

# COMUNE DI CROSLIA

Provincia di Cosenza



COMUNE DI ROSSANO

pantano

MARIONIO

mirto

sorrento

fumarella

COMUNE DI CALOPEZZATI

crosia

## PROGETTO DEFINITIVO

### Intervento di messa in sicurezza dei luoghi esposti a rischio idrogeologico del Fiume Trionto nel Comune di Crosia (CS)

Ai sensi della L. 205/2017

*Contributi per interventi riferiti a opere pubbliche di messa in sicurezza degli edifici e del territorio*

ELABORATO

A

RELAZIONE DESCRITTIVA

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Arch. Luigi Lepera

DATA

NOV 2018

GRUPPO DI LAVORO

Ing. Giuseppina Benevento

Ing. Luana Gigliotti

Dott. Geol. Vincenzo Azzaro



## **indice**

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>premessa_ #italiasicura .....</b>                                      | <b>3</b>  |
| <b>introduzione .....</b>                                                 | <b>5</b>  |
| Oggetto della relazione                                                   |           |
| <b>parte prima_ Inquadramento territoriale e aree di intervento .....</b> | <b>6</b>  |
| 1.1 Inquadramento territoriale                                            |           |
| 1.2 Aree di intervento                                                    |           |
| 1.2.1 Elementi comuni alle aree di intervento                             |           |
| 1.2.2 Caratteristiche e criticità delle aree                              |           |
| <b>parte seconda_ Interventi di progetto .....</b>                        | <b>16</b> |
| 2.1 Considerazioni preliminari e descrizione sintetica del progetto       |           |
| 2.2 Interventi Area 1                                                     |           |
| 2.3 Interventi Area 2                                                     |           |
| 2.4 Interventi Area 3                                                     |           |
| 2.5 Calcolo quantitativo materiale da asportare                           |           |
| <b>parte terza _ Ripristino arginature esistenti .....</b>                | <b>21</b> |
| 3.1 Quadro normativo di riferimento                                       |           |
| 3.2 Considerazioni generali                                               |           |
| 3.3 Sezione e dimensionamento                                             |           |
| 3.4 Materiali                                                             |           |
| 3.5 Monitoraggio e manutenzione                                           |           |
| <b>parte quarta _ Valutazioni e analisi secondo Linee Guida .....</b>     | <b>25</b> |
| 4.1 Valutazioni e analisi secondo Linee Guida                             |           |
| 4.1.1 Valutazione del rischio e dei criteri di gestione                   |           |
| 4.1.2 Valutazione diverse opzioni tecniche: analisi costi/benefici        |           |
| 4.1.3 Coerenza intervento con pianificazione vigente                      |           |
| 4.1.4 Analisi dei fenomeni indotti alla scala del bacino idrografico      |           |
| 4.1.5 Analisi sistemica aspetti temporali                                 |           |
| 4.1.6 Valutazioni di carattere idrologico e idraulico-fluviale            |           |
| 4.1.7 Valutazioni di carattere geologico                                  |           |
| 4.2 Effetti ed impatti dell'intervento                                    |           |
| 4.2.1 Effetti dell'intervento sulla morfodinamica fluviale                |           |
| 4.2.2 Effetti dell'intervento sull'ecosistema                             |           |
| 4.2.3 Effetti sociali ed economici                                        |           |
| 4.2.4 Considerazioni sulla resilienza dell'intervento                     |           |

**parte quinta\_ Strumenti di indagine .....32**

- 5.1 Sopralluoghi
- 5.2 Rilievi e sezioni
- 5.3 Volo del drone

**parte sesta\_ Modalità di realizzazione dei lavori .....34**

- 6.1 Localizzazione del cantiere e prescrizioni generali
- 6.2 Viabilità
- 6.3 Durata dei lavori

## premessa

### #ITALIASICURA

---

#### **\_ Il Piano Nazionale di opere e interventi e il piano finanziario per la riduzione del Rischio Idrogeologico**

Il progetto è redatto al fine di procedere ai lavori di "*Messa in sicurezza e consolidamento luoghi Fiume Trionto territorio di Crosia*"<sup>1</sup> che rientra nel più ampio progetto a scala nazionale a cura della Presidenza del Consiglio dei Ministri: *#italiasicura*.

Come il documento<sup>2</sup> specifica, il dissesto idrogeologico rappresenta per l'Italia la cartina di tornasole dei cambiamenti climatici: un'urgenza divenuta emergenza, su cui oggi si interviene nella consapevolezza di essere di fronte, quando si parla di messa in sicurezza del Paese, a un dovere morale prima che istituzionale. Negli ultimi anni si sono infatti moltiplicati per frequenza e gravità gli eventi meteorologici estremi che hanno causato perdite di vite umane e danni materiali ingenti.

Il Piano Nazionale mira ad una nuova politica della prevenzione, in cui diventi sempre più strategico il ruolo della pianificazione, nella consapevolezza che per decidere come, dove e se intervenire, sia indispensabile disporre di un unico quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio solido, puntuale e aggiornato. Un quadro che risulta oggi contenuto nelle mappe dei nuovi Piani di gestione del rischio di alluvioni, recentemente approvati, e nei Piani di Assetto Idrogeologico.

Prevenire il rischio significa in primo luogo conoscere il fenomeno che deve essere trattato. Conoscere in primo luogo le aree di rischio e quindi la natura dei rischi. E considerando il rischio come risultato di una sintesi fra pericolosità, vulnerabilità ed esposizione, questo significa conoscere – o almeno avere un sistema di valutazione non arbitrario e soggettivo – i tre fattori che lo determinano.

La via della sicurezza idrogeologica è una guerra integrata nella quale la collaborazione proattiva dei territori, la polifunzionalità degli interventi, l'integrazione delle diverse strategie di mitigazione del rischio costituiscono solo alcune delle armi che permettono, tutte assieme, di arrivare al successo. D'altro canto, proprio questo è lo spirito della Direttiva europea sulle alluvioni 2007/60 CE che riporta lapidariamente in epigrafe i due cardini cui fare riferimento: "valutazione" e "gestione" del rischio.

---

<sup>1</sup> Come riportato nel documento ufficiale presentato il 10 maggio 2017 a cura della Presidenza del Consiglio dei Ministri dal titolo "*ITALIASICURA: il piano nazionale di opere e interventi e il piano finanziario*"; il libro contiene, regione per regione, l'elenco delle opere, il loro costo e lo stato di avanzamento dei progetti e dei cantieri. Sito di riferimento [www.italiasicura.governo.it](http://www.italiasicura.governo.it)

<sup>2</sup> vedi nota 1

## **\_ Le LINEE GUIDA per le attività di programmazione e progettazione degli interventi per il contrasto del rischio idrogeologico**

La centralità del progetto, e quindi la sua qualità, è stata rafforzata anche dalla emanazione delle *Linee guida per la progettazione*<sup>3</sup> che #Italiasicura ha realizzato in collaborazione con Ministero dell'Ambiente, Ispra, Ordini Professionali, ANBI e mondo accademico.

L'applicazione pratica delle indicazioni contenute nelle Linee Guida rappresentano un valido supporto operativo alla progettazione, e ritenendo che possano influenzare un miglioramento qualitativo del progetto, sono state ampiamente tenute in considerazione nelle fasi di redazione del presente progetto, tanto da incidere sulla scelta delle tematiche da affrontare, delle valutazioni da compiere.

Il documento si articola in singole sintetiche schede, relative alle tematiche che maggiormente incidono sull'efficacia degli interventi, ovvero:

1. Valutazione del rischio ed esplicitazione dei criteri di gestione
2. Valutazione comparata delle diverse opzioni tecniche, attraverso metodi anche semplificati di analisi benefici/costi
3. Coerenza dell'intervento con la pianificazione e programmazione vigente
4. Analisi sistemica - aspetti spaziali con particolare riguardo ai fenomeni indotti e il non aggravio del rischio alla scala del bacino idrografico
5. Analisi sistemica - aspetti temporali e verifica sull'intero ciclo di vita dell'opera
6. Specifiche valutazioni di carattere idrologico e idraulico-fluviale
7. Specifiche valutazioni di carattere geologico, geotecnico e, per interventi di contrasto a fenomeni valanghivi, climatico e topografico
8. Effetti dell'intervento sulla morfodinamica fluviale, costiera e di versante
9. Effetti dell'intervento sull'ecosistema fluviale, ripario e costiero e sulla qualità delle acque
10. Effetti sociali ed economici dell'intervento
11. Considerazioni relative alla resilienza dell'intervento, anche nei confronti di scenari di cambiamento climatico
12. Codifica e inquadramento georeferenziato dei dati e delle informazioni qualificanti l'intervento.

Le schede, a loro volta, sono strutturate in 6 sezioni:

1. Indice di rilevanza rispetto ai fenomeni alluvionali, geomorfologici di versante e marittimi/costieri;
2. Inquadramento generale;
3. Indicazioni;
4. Riferimenti normativi specifici;
5. Rimandi ai contributi pervenuti;
6. Riferimenti bibliografici e operativi specifici.

---

<sup>3</sup> Appendice 2 al volume dal titolo "*ITALIASICURA: il piano nazionale di opere e interventi e il piano finanziario*" (vedi nota 1). A cura dell'Associazione Idrotecnica Italiana, Settembre 2017. Sito di riferimento [www.italiasicura.governo.it](http://www.italiasicura.governo.it)

## **introduzione**

### **\_ OGGETTO DELLA RELAZIONE**

In data 11 giugno 2018 il Comune di Crosia (CS) ha affidato in via diretta al tecnico Ing. Benevento Giuseppina l'incarico per la prestazione dei servizi attinenti la Progettazione, definitiva ed esecutiva, Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, Direzione Lavori, misure, contabilità, rilievi e misurazioni, relativamente al Progetto "*Intervento di messa in sicurezza dei luoghi esposti a rischio idrogeologico del Fiume Trionto nel Comune di Crosia (CS)*" giusta Determina del Settore Tecnico del 11-06-2018 Registro Generale N. 368 Registro del settore N. 125.

L'ambito oggetto di intervento riguarda il sistema idraulico costituito dalla Fiumara Trionto ricadente nel Comune di Crosia, che lungo la destra idraulica scorre parallelamente ai centri abitati di Sorrenti e Mirto, determinando condizioni di rischio idraulico.

La presente *Relazione* chiarisce e descrive le attività condotte al fine di individuare, in relazione alle somme a disposizione, gli interventi di progetto più significativi, sottolineando che una più compiuta risoluzione delle problematiche di rischio rilevate potrà avvenire con l'attuazione di altri e più strutturali interventi.

Considerato il progetto preliminare, i verbali e le segnalazioni dell'ufficio tecnico alla protezione civile durante gli eventi di piena, le valutazioni e le indagini preliminari compiute dal team di progettazione, emergono serie problematiche di erosione della sponda destra nei tratti protetti da argini costituiti da rilevati in terra. Il progetto mira a mitigare il rischio, risagomando e canalizzando l'alveo, tentando di proteggere il piede dei rilevati nei punti più critici con massi ciclopici.

## parte prima \_

### Inquadramento territoriale e aree di intervento

#### 1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Gli interventi di progetto si collocano nella parte del corso del Fiume Trionto che ricade nel territorio del Comune di Crosia, nella provincia di Cosenza, e insistono lungo la destra idraulica del Fiume, al fine di preservare l'abitato delle frazioni Mirto e Sorrenti.

Come mostrato dalla figura che segue, ripresa dalla tavola che accompagna il Progetto Preliminare, erano state individuate in quella fase 2 aree:

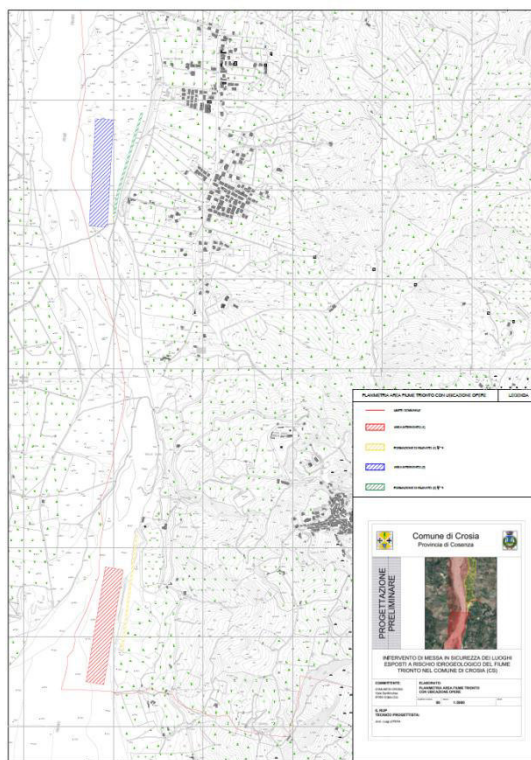


Figura 1 – Planimetria Area Fiume Trionto Progettazione Preliminare con ubicazione opere  
(da Tavola 8, Progetto Preliminare – COMUNE DI CROSIA)

L'analisi compiuta non si limita alle 2 aree segnalate, ma investe tutto il corso del Fiume che ricade nel territorio di Crosia, indagandone criticità e fattori di rischio, analizzando eventuali progetti interferenti.

A tal proposito, in seguito ad opportune valutazioni meglio chiarite nei paragrafi successivi, sono state individuate e studiate 3 diverse aree di intervento:

**AREA 1** \_ il tratto esaminato si trova al confine con il Comune di Calopezzati, interessando in parte anche l'alveo ricadente nel comune confinante; a monte non vi è una zona abitata, ma insistono una serie colture e parallelamente all'argine corre la strada SS 531, arteria di collegamento con i paesi dell'entroterra.

**AREA 2** \_ l'area si trova a valle dell'abitato insistente nella frazione Sorrenti del comune.

**AREA 3** \_ l'area individuata è in prossimità di via Olanda, insistono nelle vicinanze abitazioni e capannoni di aziende operanti sul territorio.

Di seguito si riporta la tavola di studio con l'individuazione dei tratti interessati.

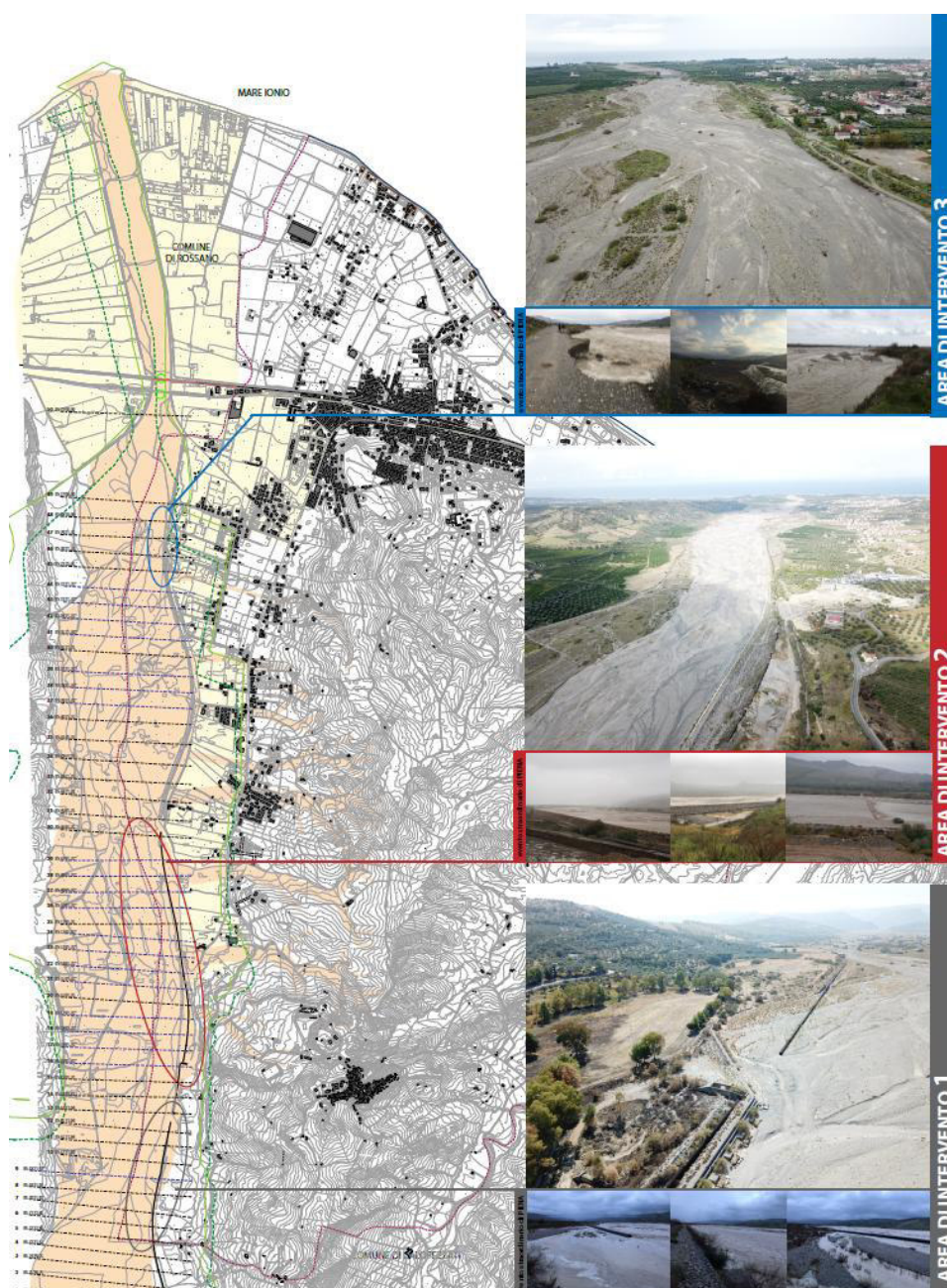


Figura 2– Planimetria Area di Intervento (da Tavola 02, Inquadramento Aree di Intervento)

## 1.2 AREE DI INTERVENTO

In questo paragrafo vengono descritte le peculiarità e le criticità che caratterizzano le aree oggetto di intervento allo stato attuale, i fattori di rischio esaminati e le conseguenti scelte progettuali compiute al fine di ridurne gli effetti.

### 1.2.1 ELEMENTI COMUNI ALLE AREE DI INTERVENTO

L'alveo del Trionto nel territorio ricadente nel Comune di Crosia, si presenta meandriforme, caratterizzato da più canali (alveo a canali multipli o pluricursale) con un'ampiezza quasi costante per diversi km, e in corrispondenza degli attraversamenti stradali e ferroviari subisce una forte strozzatura passando, in circa 400 m, da un'ampiezza di 500-600 m a poco più di 100 m.

Dall'analisi delle carte esistenti e dalle viste satellitari, appare chiaro come l'argine destro sia soggetto a fenomeni erosivi: l'erosione dell'argine destro del fiume è stata causata da un accumulo di sedimenti nella zona centrale dell'alveo che ha fatto da ostacolo al percorso naturale del fiume, deviandone il tragitto sul lato destro. Il protrarsi di questo accumulo per più anni, ha consentito la crescita di una folta vegetazione arborea, aumentando così il suo potere di ostruzione. Per approfondimenti su questi aspetti si rimanda alla *Relazione Geologica*.

E' evidente il restringimento dell'alveo fluviale in alcuni punti dell'area in oggetto, dovuto per esempio alla presenza di alcuni campi coltivati, prevalentemente sulla sponda sinistra o alla presenza dell'attraversamento ferroviario e del cavalcavia della SS106, in prossimità di Mirto e alla presenza di barre ed isolotti, che fanno da spartiacque al regolare deflusso della corrente, alterandone la direzione, suddividendo il canale principale in canali secondari intrecciati



Figura 3 - Foto aerea che mostra la presenza delle barre e degli isolotti all'interno dell'alveo e presenza di coltivazioni adiacenti alle sponde che ne hanno modificato l'assetto morfometrico.

La sponda destra, nel territorio del comune di Crosia, lambisce i centri abitati di Sorrenti e Mirto. L'argine varia da monte verso valle: più a monte è costituito da muri in cemento armato, a valle da rilevato in terra.

L'assetto del fiume mantiene comunque una invariante: la presenza di tubi nell'alveo, che corrono parallelamente all'argine, residui di una condotta superficiale che avrebbe dovuto essere usata per uso irriguo delle risorse idriche del complesso Trionto - Diga Laurenzana, opera rimasta incompiuta e che, come meglio descritto nei paragrafi precedenti, è oggi oggetto di un progetto di riqualificazione ad opera del Consorzio di Bonifica.



*Figura 4 - Tubi condotta in disuso complesso Trionto - Diga Laurenzana*

Tale condotta, in alcuni tratti protetta da rilevati e in altri completamente abbandonata nel letto del fiume, ha rappresentato, e rappresenta fino alla sua bonifica, il pericolo maggiore. Tanto che, per scongiurare una catastrofe che si sarebbe potuta verificare nel caso in cui la furia dell'acqua avesse mosso i tubi trascinandoli verso valle, a protezione della condotta, con passati interventi degli allora competenti uffici regionali e provinciali, è stato realizzato un argine in terra che si sviluppa per circa 1.900 m all'interno dell'argine maestro che delimita il demanio fluviale. In un tratto il suddetto argine in terra presenta il paramento interno in calcestruzzo e pietrame. A monte i due argini sono raccordati da una difesa spondale realizzata in gabbioni. Il rischio è che in caso di piena l'acqua si insinui tra i due argini e, rimanendovi intrappolata, diventi in destra idraulica.

E' doveroso segnalare in questa occasione il fatto che alcuni settori del fiume presentano evidenti situazioni di degrado ambientale dovute alla presenza di micro discariche di rifiuti solidi ed urbani. Quella del degrado, inaccettabile ed indecoroso, è

una situazione aggravata dal fatto che rifiuti di ogni genere e dimensione sono situati proprio all'interno dell'alveo e rischiano di essere trasportati alla foce in caso di piena.



Figura 5 - Micro discariche e degrado all'interno dell'alveo

### 1.2.3 CARATTERISTICHE E CRITICITÀ DELLE AREE

Il tratto individuato nel Progetto Preliminare come **AREA 1** si trova al confine con il Comune di Calopezzati, ma è stato studiato senza tener conto dei limiti amministrativi, che non ha senso considerare quando si interviene in un corso d'acqua.



Figura 6 - Foto aerea scattata con l'ausilio del Drone: tratto in esame

Il tratto esaminato si estende per circa 1500 metri: comincia nel territorio del comune di Calopezzati, nel punto critico in cui il tubo della condotta in disuso comincia ad emergere e il corso del fiume si insinua visibilmente al di sotto di esso (Figura 6) e termina quando incontra le opere di difesa spondale compiute nel corso degli anni dagli enti sovraordinati che, come testimoniato dal rilievo fotografico (Figura 8), prevedono un argine in terra che nei tratti maggiormente esposti è rinforzato al piede da gabbionature e massi.



*Figura 7 - Punto critico: il tubo emerge e il fiume si insinua al di sotto di esso*



*Figura 8 - Opere di difesa esistenti lungo la sponda destra del Fiume Trionto, zona bivio Crosia*

Le foto mostrano chiaramente le criticità più rilevanti: l'obsoleto tubo della mai compiuta condotta del complesso Trionto - Diga Laurenzana si affaccia in maniera minacciosa non essendo protetto; la zona degli arginature è fortemente sollecitata: nel tempo si è provveduto a sistemare massi ciclopici al piede nei punti più critici (Figura 9).



*Figura 9 - Massi al piede: pre e post opera*

Nell'archivio dell'Ufficio Tecnico del Comune sono state reperite e analizzate le foto (Figura 10) di un importante evento di piena, al fine di avere un riscontro effettivo e reale del comportamento del corso d'acqua e di cogliere visivamente l'entità del rischio: come mostrano le foto di seguito il tubo viene quasi sommerso dall'acqua, che si insinua sotto ad esso e invade le area alla destra. Il pericolo è che parti del tubo obsoleto possano

staccarsi e, trasportate dalla corrente, creare un ostacolo nella zona degli attraversamenti stradali e ferroviari.



*Figura 10 - Evento di piena: l'acqua fluisce sotto il tubo - foto storiche Ufficio Tecnico*

Ma l'intervento promosso dal Consorzio Di Bonifica Integrale Dei Bacini Dello Ionio Cosentino, che prevede la "Realizzazione di opere irrigue, la costruzione e la gestione di un impianto idroelettrico sul Fiume Trionto nei Comuni di Rossano Calabro, Crosia, Calopezzati, Caloveto, Longobucco e Cropalati", esonera dall'intervenire in questa area,

poiché proprio in questo tratto, per i pericoli segnalati, è previsto il rinterro della condotta e la protezione della stessa con opere adeguate.

Il tratto individuato come **AREA 2** nel Progetto Preliminare è situato a valle dell'abitato insistente nella frazione Sorrenti.

I sopralluoghi effettuati e le riprese aeree fatte con il drone hanno evidenziato come parte dell'area sia attualmente una zona di deposito, in cui insiste anche della vegetazione (Figura 11).



*Figura 11 - Foto aerea scattata con l'ausilio del Drone: zona di deposito*

Problematiche diverse emergono invece nel tratto più a monte, in cui esiste un argine in terra, realizzato a difesa dell'abitato ma soprattutto a protezione dei tubi della solita obsoleta condotta. Il rilevato in terra esistente presenta in diversi punti evidenti segni di erosione, come descritto dal rilievo fotografico (Figura 12).

Il continuo insistere del fiume sulla sponda destra ha generato fenomeni erosivi importanti. Una risagomatura dell'alveo in quel tratto potrebbe preservare il piede del rilevato esistente, che necessita comunque di essere ripristinato.



Figura 12 - Segni di erosione degli argini in terra esistenti

Il tratto individuato come **AREA 3** non era previsto nel Progetto Preliminare, ma le criticità riscontrate rendono necessario un intervento, considerando anche le valutazioni circa il non intervenire in Area 1 (Figura 13).

L'area è situata in prossimità di via Olanda, una zona in cui insistono abitazioni e in cui hanno sede alcune attività produttive del territorio (quindi si ritrovano anche capannoni e depositi).



Figura 13 - Ortofoto della zona interessata

L'area presenta come unica protezione un argine in terra, che corre parallelamente ad una strada di collegamento secondaria. All'interno dell'argine, corre interrata la condotta già descritta.

Come mostrato nelle foto aeree (Figura 14), parti del suddetto argine sono oggetto di un rilevante fenomeno di erosione: è evidente come la sponda sia molto sollecitata e debole in quel tratto e quanto questo sia fonte di pericolo per l'abitato alle spalle. Il rilevato è così eroso che si vedono i tubi della condotta.



*Figura 14 - La foto aerea mostra l'erosione della sponda e il tubo non più protetto*

Si noti come la sezione del fiume nel tratto interessato sia notevole, ma la corrente tende a spingere l'acqua verso la destra idraulica, quindi a ridosso dell'abitato, proteggendo così la sponda sinistra in cui si vedono chiaramente zone di deposito con segni di vegetazione.



## **parte seconda \_ Interventi di progetto**

In questo capitolo vengono descritte le scelte progettuali compiute al fine di ridurre i rischi a cui le aree oggetto di intervento individuate risultano esposte.

Gli interventi sono stati studiati affinché sia minimo l'impatto ambientale ricorrendo ad opere di ingegneria naturalistica che consistono nella sistemazione dei rilevati in terra esistenti ed erosi, con l'utilizzo di materiale di deposito (sovralluvionato) presente in alveo.

Per localizzare il materiale di deposito da utilizzare per la formazione dei rilevati, sono state studiate e localizzate le barre all'interno dell'alveo, che alterano il corso del fiume, deviandone la direzione e formando aste secondarie che spingono verso la destra idraulica. L'analisi identifica una quantità elevata di materiale sovralluvionato e di barre, ma il volume da asportare dipende dalle somme a disposizione e dal quantitativo necessario alla riprofilatura dei rilevati.

### **2.1 CONSIDERAZIONI PRELIMINARI E DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO**

L'ambito oggetto di intervento riguarda il Fiume Trionto, nello specifico la sponda destra che ricade nel territorio del Comune di Crosia e lambisce l'abitato delle frazioni Mirto e Sorrenti.

Allo stato attuale sul tratto di fiume oggetto di intervento è in atto in maniera accentuata il fenomeno del dissesto idrogeologico, causato dall'erosione della sponda in destra orografica.

L'incremento delle probabilità del verificarsi di tali fenomeni è attribuibile all'aumento del materiale depositato in alveo che, aumentando l'altezza del fondo dell'alveo, riduce la sezione di deflusso e, essendo facilmente erodibile, favorisce la formazione di canali meandriformi che, lambendo le sponde, ne provocano l'erosione localizzata.

Gli studi di carattere idraulico svolti, l'analisi dello stato di fatto, le criticità rilevate dai sopralluoghi e dalla lettura delle carte e dei piani sovraordinati, hanno rilevato 3 zone particolarmente a rischio, con chiari segni di erosione delle sponde esistenti o di pericoli evidenti, primo fra tutti la presenza di tubi nell'alveo, residui di una condotta superficiale che avrebbe dovuto essere usata per uso irriguo delle risorse idriche del complesso Trionto - Diga Laurenzana, opera rimasta incompiuta.

In riferimento alla condotta citata, la fase di analisi ha portato a conoscenza dell'esistenza di un progetto ambizioso per il quale sono stati già rilasciati gli opportuni decreti autorizzativi e che è quindi cantierabile nel giro di pochi mesi. Il progetto, promosso dal **Consorzio Di Bonifica Integrale Dei Bacini Dello Ionio Cosentino**, prevede la **"Realizzazione di opere irrigue, la costruzione e la gestione di un impianto**

*idroelettrico sul Fiume Trionto nei Comuni di Rossano Calabro, Crosia, Calopezzati, Caloveto, Longobucco e Cropalati"* e si pone come la più grande opera a livello idroelettrico in Italia. L'impianto consentirà di rendere fruibile una quantità di acqua, a fini potabili e per uso agricolo, superiore all'attuale fabbisogno, assicurando anche un'operazione di bonifica ambientale del territorio dopo anni di abbandono e degrado.

E' proprio questo l'aspetto più rilevante di questa opera ai fini del progetto di messa in sicurezza di cui ci si occupa: la condotta esistente e in stato di abbandono, che in alcuni tratti è protetta, ma che in altri è abbandonata nel letto del fiume, verrà ripristinata e finalmente destinata alla sua funzione originaria. Quando l'opera sarà completata, quindi, verrà meno uno dei pericoli più importanti presenti al momento nel fiume, ovvero che i tubi della condotta (in alcuni tratti obsoleti e danneggiati) possano staccarsi e essere trasportati dalla furia dell'acqua.

In sintesi, tra le diverse e possibili soluzioni progettuali, considerati i fondi disponibili e l'estensione delle aree di intervento, è stata individuata una soluzione in linea con la filosofia degli interventi regionali già eseguiti sulle sponde in quei tratti, attraverso:

- scotico dell'alveo;
- risagomatura per l'allontanamento delle acque dai piedi dell'argine in terra esistente;
- ripristino dei rilevati arginali esistenti nei tratti maggiormente erosi con materiale di deposito prelevato dal greto del fiume;
- posizionamento di massi ciclopici al piede nei tratti maggiormente erosi al fine di preservare l'opera.

L'intervento non si pone come risolutivo: le somme messe a disposizione non possono risolvere le criticità presenti, ma l'obiettivo è tentare di ridurre il rischio in caso di piena e proteggere gli argini in terra esistenti che in alcuni tratti mostrano seri segni di erosione e minacciano l'abitato.

A questo obiettivo si aggiungono altri obiettivi secondari di carattere generale ed ambientale, che intendono integrare le funzioni e le esigenze del sistema fluviale con quelle del territorio, favorendo il recupero della funzionalità dei sistemi naturali, il ripristino, la riqualificazione e la tutela delle caratteristiche ambientali dei luoghi nonché il raggiungimento di condizioni di uso del suolo compatibili con le caratteristiche dei sistemi idrografici.

## 2.2 INTERVENTI AREA 1

Il tratto individuato come **AREA 1** si trova al confine con il Comune di Calopezzati. L'analisi effettuata lo individua come il punto più critico per la presenza in alveo di tubi della condotta in disuso del complesso Trionto - Diga Laurenzana che non hanno nessun tipo di protezione. Si era pensato di intervenire in un tratto di circa 400 metri, realizzando, in accordo e in continuazione con le opere di difesa spondale compiute nel

corso degli anni dagli enti sovraordinati, un rilevato in terra a protezione della condotta, al fine di evitare che l'acqua, insinuandosi al di sotto della condotta, possa spezzarla.

Ma l'intervento promosso dal Consorzio Di Bonifica Integrale Dei Bacini Dello Ionio Cosentino, che prevede la "Realizzazione di opere irrigue, la costruzione e la gestione di un impianto idroelettrico sul Fiume Trionto nei Comuni di Rossano Calabro, Crosia, Calopezzati, Caloveto, Longobucco e Cropalati", esonera dall'intervenire in questa area, poiché proprio in questo tratto, per i pericoli segnalati, al fine di riutilizzare il tracciato della condotta, è previsto il rinterro della stessa e la protezione con opere adeguate.

## 2.3 INTERVENTI AREA 2

Per il tratto individuato come **AREA 2** il continuo insistere del fiume sulla sponda destra ha generato fenomeni erosivi importanti lungo i rilevati in terra esistenti. Pertanto si prevede uno scotico dell'area e il trasporto dello stesso in destra idraulica al fine di rafforzare al piede l'argine, risagomandone la sezione nei tratti erosi. Si prevede di intervenire lungo un tratto di circa 500 metri.

Il materiale necessario alla formazione dei rilevati sarà prelevato dal greto del fiume, pertanto in questo tratto è prevista una risagomatura dell'alveo, al fine di accogliere le portate di magra e scostare il talweg dall'argine destro.

Il rischio residuo è che in caso di piena, correndo parallelamente in questo tratto il rilevato in terra e l'argine in cemento, l'acqua si insinui tra i due argini e rimanendovi intrappolata, devi in destra idraulica: la risagomatura tende ad indirizzare le portate minime nella zona centrale dell'alveo, deviando il flusso e spostando il talweg.

I punti più critici saranno rafforzati e protetti da massi ciclopici al piede.



Ante-operam



Post-operam

## 2.4 INTERVENTI AREA 3

L' **AREA 3** è situata in prossimità di via Olanda, una zona in cui insistono abitazioni e in cui hanno sede alcune attività produttive del territorio (quindi si ritrovano anche capannoni e depositi).

L'area presenta come unica protezione un argine in terra, che corre parallelamente ad una strada di collegamento secondaria. All'interno dell'argine, corre interrata la condotta già descritta. Come mostrato dal rilievo fotografico, parti del suddetto argine sono oggetto di un rilevante fenomeno di erosione: è evidente come la sponda sia molto sollecitata e debole in quel tratto e quanto questo sia fonte di pericolo per l'abitato alle spalle. Il rilevato è così eroso che si vedono i tubi della condotta.

Intervenire risagomando l'alveo e utilizzando il materiale sovralluvionato per correggere e ripristinare l'argine eroso sembra una buona soluzione, considerando che il progetto del Consorzio di Bonifica in quel tratto riprende esattamente lo stesso tracciato, utilizzando i tubi interrati presenti.

Il materiale necessario alla formazione dei rilevati sarà prelevato dal greto del fiume, pertanto in questo tratto è prevista una risagomatura dell'alveo, al fine di accogliere le portate di magra e scostare il talweg dall'argine destro.

Il progetto prevede in questa area tre interventi diversi, in relazione alle condizioni dei tratti erosi:

- TRATTO I \_ di circa 200 metri compreso tra la sezione 43 e la sezione 46, in cui l'argine visibilmente eroso, ha un'altezza molto bassa, circa 1,5 m; alle spalle si erge poi il rilevato che nasconde la condotta; in questo tratto si prevede rilevato e massi ciclopici al piede;
- TRATTO II \_ compreso tra la sezione 46 e la sezione 47, è il punto più critico, l'argine è completamente eroso e si vedono i tubi della condotta interrata; si realizzerà un rilevato in terra protetto da massi ciclopici al piede.
- TRATTO III \_ si tratta di circa 150 metri, è evidente l'erosione; in questo punto si prevede di sistemare solo il rilevato in terra, in attesa di procedere con interventi sostanziali di sistemazione idraulica.



Ante-operam



Post-operam



Ante-operam



Post-operam

## 2.5 CALCOLO QUANTITATIVO MATERIALE DA ASPORTARE

Il fiume nelle portate di magra scorre in canali intrecciati, con andamento meandriforme, a causa dei consistenti accumuli di materiali detritici depositati dalla corrente.

Il materiale depositato è caratterizzato da spessori tali da determinare un significativo rialzo della quota del letto del fiume e riduce notevolmente la capacità di smaltimento delle portate di piena. In corrispondenza dei meandri si registrano dei tratti più o meno estesi di erosioni laterali dei rilevati arginali.

Il rilievo dettagliato condotto in questa fase di progettazione definitiva ha evidenziato una notevole quantità di volume di materiale depositato, che potrebbe essere utilizzato per la creazione dei rilevati.

Il volume di movimentazione del terreno, necessari per garantire un'adeguata capacità di smaltimento delle acque di piena nel tratto di intervento, è molto elevato.

In questa fase si è pensato di intervenire solo lungo le barre più evidenti, nelle vicinanze degli argini erosi, movimentando la quantità di materiale effettivamente necessaria per la realizzazione o sistemazione dei rilevati.

## **parte terza \_ Ripristino arginature esistenti**

In generale gli argini in terra sono rilevati di altezza generalmente inferiore ai 10 ÷ 15 con compiti di tenuta d'acqua.

Il progetto prevede il ripristino degli argini in terra esistenti ed erosi con l'ausilio di materiale rimosso dalla riprofilatura dell'alveo del fiume, opportunamente compattato con attrezzature idonee.

Pur trattandosi di interventi di ripristino che intervengono sull'esistente, appare opportuno in questa fase riportare quanto indagato nella letteratura di riferimento al fine di compiere le opportune scelte progettuali.

### **3.1 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO**

I lavori in oggetto si inseriscono all'interno di un quadro normativo nel quale il principale riferimento è costituito dalla legge 183/89 e dalle sue successive modifiche ed integrazioni. In ambito nazionale gli altri principali riferimenti normativi attinenti le acque, le sistemazioni idrauliche, la bonifica, e più in generale la tutela del suolo, ai quali l'intervento progettuale è conforme, sono:

- a. il R.D. n. 523 del 25 luglio 1904, Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie;
- b. il R.D. n. 3267/1923 in tema di "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani";
- c. il R.D. n. 215/1933 recante nuove "Norme sulla bonifica integrale" che definisce opere di bonifica quelle "opere da realizzare [...] in terreni montani dissestati nei riguardi idrogeologici o forestali";
- d. la L. 236/1993 e il relativo DPR 14/4e detta criteri per la /1993 manutenzione idraulica nel massimo rispetto dei valori ambientali;
- e. la L. 37/1994 recante anche norme per la tutela delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche;
- f. il D.Lgs. 152/99 che detta norme relative al mantenimento o al ripristino della vegetazione spontanea nella fascia;
- g. il D.P.C.M. 23 marzo 1990, il D.P.R. 7 gennaio 1992, il D.P.R. 18 luglio 1995 e, in generale, dalla legislazione emanata al verificarsi di eventi calamitosi come quelli avvenuti a Sarno o a Noverato.

Da un punto di vista generale vanno infine ricordati il D.M. 14 gennaio 2008 (Nuove norme tecniche per le costruzioni); il D. Lgs. 152/2006 (Codice dell'Ambiente) e il D. Lgs. 163/2006 e D. Lgs. 205/2017 (Codice degli Appalti).

### **3.2 CONSIDERAZIONI GENERALI**

Per completezza di analisi si riportano una serie di considerazioni generali ritrovate nella letteratura di riferimento in materia<sup>4</sup>, che costituiscono spunto di riflessione e di studio.

La difesa idraulica dei territori laterali ai corsi d'acqua nei loro tratti di pianura è affidata ad argini longitudinali. Le arginature non devono essere solo opere idrauliche atte a contrastare l'esondazione per sormonto, ma devono anche costituire manufatti realizzati con magisteri, tali da scongiurare pericoli di rotte per sifonamento.

Le scarpate arginali devono essere opportunamente rivestite per proteggerle dall'azione erosiva esercitata dalla corrente idrica (scarpata interna), dalle acque piovane e dagli agenti meteorici. Per il paramento esterno è generalmente sufficiente un rivestimento erboso, impiantato su una ricopertura di terreno vegetale; per quello interno, i rivestimenti erbosi risultano applicabili limitatamente al caso in cui l'argine venga a contatto con l'acqua solo occasionalmente, altrimenti devono essere previsti rivestimenti particolari, in grado di resistere all'azione erosiva della corrente fluviali.

In ogni caso occorre tenere presenti le seguenti norme prudenziali:

- evitare il pericolo del collasso dell'arginatura;
- eseguire uno studio preliminare delle caratteristiche delle terre;
- imporre che la linea di filtrazione sia totalmente interna all'argine;
- assicurarsi della stabilità dello stesso;
- assicurarsi che i vari carichi siano sopportati dal terreno;
- assicurarsi che l'acqua, che eventualmente filtra da fiume a campagna mantenga velocità così deboli da non potere trascinare neppure i materiali più fini;
- infine proteggere l'argine a fiume contro le eventuali erosioni.

Nel caso di rilevato in terra esistente, per procedere ad un intervento di adeguamento della sagoma si prevedono le seguenti operazioni:

- scavo di scotico (~ 50 cm) per la preparazione del piano di posa del nuovo rilevato;
- gradonature di immorsamento per la posa e compattazione del materiale di riporto;
- messa in opera del rilevato per strati di spessore non superiore a 30 cm, compattati e regolarizzati in modo da formare sia a monte che a valle un paramento inclinato 1/2;
- realizzazione della strada di servizio di sommità mediante la costituzione di un cassonetto di misto di cava stabilizzato (l = 2,5 m);
- posa di uno strato di 25 cm di terreno vegetale, da sottoporre ad inerbimento;
- realizzazione a monte di eventuale canaletta per il drenaggio ed il convogliamento delle acque superficiali; l'opera potrà essere realizzata in calcestruzzo laddove verrà richiesta la tenuta idraulica, ovvero mediante l'utilizzo di materiali permeabili quali: materassi metallici, georeti, terra rinforzata.

---

<sup>4</sup> Le considerazioni che seguono sono riportate dal *Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche* del Trentino, Allegato Parte V, *Quaderno delle opere*, 2006 – dal sito <http://pguap.provincia.tn.it>

L'arginatura deve garantire la piena funzionalità idraulica, per cui è buona norma seguire tracciati compatibili con le esigenze idrauliche (evitando brusche variazioni di linea che potrebbero costituire punti di maggior vulnerabilità in conseguenza dell'azione erosiva della corrente), pur nel rispetto delle esigenze ambientali che normalmente consigliano di non dare luogo a linee geometriche troppo rigide e di prevedere un adeguato rinverdimento dell'opera al fine di favorirne un corretto ed impercettibile inserimento nell'ambiente fluviale.

### 3.3 SEZIONE E DIMENSIONAMENTO

In riferimento alla sezione del rilevato, è opportuno riportare che la forma della sezione trasversale dell'argine, fondamentalmente trapezoidale, con pendenza più dolce verso campagna, è dettata dalla necessità di mantenere la linea di filtrazione, e di contenere il pericolo di sifonamento, oltre a garantire la stabilità dell'opera rispetto alla possibilità di franamento verso campagna.

La letteratura in materia<sup>5</sup> riporta come la sezione trasversale tipo ha forma trapezia per  $h < 3-4$  m, larghezza in sommità  $> 3-4$  m e pendenze più elevate lato fiume (di solito  $\leq 1:1,5$ ) e più dolci verso campagna ( $\leq 1:2$ ). Per  $h > 3-4$  m, la scarpata a campagna (talora anche quella a fiume) è interrotta da banche, distanti 2-3 m in verticale e larghe almeno 3-4 m, aventi lieve pendenza (1:20). La scarpata a campagna deve ricoprire la linea di infiltrazione per evitare affioramenti.

La quota della sommità si determina aggiungendo un franco di sicurezza  $f$  al livello idrico corrispondente alla portata  $Q(T)$  con tempo di ritorno  $T$ , ottenuto usualmente dal profilo di moto permanente ( $T = 100-200$  anni;  $f \simeq 1$ m); in presenza di golene, vanno usati i metodi di calcolo idraulico di sezioni composte, considerando la diversa scabrezza delle varie porzioni della sezione. Nella progettazione vanno seguite le norme geotecniche (DM 14/01/2008). Sul corpo arginale è da evitare la presenza di alberi, scavi, costruzioni; in mancanza di altre prescrizioni, il Testo Unico sulle opere idrauliche (RD 25-7-1904) fissa le distanze minime dal piede dell'argine (es. piantagioni: 4m, fabbricati e scavi: 10m). Le scarpate arginali vanno rivestite per proteggerle dall'erosione; l'inerbimento è generalmente sufficiente per quella esterna e, se il contatto con le acque correnti è occasionale e di breve durata e l'azione erosiva non particolarmente intensa, anche per quella interna. Altrimenti, e specie nel caso degli argini in frodo, occorrono rivestimenti particolari, quali scogliere, materassi in gabbioni metallici, lastre in cls ecc.

### 3.4 MATERIALI

Nello specifico la realizzazione del rilevato arginale richiede la messa in opera di materiale inerte di adeguata distribuzione granulometrica, resistenza e pulizia. Per

---

<sup>5</sup> Da *Dispense di Idraulica*, Prof. Armando Brath.

evidenti ragioni di impatto sul paesaggio, in linea con l'orientamento delle opere di questa natura già eseguite in altri tratti del fiume, i materiali saranno prelevati dall'alveo.

Nel prospetto che segue sono riportati i volumi di terra stimati per la costruzione dei rilevati e i volumi di terra derivanti dalle operazioni di scavo connesse con le opere di progetto:

Fabbisogno totale terra per rilevati e rinterri (mc) ~29.760,00

Quantitativo terre derivanti da operazione di sbancamento e scotico (mc) ~28.100,00

Quantitativo terre derivanti da scavo a sezione obbligata per massi (mc) ~1.600,00

Per quanto attiene la caratterizzazione del materiale in oggetto si rimanda alla specifica *Relazione Geologica*, parte integrante della documentazione in oggetto.

I massi ciclopici sono del tipo scogli di 2° categoria del peso specifico di 2,6 t/mc.

### **3.5 MONITORAGGIO E MANUTENZIONE**

A corredo del progetto esecutivo sarà predisposto ai sensi dell'art. 40 del D.P.R. 554/99 il *Piano di Manutenzione dell'Opera*, che prevede, pianifica e programma l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. In questa fase è necessario prescrivere che gli argini debbano essere realizzati in maniera opportuna per consentire ai materiali utilizzati di svolgere il loro compito di contenimento.

## **parte quarta \_**

### **Valutazioni e analisi secondo le linee guida**

#### **4.1 VALUTAZIONI E ANALISI SECONDO LINEE GUIDA**

Nella premessa si è ampiamente discusso circa i contenuti delle *Linee Guida per le attività di programmazione e progettazione degli interventi per il contrasto del rischio idrogeologico* e quanto esse rappresentino un supporto operativo alla progettazione.

Lo studio che segue, tenendo conto dei suggerimenti sintetizzati nelle schede che costituiscono le Linee Guida, si compone di una serie di valutazioni ed analisi inerenti l'efficacia degli interventi proposti.

##### **4.1.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO E DEI CRITERI DI GESTIONE**

Per quanto attiene alla valutazione del rischio e alla relativa gestione, principio definito per il rischio alluvione dalla Direttiva 2007/60/CE e dai successivi atti di recepimento ed indirizzo, gli interventi di progetto si pongono come criteri guida la valutazione degli effetti prodotti dall'intervento in termini di mitigazione del rischio in atto e la valutazione del rischio residuo, considerando i relativi criteri di gestione.

L'analisi delle informazioni effettuate attraverso la dinamica delle tre componenti di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione contenute nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) e nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), ha permesso una quantificazione del numero degli abitanti esposti e una ricognizione e stima dei principali beni a rischio. Conoscere le specificità e le vulnerabilità del territorio rappresenta quindi un elemento imprescindibile alla base di una strategia di mitigazione che miri alla massima riduzione sostenibile del rischio.

La perimetrazione e classificazione delle aree oggetto di intervento ricade come segue:

- Area 1 \_ Pericolosità Elevata P3 e Rischio Medio R2 + alcuni tratti R1
- Area 2 \_ Pericolosità Elevata P3 e Rischio Medio R2 + alcuni tratti R1
- Area 3 \_ Pericolosità Bassa P1 e Rischio Medio R2

Come ribadito più volte, per la natura delle opere e le somme disponibili, gli interventi messi in atto non hanno carattere risolutivo, si pongono come una buona manutenzione cercando per quanto possibile di limitare i danni di una eventuale piena.

Resta infatti un elevato rischio residuo valutato in relazione alla gestione della molteplicità degli eventi attesi durante il ciclo di vita dell'opera e degli effetti che questi possono avere sulla vita umana e sui beni:

- Area 1 \_ la scelta di non intervenire per le evidenti interferenze che un'opera in quel tratto possa avere con le attività programmate dal Consorzio di Bonifica, al fine di non ostacolare o intralciare i lavori di ripristino della condotta, lascia inalterato e quindi elevato il rischio derivante dalla presenza dei tubi in alveo fino alla conclusione del cantiere dell'impianto idroelettrico<sup>6</sup>.

- Area 2 e Area 3 \_ la riprofilatura del rilevato esistente e i presidi al piede quando necessari, ripristinano la sagoma nelle parti soggette ad erosione e ruscellamento, ma per evitare il verificarsi nuovamente di questi fenomeni è opportuno che siano attivate le misure di manutenzione e monitoraggio previste nel Piano Di Manutenzione che sarà parte integrante del progetto esecutivo.

Per quanto possibile nella redazione del Piano di Manutenzione saranno individuate una serie di azioni mirate alla gestione del rischio residuale tramite la definizione di misure basate su modelli operativi specifici per le diverse situazioni di rischio: l'attivazione di tali misure è lasciata ai soggetti competenti.

#### **4.1.2 VALUTAZIONE DIVERSE OPZIONI TECNICHE: ANALISI COSTI/BENEFICI**

L'analisi benefici/costi, applicata a un intervento di gestione del rischio idrogeologico, consente di stimarne i benefici in termini di danni futuri evitabili durante il ciclo di vita dell'opera, confrontandoli con i relativi costi di realizzazione, manutenzione e gestione del rischio residuo.

Il progetto non può non considerare le conflittualità e le sinergie tra gli obiettivi di mitigazione del rischio e quelli di qualità ambientale: le opere interferiscono e si collocano in un'area a tutela paesaggistica e a tutela speciale, ZSC "Fiumara Trionto".

Le valutazioni tecniche e le scelte progettuali non possono prescindere dalla gestione delle risorse disponibili: le somme previste nel bando non permettono di intervenire in maniera risolutiva e sostanziale, essendo il Trionto una fiumara di notevoli dimensioni e con diverse problematiche.

Si è scelto quindi di dare al progetto un carattere manutentivo, che vada a ripristinare tratti arginali di difesa esistenti e danneggiati (Area 2-3) mitigando il rischio che nel tempo la continua erosione ne possa compromettere la stabilità.

---

<sup>6</sup> Il riferimento è al progetto promosso dal Consorzio Di Bonifica Integrale Dei Bacini Dello Ionio Cosentino, *"Realizzazione di opere irrigue, la costruzione e la gestione di un impianto idroelettrico sul Fiume Trionto nei Comuni di Rossano Calabro, Crosia, Calopezzati, Caloveto, Longobucco e Cropalati"*

#### 4.1.3 COERENZA INTERVENTO CON PIANIFICAZIONE VIGENTE O ALTRI PROGETTI

In riferimento alla coerenza del progetto con la programmazione a livello comunale e sovraordinato, è stata eseguita una attenta analisi del Quadro Programmatico vigente. Nel dettaglio sono stati analizzati gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica che intervengono nell'area oggetto di intervento e le interrelazioni e le risposdenze del progetto alle prescrizioni degli stessi.

Questo considerata la necessità che le azioni per la gestione del rischio idrogeologico siano organicamente integrate nell'ambito di uno specifico quadro di pianificazione e programmazione.

Dall'analisi effettuata emerge che gli interventi programmati non pregiudicano in nessun modo la realizzazione o l'efficacia di ulteriori interventi di mitigazione pianificati o programmati, anche se di non imminente cantierizzazione.

Rientrano a pieno titolo in questa parte le considerazioni fatte in merito all'interferenza del progetto con le attività programmate dal Consorzio di Bonifica: si è voluto fare un passo indietro rispetto alle scelte fatte nella Progettazione Preliminare, rinunciando ad intervenire nell'Area 1, al fine di non ostacolare o intralciare i lavori di ripristino della condotta. Questo per non procedere ad un intervento che, pur essendo utile ed urgente per il Comune di Crosia in questo momento, diventasse presto solo un ostacolo all'interno dell'alveo, poiché il tratto di condotta che andava a proteggere, sarà interrata.

Per completezza si riporta una sintesi del quadro programmatico studiato nel dettaglio e allegato ad altre relazioni del presente progetto:

| PIANO / PROGRAMMA                                      | AMBITO TERRITORIALE   |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|
| Quadro Territoriale Regionale Paesaggistico (QTRP)     | Regione Calabria      |
| Piano di Gestione del Rischio Alluvionale (PGRA)       | Regione Calabria      |
| Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)    | Regione Calabria      |
| Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) | Provincia di Cosenza  |
| Piano faunistico Venatorio Provinciale (P.F.V.P.)      | Provincia di Cosenza  |
| Piano Strutturale Associato (PSA)                      | Area della Sibaritide |

#### 4.1.4 ANALISI DEI FENOMENI INDOTTI ALLA SCALA DEL BACINO IDROGRAFICO

Il dissesto idrogeologico è determinato da catene di processi che agiscono a diverse scale spaziali (bacino idrografico, sottobacino, versante, litorale), nonché temporali, dalla scala del singolo evento fino ai tempi che caratterizzano la dinamica del clima o morfologica di lungo periodo. Le Linee Guida ribadiscono come la progettazione deve tener conto di tale caratteristica attraverso un approccio gerarchico che tenga conto dell'impatto dell'intervento sull'intera catena fenomenologica, in modo da intercettare

adeguatamente ed evitare eventuali conseguenze o effetti collaterali negativi degli interventi in situazioni anche distanti nel tempo e nello spazio.

In riferimento alle opere di progetto ed ai possibili fenomeni indotti su larga scala, esse rappresentano una soluzione in linea con la filosofia degli interventi regionali già eseguiti sulle sponde in quei tratti, quindi non costituiscono un aggravio ulteriore. Sostanzialmente prevedono la realizzazione di rilevati in terra dove necessari e la riprofilatura di quelli esistenti se erosi. Il materiale necessario alla formazione dei rilevati sarà prelevato dal greto del fiume: l'estrazione di inerti, trattandosi di alveo sovralluvionato e la centralizzazione della corrente non potranno che migliorare le condizioni attuali per quanto attiene il rischio di esondazione.

Per le loro caratteristiche gli interventi previsti influenzano le condizioni di pericolosità e di rischio delle aree in cui si collocano: a tal fine nelle analisi riassunte nella *Relazione Idrologico-Idraulica* è stata esplicitata la situazione post operam con riferimento alla condizione ante operam.

Come già chiarito, la natura manutentiva degli interventi non produce incrementi delle condizioni di rischio del territorio interessato, pur rimanendo alto il rischio residuo<sup>7</sup>, e non preclude la realizzazione di interventi di gestione già programmati e necessari, quali ad esempio quelli di riutilizzo della condotta abbandonata nell'alveo.

Lo *Studio Idrologico-Idraulico* realizzato con HEC-RAS risponde alle richieste di questa scheda delle Linee Guida, determinando l'impatto dell'intervento dal punto di vista idrologico-idraulico e verificando che l'intervento non vada a innescare o propagare effetti comunque peggiorativi rispetto allo stato antecedente, sia in termini di incremento dei volumi di deflusso e delle portate di colmo delle piene (invarianza idrologica) che dei conseguenti livelli massimi di transito delle stesse (invarianza idraulica).

#### **4.1.5 ANALISI SISTEMICA ASPETTI TEMPORALI**

Le Linee Guida sottolineano come il progetto debba valutare le interferenze e gli impatti con riferimento all'intero ciclo di vita dell'intervento, in particolare dalla prima cantierizzazione al termine della fase di esercizio e, se previsto, allo smantellamento. A tale scopo si indica la predisposizione del *Piano di Manutenzione*, contenente le modalità di uso e gestione delle opere in progetto.

In riferimento agli aspetti temporali, è utile distinguere 4 fasi:

1. Fase di cantierizzazione: per tutta la durata dei lavori, la modalità di realizzazione dell'intervento, rimozione di materiale nel greto del fiume e trasporto degli stessi a margine a costituire rilevati in terra, non determina incrementi di rischio né impatti sulla dinamica fluviale, rispetto alla situazione ante operam.

---

<sup>7</sup> Si veda *paragrafo 2.1*

2. Ciclo di vita: va ovviamente rapportato alla complessità degli interventi. Le opere sono di tipo manutentivo e non hanno carattere risolutivo, sono opere relativamente temporanee.

3. Monitoraggio e Manutenzione: data la natura degli interventi, il monitoraggio e la manutenzione possono riguardare il controllo nel tempo del livello di erosione dei rilevati in terra realizzati, provvedendo quando necessario e quando possibile a ripristinarne la sagoma nuovamente.

4. Smantellamento o esaurimento della vita operativa, in relazione al ciclo di vita dell'opera, le Linee Guida prescrivono la previsione dello scenario del superamento dell'intervento, fornendo indicazioni adeguate per la messa in disuso e lo smantellamento. La riflessione da compiere è che quei rilevati arginali esistenti sono una protezione importante e necessaria, in alcuni tratti anche l'unica. La possibilità di pensare ad un loro smantellamento è accettabile solo in seguito alla realizzazione di arginature in c.a. adeguatamente dimensionate.

#### **4.1.6 VALUTAZIONI DI CARATTERE IDROLOGICO E IDRAULICO-FLUVIALE**

Le valutazioni di carattere idrologico e idraulico-fluviale sono racchiuse nello *Studio Idrologico-Idraulico* realizzato con HEC-RAS, che è parte integrante del progetto e al quale si rimanda.

#### **4.1.7 VALUTAZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO**

Le valutazioni di carattere geologico sono racchiuse nella *Relazione Geologica* che è parte integrante del progetto e alla quale si rimanda.

#### **4.2 EFFETTI ED IMPATTI DEGLI INTERVENTI**

Nella premessa si è ampiamente discusso circa i contenuti delle *Linee Guida per le attività di programmazione e progettazione degli interventi per il contrasto del rischio idrogeologico* e quanto esse rappresentino un supporto operativo alla progettazione.

Lo studio che segue, tenendo conto dei suggerimenti sintetizzati nelle schede che costituiscono le Linee Guida, si compone di una serie di valutazioni circa gli effetti degli interventi proposti sul contesto.

Premettendo che il progetto è corredato da *STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE*, *RELAZIONE PAESAGGISTICA* e *VALUTAZIONE DI INCIDENZA*, in questa fase per completezza si riassumono i criteri guida ai fini della valutazione degli impatti e degli effetti, che saranno meglio esplicitati nelle relazioni specifiche, alle quali si rimanda.

#### **4.2.1 EFFETTI DELL'INTERVENTO SULLA MORFODINAMICA FLUVIALE**

Proprio una adeguata valutazione circa gli effetti dell'intervento sui processi geomorfologici del corso d'acqua, condotta con il modello proposto dal software HEC-RAS, che integra i dati e i parametri che caratterizzano e descrivono la tendenza morfodinamica del Fiume, è stata fondamentale per la determinazione delle aree su cui intervenire e per la definizione dei criteri e delle tipologie di intervento.

La risagomatura dell'alveo, prelevando all'interno dello stesso il materiale necessario per il ripristino dei tratti erosi dei rilevati, tende ad indirizzare le portate minime nella zona centrale dell'alveo e a favorire un andamento più rettilineo.

#### **4.2.2 EFFETTI DELL'INTERVENTO SULL'ECOSISTEMA**

Certamente gli interventi di gestione del rischio idrogeologico previsti, consistenti nella movimentazione dei sedimenti, risagomatura dell'alveo e scotico superficiale, possono conseguire, tra le altre cose, alterazioni di habitat fisici, qualità delle acque e biocenosi.

Quella del Trionto è una Fiumara speciale, sottoposta a tutela proprio per l'eccezionalità del suo ecosistema<sup>8</sup>.

In coerenza con la complessità dell'opera e del contesto di intervento è opportuno sottolineare che per quanto inerente gli interventi di manutenzione dei rilevati esistenti, le minacce che queste possono comportare agli habitat e alle specie, sono valutabili in maniera lieve, poiché il rilevato già esiste e si presuppone sia già stato integrato in qualche modo nel sistema.

Il progetto, per la sua natura poco invasiva e di ingegneria naturalistica, cerca di garantire l'invarianza degli aspetti agronomici, forestali, biologici, fisico-chimici e idromorfologici rispetto alla situazione in atto, e qualora interviene con delle variazioni, nella specifica *Relazione* tenta di verificarne gli impatti e prefigurare adeguati scenari di intervento.

#### **4.2.3 EFFETTI SOCIALI ED ECONOMICI**

In riferimento a questo specifico aspetto, non è da sottovalutare come gli interventi previsti possano influire direttamente ed indirettamente sugli insediamenti abitativi e sulle attività agricole e artigiane che gravitano nelle vicinanze del Fiume. Più in generale è utile specificare come misure di mitigazione del rischio quali quelle in progetto, hanno effetti sull'intero territorio: scongiurare che i tubi della condotta in disuso arrivino a valle o si incastrino nel ponte ha benefici per tutta la comunità, intesa come vite umane eventualmente in pericolo e come beni o attività che operano nelle vicinanze.

---

<sup>8</sup> Per tutti i dettagli in riferimento all'Area ZSC e alle specie presenti, si rimanda al *Quadro Conoscitivo* – Parte 2, Paragrafo 2.4

#### 4.2.4 CONSIDERAZIONI SULLA RESILIENZA DELL'INTERVENTO

Le Linee Guida chiariscono in riferimento alla resilienza che la progettazione degli interventi di gestione del rischio idrogeologico prevede solitamente uno scenario di riferimento in corrispondenza del quale l'opera deve garantire assegnate prestazioni. Gli effetti del cambiamento climatico, d'altro canto, potrebbero determinare, in tempi confrontabili con quelli del ciclo di vita dell'intervento, variazioni nella frequenza corrispondente alla sollecitazione prevista. Occorre per questo valutare la risposta dell'intervento nell'intorno della frequenza di riferimento o "punto di progetto", preferendo soluzioni tecniche che garantiscano prestazioni il più possibile stabili. Tale caratteristica, nello specifico contesto, prende il nome di resilienza prestazionale dell'intervento. Peraltro, gli effetti del cambiamento climatico potrebbero determinare, in tempi confrontabili con quelli del ciclo di vita dell'intervento, variazioni nella frequenza corrispondente alla sollecitazione prevista.

In riferimento a queste indicazioni, la risposta del progetto ed il rendimento dell'opera è legato al rischio idraulico: pertanto le simulazioni fatte sulle sezioni nello *Studio Idrologico-Idraulico* tentano di valutare gli effetti, sviluppando analisi specifiche delle serie storiche dei dati osservati o ricorrendo all'uso dei risultati degli scenari forniti dai modelli climatici regionali esistenti.

## **parte quinta \_ Strumenti di indagine**

In questo capitolo vengono descritti gli strumenti e le tecniche utilizzate al fine di indagare lo stato di fatto dei luoghi oggetto di intervento, rilevarne le caratteristiche e le dimensioni. L'intento è stato quello di determinare una esatta fotografia dei luoghi ante operam, per conoscerne le criticità, e post operam, per mostrare gli effetti degli interventi.

Parte di questa analisi è sintetizzata nelle *Tavole del Rilievo Fotografico e delle Sezioni Allegate* che rappresentano una ricognizione fotografica in sequenza dei luoghi di progetto.

### **5.1 SOPRALLUOGHI**

Diversi sono stati i sopralluoghi congiunti effettuati dal team di progettazione nelle aree di intervento.

Passeggiare nel corso del fiume ha permesso di cogliere direttamente aspetti molto interessanti: rapportare il fenomeno ad una scala di dettaglio, comprendere dall'interno l'entità e la quantità del materiale sovralluvionato e depositato in alveo, scoprire e seguire il percorso ramificato del fiume.

### **5.2 RILIEVI E SEZIONI**

Fondamentale ai fini della progettazione il rilievo, per avere contezza delle quote e delle dimensioni.

Tra gli attraversamenti stradali, ponte di Cropalati e ponte di Crosia, sono state tracciate e rilevate 30 sezioni, misurando da sponda a sponda e quotando i dislivelli più evidenti nell'alveo, dando indicazioni circa la quantità di materiale depositato e quindi informazioni circa i volumi asportabili.

Altre 20 sezioni sono state invece derivate per interpolazione, con l'ausilio del software HEC-RAS.

La distanza tra le sezioni varia in relazione alle aree di intervento e ai punti critici individuati: nei punti di interesse si è proceduto ogni 100 metri, nelle altre zone ogni 500 metri. Inoltre le sezioni sono state scelte secondo il criterio più efficace ai fini dell'implementazione con Hec-Ras dello Studio Idrologico Idraulico.

### **5.3 VOLO DEL DRONE**

Per avere un quadro di indagine il più completo possibile e per cogliere una visione d'insieme su un'area tanto vasta, fondamentali sono state le riprese aeree eseguite con il drone: rilievi aerofotogrammetrici topografici, fotogrammetria S.A.P.R. - Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto.

Questa tecnologia moderna, è la naturale prosecuzione ed implementazione del rilievo topografico tradizionale. Il rilievo topografico con drone ha permesso la realizzazione di foto dei luoghi allo stato attuale. Il sistema è stato particolarmente efficace per caratterizzare l'alveo fluviale, un'area vasta e in tanti punti difficilmente accessibile.

## **parte sesta \_ Modalità di realizzazione dei lavori**

Gli interventi saranno realizzati nel letto del fiume Trionto, interessando 2 aree distinte, pertanto è necessario predisporre 2 cantieri, in ogni caso lontani dal centro abitato, quindi non interferenti con il regolare corso della vita dei cittadini.

Nei paragrafi che seguono si sintetizzano una serie di indicazioni preliminari, che saranno oggetto di approfondimenti successivi nella fase di progettazione esecutiva, in merito alla realizzazione delle opere: localizzazione dei cantieri e loro gestione, viabilità e durata presunta dei lavori.

### **6.1 LOCALIZZAZIONE DEL CANTIERE E PRESCRIZIONI GENERALI**

Come premesso è necessario predisporre 2 cantieri distinti, poiché gli interventi interessano due aree diverse lungo il corso del fiume, nel territorio ricadente nel comune di Crosia:

- il primo nella zona identificata come Area 2
- il secondo in Area 3 in prossimità di via Olanda

Ciascun cantiere sarà costituito da una parte di cantiere base, un cantiere operativo e un'area dedicata allo stoccaggio del materiale di scavo. Come prescrizione generale, nell'area che costituisce il cantiere principale, è prevista l'installazione della recinzione lungo il perimetro mediante rete rossa spiegare bene. Ciascun cantiere prevede un'area destinata allo stoccaggio temporaneo delle terre (inerte) al fine di favorire le attività di movimentazione nei tempi programmati di realizzazione dell'intero insieme delle opere di progetto. Nella zona di stoccaggio interne all'area di cantiere dovrà essere eventualmente presente un impianto per la vagliatura del materiale scavato, non è previsto l'allontanamento diretto del materiale dall'area d'intervento. Poiché i depositi nell'area di stoccaggio saranno solo temporanei, non sono richieste particolari strutture di protezione. Il materiale inerte più profondo rispetto al terreno vegetale, sarà riutilizzato per il ripristino degli argini e dei rilevati in terra.

### **6.2 VIABILITÀ**

Il traffico di cantiere utilizzerà la viabilità che verrà appositamente realizzata all'interno delle aree di intervento. Per gli accessi nell'alveo si utilizzeranno le piste esistenti.

### **6.3 DURATA**

Lo svolgimento del cantiere per la realizzazione delle opere, di durata prevista di circa 6 mesi suddivisa per aree d'intervento e fasi di realizzazione, come meglio dettagliato nel cronoprogramma allegato.