



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO



RECUPERO DEL CORSO DELLA ROGGIA DELL'ORRIDO DI INVERIGO CON SEPARAZIONE COLLETTORE FOGNARIO – LOTTO 1

Convenzione tra Regione Lombardia, Parco Regionale della Valle del Lambro e Comune di
Inverigo del 4 dicembre 2014

PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO RELAZIONE GENERALE

I progettisti

Ing. Stefano Minà

Ing. Chiara Vellani

Triuggio, novembre 2015



Regione
Lombardia



Valbe Servizi s.p.a.





INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. STATO DI FATTO | 4 |
| 3. OBIETTIVI E CRITERI SEGUITI PER L'INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI ED ANALISI DELLE ALTERNATIVE | 9 |
| 3.1. OBIETTIVI E CRITERI | 9 |
| 3.2. ANALISI DELLE ALTERNATIVE | 10 |
| 4. OPERE IN PROGETTO..... | 13 |
| 5. SINTESI DELLE INDAGINI SPECIALISTICHE | 15 |
| 5.1. ASPETTI QUALITATIVI DELLE ACQUE | 15 |
| 5.2. ASPETTI IDROLOGICI | 16 |
| 5.3. ASPETTI IDRAULICI | 17 |
| 5.4. INDAGINE SULLE INTERFERENZE | 17 |
| 5.5. ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI..... | 17 |
| 5.6. ASPETTI AMBIENTALI ED URBANISTICI | 18 |
| 6. ELENCO ELABORATI DEL PROGETTO | 20 |



1. PREMESSA

L'intervento descritto in questo progetto ha come oggetto la riqualificazione della roggia del Valletto nel tratto compreso tra via Sant'Ambrogio e la sua confluenza nella roggia dell'Orrido a monte del monumento naturale omonimo, oltre al completamento del collettamento fognario nell'area dell'Esedra – Santa Maria della Noce finalizzato al recupero anche qualitativo delle acque della roggia. Tutti gli interventi sono compresi in Comune di Inverigo.

L'intervento è scaturito dalla discussione all'interno del cosiddetto "Forum Lambro Settentrionale" sul progetto dell'area di laminazione nella valle di Inverigo. Nel progetto preliminare di quelle opere erano previste alcune migliorie ambientali a corollario tra le quali una riguardava la formazione di un'area di fitodepurazione per il finissaggio delle portate in uscita dallo scolmatore di piena che riversa le acque di pioggia miste alle nere sull'asta dell'Orrido di Inverigo a monte di esso. Alcune associazioni avevano espresso forti perplessità sulla soluzione adottata per la sistemazione dell'Orrido, insistendo sulla necessità di separare le acque nere da quelle bianche.

A seguito di quel confronto è stata ricercata e trovata la disponibilità della Direzione Generale Ambiente di Regione Lombardia a finanziare un progetto specifico che affrontasse in maniera radicale le problematiche ambientali a monte dell'Orrido e contestualmente anche il Comune di Inverigo si è impegnato per contribuire, in qualità di gestore in economia della rete di fognatura, a realizzare una parte delle lavorazioni per contribuire al raggiungimento degli obiettivi di qualità della roggia.

Il progetto è stato redatto ipotizzando un percorso parallelo ma indipendente per alcune lavorazioni tra loro complementari ma scindibili in tre elementi autonomi. Nel lotto 1 (quello di cui si occupa il presente progetto) sono stati inseriti tutti gli interventi di riqualificazione della roggia del Valletto fino a farla confluire nella roggia dell'Orrido. Nel lotto 2 (non compreso in questo progetto) è previsto il completamento della separazione delle reti nell'area dell'Esedra, il passaggio dei reflui sotto alla ferrovia Milano – Asso, lo sfioro delle portate in eccesso nella nuova roggia e il demandamento delle acque nere a valle sulla via Magni. Nel lotto 3 (non compreso in questo progetto) è previsto il completamento della rete di adduzione delle portate nere al collettore consortile di via Magni compreso il collettamento di tutte le utenze sulla via Magni stessa.

2. STATO DI FATTO

La zona di intervento è situata nel comune di Inverigo nella zona di Santa Maria della Noce. Gli interventi relativi al lotto 1 oggetto del presente studio riguardano

- Area 1: Roggia del Valletto per il suo tratto compreso tra via Sant’Ambrogio e via Martiri di Fiesole, oggi intubata in mezzo a prati;
- Area 2: Roggia del Valletto nel prato che ospita il viale dei cipressi, dove la roggia è in un primo tratto canalizzata in canaletta di calcestruzzo, quindi corre intubata sotto l’Esedra e prima di sottopassare la ferrovia si mischia con i reflui fognari;
- Area 3: Roggia del Valletto e reflui fognari a valle della ferrovia trasportati da una condotta che nell’area a fondo chiuso corre sotto la strada quindi ha un manufatto di sfioro malfunzionante che permette il recapito di buona parte delle portate nere nell’Orrido di Inverigo.



Figura 1 – Inquadramento territoriale delle aree di intervento

A monte di via Sant’Ambrogio la roggia Valletto è a cielo libero e scorre in mezzo all’area produttiva tra via al Gigante e via Colombaio. A partire da Via Sant’Ambrogio viene intubata e da quel punto è ispezionabile solo attraverso alcune camerette aperte che si intravedono in mezzo ai prati o alla boscaglia. A monte di via Sant’Ambrogio la roggia ha una larghezza massima di 2 metri ed una profondità di 1,5, mentre a valle prosegue in un tratto intubato di diametro massimo di 1 metro.

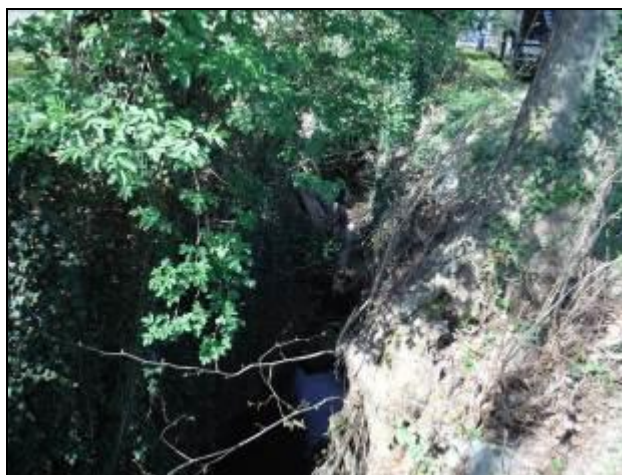


Figure 2 e 3 – Roggia Valletto a monte e a valle di via Sant’Ambrogio

Nel tratto compreso tra via Sant’Ambrogio e via Martiri di Fiesole la roggia attraversa prati intervallati da macchie arboree, fino ad attraversare via Rocchina poco prima dell’incrocio con via Martiri di Fiesole. Complessivamente in questo tratto sono stati rinvenute 4 camerette di ispezione.



Figure 4 e 5 – Roggia Valletto tra via Sant’Ambrogio e via Martiri di Fiesole

Nel tratto successivo la roggia corre sotto via Rocchina fino all’altezza di via Pollak, quindi, sempre intubata per la prima parte, entra nel parco della villa Crivelli prima di riuscire a cielo aperto. Complessivamente fino a questo punto è stata intubata per circa 300 metri.

Nel parco di Villa Crivelli prosegue in una canaletta di calcestruzzo per circa 200 metri prima di essere nuovamente intubata. Qui costeggia i prati che costituiscono il parco senza rilevante naturalità, annullata dalla completa banalizzazione dell’alveo e per nulla vegetata lungo le sponde. In questo tratto è presente anche un manufatto che consente l’eventuale attraversamento per dirigersi verso la baita del CAI e l’Oratorio della Parrocchia di Sant’Ambrogio.



Figure 6 e 7 – Tratto tra via Martiri di Fiesole e via Rocchina



Figure 8 e 9 – Roggia Valletto all'uscita della tombinatura di via Rocchina



Figure 10 e 11 – Attraversamento sulla Roggia Valletto e nuova ritombinatura nel parco di villa Crivelli

Nel tratto successivo la roggia corre intubata in direzione prima NW-SE quindi N-S, sempre costeggiando l'abitato di Santa Maria della Noce; quindi intercetta il viale dei cipressi e vi scorre sotto per circa 60 metri prima di giungere nell'Esedra.



Figure 12 e 13 – Tratto intubato a monte e lungo il viale dei cipressi

La roggia presumibilmente sotto il viale dei cipressi riceve alcuni contributi di acque nere dalle abitazioni prospicienti; quindi nell'Esedra riceve le acque meteoriche di tutto il quartiere di Santa Maria della Noce. Infine, sempre intubata in un condotto di diametro di 1 metro, attraversa la via IV novembre convergendo in un pozzetto, posto a monte della linea ferroviaria, dove riceve altri contributi di acque miste (bianche e nere).



Figure 14 e 15 – Pozzetto su via IV novembre e passaggio sotto la ferrovia

In tutto il tratto sopra descritto la roggia è rimasta intubata. A valle della ferrovia torna in superficie per alcuni metri, ma oramai è completamente compromessa dalle portate nere che di fatto si tratta a tutti gli effetti di un tratto di fognatura a cielo aperto. Viene successivamente nuovamente intubata e attraversa il campo a prato compreso tra la ferrovia e la via monte Barro, sempre dentro un condotto del diametro di 1 metro; quindi sottopassa la via monte Barro ed entra nella proprietà ex-Victory. Qui il condotto segue la strada interna e sulla curva, dopo avere ricevuto altre acque miste (con forte componente di nera), lo sfioratore reimmette le portate in eccesso nella valle dell'Orrido. Da questo punto in poi la roggia corre in un ambito boscato all'interno del fondo chiuso.

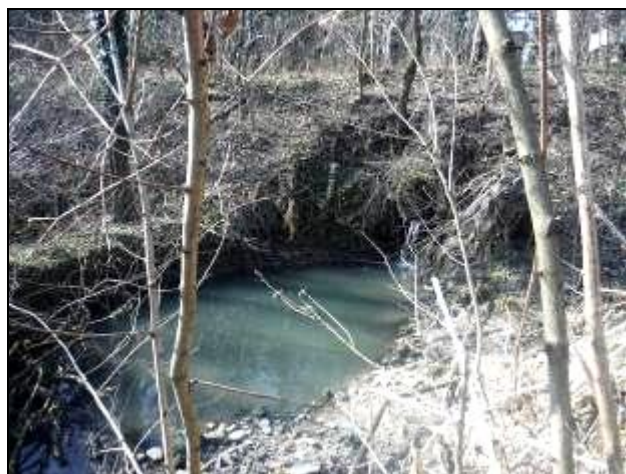


Figure 16 e 17 – Vista del tratto tra la ferrovia e via IV Novembre ed uscita dello sfioratore nell’Orrido



3. OBIETTIVI E CRITERI SEGUITI PER L'INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI ED ANALISI DELLE ALTERNATIVE

In questo capitolo sono illustrati gli obiettivi perseguiti dal presente progetto nonché i criteri di progettazione adottati per perseguirli con la maggior speranza di successo ed il minimo impatto ambientale. Sono altresì riportate le alternative analizzate prima della definizione del quadro progettuale finale preliminare.

3.1. OBIETTIVI E CRITERI

Il principale obiettivo dell'intervento è il miglioramento ambientale delle acque dell'Orrido attraverso la dismissione dello sfioratore di piena insistente su di esso e la riqualificazione della roggia del Valletto. Nello studio sul reticolo idrico minore la seconda costituisce, dal punto di vista idrologico, la parte di monte della prima. Oggi questi due tratti vengono a contatto solo dopo che le acque del Valletto si sono mischiate con le portate nere di fognatura, con evidente scadimento della qualità ambientale dell'Orrido e delle sue acque. A sua volta la roggia Valletto si trova in precarissime condizioni ambientali essendo stata tombinata per l'80% della sua lunghezza, probabilmente per lasciare spazio all'urbanizzazione di comparti produttivi (come la ditta Gerosa) e di aree ad uso residenziale. La tombinatura era oltretutto una pratica molto diffusa negli anni 70-80 come soluzione speditiva per il collettamento degli scarichi domestici ed industriali: il corso d'acqua veniva di fatto mantenuto con funzione di smaltimento delle portate nere e veniva nascosto dalla pubblica attenzione. Oggi con i crescenti problemi di gestione delle acque di pioggia nella rete fognaria e la necessità di riqualificazione e recuperare acque di buona qualità nei corpi idrici la tendenza è diventata opposta, ossia quella di eliminare acque estranee (non nere) dalla pubblica fognatura che progressivamente dovrà specializzarsi per il solo collettamento delle acque reflue.

Interessanti processi di riqualificazione di tratti di corsi d'acqua urbani sono stati realizzati a titolo di mero esempio sul Kallang river a Singapore, sul rio Mödling a Mödling, sul Albisriederbach a Zurigo: in tutti questi casi sono stati rinaturalizzati alvei canalizzati o tombinati con notevole miglioramento sia della sicurezza idraulica che della qualità ambientale e della possibilità fruitiva dei corsi d'acqua interessati.

Giova a questo punto ricordare come il secondo obiettivo che è stato considerato nell'ideazione dell'intervento è stata la sicurezza idraulica nel nodo dell'Esedra, partendo dal principio che qualsiasi sezione aperta è più sicura di una sezione chiusa, e pertanto andavano massimizzati i tratti in cui adottare la prima e minimizzare i tratti in cui adottare la seconda. Le indagini a supporto della progettazione definitiva hanno infatti evidenziato la presenza di una situazione di criticità idraulica nella zona dell'Esedra di Inverigo, posta ai piedi del versante sulla cui sommità sorge la villa Crivelli, nel punto di raccolta di tutte le acque meteoriche da esso raccolte. Tale criticità è fondamentalmente data dalla insufficienza delle



strutture di raccolta delle acque di pioggia in corrispondenza dell'Esedra, costituite da caditoie che devono smaltire anche le acque provenienti dal versante del parco di Villa Crivelli, e dalla eccessiva lunghezza del tratto tombinato che, alle dimensioni attuali, risulta insufficiente quantomeno alle portate con tempo di ritorno di 50 anni.

Non da ultimo sono stati tenuti in attenta considerazione gli aspetti vedutistici e di inserimento ambientale, dal momento che l'intervento ricade in un'area molto sensibile ed estremamente tutelata dal punto di vista paesaggistico.

Infine, ma non meno importante, è stato considerato l'aspetto sanitario, sollevato dalla presenza di un pozzo ad uso potabile proprio nella parte alta della roggia del Valletto, e che potrebbe essere stata una delle ragioni per il suo storico confinamento in condotte e canalette prefabbricate. Questo problema è stato superato proponendo l'impermeabilizzazione del fondo dell'alveo rinaturalizzato che, tra l'altro, sarà più sicuro della situazione attuale dal momento che il condotto interrato, a seguito di apposita videoispezione, è in più punti seriamente danneggiato e già consente una infiltrazione in falda delle acque della roggia.

3.2. ANALISI DELLE ALTERNATIVE

Per la risoluzione delle problematiche di rischio idraulico e per quelle relative al collettamento degli scarichi oggi recapitanti in corpo idrico sono state prese in considerazione diverse alternative tratte da alcuni progetti già disponibili presso il Comune di Inverigo.

Il primo di questi è il progetto preliminare "Lavori di ristrutturazione della tombinatura in località Santa Maria della Noce" redatto dall'ing. Alberto Cappelletti di Cantù (ordine degli ingegneri di Como) nel 2011. Questo aveva come obiettivo la risoluzione della insufficienza idraulica del condotto che passa sotto il viale dei Cipressi posando una nuova condotta di diametro maggiore lungo via IV Novembre. Di questa soluzione gli scriventi hanno ritenuto senza dubbio condivisibili gli obiettivi ed il dimensionamento idraulico, non quello ambientale, che non prevedeva alcuna riqualificazione della roggia né poneva rimedio alla commistione delle acque nere con quelle pulite.

Gli altri due progetti sono a firma dell'ing. arch. Franco Gerosa di Lambrugo (ordine degli ingegneri di Como) e riguardano il completamento della rete di fognatura nera nelle vie IV Novembre e monte Barro (novembre 2013) e in via Magni (febbraio 2013). Di questi si condivide naturalmente il principio di separazione delle acque nere dalle bianche e pertanto buona parte degli interventi in tal senso sono stati recepiti, con le dovute modifiche ed integrazioni, nella redazione della parte sulle infrastrutture relativa al lotto 1 e nel lotto 2.



Infine si fa nota di una relazione pervenuta nel 2014 al Comune di Inverigo a firma della dott.ssa geol. Monica Avanzini secondo la quale, in buona sostanza, le criticità idrauliche della roggia Valletto avrebbero potuto trovare risoluzione in una migliore gestione agronomica del parco di Villa Crivelli e nella formazione di fossi di scolo recapitanti nel rio Valletto. Delle soluzioni proposte si condivide certamente l'utilità ma sono state considerate insufficienti per garantire lo smaltimento in sicurezza delle portate di piena del Valletto. È pertanto stata recepita nel progetto la proposta di formare alcuni fossi di scolo per consentire un migliore e più gestibile drenaggio dell'area del parco senza inficiarne la sua connotazione vedutistica.

In definitiva per la risoluzione delle problematiche insistenti sul rio Valletto e sull'Orrido di Inverigo le alternative disponibili erano le seguenti:

- 1) Soluzione 1: opzione 0, nessun intervento;
- 2) Soluzione 2: realizzazione di tutti gli interventi previsti da Cappelletti e Gerosa, tali quali;
- 3) Soluzione 3: chiusura dello sfioratore sull'Orrido e demandamento di tutte le acque (miste) al collettore consortile passando dal condotto in area ex-Victory con recupero parziale della roggia nell'area dell'Esedra;
- 4) Soluzione 4: riqualificazione complessiva della roggia del Valletto e completamento della separazione della rete fognaria su via IV Novembre, via Barro e via Magni con connessione al collettore Valbe.

Per quanto riguarda la soluzione 1 (opzione 0) si può semplicemente osservare come questa faccia permanere tutte le problematiche fino qui analizzate, pertanto risulta indubbiamente da scartare.

Per quanto riguarda la soluzione 2 si ricorda come gli interventi possano in qualche modo risolvere gli aspetti di natura idraulica e quelli della qualità delle acque del Valletto e dell'Orrido ma non incidono in alcun modo sulla qualità ambientale della roggia del Valletto nella sua parte più alta.

La soluzione 3, inizialmente proposta come la più economica e la più rapida, è stata scartata per 2 ragioni: la prima di ordine tecnico (sospetto deterioramento della rete dentro l'area ex-Victory), la seconda di ordine amministrativo (la proprietà della condotta che è privata).

A seguito del confronto con le precedenti l'alternativa 4 è risultata la più idonea alla risoluzione di gran parte dei problemi poc'anzi enunciati e la migliore sotto il profilo ambientale. Nella tabella che segue vengono sintetizzati i vari aspetti considerati utilizzando una simbologia molto intuitiva.



























| | Qualità acque Orrido | Sicurezza idraulica Esedra | Qualità ambientale Valletto | Manutenzione Valletto e fognature | Impatto paesaggistico | Giudizio complessivo |
|-------------|---|---|---|--|---|---|
| Soluzione 1 |  |  |  |  |  |  |
| Soluzione 2 |  |  |  |  |  |  |
| Soluzione 3 |  |  |  |  |  |  |
| Soluzione 4 |  |  |  |  |  |  |

Tabella 1: sintesi del confronto tra le alternative



4. OPERE IN PROGETTO

Il presente progetto nasce, in prima istanza, dall'esigenza di risanare un'area di interesse naturalistico, quella dell'Orrido di Inverigo, da una situazione di inquinamento divenuta ormai cronica.

Al momento, la bellezza incontaminata dell'Orrido di Inverigo è almeno parzialmente inficiata dalla presenza, proprio nel suo tratto iniziale (interno all'area "ex-Victory"), di uno scolmatore di piena della rete fognaria mista proveniente da monte. L'attuale condizione di insufficienza idraulica di quest'ultima, unita a una probabile manutenzione lacunosa del tratto di valle, porta a frequenti tracimazioni di acque reflue nella zona prospiciente al manufatto, anche per eventi di precipitazione considerabili come ordinari. Ciò si traduce in una fonte di inquinamento cronica per l'area in esame (presenza di pozze maleodoranti con accumulo di rifiuti), come constatato da visite effettuate in loco, e confermato da analisi speditive effettuate sulla qualità delle acque.

L'area obiettivo del progetto si presenta quindi problematica sotto due aspetti differenti: il primo, di ordine ambientale/paesaggistico, relativo alla deturpazione da inquinamento della zona dell'Orrido, e il secondo, di carattere idrologico/idraulico, dovuto all'insufficienza del sistema fognario attuale nello smaltimento degli eventi di piena.

Nella duplice ottica di voler restituire a un'area del Parco Valle Lambro un'immagine più naturale, rimuovendo gli elementi di artificializzazione più impattanti, e di ottenere un incremento della sicurezza passiva nei confronti degli eventi di piena, è stato pensato di riportare alla luce quanti più tratti possibili della roggia del Valletto, oggi per lo più intubata o canalizzata, ricostruendo un corso d'acqua naturale, per lo più funzionante a pelo libero – fatta eccezione per i tratti interrati obbligati. Questo, unito ad alcuni interventi di separazione delle reti di fognatura nell'area di Santa Maria della Noce, consentirà di convogliare all'Orrido le sole acque meteoriche del bacino del valletto e di condurre le acque nere al collettore consortile. L'intervento sulla roggia consentirà altresì di smaltire con maggiore efficacia le portate di piena e di condurle in maniera più sicura verso la valle dell'Orrido di Inverigo predisponendo un nuovo attraversamento della zona dell'essedra ed un allargamento della sezione idraulica della roggia.

Gli interventi di rinaturazione che costituiscono il progetto possono essere sintetizzati come segue:

- 1) *Stombinamento e rinaturazione della roggia Valletto nel tratto tra via Sant'Ambrogio e via Martiri di Fiesole (lavori indicati nel progetto ma non finanziati);*
- 2) *Rinaturazione e dove necessario stombinamento del tratto canalizzato della roggia Valletto tra Via Rocchina e l'essedra;*
- 3) *Posa di nuovo tubo dedicato alla roggia e chiusura delle immissioni fognarie tra l'essedra e la ferrovia;*

- 4) *Stombinamento e rinaturazione del tratto della roggia Valletto tra la ferrovia e via monte Barro con nuovo attraversamento sotto quest'ultima;*
- 5) *Creazione di nuovo percorso per il tratto della roggia Valletto tra via monte Barro e lo scolmatore nell'Orrido in area ex-Victory;*
- 6) *Completa separazione delle acque della roggia da tutti gli scarichi oggi insistenti su di essa con chiusura degli elementi di connessione con la rete fognaria come presso l'Esedra (pozzetto di ispezione subito a monte della ferrovia), via Martiri di Fiesole (connessione tra rete nera e roggia) e lo sfioratore sull'Orrido di Inverigo (in area privata ex-Victory). Su tutto questo si veda anche la relazione tecnica nella parte dedicata alle videoispezioni effettuate;*

Il quadro sinottico degli interventi inseriti nel presente progetto può essere ricavato dall'immagine che segue.

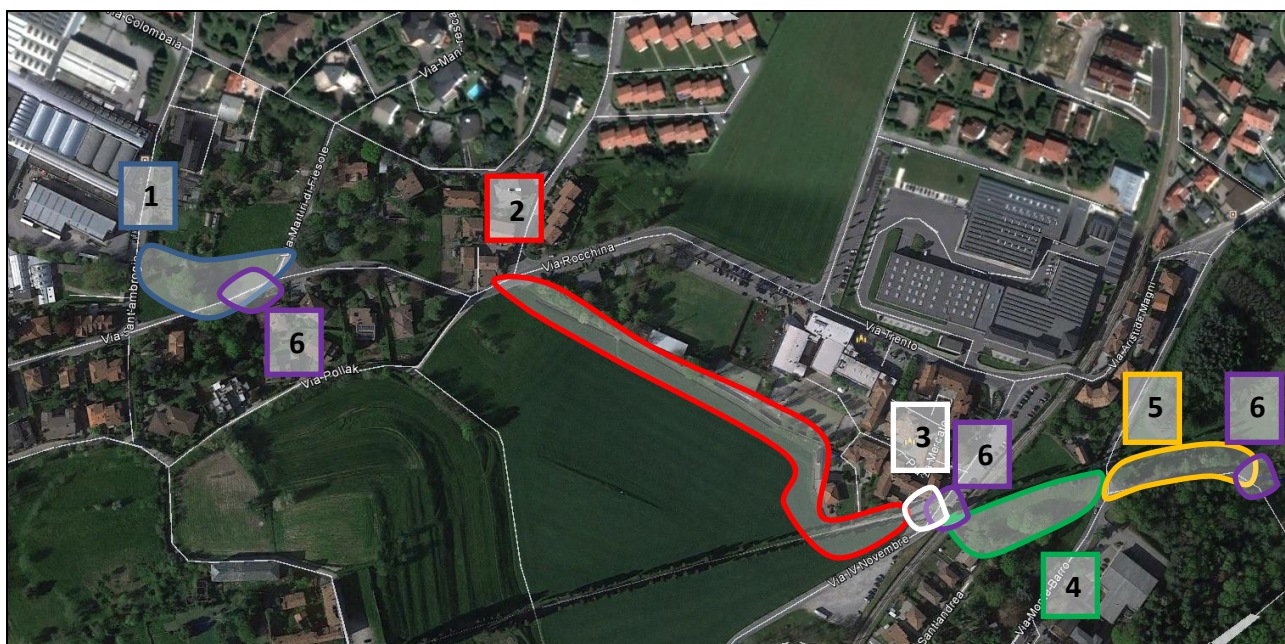


Figura 18 - Quadro sinottico degli interventi

Qui di seguito sono forniti alcuni dettagli sulle lavorazioni che saranno effettuate.



5. SINTESI DELLE INDAGINI SPECIALISTICHE

Di seguito è riportata una sintesi degli studi specialistici effettuati per il presente progetto. Sono state effettuati:

- Indagini preliminari sulla qualità delle acque e sullo stato della rete fognaria;
- Studio idrologico del bacino drenato;
- Studio idraulico delle aste fluviali e delle condotte;
- Indagine sulle interferenze e sulla loro risoluzione;
- Indagini geologiche – geotecniche;
- Aspetti ambientali ed urbanistici.

Gli studi specialistici sono riportati in maniera più dettagliata nella Relazione Tecnica allegata al progetto.

5.1. ASPETTI QUALITATIVI DELLE ACQUE

Allo scopo di verificare l'effettiva presenza di allacciamenti di fognatura nera lungo il tratto attualmente intubato della roggia del Valletto, sono state effettuate diverse misure speditive di alcuni parametri indicatori della qualità delle acque. I rilevamenti sono stati effettuati su campioni di acqua prelevati nei tratti di roggia indicati nella figura seguente mediante l'utilizzo di sonda multiparametrica YSI Quadro Professional plus in campo e mediante kit colorimetrico Visocolor ECO in studio.

L'osservazione dei risultati ottenuti conferma le ipotesi precedentemente introdotte circa la significatività del ruolo svolto nell'inquinamento dell'Orrido dall'area urbana di monte, dove la roggia del Valletto si intuba. Infatti:

- La concentrazione di ione ammonio, pressoché nulla fino all'intubazione nell'area del Valletto, evidenzia un picco a valle dell'attraversamento ferroviario, proprio laddove si miscela con i reflui neri provenienti dalla Piazza del mercato e da Via IV Novembre, per poi diminuire gradualmente in direzione dello scolmatore, sino a tornare pressoché nulla all'altezza dell'Orrido;
- i nitrati invece si mantengono relativamente contenuti sino allo scolmatore dell'area Victory, per poi quasi raddoppiare all'Orrido e nelle vasche più a valle.

Questa dinamica è perfettamente interpretabile con il processo di autodepurazione del corso d'acqua che oltretutto in questo tratto è assai favorito dalla presenza di numerosi salti: grazie alla notevole disponibilità di ossigeno data dalla turbolenza fornita da questi si verifica un quasi completo strippaggio dell'ammoniaca e la sua nitrificazione. Non può avvenire invece la denitrificazione, cioè la trasformazione del nitrato in azoto gassoso, per l'assenza di condizioni anaerobiche che ne favoriscono la produzione; e difatti la concentrazione di nitrato alla fine dell'Orrido è più alta della concentrazione di fondo (22 mg/l contro circa

16). Una ulteriore conferma viene dall'andamento della quantità di ossigeno disciolto che subisce una diminuzione nel tratto centrale dell'Orrido (da 9 mg/l a circa 6): questo perché probabilmente viene consumato per il processo di nitrificazione.

Anche la quantità di solidi sospesi (e della conseguente salinità e conducibilità) è un sintomo di presenza di reflui fognari: questi aumentano consistentemente nella parte centrale e tendono a tornare a valori naturali di fondo solo nella parte terminale del corso d'acqua. La presenza di un contributo di carichi organici è confermato anche dalla concentrazione di fosforo in forma di fosfato, misurata rispettivamente a 0.1 mg/l a monte della tombinatura e prima dell'immissione in fognatura (valore di fondo) e a 0.6 mg/l a valle dello scolmatore sull'Orrido, dopo il miscelamento con i reflui.

Per quanto riguarda la parte relativa alle videoispezioni è risultato sostanzialmente che a monte dell'area del Valletto la roggia si presenta come canale di scolo di acque chiare, a eccezione di un numero limitato di probabili allacciamenti presenti lungo la sua destra idrologica, in via Martiri di Fiesole. La maggior parte dei contributi "neri" al deflusso che attualmente raggiunge l'Orrido di Inverigo attraverso il reticolo della roggia del Valletto deriva dalle aree di Piazza del Mercato/Viale dei Cipressi, di Via Trento/Via Rocchina e dall'area storica della Villa Crivelli, drenata lungo via IV Novembre.

5.2. ASPETTI IDROLOGICI

Dall'andamento delle portate di picco ottenute tramite HEC-HMS, è emerso come la risposta del bacino alle varie sollecitazioni meteorologiche sia in linea con il comportamento atteso: il picco di portata infatti si manifesta per una durata della precipitazione pari al massimo tra i tempi di corrivazione ottenuti in precedenza (0.96 ore, formula di Tournon). In realtà, per la sezione di chiusura del bacino, la portata massima continua a crescere – leggermente – anche per durate maggiori, ma le sezioni idraulicamente più rilevanti sono quelle poste più a monte, nell'area dell'esedra. Nella tabella seguente vengono riportati i valori di picco alle sezioni di chiusura indicate.

| $d_{prec} = t_{corr\ max}$ 0.96 h | | |
|--------------------------------------|--------------|------------------------------|
| Sezione di chiusura | t_p [h] | Q_p [m ³ /s] |
| Esedra | 0,84 | 2,44 |
| Attr. Ferroviario | 0,84 | 4,08 |
| Scolmatore | 0,86 | 4,16 |

Figura 19 – Portate di progetto dalla simulazione idrologica



I dati ottenuti dalla simulazione idrologica sono stati utilizzati come condizione al contorno nel modello idraulico.

5.3. ASPETTI IDRAULICI

La simulazione idraulica dello stato di fatto ha sostanzialmente evidenziato le principali problematiche relative al deflusso della piena con tempo di ritorno Tr_{50} con formazione di allagamenti in corrispondenza dell'Esedra di altezza massima di circa 70 cm d'acqua rispetto alla quota più bassa.

La progettazione delle sezioni relative all'assetto definitivo è stata quindi finalizzata:

- 1) al contenimento della piena con Tr_{50} sulle sezioni a cielo aperto con sufficienti franchi che mettano in sicurezza eventualmente anche da eventi con tempo di ritorno superiore;
- 2) alla completa capacità di smaltimento della piena con tr_{50} nei nuovi tratti intubati;
- 3) al contenimento delle velocità considerando le alte pendenze in gioco;
- 4) alla verifica idraulica degli attraversamenti.

Tutti gli obiettivi sono stati sostanzialmente raggiunti; per il punto 4 la verifica è stata completa solo per gli attraversamenti ferroviari e stradali mentre non risultano verificati quelli pedonali sulla roggia a monte dell'Esedra.

5.4. INDAGINE SULLE INTERFERENZE

Per la realizzazione del lotto 1 delle opere previste dal progetto sarà necessario risolvere circa 10 interferenze, comprendenti i seguenti sottoservizi:

- 1) Telecom
- 2) Rete elettrica BT e MT;
- 3) Rete gas BP e MP;
- 4) Rete acquedottistica.

Tutte le interferenze con la rete fognaria non sono invece rilevanti o vengono superate dalla dismissione di alcuni tratti interessati. Per la risoluzione di tutte le interferenze sono stati appostati 20.000 euro nelle somme a disposizione.

5.5. ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

Le indagini geologiche hanno evidenziato:



- a) La presenza, lungo il tracciato della roggia, di strati di granulometria compresa tra sabbia e limo con presenza di ghiaie. A profondità sotto il metro occasionalmente si presentano strati di conglomerato compatto che possono essere però situazioni molto localizzate;
- b) Le permeabilità dei terreni attraversati non sono molto basse (ordine dei $10^{-5}/10^{-6}$ m/s) quindi i terreni sono mediamente impermeabili;
- c) Gli angoli di attrito interno si collocano tra 25° e 30° ;
- d) I terreni non sono contaminati e sono riutilizzabili anche in aree residenziali.

5.6. ASPETTI AMBIENTALI ED URBANISTICI

Dall'estratto della tavola C sulle istruzioni per la tutela della natura del PPR, si osserva come l'area d'interesse) comprenda il geosito di rilevanza regionale numero 84 (l'Orrido di Inverigo, appunto), mentre dall'estratto della tavola B sugli elementi identificativi e percorsi d'interesse paesaggistico si ha la conferma che nell'area oggetto dell'intervento si trovano almeno due luoghi dell'identità regionale (indicati entrambi con il numero 36 (Inverigo, ville e colli briantei).

Dall'estratto della tavola dei valori paesistici e ambientali del PTCP di Como si osserva come nell'area oggetto dell'intervento sono presenti beni vincolati ai sensi del D.Lgs. 42/2004. Inoltre ricade all'interno di un'area vincolata ai sensi della L.R. 86/1983 e nelle Direttive Comunitarie 92/43/CEE e 79/409/CEE, oltre che contenere nelle vicinanze un landmark che con tutta probabilità corrisponde alla veduta di villa Crivelli e del viale dei cipressi. Dall'estratto della tavola dei vincoli paesistico ambientali si osserva inoltre come l'area interessata dall'intervento nel Comune di Inverigo ricada all'interno di un'area di Parco Regionale. Inoltre il viale dei cipressi è sottoposto a vincolo riguardante le bellezze d'insieme.

Dall'estratto del PTC del Parco della Valle del Lambro si osserva come buona parte dell'area oggetto dell'intervento (riqualificazione a valle di via Rocchina) sia classificata tra i seguenti ambiti:

- Parco storico (art. 18) nella zona più a monte prima dell'Esedra;
- Sistema delle aree agricole (art. 11) nella zona a valle della ferrovia e a monte di via monte Barro;
- Monumento naturale dell'Orrido di Inverigo (art. 14) nella zona a valle di via monte Barro.

Il tratto di roggia compresa invece a monte di via Rocchina non è all'interno del perimetro del Parco e non valgono prescrizioni vincolanti, per quanto sarà comunque utile considerare le indicazioni date per gli articoli indicati anche per quest'area.

Gli estratti della tavola "Ambiti del tessuto urbano consolidato, agricolo ed ambientale" del PGT di Inverigo collocano le aree interessate dall'intervento nei seguenti ambiti (da monte verso valle):

1. Ambiti del tessuto urbano consolidato a prevalente destinazione residenziale a bassa densità;



2. Aree di rispetto delle captazioni ad uso potabile;
3. Ville storiche e relativi contesti (sistema insediativo);
4. Fascia di rispetto corsi d'acqua;
5. Ambiti per servizi di interesse generale comunale (sistema dei servizi);
6. Ambito del monumento naturale "Orrido di Inverigo";
7. Area di salvaguardia del paesaggio rurale dell'Orrido.

Una buona parte dell'area interessata dai lavori ricade infine all'interno delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua e nell'area di rispetto delle captazioni ad uso potabile (pozzo di via Rocchina).



6. ELENCO ELABORATI DEL PROGETTO

Il presente progetto definitivo - esecutivo "Recupero del corso della roggia dell'Orrido di Inverigo con separazione collettore fognario - lotto 1" è composto dai seguenti elaborati:

Elaborati di testo:

1. Relazione generale
2. Relazione tecnica
3. Studio di fattibilità ambientale
4. Piano particellare di esproprio
5. Elenco dei prezzi unitari
6. Computometrico estimativo

Elaborati grafici:

| | |
|----------|---|
| Tav. 1 | Corografia |
| Tav. 2.1 | Planimetria di stato di fatto - Area 1 - scala 1:500 |
| Tav. 2.2 | Planimetria di stato di fatto - Area 2 - scala 1:500 |
| Tav. 2.3 | Planimetria di stato di fatto - Area 3 - scala 1:500 |
| Tav. 3.1 | Sezioni stato di fatto - scala 1:100 |
| Tav. 3.2 | Sezioni stato di fatto - scala 1:100 |
| Tav. 4.1 | Planimetria di progetto - Area 1 - scala 1:500 |
| Tav. 4.2 | Planimetria di progetto - Area 2 - scala 1:500 |
| Tav. 4.3 | Planimetria di progetto - Area 3 - scala 1:500 |
| Tav. 5.1 | Sezioni di progetto - scala 1:100 |
| Tav. 5.2 | Sezioni di progetto - scala 1:100 |
| Tav. 6.1 | Profilo longitudinale di progetto – scala 1:100/500 |
| Tav. 6.2 | Profilo longitudinale di progetto – scala 1:100/500 |
| Tav. 6.3 | Profilo longitudinale di progetto – scala 1:100/500 |
| Tav. 6.4 | Profilo longitudinale di progetto – scala 1:100/500 |
| Tav. 7.1 | Profilo longitudinale idraulico di progetto - scala 1:100/500 |
| Tav. 7.2 | Profilo longitudinale idraulico di progetto - scala 1:100/500 |
| Tav. 7.3 | Profilo longitudinale idraulico di progetto - scala 1:100/500 |
| Tav. 7.4 | Profilo longitudinale idraulico di progetto - scala 1:100/500 |
| Tav. 8.1 | Particolari costruttivi 1 – scala 1:50 |



- Tav. 8.2 Particolari costruttivi 2 – scala 1:50
Tav. 8.3 Particolari costruttivi 3 – scala 1:50
Tav. 9 Sezioni tipologiche di progetto - scala 1:50

I progettisti

Ing. Stefano Minà

Ing. Chiara Vellani

Triuggio, novembre 2015