

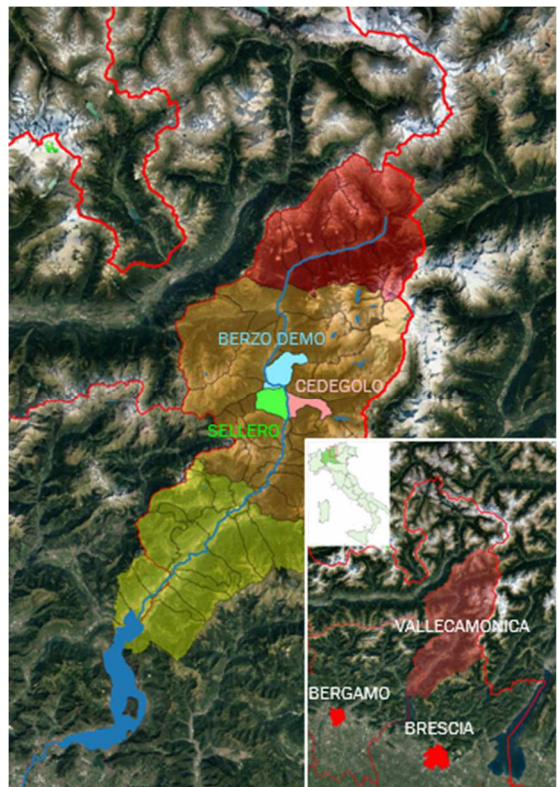
CRITERI DI PROGETTO E IMPATTO SULL'AMBIENTE DI UN COLLETTORE FOGNARIO TRA BERZO DEMO, CEDEGOLO E SELLERO (BS)

Il lavoro di tesi da me realizzato per il conseguimento della laurea magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio presso l'Università degli Studi di Brescia tratta la macro tematica della corretta gestione del territorio relativamente alle acque reflue fognarie.

In particolare, l'argomento approfondito è la definizione di criteri da seguire nella progettazione di un collettore fognario, nello specifico nella progettazione degli sfioratori attraverso cui le reti esistenti di fognatura comunale si immettano nel collettore finale che porta poi all'impianto di trattamento delle acque reflue, prendendo come riferimento il caso dei comuni di Berzo Demo, Cedegolo e Sellero in Val Camonica (Brescia), che mi è stato possibile analizzare durante il periodo di tirocinio svolto presso l'Ufficio di Progettazione Unica di Acque Bresciane. Contestualmente è stata realizzata anche una riflessione sulle condizioni ambientali rilevate prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera, al fine di evidenziare i benefici derivanti da una corretta e precisa progettazione, anche e soprattutto in termini di valorizzazione del territorio e del paesaggio.

La Valle Camonica, una delle vallate più estese delle Alpi Centrali, si trova in Lombardia, in provincia di Brescia; è attraversata in senso longitudinale dal fiume Oglio, il quale si immette poi nel lago d'Iseo. Per via della sua conformazione geomorfologica, viene distinta in tre settori: l'alta Valle (indicata in rosso nell'immagine), la media Valle (in arancione) e la bassa Valle (in giallo).

L'oggetto dell'elaborato riguarda il collettamento delle acque reflue della media Valle Camonica, in particolare dei comuni di Berzo Demo, Cedegolo e Sellero, in cui allo stato attuale la rete fognaria esistente, di tipo unitario (ovvero una rete che raccoglie unitamente acque nere e acque meteoriche), sversa nel fiume Oglio, senza alcun tipo di trattamento.



In seguito alle procedure di infrazione comunitaria avviate dalla Commissione Europea a causa dello sversamento di acque inquinate in corpi idrici, ad Acque Bresciane, gestore del Sistema Idrico Integrato della provincia di BS, è stata affidata la progettazione di un collettore che raccogliesse le acque reflue dei tre comuni e le conferisse a Capo di Ponte, dove ha inizio una condotta già esistente che porta al depuratore intercomunale di Esine. La lunghezza complessiva del collettore è di circa 6,5 km: i primi 2700 m sono in sponda sinistra, di cui una parte in sede stradale e circa 1 km appeso al muro d'argine del fiume Oglio; tramite sifone di attraversamento, la restante parte si trova in sponda destra, principalmente in sede stradale, ad esclusione di un tratto di 200 m realizzato all'interno del letto del fiume, protetto da una scogliera.

Riguardo ai materiali, è stato utilizzato in larga parte il gres, in quanto esiste la possibilità che la falda raggiunga le tubazioni, con diametri di 300 mm e 400 mm. Per il tratto appeso al muro d'argine, a causa di problemi legati alla dilatazione termica, sono state valutate diverse opzioni; quella definitiva è di una singola tubazione con diametro di 315 mm, in acciaio, dotata di compensatori assiali.

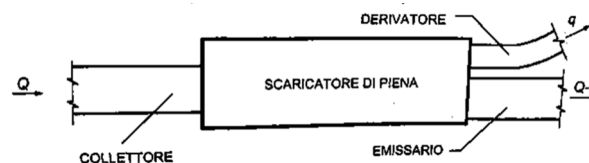
Riguardo invece alle tecniche realizzative, la maggior parte degli scavi è stata realizzata tramite metodo tradizionale. A Cedegolo, a valle del Musil (il museo dell'energia idroelettrica), per un breve tratto è stato necessario utilizzare uno spingitubo al fine di preservare le vecchie murature portanti di una strada. Il tratto appeso al muro d'argine è invece sostenuto da mensole in acciaio predisposte a intervalli regolari. Infine, il tratto che si trova nel letto del fiume e che quindi è particolarmente esposto alle piene, è protetto da una scogliera realizzata in massi.

Terminata la fase di analisi del progetto e dell'esecuzione dei lavori del collettore principale, prima di procedere con l'approfondimento sugli sfioratori, è stata consultata la normativa in materia. In Lombardia, le normative di riferimento sono due: il Regolamento Regionale numero 6 del 29 marzo 2019, che stabilisce le condizioni per cui le portate in eccesso provenienti dagli sfioratori possano essere sversate nei corpi idrici ricettori senza necessità di trattamento (ovvero portata di soglia di 1500 l/ab g); qualora queste condizioni non siano verificate, la DGR del 23 dicembre 2019 n. XI/2723 stabilisce le linee guida da seguire nella progettazione di sistemi di trattamento.



Data la conformazione della media Valle Camonica, caratterizzata da poca disponibilità di spazi in quanto l'urbanizzato è tutto concentrato nel fondovalle, l'unica possibilità è stata quella di rispettare le condizioni (portata di soglia di 1500 l/ab g) e di evitare l'inserimento di sistemi di trattamento.

Gli sfioratori sono manufatti che servono a separare le portate; il canale in arrivo da monte è chiamato *collettore*, il *derivatore* è la condotta che porta le acque inquinate all'impianto di trattamento, l'*emissario* è la condotta attraverso cui le portate in eccesso vengono avviate verso i corpi idrici ricettori.



Attraverso lo studio di alcune opere della letteratura tecnica idraulica anche recente (*Fondamenti di Costruzioni Idrauliche* di G. Becciu e A. Paoletti, *Fognature* di L. Da Deppo e C. Datei, *Idraulica dei sistemi fognari* di C. Gisonni e W. H. Hager, il manuale di progettazione *SISTEMI DI FOGNATURA* ed infine il capitolo sugli scaricatori di piena del professor Biggiero negli atti del primo corso di aggiornamento sulle *Tecniche per la difesa dall'inquinamento*), sono state confrontate tra loro in particolare quattro tipologie di manufatti di sfioro:

1. Sfioratori laterali;
2. Derivatori frontali;
3. Scaricatori a salto;
4. Scolmatori a luce di fondo.

Sono stati così definiti i criteri progettuali da adottare.

Per gli SFIORATORI LATERALI, le condizioni sono:

- Presenza di corrente lenta;
- Localizzazione in zone pianeggianti;
- Necessità di deviare le portate in eccesso, lasciando proseguire verso valle le portate da trattare;
- Ridotto carico disponibile lungo il percorso delle acque nere.

Per i DERIVATORI FRONTALI:

- Corrente veloce, ma senza possibilità di perdere quota;
- Diametri del collettore in arrivo da monte di minimo 40 cm , così da garantire sia per il derivatore sia per l'emissario i 20 cm minimi necessari per evitare ostruzioni;
- Esigenza di semplicità costruttiva (i derivatori frontali sono i più facili da realizzare).

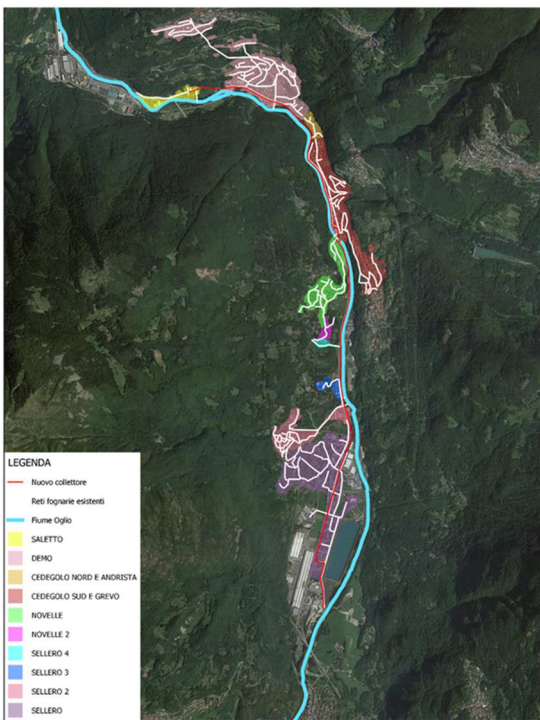
Per gli SCARICATORI A SALTO:

- Corrente veloce, ma con disponibilità di un dislivello sensibile lungo il tracciato del collettore;
- Portata da derivare non troppo modesta;
- Necessità di non opporre ostacolo alla corrente principale, ovvero quella che viene rilasciata nel corpo idrico ricettore.

Infine, per gli SCOLMATORI A LUCE DI FONDO:

- Differenza di quota tra collettore in arrivo e canale derivatore non trascurabile.

Un ulteriore criterio riguarda le dimensioni minime delle grandezze caratteristiche, ovvero delle luci di scaricatori e scolmatori, dei setti dei derivatori e dei petti degli sfioratori laterali: **20 cm** minimi sono necessari per ridurre il rischio di occlusione.



Alla luce dei criteri definiti, è stato poi realizzato un esempio applicativo per il caso di Berzo Demo, Cedegolo e Sellero. Sono state innanzitutto individuate le reti esistenti con i loro relativi bacini, indicati nell'immagine.

Per ognuna di esse, inizialmente **10** in totale, sono state calcolate le portate di tempo asciutto, le portate critiche e quelle di pioggia relative ad eventi di durata pari a **0,2 ore – 0,4 ore – 0,5 ore - 1 ora**. Individuati poi i punti di intersezione tra le reti esistenti e il tracciato del nuovo collettore, seguendo i criteri prima definiti, sono stati progettati i relativi manufatti di sfioro (le tavole di progetto sono allegate in fondo alla tesi).

Per SALETTO, considerate la pendenza, il numero di Froude e i valori delle portate, si è optato per uno SCARICATORE A SALTO A FONDO ALLINEATO.

Anche per DEMO, considerata la pendenza, il numero di Froude, i valori delle portate e i dislivelli, la scelta è stata quella di prevedere uno SCARICATORE A SALTO A FONDO ALLINEATO.

Vista la modesta estensione del bacino di CEDEGOLO NORD, è stato valutato di collegare la rete di CEDEGOLO NORD a quella di CEDEGOLO SUD. Per CEDEGOLO SUD, data la differenza di quota tra collettore in arrivo da monte e canale derivatore, è previsto uno SCARICATORE A LUCE DI FONDO.

Anche nel caso di NOVELLE 2 e di SELLERO 4, date le modeste dimensioni dei due bacini, è stato valutato di unire queste reti a quella di NOVELLE. Considerate le pendenze, l'impossibilità di perdere quota e i valori dei diametri, per NOVELLE si è optato per uno SCARICATORE FRONTALE.

Viste le pendenze e i dislivelli trascurabili, per SELLERO 2 l'opzione ritenuta migliore è stata quella di uno SFIORATORE LATERALE.

Infine anche per SELLERO, dati i dislivelli e la necessità di deviare le portate in eccesso verso il fiume Oglio, è previsto uno SFIORATORE LATERALE.

	MANUFATTO DI SFIORO	CARATTERISTICHE	
SALETTO	Scaricatore a salto	Luce di 25 cm x 25 cm	
DEMO	Scaricatore a salto	Luce di 25 cm x 25 cm	
CEDEGOLO SUD	Scolmatore a luce di fondo	Luce di 30 cm x 30 cm	
NOVELLE	Derivatore frontale	Setto di 20 cm	
SELLERO 2	Sfioratore laterale	Petto di 20 cm, lunghezza 70 cm	Apertura paratoia: 20 cm
SELLERO	Sfioratore laterale	Petto di 30 cm, lunghezza 150 cm	Apertura paratoia: 30 cm

Per concludere, è stata svolta una riflessione sugli impatti ambientali, volta a sottolineare il fatto che un semplice errore nei calcoli può compromettere il significato dell'intera opera. La situazione di partenza era quella di contaminazione delle acque del fiume Oglio e, di conseguenza, di rischio di danni sia per la salute dell'uomo, perché per esempio per l'irrigazione dei campi si attinge dai fiumi, sia anche per l'ambiente, soprattutto a causa del fenomeno di eutrofizzazione che attualmente già colpisce alcune zone del lago d'Iseo. Durante la realizzazione dell'opera, parte dei lavori è stata svolta nel letto del fiume, con conseguenze come un temporaneo peggioramento della torbidità, ma soprattutto il cantiere ha avuto impatti sulla comunità a livello della viabilità (per i sensi unici alternati, per l'aumento del traffico), di inquinamento acustico (per particolari lavorazioni e per la circolazione di mezzi pesanti) e di emissioni atmosferiche (polveri generate da movimentazione delle terre). I benefici derivanti dall'opera riguardano innanzitutto la conformità alle normative nazionali ed europee, ma anche la garanzia di una corretta diluizione delle portate sversate, che quindi non vanno più a compromettere gli ecosistemi acquatici ed assicurano una buona qualità delle acque del fiume Oglio e del lago d'Iseo, e ancora in questo modo si conclude il programma affidato ad Acque Bresciane di collettamento della media Val Camonica, andando così a garantire il rispetto dell'ambiente, degli habitat, di flora e di fauna, anche a lungo termine.