALE DELL'OPERA DI PRESA.....	29
2.3. UTILIZZO IRRIGUO DELL'OPERA DI NERVESA.....	39
2.4. UTILIZZO IDROELETTRICO DELL'OPERA DI NERVESA.....	43
2.5. MANUTENZIONE E SOSTITUZIONI.....	53
3. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	57



## INTRODUZIONE

Oggetto della presente tesi è l'**opera di presa di Nervesa della Battaglia**, situata nell'omonimo comune in provincia di Treviso, la quale è un'opera di presa fluviale che garantisce l'approvvigionamento d'acqua per scopi irrigui e di produzione di energia elettrica nella propria area di competenza del comprensorio del Consorzio di Bonifica Piave, dal quale essa è gestita.

L'area complessiva irrigata grazie all'opera di Nervesa è di circa 17250 ettari e si suddivide in superficie irrigata mediante sistema a scorrimento e superficie irrigata con sistema a pioggia.

L'opera di Nervesa fornisce la portata necessaria alla produzione di energia elettrica, mediante il funzionamento di 11 centraline. Una di queste è la recente centrale idroelettrica, realizzata in corrispondenza dell'opera di presa tra il 2014 e il 2017, la quale sfrutta il salto geodetico di 5,1 m che c'è tra monte e valle dell'opera stessa. La centrale è munita di turbina Kaplan e generatore sincrono e garantisce una producibilità media annua di 3.400.000 KWh/anno.

Nella seguente figura viene riportata una fotografia dall'alto dell'intera opera:



**Figura 1.** Vista dall'alto dell'opera di presa di Nervesa della Battaglia (TV)



# 1. LE OPERE DI PRESA

Prima di approfondire l'argomento in questione è necessario sapere cosa siano le opere di presa e quale sia lo scopo della loro realizzazione.

Le opere di presa sono serie di impianti che permettono di prelevare l'acqua dai cicli naturali e generalmente si trovano lontane dai centri abitati. Tali opere rappresentano la prima parte di un sistema d'acquedotto. Con il termine *acquedotto* si fa riferimento quell'insieme di opere necessarie per prelevare, se necessario trattare, trasferire, immagazzinare e distribuire acqua alle utenze, quale che sia il suo utilizzo. Gli usi relativi agli impianti di acquedotto possono essere raggruppati e definiti nella seguente classificazione fornita dalla vigente normativa:

- *Uso civile potabile*: Relativo al consumo da parte dell'uomo (cucina e relative apparecchiature di lavaggio, igiene, beverini, fontane nel caso di ugelli raggiungibili dalle persone senza il superamento di transenne, piscine);
- *Uso civile domestico non potabile*: Relativo alle acque di lavaggio dei vasi igienici, innaffiamento di giardini, impianti di condizionamento e di riscaldamento e ai vari impianti tecnologici solitamente relativi agli edifici civili;
- *Uso agricolo*: Relativo all'uso d'irrigazione e all'uso zootecnico e ittologico;
- *Uso produttivo*: Relativo all'uso industriale e dei settori commerciale e terziario per la parte non potabile, comprende inoltre le acque di processo riciclate per la produzione di forza motrice, energia elettrica ed energia termica, per l'accumulo di energia con impianti di pompaggio, per il raffreddamento delle centrali termonucleari e termoelettriche o altre macchine destinate alla produzione;
- *Altri usi*: Sono relativi a varie attività, ad esempio il lavaggio di strade, l'innaffiamento del verde pubblico e degli impianti sportivi, la bonifica per colmata, per gli idranti con funzione antincendio, per le acque destinate alla conservazione dell'ecosistema e quelle destinate alla ricarica delle falde, ecc.

Le dimensioni delle opere del sistema d'acquedotto sono strettamente legate alle quantità d'acqua necessarie per soddisfare la domanda idrica e alla loro variazione nel tempo,

mentre le caratteristiche e proprietà richieste dalle acque e dalle opere che costituiscono il sistema stesso cambiano in funzione della loro destinazione d'uso. L'architettura e la composizione nell'impianto delle varie parti possono essere molto diverse in relazione ad importanti fattori: il valore della portata derivata e la destinazione d'uso delle acque, il rapporto che le singole opere hanno con il territorio da attraversare e con quello da servire e i tipi di opere, di completamento e accessorie, che caratterizzano le varie funzioni richieste dalle utenze poste a valle del sistema.

Nell'ambito dei diversi modi di effettuare il servizio acquedottistico, normalmente l'*uso civile*, specialmente nel caso di uso domestico nei centri abitati, è il modo che presenta le maggiori difficoltà, sia per quanto riguarda il rifornimento (captazione o presa) che per quanto riguarda la distribuzione dell'acqua destinata all'uso domestico nei centri abitati (adduzione e rete di distribuzione). Nel caso invece di sistemi d'acquedotto riferiti agli altri usi, ad esempio quello irriguo, che hanno comunque l'obiettivo della distribuzione, seppur caratterizzati spesso da dimensioni più consistenti degli impianti stessi, possono tuttavia derivarsi con relativa facilità, dal punto di vista idraulico, se paragonati ai sistemi destinati al servizio d'uso potabile.

Come accennato in precedenza, oltre al fattore quantità, un secondo aspetto, di fondamentale importanza, riguarda il fattore qualità, ovvero le caratteristiche dell'acqua prelevata. L'opera di presa deve infatti essere in grado di garantire anche una qualità adeguata delle acque destinate all'utilizzo umano; quindi queste ultime dovranno essere sottoposte ad una continua indagine riguardo la loro provenienza e un costante controllo delle loro qualità, considerando il fatto che le analisi da effettuare alla fonte si protraggano per un periodo di tempo di almeno 15 mesi, in modo da cogliere l'influenza delle variazioni stagionali e climatiche nell'ambito di un completo ciclo idrologico. I controlli devono essere condotti alla presa, ma anche agli impianti di adduzione, a quelli di accumulo, a quelli di potabilizzazione e alla rete di distribuzione.

I parametri presi in considerazione variano in base al tipo di controllo e normalmente esso prevede analisi di tipo:

- batteriologico: analisi effettuata per la ricerca di microrganismi fecali, in particolar modo dell'*Escherichia coli*, il quale è sempre presente nell'intestino umano.

L'eventuale acqua contaminata rischia di fungere da vettore per organismi patogeni;

- virologico: è un tipo di analisi molto più complessa della precedente e generalmente viene effettuata a seconda delle possibilità locali. Solitamente si ritengono sufficienti per inattivare i virus: un trattamento di clorazione oppure uno di ozonizzazione;
- biologico: necessaria per la quantificazione del plancton di origine vegetale e animale, il quale può influire sulle qualità di tipo organolettico delle acque e contenere batteri patogeni e virus;
- radiologico: analisi effettuate per misurare il livello di radioattività, la quale può essere di origine naturale (acqua profonda) oppure dovuta allo scarico di sostanze inquinanti sulle acque superficiali;
- chimico-fisico: sono analisi che hanno diverse finalità: ad esempio possono essere utili ad individuare le caratteristiche organolettiche (sapore, torbidità, colore, odore). Hanno valore complementare per l'analisi di tipo batteriologico, servono inoltre a verificare che particolari sostanze chimiche siano nei limiti ammissibili, soprattutto quelle ritenute tossiche, come piombo, arsenico, cromo, mercurio ecc.

Oltre alle osservazioni di prassi elencate, le caratteristiche delle acque sono da controllare anche in occasione di eventi climatici particolari che possano influire su di esse: siccità prolungata, forti precipitazioni, scioglimento delle nevi, ecc. In aggiunta alle verifiche sulla potabilità, è importante controllare anche l'eventuale aggressività chimica delle acque sui materiali utilizzati per la realizzazione di condotte e di opere accessorie e quelle dei terreni nei quali le condotte sono posate, i quali possono condizionare la scelta del tipo di cemento da utilizzare nei manufatti o nelle condotte di calcestruzzo.

Vi sono numerose e diverse fonti naturali da cui prelevare l'acqua per l'uso acquedottistico, sostanzialmente raggruppabili in tre gruppi: prese da **sorgente**, prese da **acque sotterranee** e prese da **acque superficiali**.

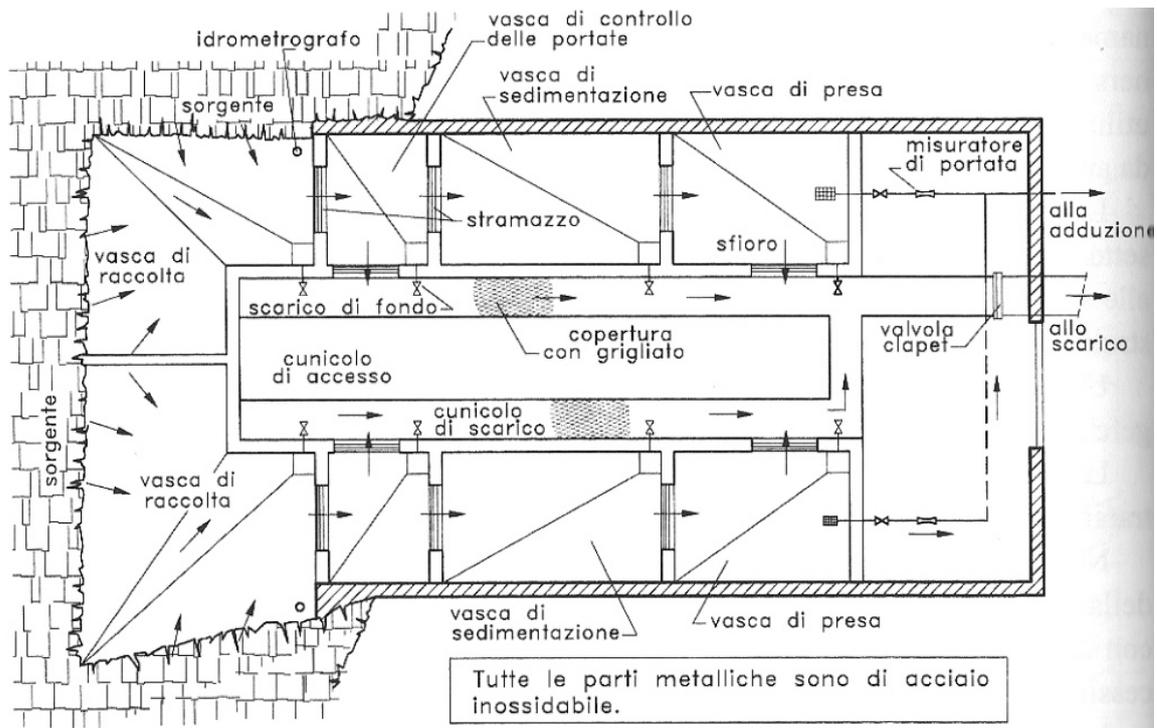
L'acqua proveniente dalle **sorgenti** è in genere di grande pregio per l'uso potabile. Questa caratteristica è dovuta al lungo soggiorno dell'acqua nel sottosuolo, ai processi di filtrazione naturale che essa subisce, i quali le conferiscono elevate e gradevoli proprietà: per temperatura, qualità e a volte anche per contenuto di salutari sostanze minerali. Le acque

sorgive, a causa della loro provenienza da un percorso sotterraneo molto vario per modi e strutture permeabili del sottosuolo, emergono in genere nei luoghi nei quali la superficie topografica incontra una falda freatica o artesianica appoggiata a uno strato impermeabile, affiorante ma, in alcuni casi, anche profondo, caratterizzato quindi da diverse modalità di sbocco a giorno. La captazione della sorgente richiede alcune particolari attenzioni, con lo scopo di evitare che essa possa essere esposta a possibili inquinamenti e che i magisteri e le opere per la sua derivazione possano modificare il suo stato. L'opera di presa in questo caso è costituita in primo luogo da un cunicolo che dovrà essere ben incassato nella roccia in sito, il quale convoglierà le acque sorgentizie in un edificio denominato bottino di presa nel quale sono contenute tutte le vasche e le apparecchiature che danno origine all'acquedotto.

Le vasche principali sono:

- Vasca di raccolta: vasca nella quale convogliano le acque direttamente raccolte dalla sorgente. Al suo interno è disposto un idrometrografo che consente di misurare la portata fornita dalla sorgente stessa;
- Vasca di controllo: vasca dotata di doppio sfioratore per avviare la portata derivata (prevista) alla vasca successiva (vasca di calma) e la portata in eccesso allo scarico;
- Vasca di calma o di sedimentazione: vasca che assolve al compito di trattenere tutte le piccole quantità di sabbia che l'acqua può trasportare con sé.
- Vasca di carico o di presa: vasca che contiene l'innesto con le tubazioni che danno origine alle opere di adduzione, in particolare essa è dotata di uno sfioratore e di una succhieruola, dopo la quale parte la condotta per l'adduzione. Prima dell'uscita dall'edificio sono disposti una saracinesca e un misuratore di portata.

Nella seguente figura è possibile vedere la disposizione degli elementi che compongono un'opera di captazione da sorgente:



**Figura 2.** Opera di presa da sorgente

Tutte queste vasche devono essere munite di uno scarico di fondo, per permettere lo svuotamento delle stesse in caso di interventi di manutenzione o pulitura, e di scarichi di troppo pieno tramite degli sfioratori, i quali hanno la funzione di eliminare la quantità d'acqua in eccesso emunta.

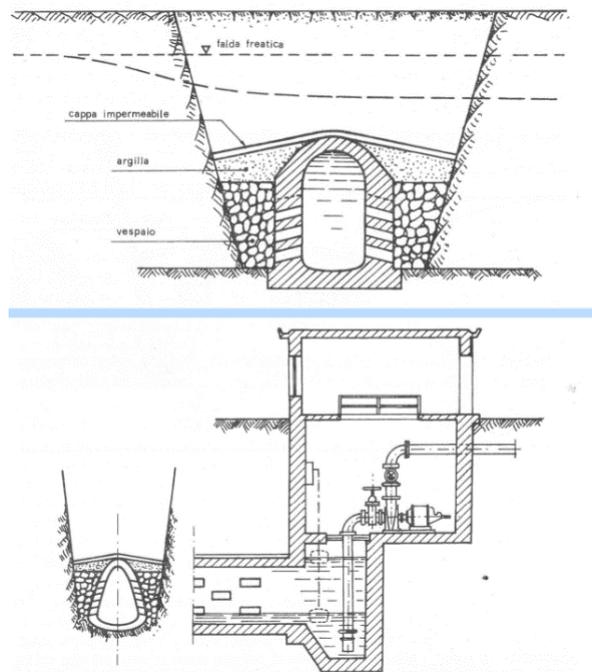
La presa da **acque sotterranee** rappresenta una metodologia di approvvigionamento di particolare importanza per quanto riguarda gli acquedotti a servizio dei centri abitati. Le acque scorrono nel sottosuolo con due modalità:

- A superficie libera: altrimenti detta falda freatica, caratterizzata da acque che però si rivelano essere in molti casi sospette per possibili percolamenti di sostanze nocive dalle superfici esterne;
- A pressione: detta anche falda artesianiana, solitamente caratterizzata da acque di elevato pregio per caratteristiche di temperatura e qualità.

In genere, comunque, le acque sotterranee sono ritenute di qualità elevata poiché il deflusso avviene attraverso un continuo e sistematico processo di filtrazione nel terreno, con il pregio di essere quindi delle acque che generalmente presentano una protezione

termica e da esposizione a contaminazioni esterne. La presa di acque sotterranee avviene con diverse modalità, soprattutto in relazione al valore della portata da derivare e dell'uso a cui è destinata la risorsa. Sostanzialmente i modi sono due: attingendo l'acqua dalla falda con l'utilizzo di un collettore o di una galleria filtrante, oppure con uno o più pozzi infissi nella falda stessa. L'attingimento dalla falda con un collettore o galleria viene per lo più utilizzato nel caso di falde freatiche a profondità limitata, così da determinare un frequente trattamento di potabilizzazione.

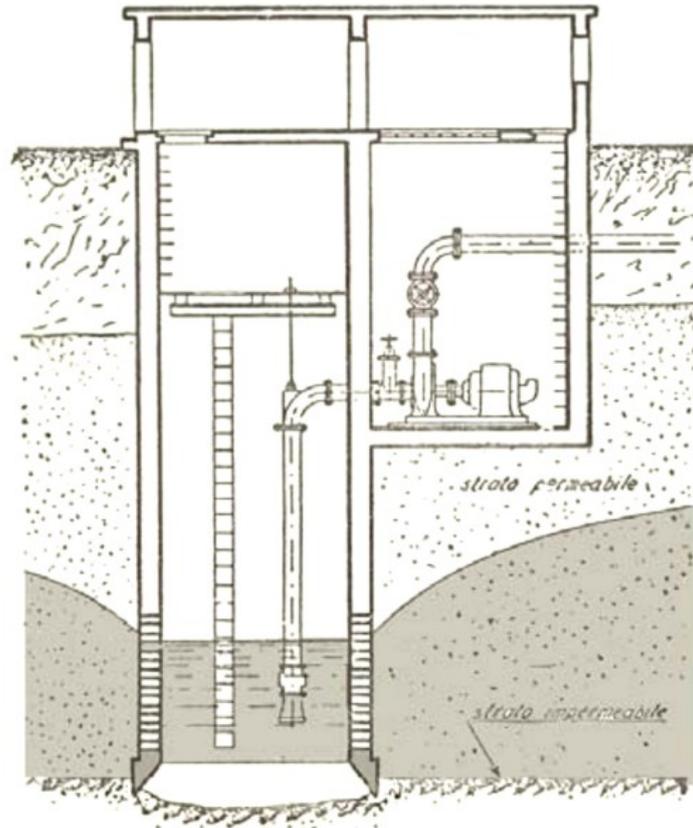
La figura che segue mostra in sezione una galleria filtrante:



**Figura 3.** Galleria filtrante

L'impiego di pozzi invece rappresenta la normalità per quanto concerne gli attingimenti da falde artesiane, le quali possiedono acque che, come già accennato, nella quasi totalità dei casi, presentano caratteristiche e proprietà adatte all'uso potabile.

La figura sotto mostra in sezione un'opera di captazione mediante pozzo, in questo caso pozzo autoaffondante:



**Figura 4.** Pozzo autoaffondante

La presa da **acque superficiali** si utilizza nel caso in cui non sia possibile disporre delle fonti precedentemente descritte oppure sia richiesta una quantità di acqua molto elevata, per cui difficilmente ottenibile attraverso i metodi usuali, si ricorre solitamente alle acque superficiali.

I modi di derivazione sono sostanzialmente correlati alla tipologia della fonte:

- derivazione diretta nella situazione in cui l'acqua sia derivata da lago, fiume o torrente;
- pozzi o gallerie filtranti praticate in campagna o in goleni, se l'acqua viene captata da falda freatica.

Riguardo alle acque direttamente derivate è necessario un opportuno trattamento per la potabilizzazione o comunque un trattamento adeguato all'utilizzo a cui sono destinate. Le analisi da svolgere devono essere in grado di stabilire la quantità di acqua disponibile per la derivazione, ma soprattutto la qualità dell'acqua derivata, definendone la variabilità in

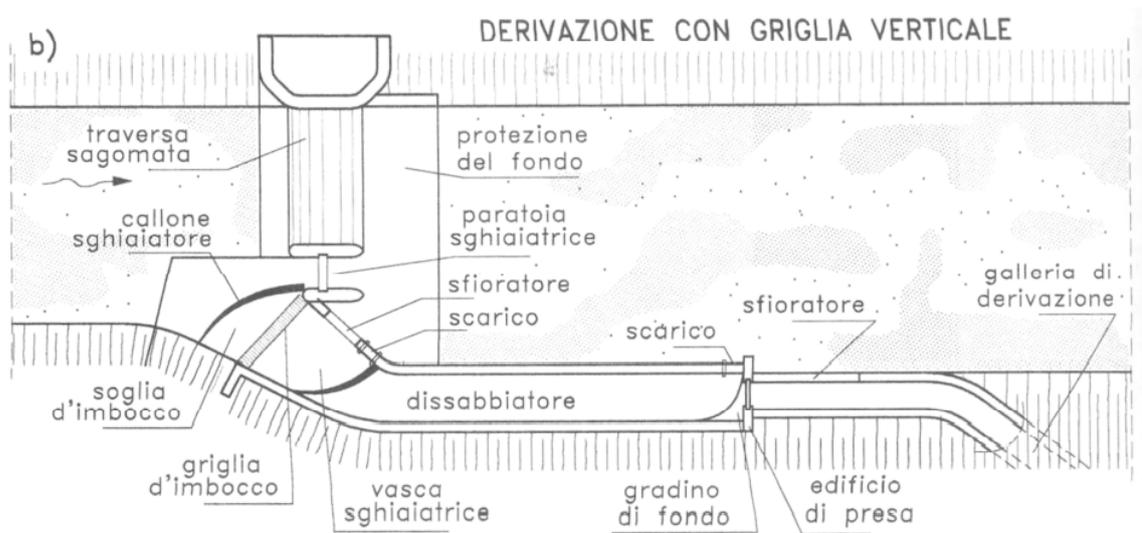
una scala temporale sufficientemente estesa. A questo scopo un ruolo fondamentale è rivestito dalla cosiddetta storia del corso d'acqua, con particolare riferimento a quelle che sono le sue vicende estreme, le piene o le magre, e a quelle normali, ovvero, portate medie, quote idrometriche e le concentrazioni di elementi significativi. Importante è anche l'assetto morfologico del corso d'acqua, sia da un punto di vista progettuale, per gli elementi che andranno a costituire l'opera di presa, sia dal punto di vista della gestione, con l'ipotesi, ad esempio, di sospendere la derivazione dell'acqua una volta raggiunta una certa quantità prestabilita.

Le fonti superficiali vengono classificate in diverse categorie, principalmente in relazione alla quantità di acqua che essi ospitano e alla variabilità degli stati idrometrici. Generalmente le acque dei torrenti di montagna, o comunque che si trovano ad alta quota, garantiscono, per ovvie ragioni, una qualità e una costanza della portata dell'acqua solitamente migliori rispetto alle corrispettive dei corsi d'acqua di pianura o del tratto di quota medio-basso; pertanto, l'utilizzo delle acque di questi ultimi raramente viene adottato, se non in caso di alimentazione di acquedotti industriali. Generalmente le prese da acque superficiali si dividono in tre gruppi: prese da torrente, prese da fiume e prese da laghi.

La *presa da torrente* è realizzata attraverso il posizionamento di una traversa di modeste dimensioni, sulla cui soglia è posizionata una griglia generalmente orizzontale attraverso la quale l'acqua viene inviata in un canale costruito all'interno della traversa stessa. Questo tipo di opere sono considerate quelle più semplici tra quelle di derivazione e di norma sono utilizzate nel caso di bacini di superficie inferiore o uguale a 30 km<sup>2</sup>. L'acqua viene convogliata in una vasca di raccolta, alla quale, in genere dopo una paratoia, fa seguito una vasca di sedimentazione che serve per l'eliminazione di particelle grossolane.

La *presa da fiume* può essere effettuata in diversi modi, il primo è quelle mediante la costruzione di una traversa, nella quale valgono le stesse dinamiche del caso della presa da torrente, il secondo riguarda l'utilizzo di sifoni, i quali vengono posti "a cavaliere d'argine", e talvolta avviati mediante l'utilizzo di pompe intubate o di un'adeguata stazione. Un modo alternativo di derivare le acque fluviali è quello di attingere dalla falda freatica alimentata dal corso d'acqua, mediante l'uso di uno o più pozzi o di gallerie filtranti.

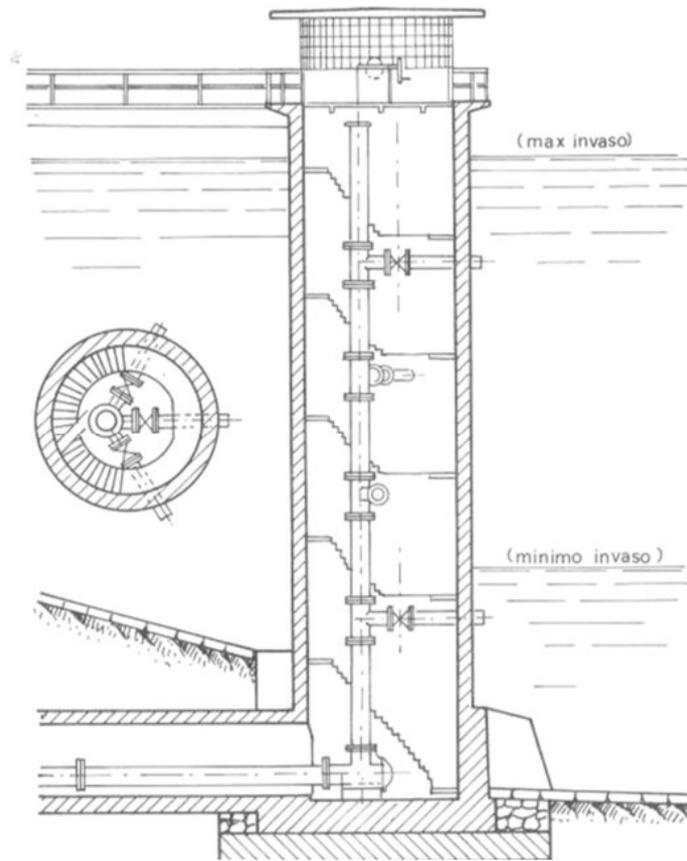
La figura seguente mostra una derivazione da fiume, in questo caso con griglia verticale:



**Figura 5.** Derivazione fluviale con griglia verticale

Nel caso di *lago* l'opera di presa è costituita da una torre all'interno della quale sono disposte le prese a varie quote, la scala di accesso, le tubazioni ecc. La torre può essere raggiunta mediante galleria esterna o ponte. Generalmente la torre di presa ha diametro non inferiore ai 4 m e la sua stabilità, rispetto al galleggiamento, è data dal peso proprio oppure mediante ancoraggio al terreno attraverso dei tiranti.

L'immagine che segue mostra la torre di un'opera di presa da lago:



**Figura 6.** Opera di presa da lago

## 2. L'OPERA DI PRESA DI NERVESA DELLA BATTAGLIA (TV)

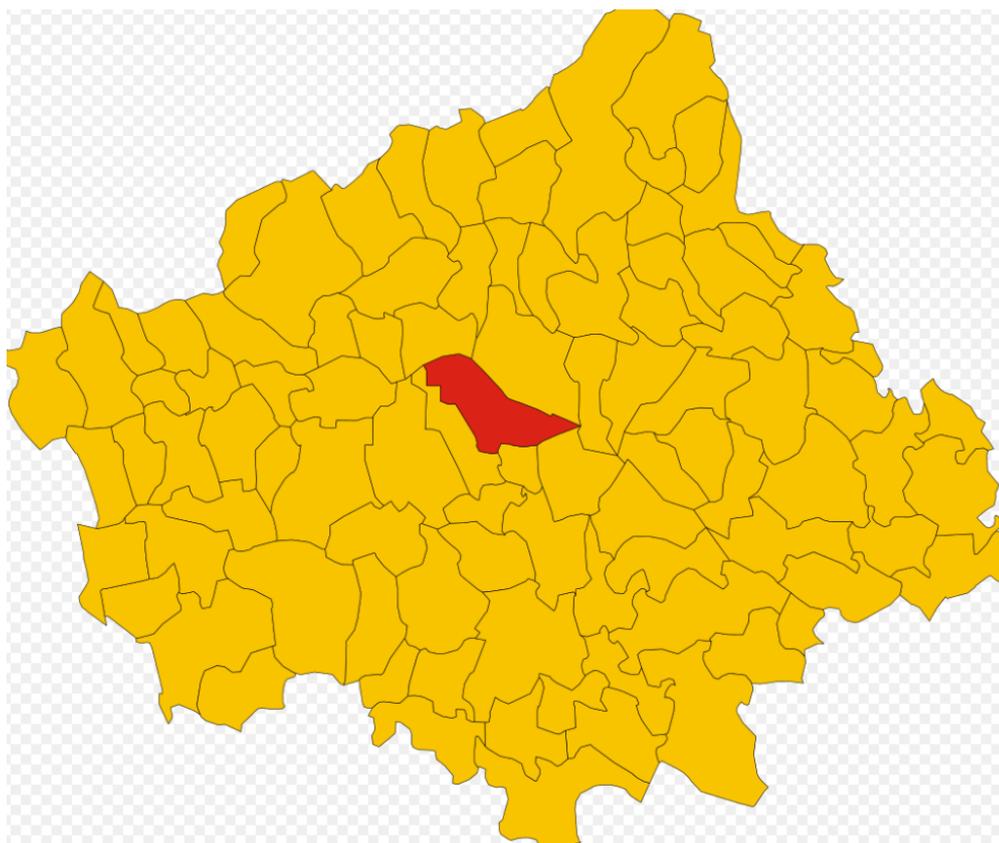
L'oggetto principale della presente tesi è l'**Opera di Presa di Nervesa della Battaglia**, la quale fa parte delle principali opere di derivazione sul fiume Piave.

L'opera si trova nel Nord-Est dell'Italia a Nervesa della Battaglia, comune di circa 6500 abitanti in provincia di Treviso, in Veneto, il quale occupa una superficie di circa 35 km<sup>2</sup> ed è delimitato ad oriente dal fiume Piave.

Nelle due figure seguenti è possibile individuare la posizione geografica del territorio del comune di Nervesa nella penisola italiana e nella provincia trevigiana:



**Figura 7.** Posizione di Nervesa della battaglia in Italia



**Figura 8.** Posizione del comune di Nervesa nella provincia di Treviso

L'opera di presa di **Nervesa** è costituita da uno sbarramento sul Piave, che permette la derivazione di una portata dalle acque del fiume, a cui si aggiungono le acque che arrivano dal canale Castelletto-Nervesa, destinata ad uso *irriguo* ed *idroelettrico* nel Canale della Vittoria e da quest'ultimo, attraverso i tre canali Priula, Ponente e Piavesella, che si trovano circa 800 m a valle dell'opera di presa stessa, inviata all'interno di un reticolo idrografico artificiale.

La figura sotto mostra il territorio a Nord dell'opera di presa, nel quale si trova il canale Castelletto-Nervesa:



**Figura 9.** Vista dall'alto della zona a Nord dell'opera

Nella figura seguente, invece, viene mostrato il territorio a sud dell'opera di presa, con il Canale della Vittoria, il Canale della Priula, il Canale di Ponente, la Piavesella e il centro abitato di Nervesa:



**Figura 10.** Vista dall'alto della zona a Sud dell'opera

Le acque che interessano il canale di Ponente vengono utilizzate esclusivamente a fini di irrigazione, mentre le acque che interessano i Canali Priula e Piavesella sono principalmente utilizzate a scopo di produzione di energia elettrica.

Il manufatto utilizzato per la derivazione è costituito sostanzialmente da una traversa sagomata in parete grossa, con una configurazione planimetrica ad arco, affiancata sulla destra orografica da due luci regolabili presidiate da due paratoie, dette Galileo1 e Galileo2 (dal nome della ditta costruttrice), le quali sono composte nella parte superiore da paratoie a ventola e nella parte inferiore da paratoie a ghigliottina.

La traversa ha principalmente lo scopo di garantire l'opportuno livello d'acqua nel fiume nella zona di presa, in modo da riuscire derivare le portate concesse dall'opera di presa posizionata a monte del Canale della Vittoria.

## **2.1 LA STORIA**

Le origini delle opere per lo sfruttamento delle acque del fiume Piave nel territorio di Nervesa della battaglia risalgono a tempi relativamente lontani. Infatti, i primi cenni storici che testimoniano una richiesta di derivazione dal Fiume Piave in località Sasso del Corvo, situata leggermente a Nord della zona di Nervesa, risalgono al 26 giugno 1395.

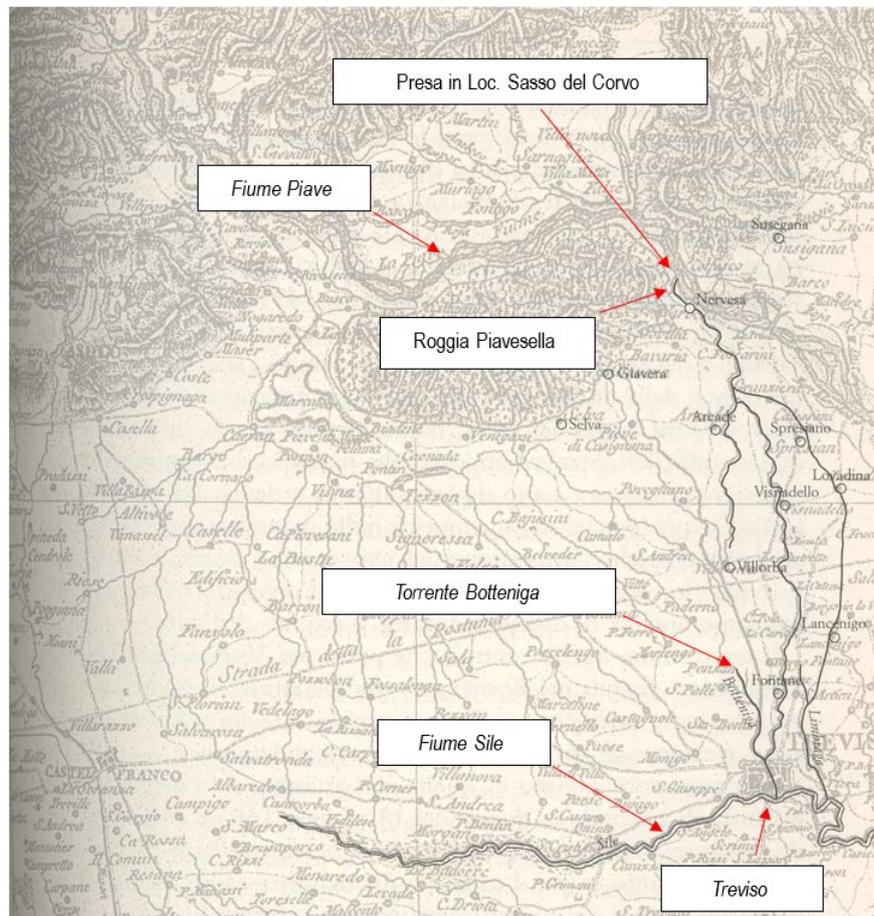
L'eventuale realizzazione di una roggia avrebbe con ogni probabilità alimentato un mulino ed una segheria.

### ***2.1.1 Progetto di derivazione a scopo commerciale***

Il primo progetto effettivo per la costruzione di un nuovo canale viene però attuato solo attorno al 1450 ad opera del nobile, che svolgeva inoltre la funzione di notaio, Michele da Villorba, il quale in collaborazione con i villaggi di Nervesa, Villorba, Giavera, Bavaria, Arcade, Spresiano, Fontane, Visnadello, Lancenigo e Limbrada, propose l'allargamento della roggia Piavesella di Nervesa fino alla confluenza nel fiumicello Limbraga, di origine risorgiva il quale si getta nel fiume Sile, situato a est di Treviso, per finalità legate all'alimentazione di persone ed animali, oltre che per la necessaria irrigazione di terre e prati.

I motivi della realizzazione di tale opera sono da considerarsi analoghi a quelli del canale Brentella in provincia di Padova, quindi trattavasi della costruzione di un'opera a beneficio di tutte quelle comunità disposte a contribuire alle spese di realizzazione.

La figura sotto mostra una mappa che rappresenta il territorio dell'attuale provincia di Treviso intorno al 1490, nella quale è possibile individuare la Piavesella di Nervesa:



**Figura 11.** Piavesella di Nervesa nel 1490

I lavori ebbero inizio nel 1453, tuttavia non si ebbero più notizie riguardo al canale almeno fino al 1465, anno nel quale il podestà Paolo Morosini presentò la proposta al Consiglio della città di Treviso di costruzione di un canale navigabile, nei pressi di Nervesa, che potesse collegare la zona con il territorio di Treviso.

In questo periodo le motivazioni legate a bisogni irrigui lasciano il posto a motivazioni di carattere commerciale.

Diverse fonti storiche cartografiche confermano la presenza di un canale che dal Sasso del Corvo conduce alla zona meridionale di Nervesa, dalla quale poi si divide in tre rami: quello orientale, molto probabilmente il primo progettato da Michele da Villorba, che si getta nel fiume Limbraga, quello occidentale che scorre attraversando Arcade per poi terminare la propria corsa a Villorba, individuabile con il nome "Brentella di Arcade" e infine il ramo centrale, che passa per Visnadello e Fontane e che confluisce poi nel Botteniga (un fiume

di risorgiva che entra in Treviso e sfocia nel fiume Sile) corrisponde al canale navigabile proposto dal podestà Morosini, progettato nel 1465 ed effettivamente avviato lo stesso anno.

La diramazione centrale è tuttora esistente e corrisponde al canale denominato "Piavesella di Nervesa".

### ***2.1.2 Progetto recente per scopi irrigui***

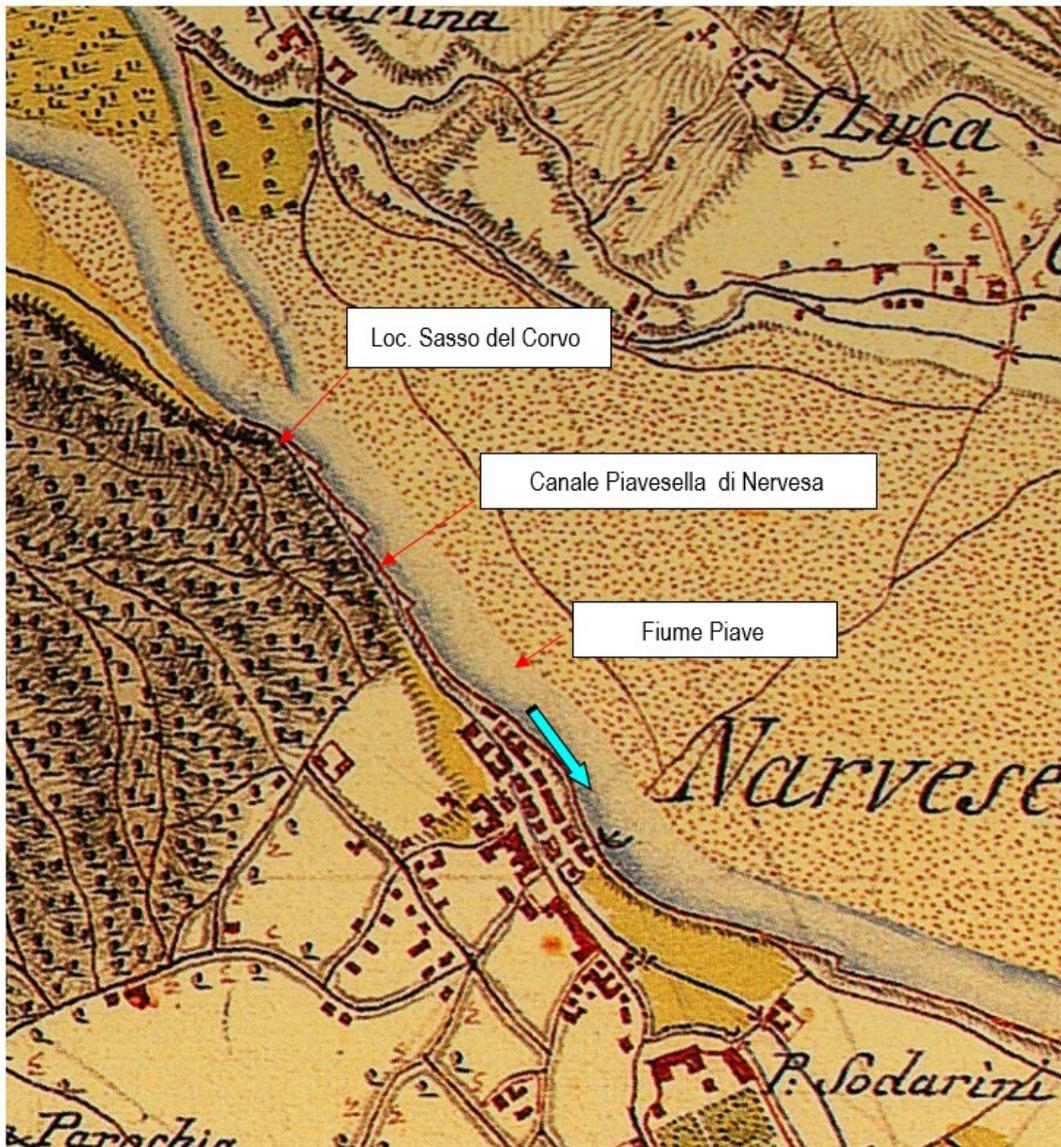
A seguito del passaggio del Veneto dalla dominazione austriaca al Regno d'Italia, lo sviluppo economico ebbe come naturale conseguenza la necessità di un'espansione e un perfezionamento riguardo delle utilizzazioni irrigue.

Fu in questo periodo, infatti, che si iniziò a proporre una vera e propria idea di irrigazione del territorio situato a Nord di Treviso.

Il progetto che venne concepito comprendeva la realizzazione di una nuova opera di presa in Località Nervesa della Battaglia, sfruttando le favorevoli condizioni orografiche quali, per esempio, la prevalente concentrazione del filone di corrente del Piave in destra orografica, la natura di tipo roccioso del terreno sottostante e l'altimetria compatibile con le zone a valle da irrigare.

Il nuovo progetto si basava su uno studio di fattibilità risalente al 1886, e venne proposto da un Comitato di cittadini a firma dell'Ing. Daniele Monterumici ed una sua eventuale realizzazione avrebbe consentito l'irrigazione di oltre 16 Comuni della Provincia di Treviso per una estensione totale di 33.000 ettari.

La figura sotto mostra un estratto dalla carta del ducato di Venezia in cui è possibile individuare il canale Piavesella di Nervesa:



**Figura 12.** Estratto da "Kriegskarte 1785-1805" - carta del ducato di Venezia

Il progetto aveva quindi l'obiettivo di rigenerazione della agricoltura trevigiana, migliorando in primo luogo l'irrigazione, inoltre aveva anche lo scopo di realizzare due Impianti Idroelettrici da 800HP (corrispondenti a circa 600kW) e 1600HP (corrispondenti a circa 1200kW) che sarebbero andati a vantaggio delle imprese locali e avrebbero contribuito all'ammortizzazione delle spese di gestione.

Nel 1920 l'ingegner Luigi Monterumici, figlio del già citato Daniele Monterumici, grazie all'aiuto dello scrittore Antonio Caccianiga e dell'avvocato Gino Caccianiga, riprende in considerazione il progetto del 1886, precedentemente proposto dal padre, presentandolo insieme alla domanda per la concessione di derivazione al Ministero dei Lavori Pubblici.

Nel 1922 il progetto viene approvato e i lavori si concludono nel 1925, quando l'8 novembre dello stesso anno vengono inaugurate l'opera di presa e la corrispondente rete di irrigazione.

La nuova presa in località Nervesa, che si trova attualmente a circa un chilometro a valle della presa originaria, in località Sasso del Corvo, alimenta il Canale della Vittoria, il quale si dirama poco a valle nei tre canali primari: Piavesella, Ponente, e Priula.

È da quel momento, infatti, che la Piavesella non venne più derivata in località Sasso del Corvo ma dal Canale della Vittoria.

### ***2.1.3 presa del Canale della Vittoria***

La nuova presa che alimenta il canale della vittoria venne progettata dall' Ing. Luigi Monterumici con progetto della prima metà del luglio 1920, ripreso dal progetto originale dell'Ing. Daniele Monterumici del 1886.

Nella figura seguente viene mostrato l'edificio di presa da cui ha origine il Canale della Vittoria:

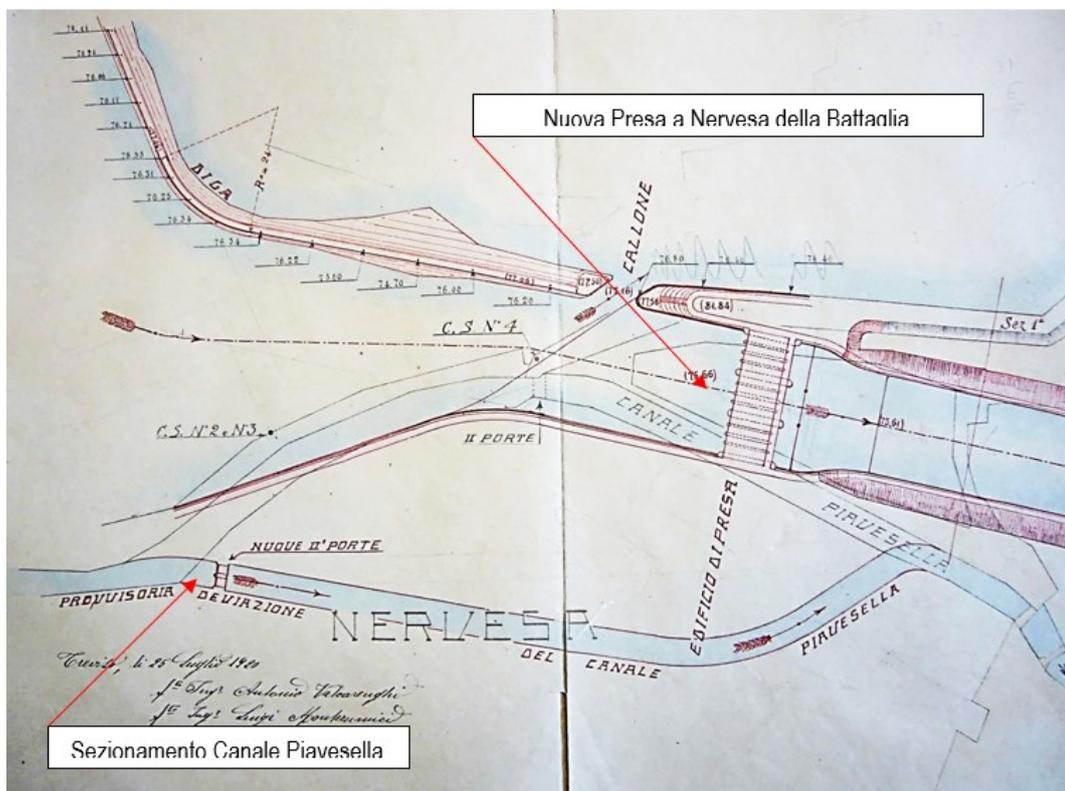


**Figura 13.** Opera di presa del Canale della Vittoria

L'opera originale consisteva nella costruzione di una rosta in calcestruzzo ancorato attraverso una tripla fila di palificate legate tra loro, una diga in calcestruzzo rivestito in roccia, un callone di scarico ed infine un edificio di presa in cui erano collocate le paratoie di derivazione per l'alimentazione del canale di irrigazione denominato "Canale della Vittoria".

L'acqua derivata veniva successivamente utilizzata sia per scopi legati all'irrigazione, sia per l'alimentazione di due centrali idroelettriche, sfruttando due salti dell'acqua ricavati sul canale Priula, che successivamente vennero cedute alla S.A.D.E. (ora ENEL).

La figura seguente mostra una planimetria della zona di presa nella configurazione che essa aveva nel 1920:



**Figura 14.** Planimetria della Presa di Nervesa della Battaglia nel 1920

#### **2.1.4 Il canale Castelletto-Nervesa**

Nel 1954, venne stipulata una convenzione con la S.A.D.E., Società Adriatica di Elettricità, a seguito della quale è stata realizzata, a spese della stessa società, nel 1962, una nuova traversa sifone avente diametro di m. 3,40 che ha reso possibile acquisire ulteriori 7 mc/sec ricavati dal canale Castelletto-Nervesa, il quale trasporta le acque provenienti dagli impianti idroelettrici in località del lago di S.Croce, sulla sponda sinistra del Piave, portando quindi la derivazione massima estiva ad un totale di mc.26/sec.

In contemporanea con lavori per la traversa sono state realizzate inoltre le due paratoie "Galileo" (Galileo1 e Galileo2), utilizzate per rendere migliore la regolazione del livello d'acqua derivato.

L'edificio di presa è munito di una doppia serie di dodici paratoie, delle quali, una serie è fornita di meccanismi di sollevamento azionati da motori elettrici, e l'altra, presente a fini di sicurezza, è dotata di meccanismi azionabili manualmente.

Nella figura seguente viene riportata un'immagine dell'evento di inaugurazione delle nuove componenti dell'opera di derivazione:



**Figura 15.** inaugurazione delle Opere

### **2.1.5. Costruzione della centrale idroelettrica**

Tra il 2014 e il 2017 il Consorzio di Bonifica Piave realizzò i lavori per la costruzione di una centrale idroelettrica da inserire nel sistema di derivazione già esistente, la quale avrebbe sfruttato il salto che le acque (intese sempre come Deflusso Minimo Vitale) compiono, tra il bacino di calma e il livello del Piave a valle dell'opera di presa, per la produzione di energia elettrica.

Di seguito viene riportata la cronologia sintetica:

- 21/06/2012 Approvazione del Progetto Preliminare da parte del Consorzio;
- 25/06/2013 Approvazione Progetto Definitivo da parte del Consorzio;
- 02/05/2014 Approvazione Progetto Definitivo Aggiornato da parte del Consorzio;
- 25/06/2014 Permesso di Costruire;
- 07/10/2014 Inizio dei lavori da parte della ditta *Nagostinis S.r.l.* di Villa Santina (UD);
- 25/06/2015 Denuncia Inizio Attività al Genio Civile di Treviso;
- 16/05/2016 Autorizzazione Genio Civile uso acque fini idroelettrici;
- 05/04/2017 Connessione ENEL e inizio produzione;
- 07/08/2017 Ultimazione dei lavori.

La figura sottostante mostra la centrale idroelettrica ultimata:



**Figura 16.** Centrale idroelettrica di Nervesa della Battaglia (TV)

La centrale idroelettrica di Nervesa della Battaglia (TV) è stata infine ultimata nei primi mesi del 2017, La sua forma è ispirata a quella del vicino Sacratio militare, mentre la forma del corrispondente edificio polivalente simula quella di un masso di roccia naturale. L'impianto si inserisce nell'ambito dell'opera di presa, senza in alcun modo cambiarne forma, funzionamento, qualità o portata dell'acqua. Infatti, l'imbocco della centrale viene praticato dal bacino di calma, da dove avveniva il prelievo del DMV, senza in alcun modo alterare il livello presente prima dell'intervento; e la restituzione viene effettuata a valle dello sbarramento, negli stessi tre punti dove avveniva lo scarico del DMV precedentemente all'intervento.

La costruzione del manufatto si è rivelato essere di particolare importanza, in quanto, gli utili della produzione di energia idroelettrica riducono i costi di gestione. Infatti, la produzione di energia pulita e rinnovabile supera considerevolmente i consumi energetici degli impianti di sollevamento irriguo. Grazie a questo, è stato possibile evitare l'aumento dei contributi richiesti ai consorziati.

Con l'avvio dell'impianto idroelettrico, il Consorzio ha ora in funzione nel totale 11 impianti idroelettrici minori, che forniscono una producibilità media annua di circa 15 milioni di kWh, la quale è poco meno che il doppio rispetto ai consumi annui di energia per sollevamento irriguo.

La centrale idroelettrica è stata realizzata grazie ai fondi del Consorzio e su area propria, con progettazione e coordinamento dei lavori da parte dell'ufficio tecnico del consorzio stesso.

Assieme alla centrale è stato realizzato un edificio polivalente, dotato di struttura portante in legno, con vista sia sulla sala macchine dell'impianto che sul Piave, utilizzabile come centro di monitoraggio e di coordinamento dell'opera di derivazione in caso di piene.

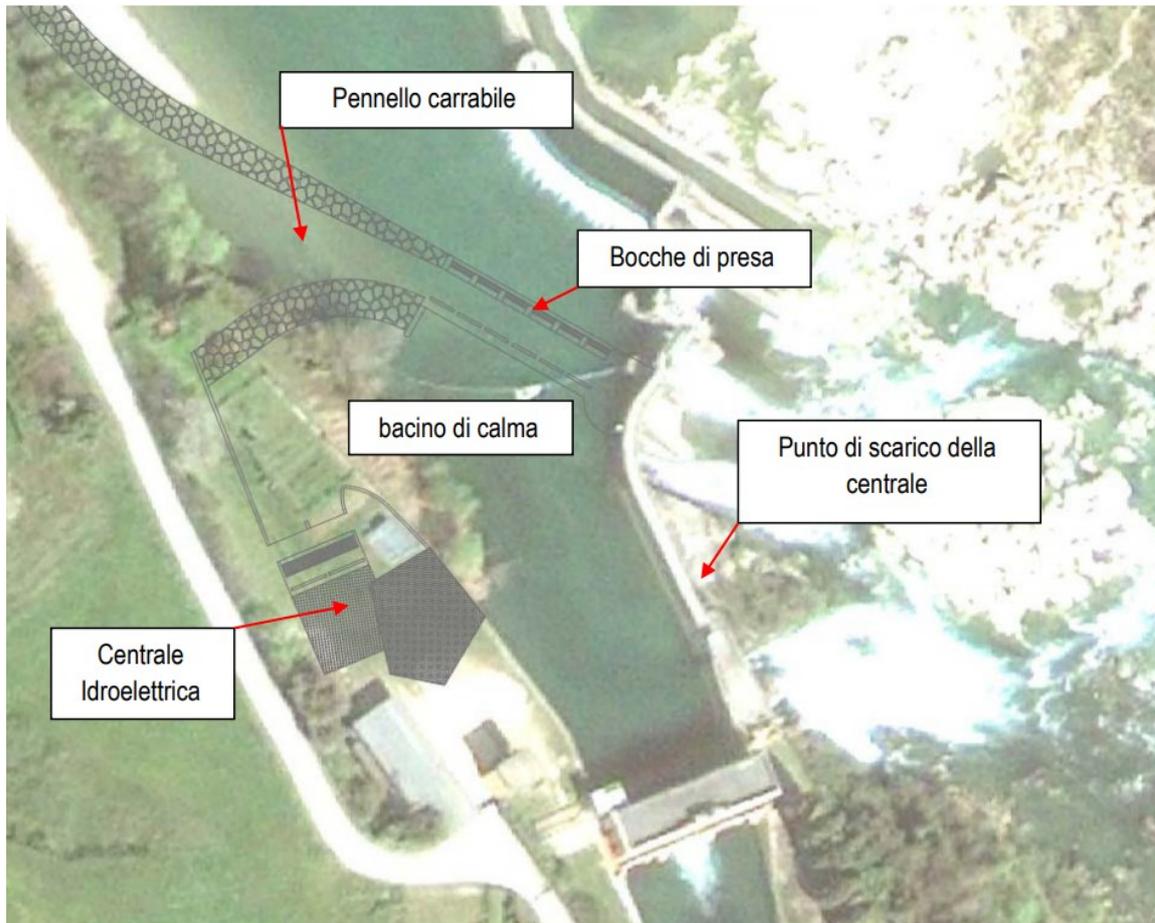
In occasione della costruzione all'impianto idroelettrico, si è deciso inoltre di migliorare l'imbocco dell'opera di presa con l'obiettivo di rendere la captazione dell'acqua dal fiume Piave perpendicolare alla direzione del flusso, garantendo in questo modo un vantaggio molto importante in caso di piena, in quanto, esso permette di ridurre considerevolmente l'apporto verso la presa di materiale in sospensione nell'acqua, riducendo quindi in maniera significativa il rischio per i lavoratori e l'integrità, quindi durabilità, degli impianti stessi.

Nella figura sotto è possibile osservare la configurazione dell'opera di presa prima della costruzione della centrale, ovvero la configurazione che essa aveva dal 1970 fino al 2014.



**Figura 17.** Configurazione dell'opera di presa prima della costruzione della centrale

In questa figura che segue, invece, è possibile notare la fotogrammetria della zona di presa con l'aggiunta delle nuove opere di progetto (centrale idroelettrica e opera di derivazione):



**Figura 18.** Configurazione di progetto con la centrale idroelettrica e la nuova opera di derivazione



## 2.2. CONFIGURAZIONE ATTUALE DELL'OPERA DI PRESA

L'opera di presa di Nervesa della Battaglia è un'opera di fondamentale importanza per quanto riguarda il territorio dell'alta pianura trevigiana. Essa consiste sostanzialmente in uno sbarramento trasversale, in calcestruzzo armato, sul fiume Piave, con lo scopo di derivare parte delle sue acque per uso irriguo e idroelettrico.

La traversa di Nervesa è costituita da uno sfioratore fisso di lunghezza pari a circa 300 m, con un'estensione che comprende tutta la larghezza dell'alveo e da due luci dotate di paratoie sulla destra orografica.

All'interno dello sfioratore è allocato il condotto terminale del canale Castelletto-Nervesa, il quale restituisce al Piave una parte delle acque derivate dal sistema lago di S. Croce - Fadalto, garantendo pertanto la disponibilità della risorsa idrica per le derivazioni irrigue in destra orografica.

Il canale Castelletto-Nervesa ha origine subito a valle della centrale del Castelletto, la quale si trova al confine tra Cappella Maggiore e Colle Umberto. Esso è stato dimensionato in modo da garantire una portata massima di 25 m<sup>3</sup>/s dalla medesima località fino allo scarico.

Il DMV (Deflusso Minimo Vitale) del fiume Piave, che deve essere garantito a valle della traversa dell'opera di presa, corrisponde a 10,20 m<sup>3</sup>/s durante tutto il periodo dell'anno. Con DMV si intende quel quantitativo di acqua rilasciata da una qualsiasi opera di captazione (da un lago, fiume, torrente, o qualsiasi corso d'acqua) in grado di garantirne la naturale integrità ecologica, con un particolare riferimento alla tutela della vita acquatica. Si deduce, quindi, che il minimo deflusso vitale deve essere considerato come portata residua, la quale deve essere in grado di permettere la salvaguardia della naturale struttura dell'alveo e conseguentemente anche della presenza di una biocenosi che corrisponda alle condizioni naturali, sia a breve che a lungo termine.

Tale valore del DMV è stato stabilito dal *"Piano stralcio per la gestione delle risorse idriche del bacino del fiume Piave"*, il quale è stato redatto dall'Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico e approvato con D.P.C.M 21.09.2007 in G. U. n.112 del 14 maggio 2008.

Il Deflusso Minimo Vitale viene assicurato attraverso l'utilizzo delle paratoie posizionate lungo la parete occidentale del bacino di calma, che costituiscono lo scarico della centrale

idroelettrica che, come nel caso dell'opera di Fener, turbinata il DMV sfruttando il dislivello geodetico che c'è tra monte e valle della traversa, di valore pari a circa 5 m.

Il Consorzio di Bonifica Piave deriva una portata che varia tra i 120 e i 248 moduli. Con il termine *modulo* si intende una unità di misura idraulica, la quale serve per la misurazione della portata di un'acqua corrente. Nello specifico un modulo è un corpo d'acqua che scorre nella costante quantità pari a 100 litri al secondo.

La concessione originaria, assentita con R.D. del 16.11.1922 e 31.7.1926 riconosceva il diritto alla derivazione di una portata di valore compreso tra i 120 e i 190 moduli, i quali sarebbero poi stati utilizzati per scopi di irrigazione e produzione di energia elettrica.

Tale portata doveva garantire:

- l'alimentazione del canale di Ponente, attraverso la portata di moduli 70 per sette mesi dell'anno e di moduli 22,50 per i restanti cinque mesi, utilizzati per uso irriguo;
- l'alimentazione del canale Piavesella di Nervesa, nella misura di moduli 22,50 per una durata di sette mesi all'anno, i quali vanno ad integrare la portata di moduli 60 concessi al consorzio omonimo, destinata all'utilizzo irriguo;
- l'alimentazione del canale Priula la quale viene effettuata per tutta la durata dell'anno, di moduli 97,50, utilizzati per la produzione di energia elettrica nelle centrali che si trovano una in località Ponte della Priula e l'altra in una nel comune di Spresiano e, successivamente, a scopo di irrigazione.

Per una buona parte dell'anno il canale Priula scarica nel fiume Piave, in località Palazzon, quasi tutta la portata che viene prelevata.

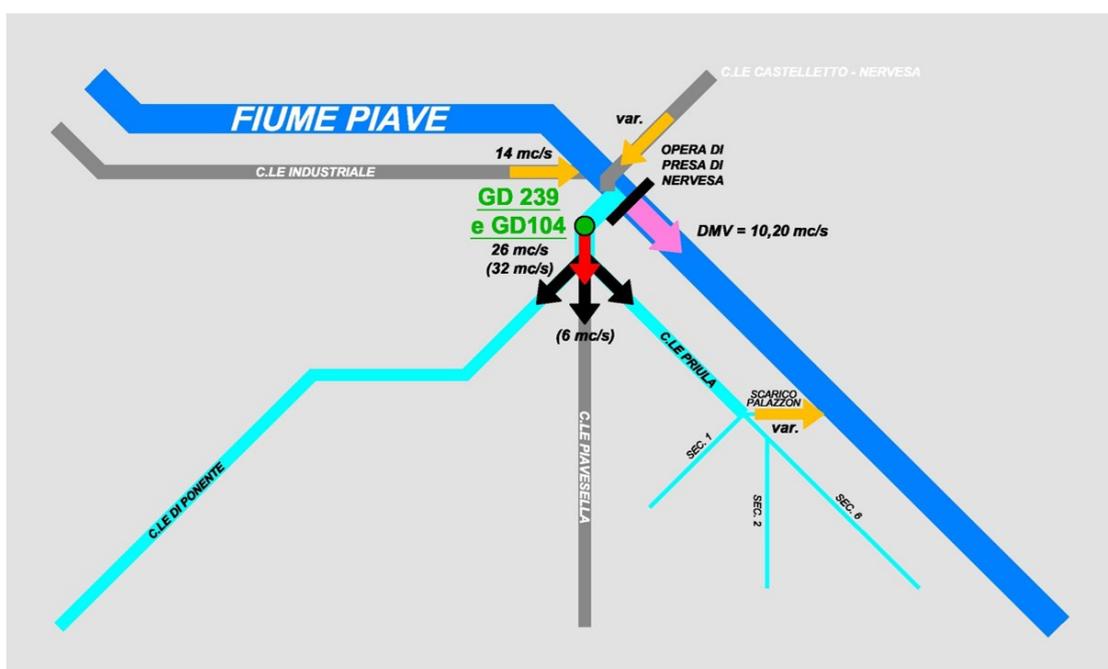
Il Consorzio Piavesella di Nervesa, con R.D. del 27.12.1934, è titolare di una concessione, giunta anch'essa a scadenza, di moduli 60 utili per la produzione di forza motrice, con destinazione di moduli 19,1671 per l'utilizzo irriguo.

Il prelievo della portata concessa al Consorzio Piavesella viene regolata sulla base di una specifica convenzione presso l'opera di presa di Nervesa, curata dal Consorzio di Bonifica Piave, con consegna della portata all'imbocco del canale Piavesella in corrispondenza del tripartitore, il quale si trova a circa 800 m a sud dell'opera di presa.

Dal medesimo tripartitore hanno poi origine gli altri due canali, quello di Ponente verso ovest e il canale della Priula verso sud-est.

Il Consorzio Canale della Vittoria, attualmente Consorzio Piave, deriva dall'opera di Nervesa ulteriori moduli 12 dal 16 giugno al 31 agosto per uso irriguo e moduli 2 dal 1° settembre al 15 giugno, precedentemente concessi alla Ditta Antonio Maura.

La seguente figura illustra lo schema di derivazione della portata dal fiume Piave in corrispondenza della traversa di Nervesa:



**Figura 19.** Schema di derivazione dell'opera di presa di Nervesa

La tabella sotto riportata mostra le competenze assentite alla derivazione di Nervesa della Battaglia durante tutto l'anno:

**Tabella 1.** Competenze assentite alla derivazione a Nervesa durante l'anno [ $m^3/s$ ]

PERIODO	CONSORZIO PIAVE. (PRIULA- PONENTE)	CONSORZIO PIAVESELLA DI NERVESA	CONSORZIO PIAVE. (EX DITTA MAURA)	TOTALE

dal 1° gennaio al 15 aprile	12,0	6,0	0,2	18,2
dal 16 aprile al 15 maggio	12,0-19,0	6,0	0,2	18,2-25,2
dal 16 maggio al 31 maggio	19,0	6,0	0,2	25,2
dal 1° giugno al 15 giugno	20,0	6,0	0,2	26,2
dal 16 giugno al 31 agosto	24,8	6,0	1,2	32,0
dal 1° settembre al 30 settembre	20,0	6,0	0,2	26,2
dal 1° ottobre al 31 ottobre	19,0-12,0	6,0	0,2	25,2-18,2
dal 1° novembre al 31 dicembre	12,0	6,0	0,2	18,2

Prima di passare a descrivere gli elementi principali che compongono l'impianto è prima necessario capire da quale fiume esso preleva la portata necessaria ad assolvere la domanda energetica e di irrigazione. Inoltre, è bene conoscere il significato di alcuni termini utilizzati nel gergo tecnico per indicare la portata d'acqua presente in un corso d'acqua.

Generalmente la portata d'acqua che transita in un fiume è classificabile in base a queste tre diverse situazioni:

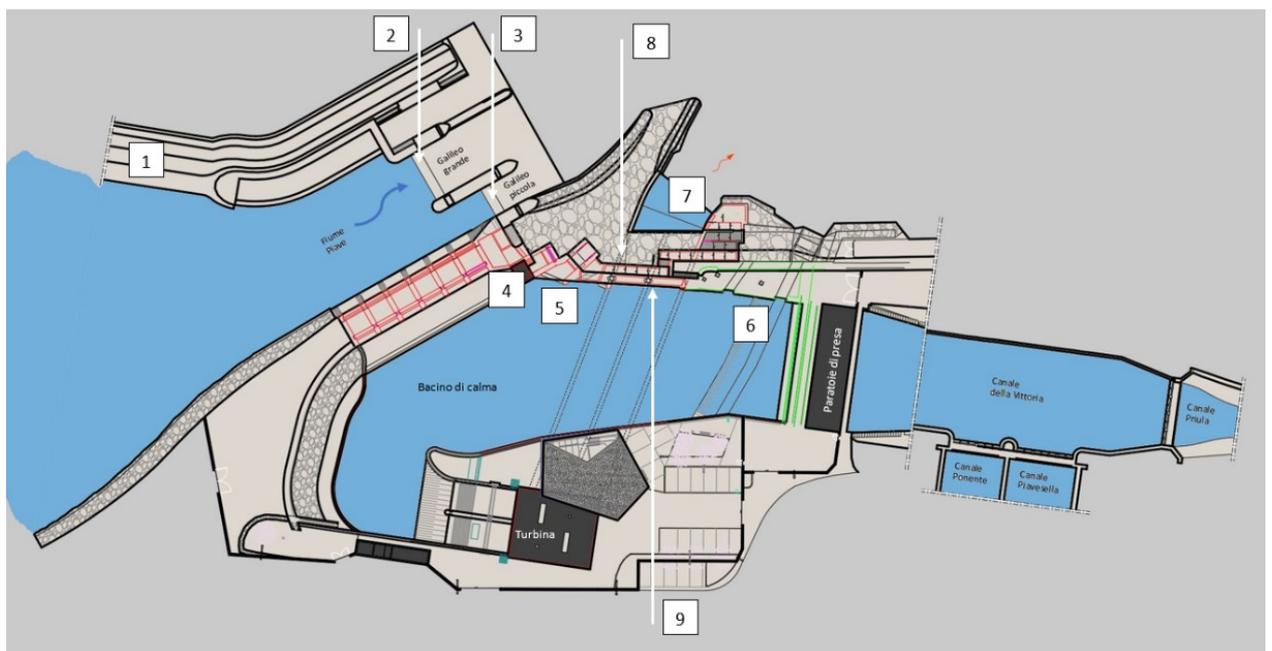
- magra: quando nel fiume scorre poca acqua. Essa si verifica tipicamente nei periodi più secchi;
- morbida: quando nel fiume scorre abbondante acqua. Essa si verifica nei periodi più umidi;

- piena: come la *morbida* si verifica nei periodi umidi, quando scorre una quantità eccezionale d'acqua tale da inondare quelle aree che normalmente si trovano all'asciutto.

L'opera di presa di Nervesa deriva la portata ad uso irriguo e idroelettrico dal fiume Piave, il quale nasce dalle Alpi Carniche per poi attraversare interamente il Veneto da nord a sud. Esso ha carattere torrentizio ed ha un regime idrologico fortemente influenzato dai prelievi per utilizzi agricoli ed energetici che vengono effettuati all'altezza degli sbarramenti di Soverzene, Busche, Fener e Nervesa. Il regime "naturale" presenta in genere un massimo primaverile, periodo in cui all'apporto delle piogge si aggiunge quello derivante dallo scioglimento delle nevi, e uno secondario autunnale.

Note queste informazioni si può procedere ad elencare e descrivere i principali elementi che compongono l'opera di Nervesa.

Nella figura sotto viene riportata la planimetria dell'opera di presa, in cui si possono individuare i principali dispositivi idraulici che vengono attraversati dalla portata che viene rilasciata attraverso lo sbarramento sul Piave di Nervesa:



**Figura 20.** Schema dell'opera di presa e dispositivi di controllo idraulico

descrizione sintetica dei dispositivi di controllo idraulico:

- **1) Traversa sifone di Nervesa**

È un manufatto di lunghezza pari a 275 m e si trova ad una quota di 78,36 m s.l.m. Essa prende il livello di riferimento per il calcolo delle portate direttamente dal livello del Piave a monte del sistema di presa (indicato nella figura seguente con la lettera "A") e si rivela utile nel momento in cui si verificano morbide o piene del fiume o in altri casi di emergenza;

- **2) Paratoia piana sotto battente - paratoia a ventola Galileo 2**

Essa è costituita nella sua parte superiore da una paratoia a Ventola di dimensioni 100 cm x 1000 cm, mentre nella sua parte inferiore da una paratoia a ghigliottina di dimensioni 214 cm x 1000 cm. La paratoia si trova ad una quota di 75,29 m s.l.m. e, come nel caso precedente, utilizza il livello del Piave come livello di riferimento per il calcolo delle portate. Questa paratoia entra in funzione in caso di morbida o di piena, oppure nel caso di emergenza;

- **3) Paratoia piana sotto battente - paratoia a ventola Galileo 1**

Di dimensioni ridotte rispetto alla precedente, essa è comunque costituita nella sua parte superiore da una paratoia a ventola di dimensioni 100 cm x 600 cm, e nella parte inferiore da una a ghigliottina di dimensioni 214 cm x 600 cm. si trova alla stessa quota sul livello del mare della Galileo grande e anch'essa utilizza il livello del Piave come riferimento per la portata. Entra in funzione nel caso di morbide, piene o in caso di emergenza;

- **4) Paratoia piana sotto battente sghiaiatrice**

Dispositivo di dimensioni pari a 277 cm x 395 cm, si trova ad una quota di 75,31 m s.l.m. esso entra in funzione principalmente per effettuare lo sghiaimento del bacino e anche in caso di emergenza. Questo dispositivo utilizza il livello d'acqua presente nel bacino di calma per il calcolo della portata;

- **5) Paratoia a ventola di scarico del DMV**

Ha dimensioni di 220 cm x 240 cm e si trova alla quota di 76,53 m s.l.m. come nel caso precedente essa utilizza come livello di riferimento per le portate il livello d'acqua del bacino di calma ed entra in funzione nel momento in cui dovesse verificarsi un blocco della turbina, per anomalia o mancanza rete Enel, in

corrispondenza del quale la portata da essa turbinata viene subito scaricata dalla paratoia a ventola di scarico DMV. Oppure essa entra in funzione nel caso in cui si presentino portate troppo elevate;

- **6) Paratoia a battente di scarico del DMV**

ha dimensioni 165 cm x 200 cm e una quota sul livello del mare di m 75,22. Prende il livello di riferimento per il calcolo delle portate dal bacino di calma a monte di essa ed entra in funzione in caso di emergenza oppure nel caso in cui siano fuori servizio la turbina e la Paratoia a ventola di scarico DMV;

- **7) Scarico centrale idroelettrica**

Si trova ad una quota di 70,40 m s.l.m. e ha dimensioni pari a 1280 cm x 400 cm. Esso prende come riferimento il livello d'acqua sia del bacino di calma che dell'acqua a valle dello scarico per il calcolo della portata. Data l'importanza della funzione che assolve esso deve essere tenuto sempre in funzione;

- **8) Scala di rimonta per i pesci e paratoia a battente in testa**

Ha dimensioni di 150 cm x 190 cm e una quota di 77,01 m s.l.m. e utilizza come riferimento per la portata il livello del bacino di calma. Esso deve sempre essere in funzione. La portata sulla scala di rimonta per pesci varia tra i valori 0,290 e 0,300 m<sup>3</sup>/s ed essa viene calcolata attraverso l'efflusso da luce a battente regolata dalla paratoia posta in testa. L'apertura della paratoia viene mantenuta costante e pari a cm 6,5, il livello nel bacino varia tra 78,30 e 78,40 e determina la possibile variazione di portata immessa nella scala di monta.

- **9) Sfiatore di emergenza**

Esso è lo sfiatore di emergenza del bacino di calma. Si tratta di un manufatto di lunghezza pari a 12,5 m ed una quota sul livello del mare di 78,41 m. Lo sfiatore è messo in collegamento con le canne di scarico della centrale idroelettrica ed entra in funzione in caso di emergenza per quote superiori a 78,41 m s.l.m. o nel caso in cui si blocchi la turbina o ci sia un guasto della Paratoia a ventola di scarico DMV.

Altri elementi degni di nota sono:

- **Barriera galleggiante**

Ha lo scopo di evitare l'ostruzione della griglia, intercettando il materiale galleggiante (ramaglie, fogliame, tronchi ecc.) che il Piave trasporta in presenza di

“morbide”, in modo da convogliarlo verso le grandi paratoie di scarico, le quali vengono sollevate nella misura opportuna. Lo sbarramento galleggiante permette quindi di alleggerire il carico di lavoro dello sgrigliatore, garantendo maggiore sicurezza all'intero sistema dell'opera di presa.

La barriera è costituita da due moduli di 30 m di lunghezza collegati tra loro mediante morsetti in acciaio inox, ha una parte immersa di circa 60 cm ed ha una lunghezza di circa 60 m.

I materiali di cui è composta sono in tessuto armato di altissima resistenza in Poliestere, che è rivestito con una miscela termoplastica in taglio Poliuretano, perfettamente adatta all'impiego in acqua.

La barriera non crea differenza di battente idrostatico tra monte e valle;

- ***Sgrigliatore***

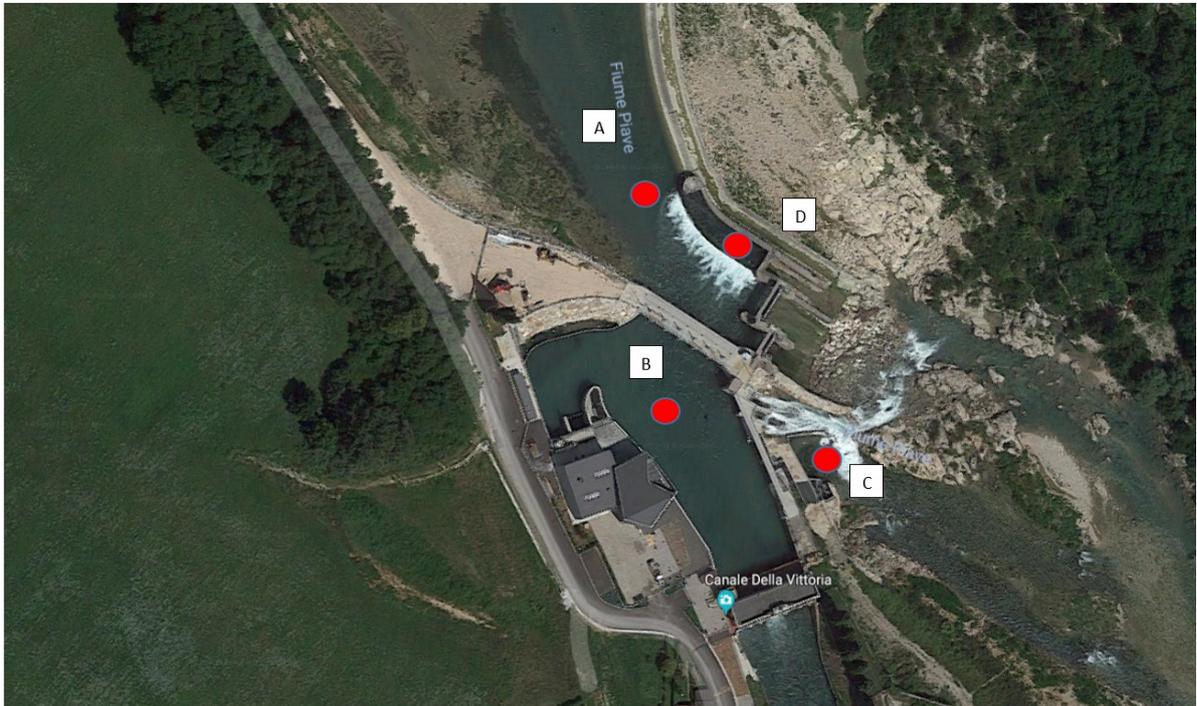
Il materiale in sospensione che non viene deviato dalla barriera galleggiante arriva fino alla griglia di derivazione e qui viene ricondotto nel Piave attraverso lo sgrigliatore ed un carrello dotato di motore diesel, munito di gru con benna per la movimentazione dei tronchi più lunghi.

In caso di morbide viene attivato il personale consortile per le operazioni di pulizia della griglia di derivazione. Nel caso in cui questi macchinari dovessero essere insufficienti, sempre in presenza di morbide o di piene, si deve intervenire con un escavatore munito di apposita benna a forca. Il personale, durante le ore notturne, opera a turni di 6 ore ciascuno, con l'ausilio di illuminazione artificiale.

Il bacino di calma in un impianto come quello di Nervesa ha principalmente la funzione di placare l'impeto delle acque turbolente che attraversano l'opera di derivazione a monte della centrale, favorendo quindi il deposito di eventuali particelle di materiale trasportato dall'acqua e di evitare che queste entrino in contatto con la turbina causandone in tal caso la prematura usura.

Nel caso dell'opera di Nervesa il bacino di calma svolge anche la funzione di carico, il quale, nell'ambito di un impianto idroelettrico, è il bacino di raccolta delle acque che giungono dalle opere di presa alle turbine per la produzione di energia.

Nella figura seguente è possibile individuare il fiume Piave (A), il bacino di calma (B), lo scarico della centrale (C), lo sfioratore (D) e, tramite i cerchi rossi, punti di posizionamento dei corrispondenti sensori di livello:



**Figura 21.** Punti di posizionamento dei sensori di livello



## 2.3. UTILIZZO IRRIGUO DELL'OPERA DI NERVESA

Nel territorio trevigiano l'attività irrigua è prevalente a Nord della linea delle risorgive, zona che comprende la collina e l'alta pianura, ed è presente già a partire dal XV secolo. Ai fini dell'imputazione delle spese di gestione, il territorio del Consorzio Piave è suddiviso in tre aree omogenee per punto di presa: area *Fener*, area *Nervesa* e area *Meschio*.

Vi sono principalmente due modalità di irrigazione:

- a scorrimento: fa parte dei sistemi di irrigazione a gravità e prevede l'approvvigionamento dell'acqua attraverso l'utilizzo dei canali adduttori, primari, secondari e distributori, canali con sezione aperta in terra o in canaletta in calcestruzzo prefabbricato, utilizzati nella maggior parte dei casi.
- per aspersione: detta anche a pioggia, consiste in una tecnica di distribuzione dell'acqua sotto forma di piccole goccioline, simile appunto alla pioggia, utilizza una rete di distribuzione in pressione, di valore dai 3 ai 4 bar, con attingimento presso idranti posti ai limiti di ciascuna proprietà.

Lo stato di efficienza e di conservazione delle opere irrigue varia molto in relazione alla tipologia delle opere e all'epoca in cui sono state realizzate, inoltre, l'esercizio delle opere irrigue è esteso temporalmente per un periodo che va da fine marzo a fine ottobre. La rete principale a pelo libero e anche quella in pressione restano però sempre in funzione per far fronte ai consolidati usi idroelettrici, ambientali e industriali. Essi vengono chiusi solo per la necessaria manutenzione annuale, che ha una durata che può variare da 10 a 20 giorni nel periodo tra febbraio e marzo di ogni anno.

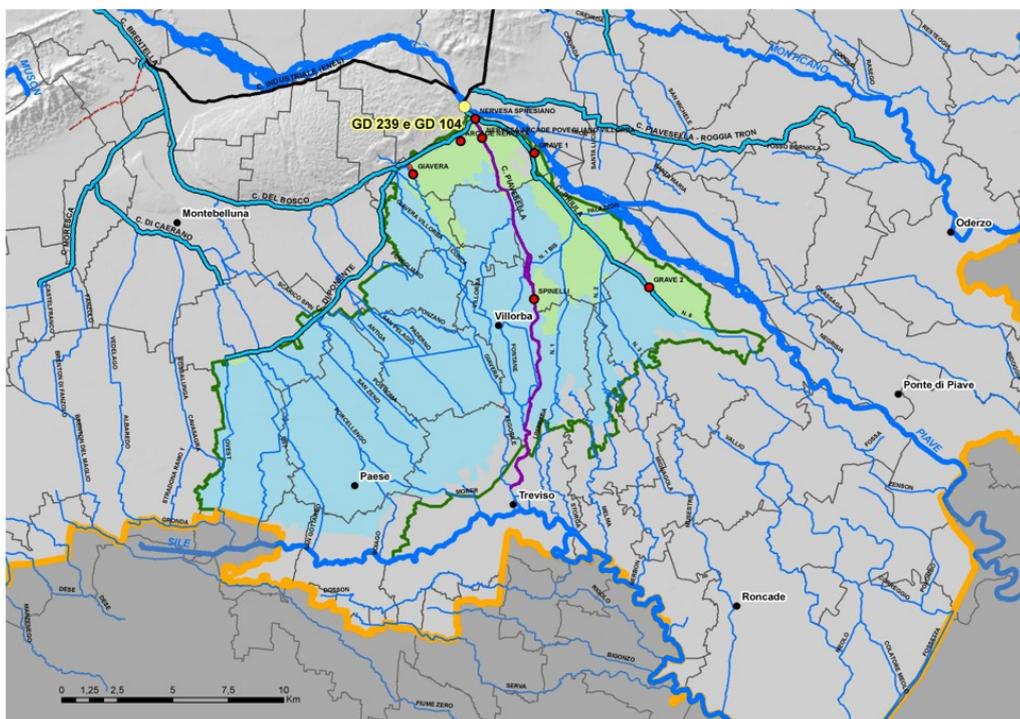
Nel caso della derivazione di **Nervesa** lo stato di efficienza e conservazione del sistema irriguo, il quale è ancora per lo più nella modalità a scorrimento, è legato alla tipologia e all'epoca di costruzione delle opere.

I canali antichi principali, primari e secondari, costituiscono il reticolo idrografico dell'intera alta pianura, fino al Piave a est e alle risorgive a sud.

A partire dalle "brentelle" negli anni '50 del secolo scorso è stato realizzato un sistema distributivo irriguo capillare mediante delle canalette in calcestruzzo armato.

La rete *principale* è costituita da canali in terra a sezione trapezia e rivestiti in calcestruzzo, in parte arginati. La rete *primaria* e *secondaria* è costituita da canali in terra, solo in parte arginati e rivestiti con muri di sponda in calcestruzzo, mentre la rete distributrice *terziaria* è stata realizzata con l'utilizzo di canalette pensili in calcestruzzo, con diverse tipologie costruttive in base ai diversi periodi di realizzazione. Permangono comunque alcuni tratti di rete distributiva in terra, ma sono limitati ad alcuni rami terminali.

Nella figura seguente viene mostrato il sistema di irrigazione dell'area di Nervesa, in cui in verde viene indicata la superficie irrigata con modalità a scorrimento, mentre in azzurro viene quella irrigata con sistemi a pioggia:



**Figura 22.** sistema di irrigazione dell'area di Nervesa.

La tabella riportata sotto mostra la consistenza delle opere a scopo irriguo nell'area di Nervesa:

**Tabella 2.** Consistenza delle opere irrigue nell'area di Nervesa

<b>OPERE IRRIGUE</b>		
Superficie irrigata totale	ha	17252
Superficie irrigata con sistema a scorrimento	ha	14 561
Superficie irrigata con sistema a pioggia	ha	2 691
Canali a pelo libero (rete promiscua)	km	210
Canali a pelo libero esclusivamente irrigui	km	1047
Rete tubata in pressione	km	190
Impianti di sollevamento	n	7
Potenza installata per sollevamenti irrigui	KW	4 800
Consumi medi previsti per sollevamento	KWh	900.000



## 2.4. UTILIZZO IDROELETTRICO DELL'OPERA DI NERVESA

L'opera di presa di Nervesa della Battaglia, oltre a fornire la risorsa idrica per l'irrigazione, garantisce anche la risorsa per la produzione di energia elettrica, prodotta da 11 centraline di proprietà del Consorzio di Bonifica Piave.

Una di queste è la centrale idroelettrica di Nervesa della Battaglia, la quale è stata costruita dalla ditta Nagostinis srl (UD) tra il 2014 e il 2017, sostanzialmente in corrispondenza dell'opera di derivazione stessa, ed inaugurata nel 2018. La centrale è stata realizzata con fondi del Consorzio e sulla sua area di proprietà, con progettazione e direzione dei lavori da parte dell'ufficio tecnico consorziale.

La figura sottostante mostra l'edificio polivalente della centrale idroelettrica:



**Figura 23.** Centrale idroelettrica di Nervesa della Battaglia (TV)

### DATI TECNICI PRINCIPALI DELLA CENTRALE:

- *Salto geodetico:* 5,1 m
- *Portata turbinata:* 9,91 m<sup>3</sup>/s
- *Potenza prodotta:* 420 kW
- *Producibilità media annua:* 3.400.000 kWh/anno

- *Costo centrale:* 7.000.000 €
- *Ditta costruttrice:* Nagostinis srl (Udine)
- *Turbina Kaplan:* Andritz Hydro (Schio)
- *Generatore sincrono:* Motortecnica (Salerno)

Una centrale idroelettrica è un sistema di opere di ingegneria idraulica, le quali devono essere posizionate in una ben precisa successione, abbinate ad un sistema di macchinari elettrici idonei alla produzione di energia elettrica, ricavabile dallo sfruttamento di masse d'acqua in movimento.

Questi dispositivi devono essere quindi in grado di convertire l'energia cinetica dell'acqua in energia elettrica.

Una centrale come quella di Nervesa è del tipo "ad acqua fluente", ovvero quel tipo di centrali che si trovano nelle zone in cui delle grandi masse d'acqua di fiumi superano dei dislivelli non troppo elevati.

L'acqua viene quindi inviata alle turbine che vengono fatte ruotare grazie alla spinta di quest'ultima. Ogni turbina è accoppiata a un alternatore che trasforma il moto di rotazione in energia elettrica.

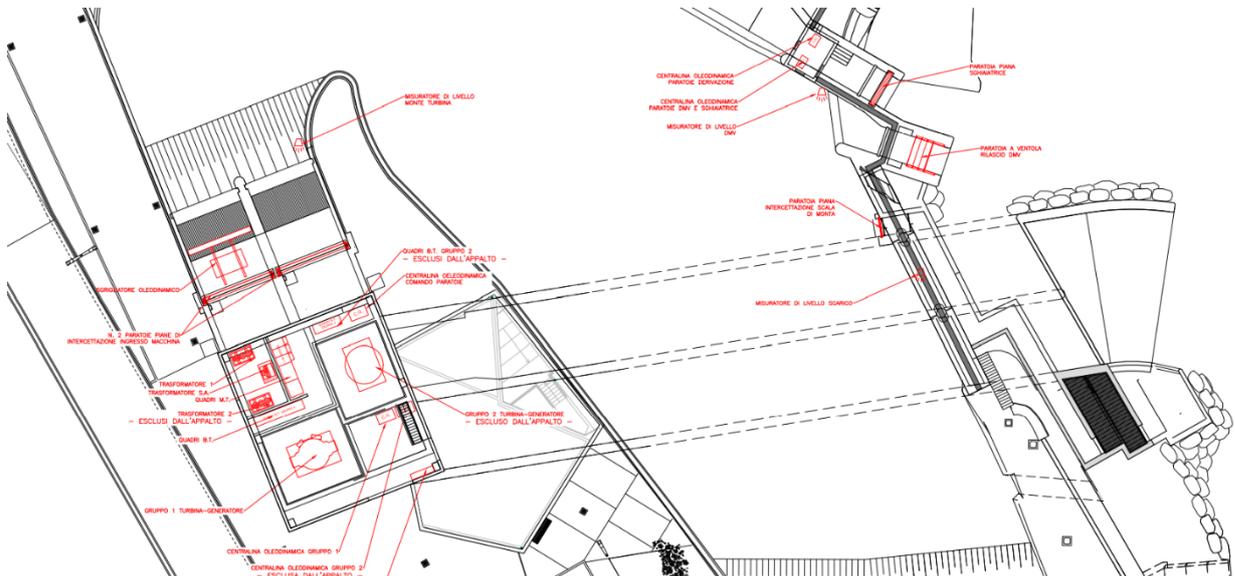
La velocità che l'acqua imprime alle turbine è generata dal dislivello geodetico, il cosiddetto "salto", ovvero il dislivello esistente fra la quota a cui è disponibile la risorsa idrica e il livello a cui quest'ultima viene restituita dopo il passaggio attraverso l'impianto, il quale si traduce in una pressione idrodinamica alla quota in cui sono posizionate le turbine.

La centrale idroelettrica di Nervesa attinge dal bacino di calma, che coincide quindi in questo caso con il bacino di carico, della presa esistente, il quale è limitato a nord dalla costruzione del nuovo manufatto di sbarramento, e sfrutta un dislivello geodetico di 5,1m ed è dimensionata in modo da turbinare il Deflusso minimo vitale e da consentire poi un rilascio controllato della portata dello stesso Deflusso minimo vitale.

Nella figura sotto viene mostrata la planimetria della centrale idroelettrica. A sinistra della figura si notano il misuratore di livello a monte della turbina, lo sgrigliatore oleodinamico e

le due paratoie piane di intercettazione all'ingresso. All'interno dell'edificio vi sono la turbina, il generatore e il trasformatore, oltre che la centralina oleodinamica per il controllo delle paratoie

A destra della figura si può osservare lo scarico della centrale munito del corrispondente misuratore di livello e di paratoia per il rilascio del DMV.



**Figura 24.** Planimetria della centrale idroelettrica

### 2.4.1. Turbina

La turbina installata nella centrale è una turbina *Kaplan*, ed è stata fornita dalla ditta Andritz Hydro srl sede di Schio (VI). Essa è munita di 3 pale regolabili di diametro 1,8 m ciascuna e un generatore con 18 pale regolabili.

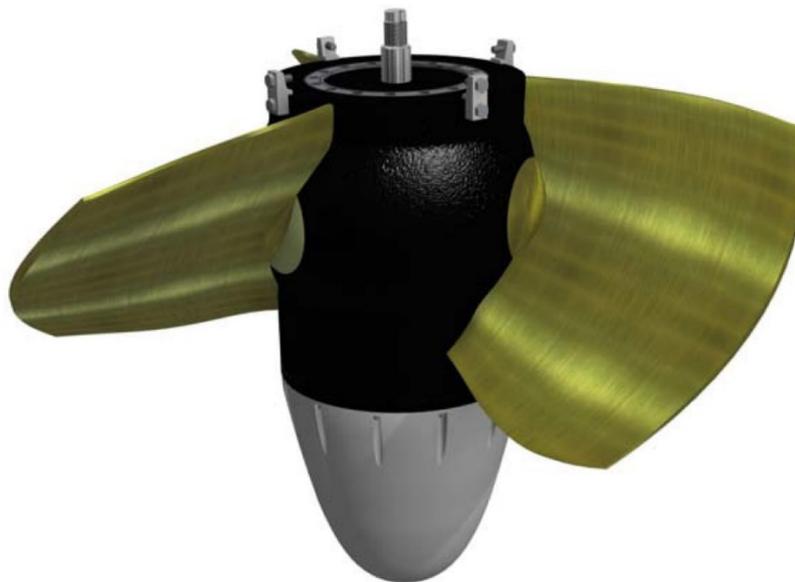
Dal punto di vista costruttivo una turbina Kaplan è sostanzialmente un'elica, in cui le pale sono orientabili in base alla variazione della portata d'acqua, permettendo di mantenere quindi un alto il rendimento anche nel caso di portate pari al 20-30% della portata nominale.

Questo si rivela essere il vantaggio principale nell'utilizzo della turbina Kaplan rispetto ad una turbina ad elica, la quale non è regolabile (quindi può funzionare solo per una certa portata), poiché ad ogni regolazione del distributore corrisponde un preciso orientamento delle pale e ciò permette di far lavorare la turbina con rendimenti molto alti (anche al 90%) in un grande intervallo di portate. Generalmente questo tipo di turbina è dotato di deflettori statorici fissi che orientano il flusso.

Si può ottimizzare il rendimento della macchina per un range più ampio rispetto alla portata ideale tramite l'utilizzo di un sistema di orientamento dei deflettori statorici al variare della portata.

L'acqua raggiunge la turbina attraverso un condotto a forma di chiocciola che alimenta tutta la circonferenza, poi attraversa un distributore che dà al fluido una rotazione vorticoso, la quale è fondamentale per imprimere il moto alla girante, dove il flusso deviato di 90° la investe assialmente.

Nella figura sottostante è possibile osservare il mozzo e le pale di una turbina Kaplan:



**Figura 25.** Mozzo e pale della turbina

### **2.4.2. Generatore**

Il generatore è stato fornito dalla ditta Motortecnica di Salerno, ed è un alternatore di tipo sincrono. Un generatore sincrono è costituito da una parte cava fissa, lo statore, al cui interno ruota una parte cilindrica calettata sull'albero di rotazione, il cosiddetto rotore. Il rotore genera un campo magnetico grazie a degli elettromagneti, sullo statore sono presenti degli avvolgimenti elettrici sui quali vengono indotte le forze elettromotrici che sostengono la corrente elettrica che viene prodotta.

Questo tipo di alternatori ha una tipologia costruttiva che varia sostanzialmente in base al tipo di macchina a cui sono associati. Nel caso, per esempio, di alternatori installati nelle centrali idroelettriche, dove la turbina idraulica solitamente ha velocità di rotazione relativamente non elevate, l'avvolgimento rotorico generalmente sporge rispetto all'albero. La velocità dipende dalle caratteristiche della turbina idraulica ed è inversamente proporzionale al numero dei poli (nel caso della centrale di Nervesa 26).

La figura seguente mostra il generatore della centrale idroelettrica di Nervesa:



**Figura 26.** *Generatore sincrono della centrale idroelettrica*

Generalmente il rendimento di questa tipologia di alternatori è generalmente molto alto, si parla all'incirca del 0,97 (97%) fino a scendere al 0,83 (83%).

**DATI TECNICI GENERATORE:**

- Potenza nominale: 900 kVA
- Tensione nominale: 690 V
- Corrente nominale: 753 A
- Fattore di potenza  $\cos\phi$ : 0,92
- Frequenza: 50 Hz
- Numero poli: 26
- Velocità nominale: 231 rpm
- Velocità di fuga: 700 rpm
- Peso totale: 22 t
- Eccitazione: Brushless

### **2.4.3. Edificio polivalente**

Insieme alla centrale è stato realizzare un edificio polivalente, dotato di una struttura portante in legno, con vista sia sulla sala macchine che sul Piave, utilizzabile come centro di monitoraggio dell'opera di presa e di coordinamento in caso di piene del Piave. L'edificio viene riscaldato recuperando il calore che viene dissipato dal generatore, mentre viene raffrescato sfruttando la temperatura dell'acqua del Piave.

La figura che segue mostra alcune fasi di costruzione dell'edificio polivalente:



**Figura 27.** Edificio polivalente in costruzione

Come si può notare nella figura che segue, l'edificio polivalente può essere utilizzato anche come aula didattica e come sala convegni, con capienza di 60 posti a sedere:



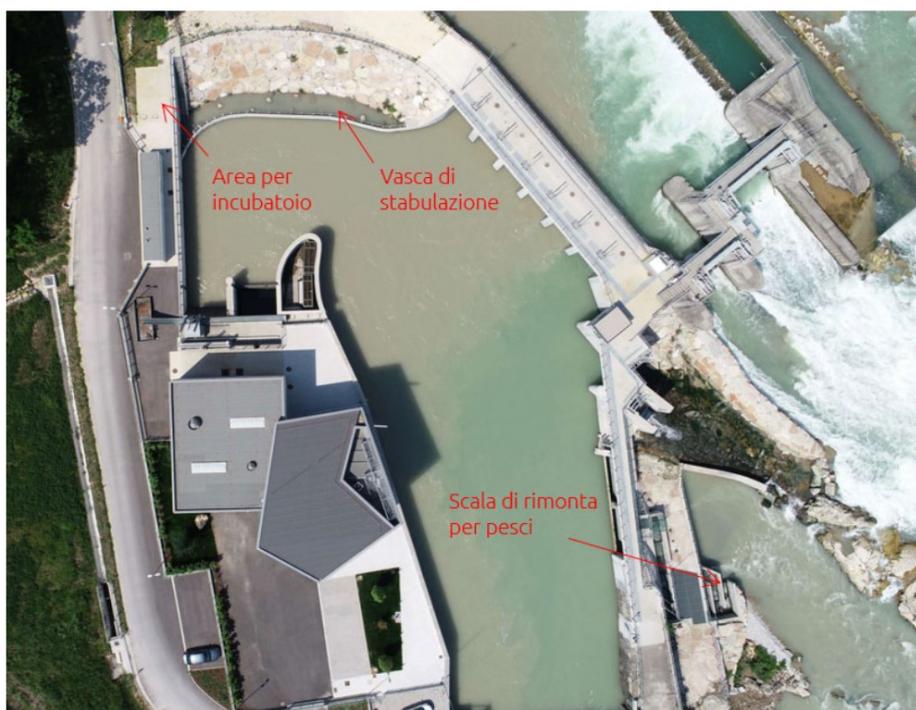
**Figura 28.** Interno edificio polivalente

#### **2.4.4. Scala di rimonta per i pesci, vasca di stabulazione e incubatoio**

Nell'ambito della costruzione della centrale idroelettrica è stato anche ricostruito il passaggio per pesci (progetto approvato dalla Provincia di Treviso – Ufficio Caccia e Pesca). Il sistema consiste in un passaggio a bacini successivi delle vasche e dei sistemi di superamento del dislivello con particolare attenzione a tutti i salmonidi e ciprinidi reofili maggiori, e degli accorgimenti per alcune specie di grande pregio, le quali, per la dimensione ridotta o per le capacità natatorie, avrebbero bisogno di specifici passaggi per pesci.

Con il termine *stabulazione* si intende un qualsiasi confinamento di animali in spazi controllati, i quali sono stati concepiti per assicurare e monitorare le funzioni vitali. Essi possono essere costruiti o ricavati artificialmente. L'*incubatoio* serve per allocare tutti quegli strumenti utilizzati per l'incubazione delle uova dei pesci.

Nella figura seguente è possibile individuare la scala di rimonta, l'incubatoio e la vasca di stabulazione:

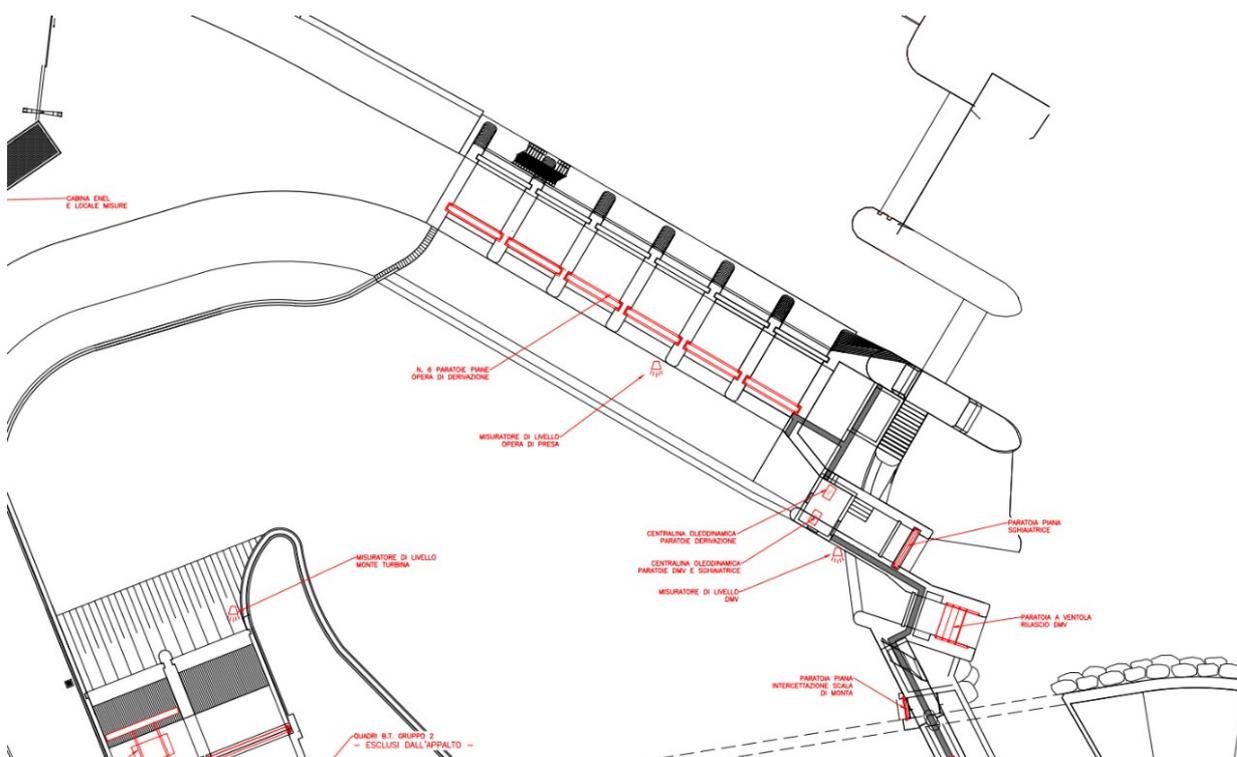


**Figura 29.** Scala di rimonta per i pesci, vasca di stabulazione e incubatoio

### 2.4.5. Nuova opera di derivazione a monte della centrale

Come già accennato in precedenza, in corrispondenza della realizzazione della centrale idroelettrica è stato costruito anche un manufatto di sbarramento a monte del bacino di calma, il quale è un'opera di derivazione che ha principalmente la funzione di far sì che il materiale solido trasportato dalle acque del fiume non venga accumulato davanti alle bocche di presa, correndo quindi il rischio di ostruirle e danneggiarle, garantendo quindi un grande vantaggio in caso di piena. Inoltre, esso migliora l'imbocco dell'opera di presa poiché rende la captazione dell'acqua dal Piave perpendicolare al flusso.

Nella figura seguente è riportata la planimetria dell'opera di derivazione, nella quale si possono individuare le 6 paratoie per la derivazione, il misuratore di livello dell'opera di presa e quello di livello del DMV, la paratoia piana sghiaiatrice, la paratoia a ventola di rilascio del DMV e le due centraline oleodinamiche, una per le paratoie di derivazione e una per la paratoia del rilascio DMV e quella sghiaiatrice:



**Figura 30.** Planimetria nuovo manufatto di presa a monte della centrale



## 2.5. MANUTENZIONE E SOSTITUZIONI

Come per ogni opera idraulica (ma anche per tutte le opere costruite dall'uomo), anche l'opera di derivazione di Nervesa è soggetta a vari tipi di manutenzione ed eventuali sostituzioni delle parti che la compongono, al fine di mantenere il sistema efficiente e duraturo, ma soprattutto per garantire la sicurezza sia dell'impianto che delle strutture e abitati nelle vicinanze e a valle di esso.

Un intervento che merita di essere evidenziato è quello riguardante la sostituzione di una delle due paratoie Galileo a seguito dei danni subiti a seguito dell'evento meteorologico noto con il nome di Tempesta Vaia.

### ***2.5.1. Sostituzione della seconda paratoia Galileo***

Nel corso dei suoi numerosi anni di vita l'opera di derivazione di Nervesa è stata testimone di diversi eventi da potersi considerare estremi o comunque dannosi per le infrastrutture che la compongono. Il più noto di tutti è il disastro del Vajont del 1963, il quale ha causato un innalzamento temporaneo delle acque del Piave anche a molti chilometri di distanza dal luogo della catastrofe.

Per un'opera di presa fluviale, generalmente, l'evento più gravoso (dal punto di vista strutturale e di sicurezza idraulica) è costituito dalle piene del fiume, causate quasi sempre da forti piogge, da cui essa deriva la risorsa idrica, e in particolare l'opera di Nervesa è stata interessata dalla piena del fiume Piave causata dalla **Tempesta Vaia** nel 2018.

La Tempesta Vaia è stato un evento meteorologico estremo, causato da una perturbazione di origine atlantica, che ha interessato il nord-est italiano, in particolar modo l'area delle Dolomiti e delle Prealpi Venete, dal 26 al 30 ottobre 2018 e che ha portato sul territorio vento fortissimo accompagnato da piogge molto intense.

Secondo le stime sono stati abbattuti 42 milioni di alberi, danno mai registrato in epoca recente in Italia, su una superficie totale di 41 000 ettari.

In base quindi alle seguenti dinamiche, l'evento meteorologico viene considerato come un vero e proprio disastro naturale senza precedenti, quanto meno in epoca moderna.

L'opera di presa di **Nervesa** non è certamente rimasta incolume da questo evento meteorologico particolare, in quanto parte degli alberi sradicati dal vento, dei massi caduti, delle ghiaie e del materiale derivato da smottamenti, si è riversata nelle acque del Piave ed è stata trasportata verso valle a grande velocità, a causa della violenta piena generata dall'intensa precipitazione che ha caratterizzato l'evento del Vaia.

Il materiale trasportato, costituito da ghiaie, massi e alberi, ha impattato con grande violenza contro le infrastrutture l'opera di presa di Nervesa, causando in particolare una ulteriore e significativa accelerazione dello stato di degrado delle due paratoie Galileo presenti nella parte più a monte dell'opera di Presa, compromettendone quindi la funzionalità e inoltre minacciando la sicurezza idraulica dell'intera zona e anche la pubblica incolumità conseguentemente ad eventuali cedimenti strutturali.

Il personale del Consorzio Piave ha dovuto quindi eseguire le dovute ispezioni con l'obiettivo di accertare i danni riportati dall'opera di presa, in particolar modo riguardo alle due paratoie Galileo, le quali, al momento del disastro, svolgevano il loro servizio da più di 55 anni, riuscendo a resistere alle piene del fiume Piave in occasione dei numerosi eventi meteorici avvenuti fino a quel momento.

Grazie però alla disponibilità dei fondi nazionali stanziati per i danni avvenuti a causa della Tempesta Vaia, pari a 256 mila euro, il Consorzio ha potuto sostituire con successo una delle due paratoie Galileo.

La paratoia attuale è stata realizzata ricorrendo alle moderne tecnologie di saldatura e all'utilizzo di acciaio di ultima generazione, ed è inoltre leggermente più robusta della precedente, il che la rende idonea a superare i prossimi 50 anni di vita e a resistere ad eventuali fenomeni meteorici eccezionali che possono interessare le acque del fiume Piave in futuro.

Per la sostituzione della seconda paratoia, invece, il Consorzio di Bonifica Piave è alla ricerca di risorse economiche necessarie allo svolgimento delle operazioni.

La figura sotto mostra alcuni momenti dei lavori di sostituzione della paratoia:



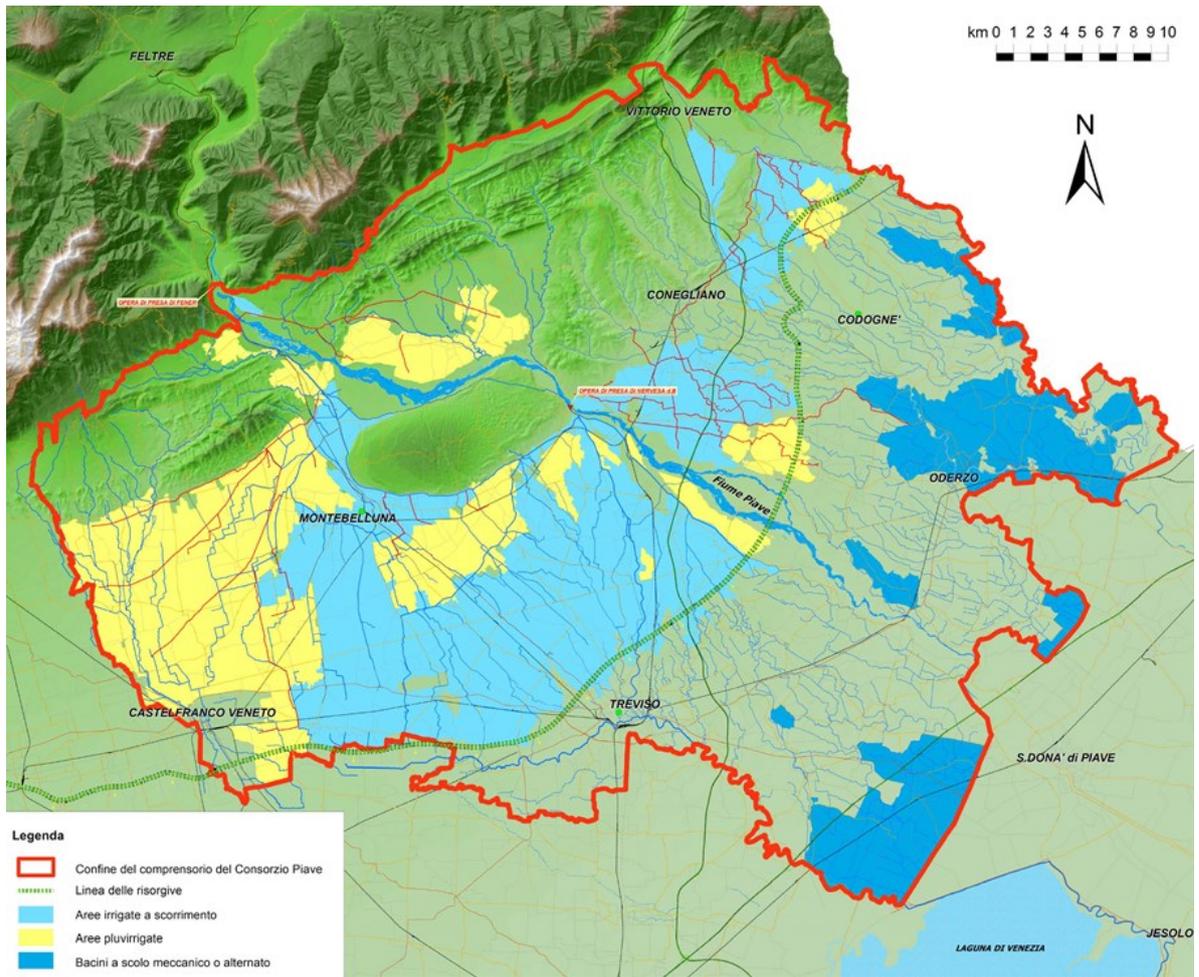
**Figura 31.** *Lavori di sostituzione della paratoia Galileo*

Come accennato in precedenza l'opera di presa di Nervesa è di proprietà e in gestione del **Consorzio di Bonifica Piave**, il quale è il risultato dell'unione di tre precedenti Consorzi: il *Pedemontano Brentella di Pederobba*, il *Destra Piave* e il *Pedemontano Sinistra Piave*.

Il consorzio copre quasi l'intero territorio non montano della Provincia di Treviso (principalmente nelle zone di Vittorio Veneto, Treviso, Montebelluna, Conegliano, Codognè e Oderzo) e una piccola area nella Provincia di Venezia, per una superficie totale di circa 190.000 ha.

Su tale territorio il Consorzio si occupa di irrigazione e di produzione di energia, oltre che allo scolo delle acque e alla difesa idraulica.

Nella figura seguente è possibile visualizzare il comprensorio del Consorzio:



**Figura 32.** *Comprensorio del Consorzio di Bonifica Piave*

### 3. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

#### BIBLIOGRAFIA

- Materiale fornito dal CONSORZIO DI BONIFICA PIAVE, Montebelluna (TV), 2022.
- *SISTEMI ACQUEDOTTISTICI, Lezioni di Costruzioni idrauliche*, L. Da Deppo, P. Saladin, Coordinamento grafico di G. Bugno. Prima edizione, Edizioni Progetto, Padova, 2021.

#### SITOGRAFIA

- <https://www.lavitadelpopolo.it/Paesi-Citta/Montebellunese/Inaugurata-la-nuova-centrale-sul-Piave-a-Nervesa> (04/03/2022)
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Opera\\_di\\_presa](https://it.wikipedia.org/wiki/Opera_di_presa) (04/03/2022)
- [https://docs.dicatechpoliba.it/filemanager/239/costr.%20idrauliche/6\\_opere%20di%20presa.pdf](https://docs.dicatechpoliba.it/filemanager/239/costr.%20idrauliche/6_opere%20di%20presa.pdf) (04/03/2022)
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Nervesa\\_della\\_Battaglia](https://it.wikipedia.org/wiki/Nervesa_della_Battaglia) (04/03/2022)
- <https://consorziopiave.it/approfondimenti/la-piavesella-di-nervesa-e-il-canale-della-vittoria/> (04/03/2022)
- <https://consorziopiave.it/inaugurazione-centrale-idroelettrica-a-nervesa-della-battaglia-tv/#> (04/03/2022)
- <https://consorziopiave.it/approfondimenti/la-centrale-idroelettrica-di-nervesa-della-battaglia/#> (04/03/2022)
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Minimo\\_deflusso\\_vitale](https://it.wikipedia.org/wiki/Minimo_deflusso_vitale) (04/03/2022)
- <https://www.treccani.it/vocabolario/modulo/> (04/03/2022)
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Fiume> (04/03/2022)
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Piave> (04/03/2022)
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Irrigazione\\_per\\_scorrimento](https://it.wikipedia.org/wiki/Irrigazione_per_scorrimento) (04/03/2022)
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Irrigazione\\_a\\_pioggia](https://it.wikipedia.org/wiki/Irrigazione_a_pioggia) (04/03/2022)
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Centrale\\_idroelettrica](https://it.wikipedia.org/wiki/Centrale_idroelettrica) (04/03/2022)
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Turbina\\_Kaplan](https://it.wikipedia.org/wiki/Turbina_Kaplan) (04/03/2022)
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Alternatore> (04/03/2022)

- <https://it.wikipedia.org/wiki/Stabulazione> (04/03/2022)
- <https://www.treccani.it/vocabolario/ricerca/incubatoio/> (04/03/2022)
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Tempesta\\_Vaia](https://it.wikipedia.org/wiki/Tempesta_Vaia) (04/03/2022)
- <https://www.trevisotoday.it/green/nervesa-sostituzione-paratoia-galileo-opera-presa-2020.html> (04/03/2022)

## RINGRAZIAMENTI

Per la stesura di questa tesi ringrazio in primis il Consorzio di bonifica Piave, il cui personale è stato molto disponibile a fornirmi tutto il materiale necessario per il lavoro.

Un grande ringraziamento va sicuramente al mio relatore, il prof. Andrea Defina, che si è sempre dimostrato gentile e molto paziente nel guidarmi nella stesura della tesi, ma anche in altri contesti universitari, e soprattutto nel rispondere alle mie numerose mail.

Un doveroso ringraziamento va alla mia famiglia e i miei parenti, i quali mi hanno sempre sostenuto economicamente e moralmente durante tutto il mio percorso triennale.

Ringrazio di cuore tutti i miei amici e compagni di corso che mi hanno sempre dato una mano a superare gli esami più difficili e soprattutto mi hanno regalato momenti divertenti e spensierati. Grazie a loro ricorderò questa prima parte del mio percorso universitario come un'esperienza molto impegnativa ma anche piena di momenti felici.

Questo ciclo di studi è giunto al termine, ora proseguirò nella laurea magistrale con indirizzo Idraulica.

Con questo ho concluso.

Vi ringrazio per l'attenzione.