



REGIONE AUTONOMA DELLA VALLE D'AOSTA
COMUNE DI AYAS - CHAMPOLUC



COMMITTENTE

COMUNE DI AYAS
Route Barmasc 11020 Antagnod - Ayas (AO)

PROGETTO

STUDIO DI IDRAULICO DI DETTAGLIO DEL TORRENTE EVANÇON FINALIZZATO
ALLA VERIFICA DI IPOTESI DI VIABILITA' ALTERNATIVE, NEL COMUNE DI AYAS
CHAMPOLUC (AO)

UBICAZIONE

COMUNE DI AYAS - CHAMPOLUC

FASE

STUDIO IDRAULICO

ELABORATO

R2

OGGETTO

RELAZIONE IDRAULICA

SCALA

REVIS.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.
0	apr. 2014	EMISSIONE	F.M.	F.M.	F.M.

PROGETTISTI

APPROVAZIONI ESTERNE



Dott. FABIO MAZZUCCO

Via delle Betulle 65, 11100 Aosta
Tel +39 0165 1825517
e-mail info@studiomazzucco.vda.it

Sommario

Premessa	2
Dati idrologici di riferimento	3
Valutazione idrogrammi liquidi associati a differenti tempi di ritorno	4
Soluzioni prefigurate e scelta dell'Amministrazione Comunale	7
Verifica idraulica.....	8
Il codice di calcolo FLO-2D	8
Parametri di calcolo	10
Analisi del contesto.....	12
Risultati.....	18
Conclusioni	32

Premessa

Il particolare stato di pericolo idrogeologico per inondazione che caratterizza il centro di Champoluc ha indotto l'amministrazione comunale di Ayas ad affidare al sottoscritto dr. Fabio Mazzucco, con studio in Aosta, lo studio idraulico del torrente Evançon, finalizzato, anche, alla verifica di ipotesi alternative di viabilità. E' infatti interesse dell'amministrazione trovare soluzione ai problemi di viabilità che interessano il centro del paese e, al contempo, verificare come scenari di sistemazione idraulica differenti possano permettere di mitigare la situazione di rischio idrogeologico che lo caratterizzano.

L'approccio allo studio è stato caratterizzato dall'abbozzo di diverse soluzioni di viabilità differenti, alternative alla situazione attuale. Queste sono state esaminate e valutate rispetto ai diversi vincoli esistenti sull'area e rispetto ai vantaggi e svantaggi che caratterizzano ciascuna di esse. L'amministrazione ha quindi scelto una linea di indirizzo e questa è stata esaminata più nel dettaglio e valutata puntualmente dal punto di vista idraulico.

Il lavoro condotto contiene elementi richiesti dal D.G.R. 2939/2008, aggiungendo elementi utili alla verifica idraulica di dettaglio, con l'approccio proprio della modellazione bidimensionale.

E' stata cura dello scrivente e dell'Amministrazione committente procedere alla condivisione anche con l'Amministrazione regionale degli aspetti idrologici ed idraulici che si relazionano con le scelte di fondo¹.

¹ Si veda studio di fattibilità

Le interazioni con i torrenti Cuneaz e Mascognaz, la presenza di numerose reti tecnologiche e, in generale, l'elevato grado di antropizzazione del sito, condizionano in modo significativo le scelte condotte, limitando il campo delle possibili soluzioni al problema idraulico. Il sovrapporsi dei vincoli legati alla viabilità, ne rende ulteriormente complessa la soluzione.

La necessità poi di ipotizzare soluzioni che abbiano carattere di scalarità che possano essere applicate per gradi, seguendo le irregolarità delle disponibilità economiche e, più in generale, l'esigenza di contenere i costi degli interventi, costituiscono ostacoli alla rapida soluzione dei problemi affrontati. Ci si auspica tuttavia che l'attuale situazione di recessione abbia un carattere transitorio e il contenuto del presente studio trovi presto attuazione.

Dati idrologici di riferimento

I dati idrologici di riferimento sono stati ricavati dagli studi di bacino condotti in passato² che hanno seguito lo schema d'approccio previsto dalla L.R. 2939/2008.

Le attività che sono state svolte nell'ambito dello studio citato sono elencate nella rappresentazione schematica sotto riportata.

- Raccolta e analisi del materiale storico esistente
- Analisi morfometriche
- Rilievo geologico e geomorfologico di dettaglio
- Rilievo pedologico e uso del suolo
- Rilievo del corso d'acqua, delle opere idrauliche e degli attraversamenti

2 Favre P., Mazzucco F., *Studio idrologico e idraulico del torrente Evançon, ai fini della revisione della cartografia prescrittiva ai sensi della L.R. 11/98, 2009.*

- Analisi della capacità di trasporto dell'alveo
- Stima dei volumi di materiale mobilizzabile
- Analisi idrologica del bacino
- Definizione dell'idrogramma di riferimento

Rilievo Topografico

Il rilievo topografico di dettaglio è stato fornito dall'amministrazione comunale committente. Questo è stato utilizzato come base per procedere all'abbozzo delle differenti soluzioni progettuali. La soluzione scelta dall'amministrazione è stata poi approfondita ed ha costituito il dato di input per le verifiche idrauliche. Queste hanno poi interattivamente generato il modello tridimensionale della soluzione proposta.

Valutazione idrogrammi liquidi associati a differenti tempi di ritorno

Per le verifiche idrauliche si è fatto specifico riferimento ai dati di portata derivanti dagli studi di bacino, condotti con il metodo SCS curve number, a partire da dati di letteratura, poi affinati con procedure di back analysis che permettono di tarare nello specifico contesto i risultati ottenuti.

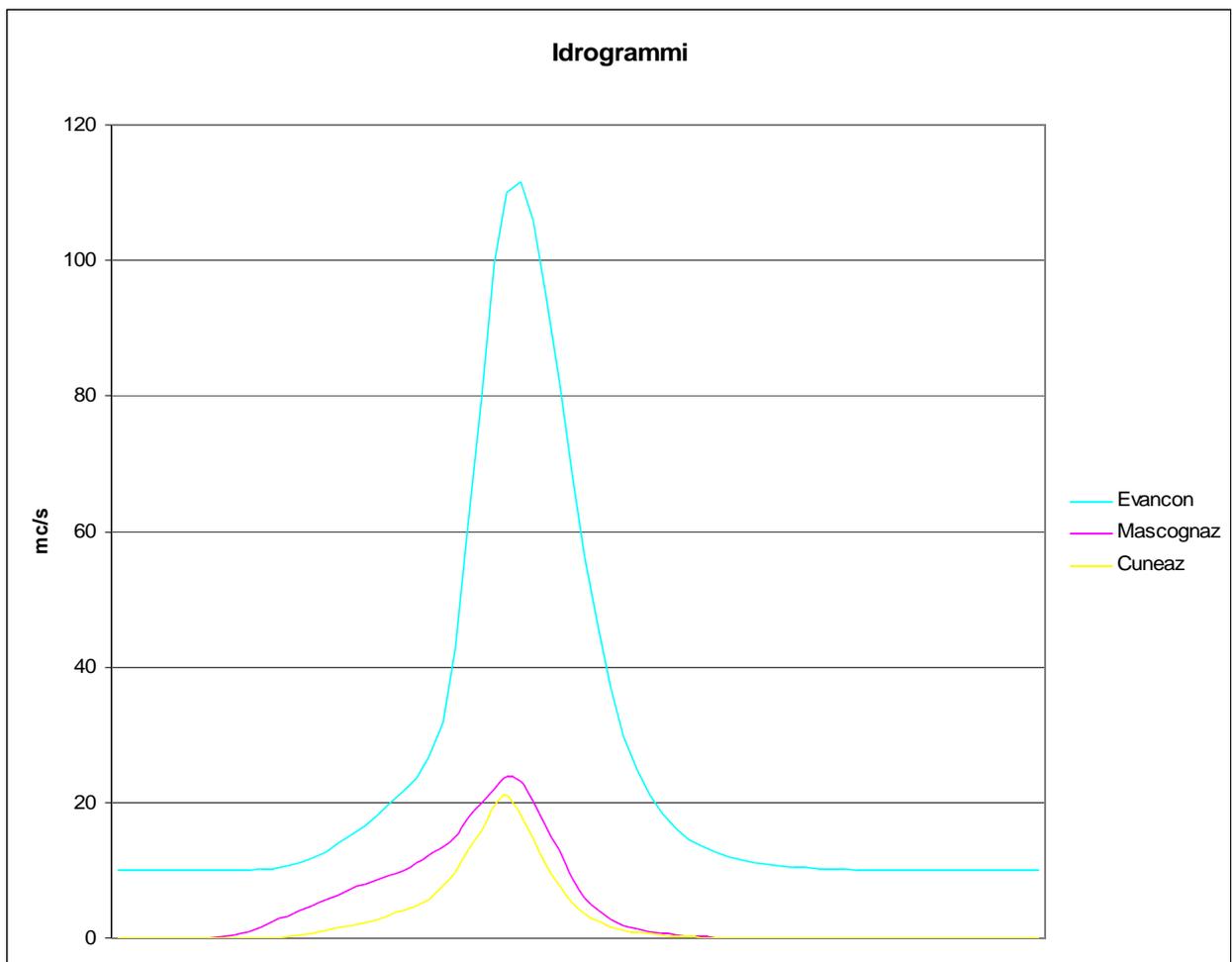
Di seguito si riportano le portate e gli idrogrammi di riferimento, riferibili all' Evançon nel tratto a monte delle confluenze e rispettivamente al Cuneaz e al Mascognaz.

tabella1 – portate di riferimento per le verifiche idrauliche

Corso d'acqua	Portata Tr 100 anni
Evançon prima delle confluenze	111,7 mc/s
Cuneaz ³	21,2 mc/s
Mascognaz ³	23,9 mc/s

La forma e la durata dei diversi idrogrammi sono state mutuare dalle fonti sopra citate e si presentano come segue:

Grafico1 – idrogrammi di riferimento per le verifiche idrauliche



3 I dati di portata si riferiscono a piogge con durata significativamente maggiori del tempo di corrivazione dei bacini

Si noti come le portate di questi due tributari non siano riferibili al tempo di ritorno utilizzato come riferimento per il torrente Evançon. La durata della pioggia che genera la piena del torrente Evançon è infatti significativamente superiore a quella che genera la piena di questi due tributari. Per questa ragione, nell'indagare il comportamento dell' Evançon per tempi di ritorno centennali, si avrà un contributo dei due affluenti non riferibile al loro tempo di ritorno centennale. **Se si introducesse viceversa il loro contributo per l'analogo tempo di ritorno, si avrebbe verosimilmente uno sfasamento temporale degli apporti, con i conseguenti minori effetti sulla genesi della portata complessiva.**

In relazione alle novità introdotte dalla nuova regionalizzazione delle precipitazioni intense, nella sua versione aggiornata ad agosto 2009 (lo studio di bacino di riferimento ha utilizzato la versione precedente), si nota come, in corrispondenza della chiusura a valle delle confluenze il totale di pioggia sulle 5 ore, che determina il picco di portata, sia sceso da 63 mm a 60 mm, con una riduzione quindi di circa il 5%. A titolo cautelativo si è comunque preferito utilizzare il dato precedentemente usato negli studi di bacino.

Soluzioni prefigurate e scelta dell'Amministrazione Comunale

Con riferimento alle diverse soluzioni ipotizzate (si veda relazione di studio di fattibilità), la scelta fatta dall'Amministrazione committente è stata influenzata in modo diretto dai ristrettissimi margini di manovra che l'elevato grado di antropizzazione ha imposto. La presenza di fabbricati a ridosso del torrente e le ingenti portate attese, hanno, di fatto, indotto a optare per soluzioni che vedono l'eliminazione dei ponti carrabili in zone caratterizzate da bassa pendenza del fondo d'alveo.

La soluzione scelta è stata analizzata nel dettaglio e affinata, al fine di ottenere i franchi di sicurezza necessari, su ponti pedonali e carrai.

Affinamenti potranno ancora essere fatti, in relazione a nuove esigenze che dovessero palesarsi nel corso delle prossime fasi, ma dovranno tenere conto dei molteplici vincoli esistenti sull'area.

Verifica idraulica

La presente fase di analisi idraulica di dettaglio è volta alla definizione delle caratteristiche geometriche della sistemazione idraulica del torrente prefigurata. I risultati ottenuti nel corso delle diverse fasi di verifica hanno influenzato, in maniera ricorsiva, le specifiche geometriche di partenza.

Modifiche che dovessero rendersi necessarie nelle successive fasi progettuali, se interessanti la geometria d'alveo, dovranno essere sottoposte a nuove specifiche verifiche idrauliche.

Di seguito si descrive sommariamente lo strumento di calcolo usato nelle verifiche.

Il codice di calcolo FLO-2D

Il codice di calcolo FLO-2D è un modello bidimensionale sviluppato per la trattazione sia delle portate di piena che di colate detritiche (*mud-flow e debris-flow*). Questo strumento ha una tradizione di sviluppo che risale al 1988, quando ancora veniva commercializzato sotto il nome di MUDFLOW e utilizzato dalla FEMA (*Federal Emergency Management Agency*) per la simulazione delle piene del fiume Colorado in aree urbanizzate. Attualmente viene utilizzato dal *Sacramento District Corp of Ingegneering* e dal *Albuquerque District Corp of Ingegneering* per analisi idrauliche legate alla propagazione delle piene e delle colate detritiche.

Il codice permette la simulazione, in condizioni di moto vario, della propagazione e della deposizione, dell'idrogramma liquido e liquido-solido, ricavato come indicato nei precedenti paragrafi. Il software permette la valutazione del comportamento di fluidi viscosi, con concentrazione variabile nel tempo (fronte, corpo e coda della colata con caratteristiche differenti). La valutazione della

propagazione del fluido avviene su una griglia a maglia quadrata, di dimensione fissa, secondo le quattro direzioni cardinali e le altrettante direzioni intermedie, per un totale di otto possibili direzioni di flusso.

Il modello si basa sull'assunto che il volume del fluido (e quindi la sua massa) e la quantità di moto dello stesso siano invariabili, nel transitare da una cella della griglia alla successiva.

I parametri minimi di ingresso al modello sono rappresentati dall'idrogramma di ingresso, dal modello digitale di dettaglio (si vedano paragrafi precedenti) e, se del caso, dalle caratteristiche reologiche della colata.

Queste ultime sono state valutate direttamente, sulla base delle relazioni:

$$\eta = \alpha_1 e^{\beta_1 C_v} \quad \text{e} \quad T = \alpha_2 e^{\beta_2 C_v}$$

dove:

η = viscosità dinamica

T = resistenza al taglio

$\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$ = coefficienti reologici

C_v = concentrazione dei sedimenti

I parametri sopra citati vengono tarati con il metodo della back analysis, basato sulla valutazione della corrispondenza tra i depositi di colate detritiche, associate a idrogrammi noti. Iterativamente vengono inseriti parametri reologici, prodotte simulazioni e valutati i risultati.

Una importante novità della versione utilizzata a partire dall'ottobre 2004 consiste nel poter importare direttamente da strumenti specifici usati per la restituzione del

modello digitale del terreno la griglia con maglia regolare usata per la simulazione. Questo fatto consente di superare i limiti propri del modellatore interno al prodotto e ottenere così una topografia di riferimento di qualità superiore. Unitamente a questo, l'accresciuta capacità di calcolo dei calcolatori utilizzati per la simulazione, consente di ridurre sensibilmente la dimensione della maglia stessa, passando dai 20-30 metri utilizzati in passato, agli 1-10 metri utilizzati attualmente.

Il risultato dell'elaborazione del codice è estremamente variabile, in funzione del livello di dettaglio dei parametri di input. In particolare permette di valutare, oltre alla profondità e velocità della corrente nelle aree esondate o interessate da colata detritica e la conseguente sollecitazione su strutture presenti (questo fatto è direttamente legato alla qualità del DTM), la presenza di eventuali perdite dovute ad immagazzinamento, ostruzioni del flusso, presenza di infrastrutture viarie ecc.

Nel caso in questione il modello ha come input la geometria del territorio unita a quella dell'alveo di progetto. Quest'ultimo viene modificato in modo ricorsivo, al fine di ottenere il risultato desiderato o, quantomeno, avvicinarsi ad esso.

Il sistema così generato viene valutato in relazione agli idrogrammi di riferimento, indicati nei paragrafi precedenti.

Parametri di calcolo

La presente modellazione ha come parametri di calcolo, oltre alla geometria d'alveo e gli idrogrammi di riferimento, la scabrezza d'alveo. Quest'ultima è influenzata direttamente dai materiali che si utilizzeranno per la realizzazione dell'alveo torrentizio. Le esigenze da contemperare sono quindi di tipo idraulico

(riduzione della scabrezza con l'uso di materiali idonei) e di tipo estetico (uso di materiali inseriti nel contesto). La seconda esigenza porterebbe alla formazione di un alveo irregolare, con rivestimenti in pietrame a secco mentre, la prima, vorrebbe un alveo regolare in cemento armato, idraulicamente molto efficiente. La soluzione prospettata sarà probabilmente un ibrido tra questi due estremi, caratterizzato dall'impiego di pietrame e malta, a rivestimento di muri in c.a., in un contesto di regolarità di forme, adatte a gestire il deflusso atteso. Il fondo alveo previsto sarà realizzato in massi cicloplici mutuamente incastrati. La presenza di soglie in c.a. garantirà dallo scalzamento le fondazioni.

Il valore di scabrezza di Manning utilizzato è pari a 0,035, in situazione di alveo saturo. La tabella sotto riportata indica valori caratteristici di scabrezza.

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
A. Natural streams			
1. Main Channels			
a. Clean, straight, full, no riffs, or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Stagnant reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Veryweedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stands of timber and brush	0.070	0.100	0.130
2. Flood Plains			
a. Pasture no brush			
1. Short grass	0.025	0.030	0.035
2. High grass	0.030	0.035	0.050
b. Cultivated areas			
1. No crop	0.030	0.030	0.040
2. Medium row crops	0.025	0.035	0.045
3. Medium field crops	0.030	0.040	0.050
c. Brush			
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.070
2. Light brush and trees, in winter	0.035	0.050	0.060
3. Light brush and trees, in summer	0.040	0.060	0.080
4. Medium to dense brush, in winter	0.045	0.070	0.110
5. Medium to dense brush, in summer	0.070	0.100	0.160
d. Trees			
1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.030	0.040	0.050
2. Same as above, but heavy sprouts	0.030	0.060	0.080
3. Heavy stand of timber, few down trees, little undergrowth, few below branches	0.080	0.100	0.120
4. Same as above, but with flow into branches	0.100	0.120	0.160
5. Dense willows, summer, straight	0.110	0.130	0.110
3. Mountain streams, no vegetation in channel, banks usually steep, with trees and brush on banks submerged			
a. Bottom: gravel, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
b. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070

Tabella 2 - Valori dei coefficienti di scabrezza di Manning, n

Analisi del contesto

Nella ricerca delle soluzioni tecniche utili allo scopo, si è fatto specifico riferimento alle criticità riscontrate nell'ambito di sopralluoghi e problematiche evidenziate da studi precedenti. Di seguito si procede all'elencazione delle stesse.

Come è possibile vedere dalla foto che segue, il tratto regimato termina a ridosso dei fabbricati.

Foto 1 – fine zona regimata in modo efficace



In destra orografica si può notare un rinforzo fatto con gabbioni alla base della fondazione del muro d'argine sui cui è appoggiata la casa. Tale gabbione, oltre a restringere la sezione utile, presenta punti di cedimento.



Foto 2 – punti di cedimento gabbioni

Immediatamente a valle di tale tratto l'alveo è ingombro di relitti di gabbioni e di vecchie murature d'argine collassate.



Foto 3 – relitti di vecchie sistemazioni in alveo

Il medesimo tratto in sinistra presenta una altezza utile insufficiente agli scopi.

Foto 4 – tratto di arginatura con altezza utile insufficiente



Scendendo si arriva al ponte di Rue Des Guides che, come indicato dalla relazione degli ambiti di inedificabilità per esondazione, vigente, costituisce un grave elemento di criticità , in relazione alla sezione utile in tale punto, oltre che rispetto all'andamento planimetrico del corso d'acqua. In questo punto infatti, successivi rimaneggiamenti dell'alveo, hanno determinato una brusca curvatura verso destra che contribuisce ad accentuare la perdita di energia in questo punto critico.

Scendendo, in uscita dal ponte della piazza principale, si nota un “appiglio” in sinistra orografica che determina dissipazioni energetiche in corrispondenza del tratto con sezione maggiormente critica. Nel tratto immediatamente a valle vengono a sovrapporsi una serie di problematiche che determinano l'esondazione nel centro abitato. Queste vanno dal non corretto angolo di inserimento del

tributario Cuneaz all'altezza non sufficiente delle arginature nel tratto in questione. A quanto sopra si aggiunge poi il cattivo stato di conservazione delle arginature più vecchie.

Foto 5 – zona in battuta del ponte di Rue Des Guides



Foto 6 – perdita energetica in uscita dal ponte della piazza principale

Foto 7 – tratto centrale con problematiche diverse

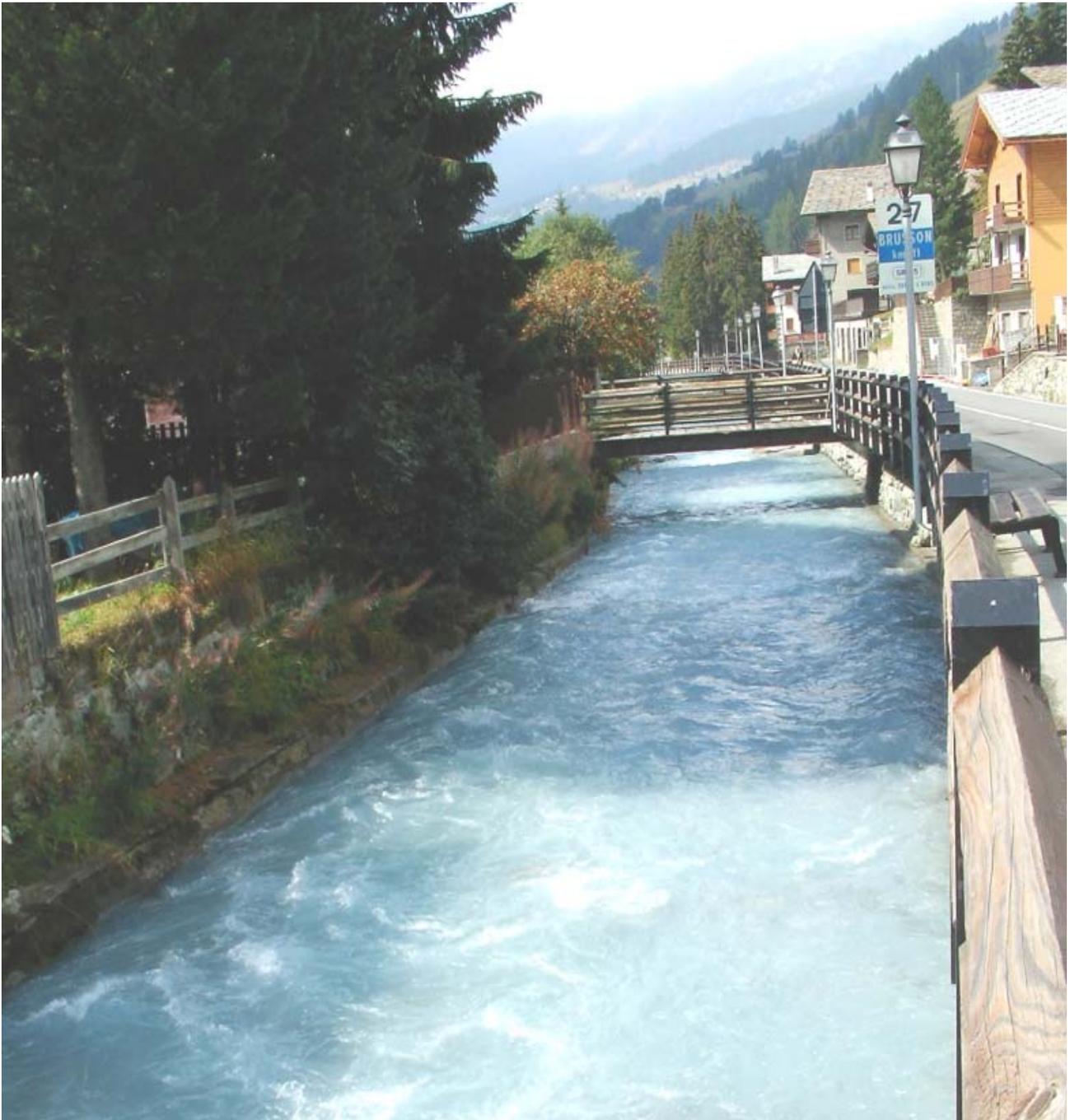


Foto 8 – tratti di arginatura ammalorata



Il tratto finale, oggetto di intervento, presenta altezze delle arginature ancora insufficienti e salto di fondo, sotto il ponticello in foto, inutile agli scopi.

Foto 9 – tratto finale



Risultati

Soluzione valutata

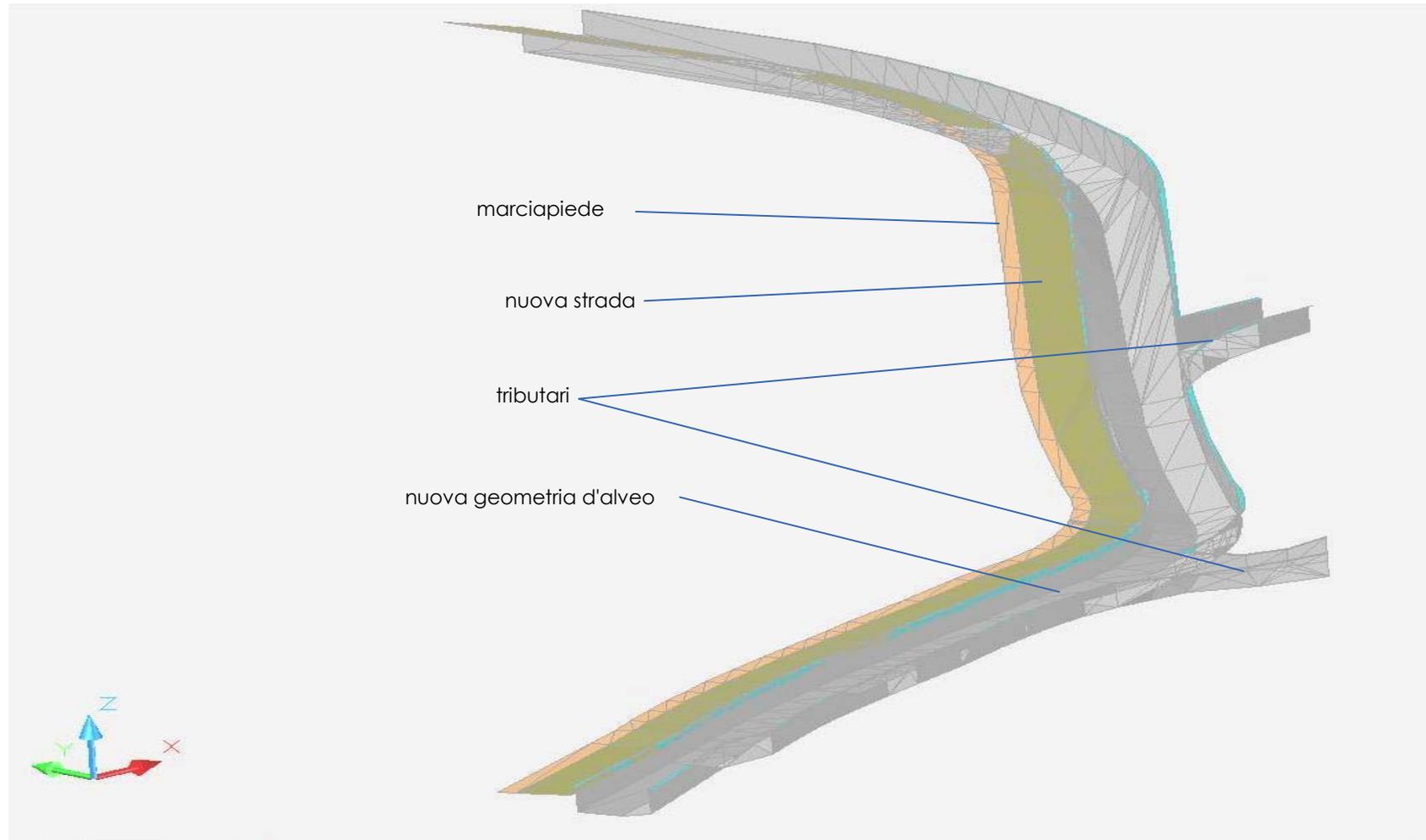
Nella ricerca delle soluzioni al problema idraulico si è affrontato, congiuntamente con l'Amministrazione committente, il problema della viabilità. Sulla scorta delle criticità elencate al precedente paragrafo, si sono esaminate molteplici soluzioni al problema. Quella analizzata in dettaglio dal punto di vista idraulico è quella indicata dalla committenza come idonea a risolvere i problemi viari che interessano il centro del paese.

La modifica ricorsiva dei parametri geometrici dell'alveo, all'interno del sistema di vincoli dato dall'ipotesi progettuale temporanea, ha portato alla luce una situazione di generale inadeguatezza del tratto urbanizzato del Torrente Evançon e, per gradi, alla definizione della soluzione adottata. L'approccio utilizzato ha visto, progressivamente, apportare le seguenti modifiche all'alveo attuale:

- 1) generale approfondimento dell'alveo torrentizio;
- 2) modifica della scabrezza, conseguente alla scelta di materiali più efficaci dal punto di vista idraulico;
- 3) ripristino del corretto raggio dell'ansa del torrente nella piazza principale;
- 4) aumento della pendenza del tratto immediatamente precedente, con il fine di esercitare un'azione di richiamo in grado di migliorare il deflusso in ingresso al centro del paese;

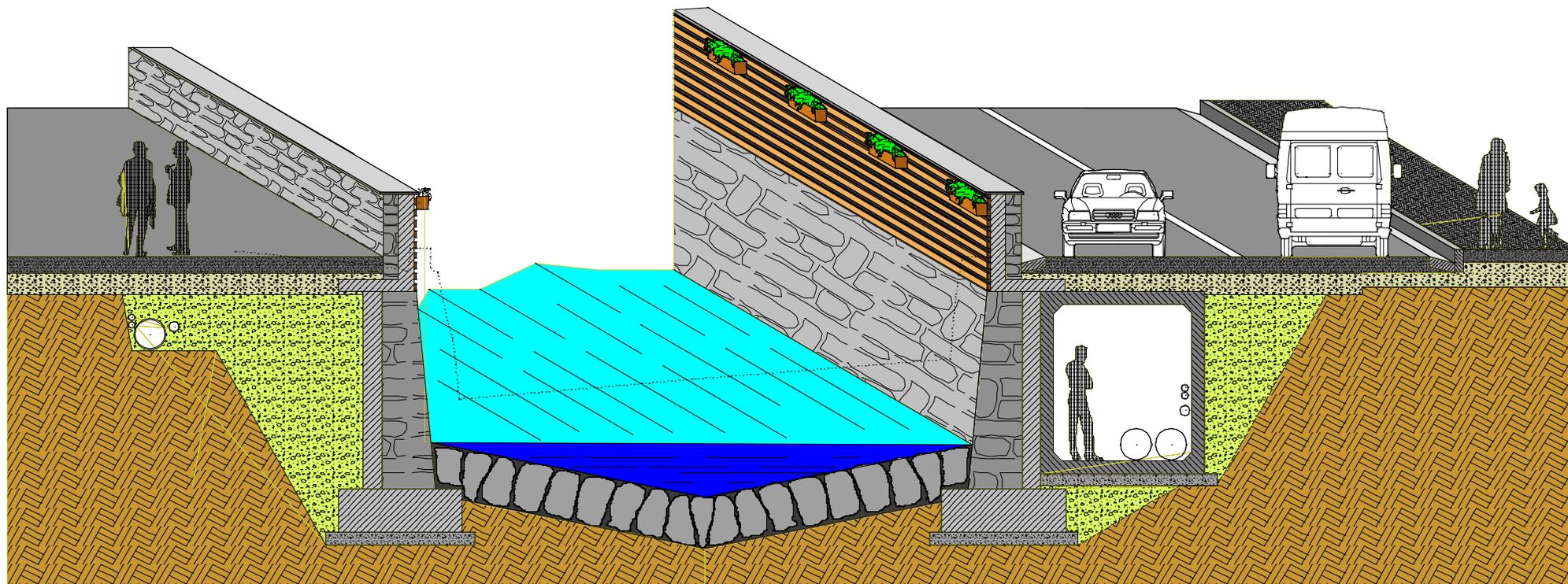
- 5) sistemazione del tratto a monte dell'attuale ponte di Rue Des Guides, con il fine di rimuovere relitti di muri presenti in alveo e ridurre la scabrezza;
- 6) aumento della pendenza in corrispondenza dell'imbocco del nuovo ponte, con il fine di ottenere il miglior profilo di verifica;
- 7) aumento locale della pendenza in corrispondenza delle confluenze per massimizzare l'azione di richiamo del torrente principale;
- 8) aumento dell'altezza spondale, finalizzata al contenimento dei tiranti attesi, attraverso la realizzazione di un parapetto in c.a. rivestito con duplice funzione;
- 9) modifica della geometria dell'innesto dei tributari;
- 10) eliminazione del salto di fondo nella zona del "ponte di ferro", finalizzata al recupero della pendenza necessaria a migliorare il deflusso in uscita dall'area di confluenza del Mascognaz.

Fig. 1 – modello 3d della soluzione proposta



Partendo dalla zona immediatamente a valle dell'arginatura esistente, l'intervento ipotizzato prevede la costruzione delle arginature e del fondo alveo, secondo la tipologia costruttiva indicata in figura.

Figura 2 – sezione idraulica tipo



La scelta di rivestire le arginature in elevazione con massi cementati e il fondo con massi ciclopici mutuamente incastrati, deriva dal fatto che si vuole ridurre al minimo la scabrezza e massimizzare la funzionalità idraulica della stessa. La scelta della platea a secco deriva poi dall'esigenza di limitare l'impatto dell'opera in contesto urbano. La forma a V del fondo alveo è finalizzata a concentrare la portata di magra e a limitare gli interventi di manutenzione per la rimozione di sedimenti. A consolidare questa forma si prevedono una serie di soglie, che seguono il profilo dato, ammorsandosi sui lati. Tuttavia la scelta di utilizzare massi non inferiori a 0,8 mc e la ridotta velocità attesa, contribuiscono a dare stabilità all'insieme.

Il primo tratto di intervento, fino al ponte di Rue Des Guides, interessa anche numerosi edifici che si affacciano direttamente sul torrente. Nel condurre le operazioni di scavo si dovrà porre particolare attenzione alla loro presenza, procedendo alla realizzazione eventuale di palificate di contenimento nei tratti necessari.

Lungo questo tratto sono presenti alcuni scarichi di acque bianche che dovranno essere integrati nella struttura. Alcuni di essi sono posti ad una quota modesta rispetto al fondo alveo. Si dovrà quindi prevedere la presenza di due collettori per le acque bianche, posizionati in destra e sinistra dell'Evançon. Questi scaricheranno, rispettivamente, nell'area di fine intervento e in corrispondenza dell'intersezione con il Torrente Cuneaz.

L'eliminazione del ponte di Rue Des Guides, attraverso lo spostamento della viabilità principale in destra orografica (cfr relazione tecnica), consente la soluzione al problema sopra citato di inefficienza idraulica del medesimo.

Il successivo tratto, a valle del citato ponte, viene raccordato in modo tale da non generare perdite energetiche importanti. Tale raccordo permette inoltre di ricavare gli spazi utili allo spostamento della viabilità principale in destra orografica.

Il successivo ponte della piazza principale, viene spostato più a valle, in maniera da ottenere gli spazi necessari alla realizzazione di una rotonda (cfr relazione tecnica).

In corrispondenza del Torrente Cuneaz, l'intervento ipotizzato vede la ridefinizione della modalità di intersezione di questo con l' Evançon. Congiuntamente a questo si prevede l'innalzamento della sponda sinistra nel tratto compreso tra tale intersezione e il ponte principale, fino a raggiungere la quota della sponda destra. Tale intervento prevede la possibilità, oltre che di aumentare la sezione utile, di ridurre la pendenza della strada in sinistra. A questo si aggiunge, con l'approfondimento del tratto terminale del tributario, il beneficio poi di poter fornire maggior franco al ponte sul Torrente Cuneaz.

La modifica della quota della sponda sinistra continua anche davanti all'azienda di soggiorno e nel tratto successivo, in modo da eliminare completamente la risalita al ponte sul Torrente Mascognaz.

In destra orografica le quote di intervento previste coincidono con quelle previste in sinistra.

In corrispondenza dell'intersezione con il Mascognaz si prevede un importante aumento della sezione e la presenza di sopraelevazioni arginali di sicurezza. Anche questa intersezione prevede l'approfondimento del fondo alveo del

tributario, a raccordo con la nuova quota del fondo dell'Evançon, con vantaggio diretto per la verifica del ponte esistente.

La sistemazione del tratto finale arriva a raccordarsi con la quota di valle del salto di fondo esistente a valle del ponte metallico. Tale scelta deriva dalla necessità di guadagnare sezione nel tratto critico della confluenza con il Mascognaz che lo precede.

Il profilo longitudinale del corso d'acqua viene raccordato, approfondendo localmente, anche in modo significativo, il fondo del letto. Tale intervento viene a interferire con alcune reti (fognatura in primis) presenti in subalveo. Per evitare tale interferenza si prevede lo spostamento dell'attraversamento del collettore da Saint Jacques, in corrispondenza della casa delle guide e della condotta da Route Ramey, sulla parte di valle dell'impalcato del ponte della piazza principale.

Il tratto in sinistra, compreso tra questo ponte e quello sul Mascognaz, verrà gestito separatamente (si veda relazione studio di fattibilità).

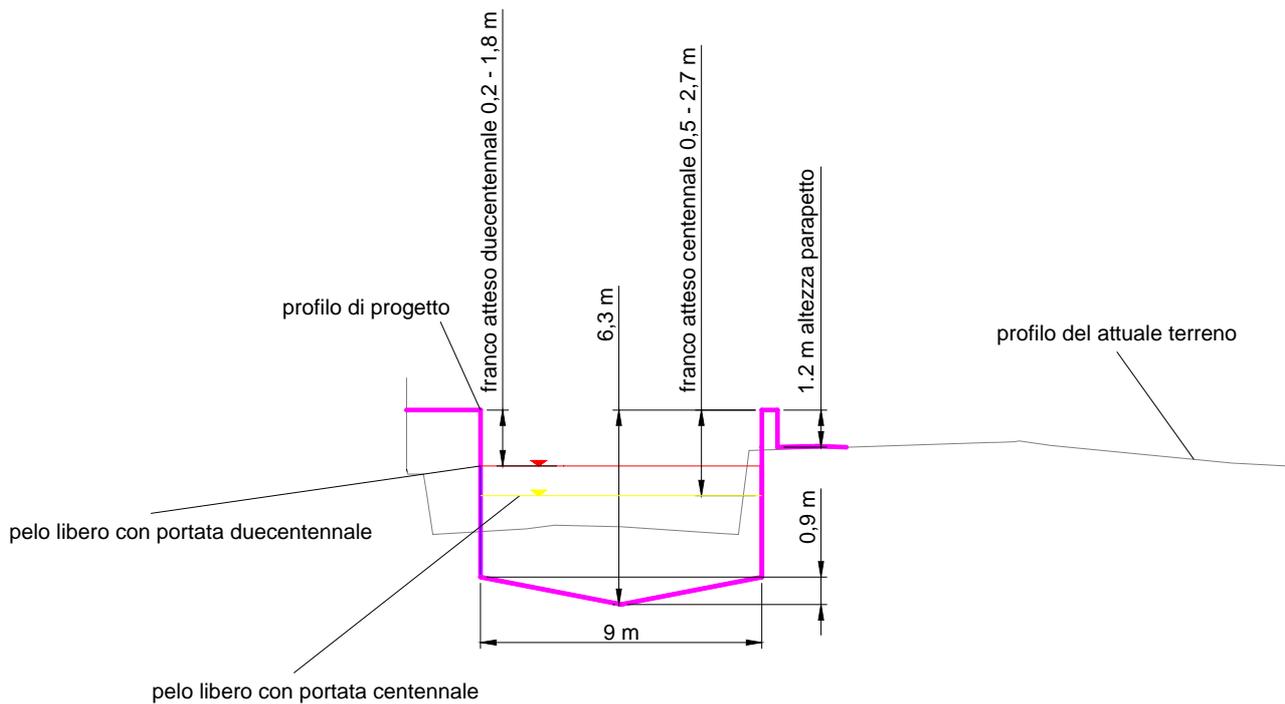
Dati di verifica

Le modifiche apportate alla geometria d'alveo di progetto, nel corso delle numerose serie di modellazioni eseguite, hanno permesso di renderla compatibile con le portate centennali attese, permettendo, spesso, di avere anche franchi di sicurezza. Gli elaborati P1 e P2 , riportano, rispettivamente, il dato di massimo tirante atteso, di velocità massima attesa, evidenziando, con una sufficiente approssimazione, le zone più critiche del tratto esaminato.

Il tratto presente a monte del ponte di Rue Des Guides, presenta una situazione di progetto caratterizzata da franchi duecentennali compresi tra gli 0,2 e 1,8 metri. I franche centennali risultano compresi tra 0,5 m e 2,8 m.

Le velocità calcolate, con portate centennali, sono comprese tra i 3 ed i 4 m/s a cui corrispondono tiranti di circa 4m. La sistemazione di tale tratto presenta importanti interazioni con fabbricati costruiti in fregio al fiume che dovranno essere oggetto di attenta analisi, in fase di progettazione esecutiva. Oltre a questa interazione si osserva come siano presenti numerosi scarichi a quote inferiori a quella del pelo libero atteso, con prevedibili problemi legati al flusso inverso, oltre che al mancato scarico delle tubazioni. Anche questo aspetto dovrà essere adeguatamente valutato in fase di progettazione esecutiva, in relazione al dimensionamento delle previste condotte di smaltimento delle acque bianche.

Figura 3 - sezione tipo, tratto presente a monte del ponte di Rue des Guides

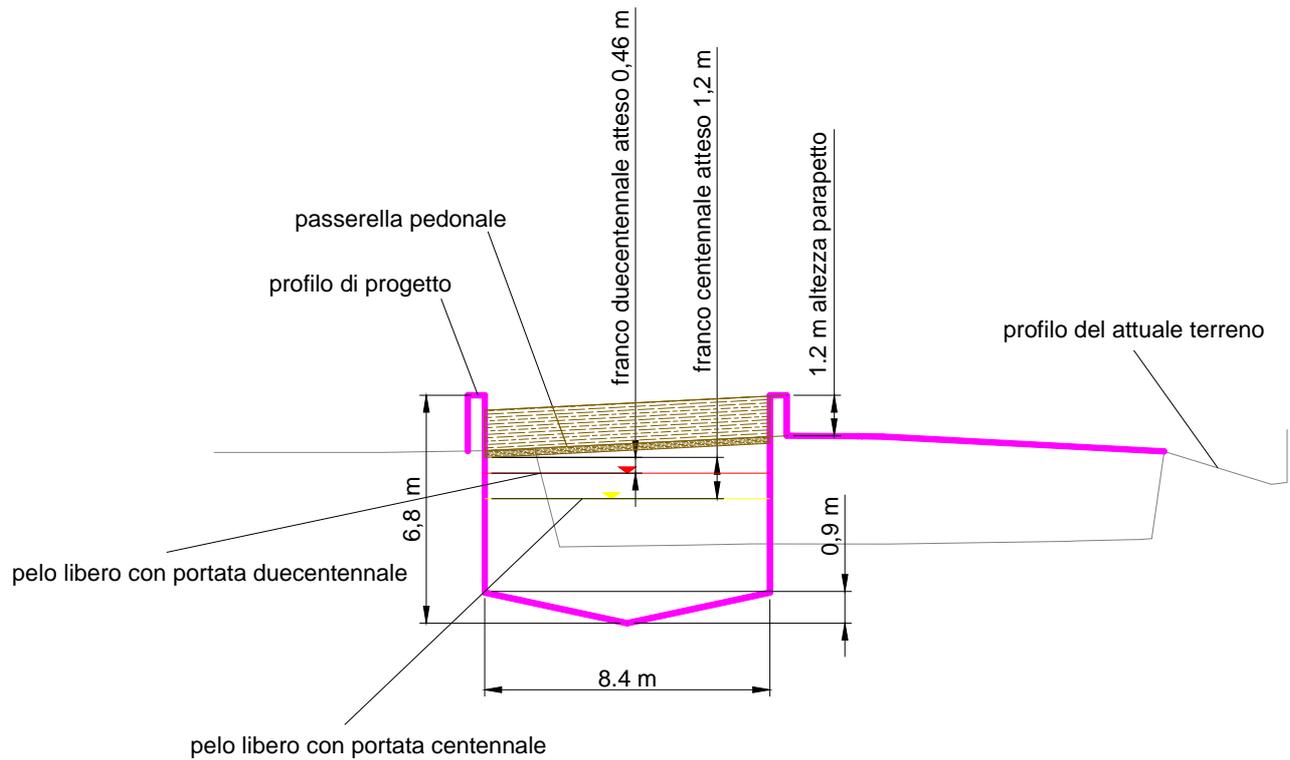


In corrispondenza della prevista passerella pedonale di rue des Guides, il mantenimento del franco di 1 metro sulla portata centennale, impone alcuni adattamenti alla quota di imposta delle spalle, oltre che allo spessore dell'impalcato che, nel caso specifico, difficilmente supererà i 20 cm.

Le velocità attese con portate centennali infatti si attestano sui 4 m/s circa e i tiranti sui 3,3 m circa.

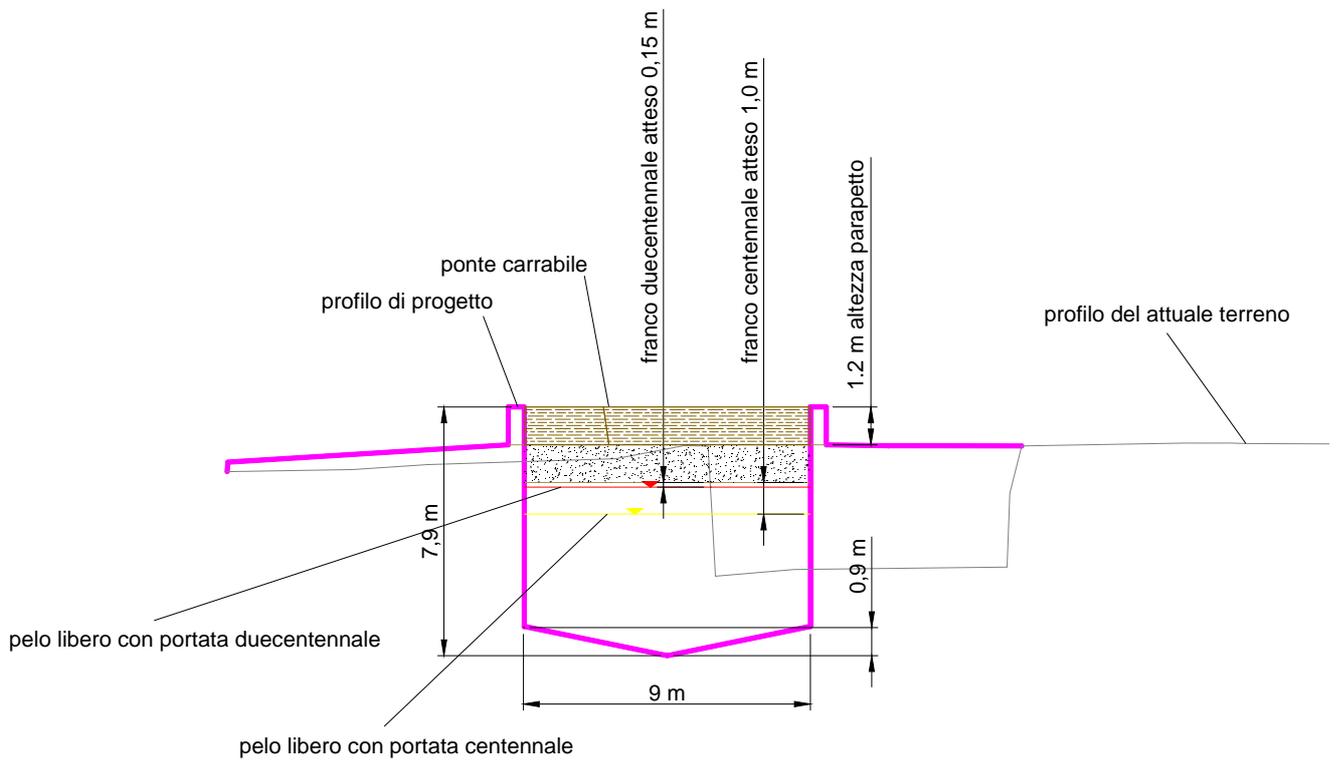
Al fine di ottenere le necessarie verifiche degli attraversamenti pedonali, anche in presenza di spessori dell'impalcato così modesti, si dovrà provvedere alla scelta di soluzioni architettoniche che utilizzino parapetti strutturali, sulla scorta di quanto già adottato nei tratti a monte di quello indagato.

Figura 4 - sezione tipo, attraversamento pedonale di Rue des Guides



Il tratto successivo presenta franchi sufficienti a garantire il corretto inserimento del ponte principale, permettendo, a fronte di uno spessore dell'impalcato, pari a 1,4 metri, di ottenere il necessario franco di 1 metro, rispetto al pelo libero atteso centennale. Le velocità attese, in tale scenario di portata, sono di circa 4 m/s e i tiranti di circa 4 m.

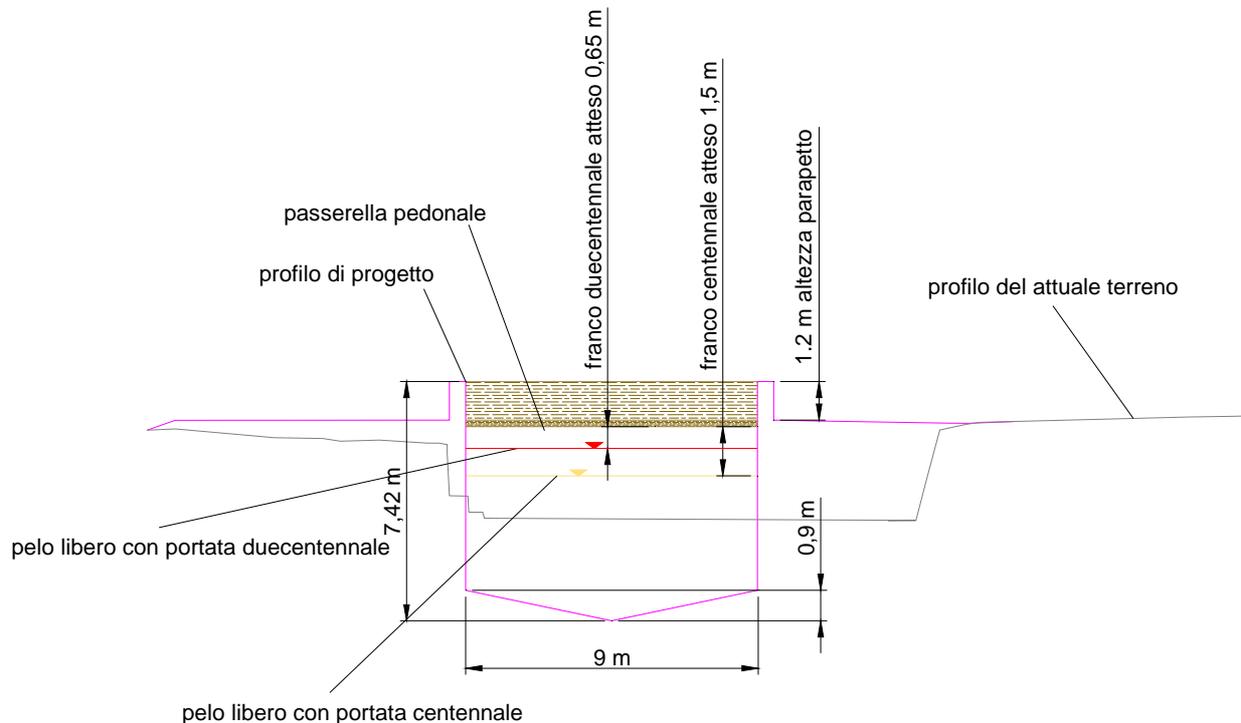
Figura 5 - sezione tipo, ponte carrabile della piazza principale



Il tratto immediatamente a valle del ponte principale, presenta franchi abbondanti e sufficienti agli scopi.

Anche la passerella pedonale posta a valle del ponte carrabile non presenta problemi di franco. La figura che segue evidenzia i franchi attesi in corrispondenza della stessa.

Figura 6 - passerella pedonale a valle del ponte carrabile



Il tratto di confluenza con il torrente Cuneaz, presenta franchi centennali compresi tra 45 e 80 cm, in relazione all'interferenza creata dal nuovo flusso idrico. In questo tratto è facile capire come il rialzo spondale svolga un'azione primaria di contenimento.

Le caratteristiche di tale rialzo spondale, come degli altri elementi costruttivi legati alla dinamica idraulica dei corsi d'acqua, saranno oggetto di trattazione nel prossimo paragrafo.

La geometria proposta dell'intersezione con il Cuneaz, è finalizzata alla massimizzazione dell'efficienza idraulica del nodo, anche attraverso la riduzione dell'angolo con cui il tributario entra nell'Evançon. Tale modifica si è resa necessaria per ridurre l'effetto "sbarramento" creato da questo tributario sul flusso

principale che attualmente ne viene influenzato in modo negativo in termini di efficienza idraulica.

Nonostante le modifiche proposte, il tratto compreso tra questa intersezione e la successiva passerella pedonale, presenta franchi assolutamente modesti, rispetto alla portata centennale di riferimento. Le velocità attese scendono a 2,5 – 3 m/s, con tiranti che, localmente, raggiungono i 6 metri. I franchi conseguenti scendono, come accennato in precedenza, a valori compresi tra i 40 e gli 80 cm.

Il successivo breve tratto, immediatamente a valle della precedente passerella presenta quindi velocità ridotte e tiranti, corrispondenti alla portata centennale, che arrivano a 6m. Qui i franchi di sicurezza si riducono in modo significativo, arrivando a malapena a una decina di centimetri.

Superato questo tratto, la velocità media aumenta nuovamente, fino all'intersezione con il torrente Mascognaz. Immediatamente a valle di tale intersezione, i franchi si annullano, fino al termine dell'area di intervento. I motivi sono da ricercarsi nella scarsa pendenza del tratto e nell'azione indiretta che l'area a valle di quella di intervento, hanno sulla medesima. Appena fuori dall'area di intervento si assiste infatti ad uno sfioro nell'area adiacente che coinvolge l'abitato dei Varasc.

L'intervento previsto a valle della confluenza con il torrente Cuneaz, prevede di interferire con la fognatura esistente. A questo si aggiungono le interazioni con numerosi fabbricati che, a valle della confluenza con il torrente Mascognaz, interessano l'area di intervento. Come accennato nel primo tratto interessato da studio, lungo il corso d'acqua sono numerose le interferenze con scarichi di canali che hanno un'altezza inferiore a quella del pelo libero centennale. Anche in

questo caso la possibilità che si inneschino interferenze negative a carico delle aree limitrofe è elevata.

Conclusioni

La situazione di progetto, oggetto delle verifiche idrauliche di cui sopra, si presenta significativamente migliorata, rispetto alla situazione in essere. La capacità del nuovo reticolo di gestire la piena centennale mette, di fatto, al riparo la parte centrale del paese, oggetto di intervento, da eventi di magnitudo significativa. La situazione attuale vede tratti importanti di sponde caratterizzati da stabilità precaria e modesta capacità di opporsi allo sforzo di trazione tangenziale esercitato dal torrente in piena. E' da ritenersi quindi persino ottimistico lo scenario figurato dalle perimetrazioni di pericolosità per esondazione approvate che considerano la situazione di geometria d'alveo stabile, per quanto idraulicamente inefficace. La recente esperienza dell'alluvione del 2000 ha chiarito, se ce ne fosse bisogno, come il collasso di porzioni di sponda possa, compromettere definitivamente la già modesta efficacia di tratti d'alveo.

Ci si augura infine che la situazione di crisi che interessa la nazione tutta allenti la sua morsa e permetta di realizzare le opere di messa in sicurezza degli abitati, permettendo di evitare danni a persone e cose.

Il Tecnico incaricato