

◆◆◆
Direzione Azioni Integrate
con gli Enti Locali



Comune di Rivarolo C.se

**PROGRAMMA GENERALE DI GESTIONE DEI SEDIMENTI -
STRALCIO TORRENTE ORCO NEL TRATTO TRA CUORGNE'
E CHIVASSO - PRIMO PROGRAMMA OPERATIVO -
2° LOTTO - 2° STRALCIO
COMUNE DI RIVAROLO**

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTO REDATTO dalla
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

**Direzione Azioni Integrate con gli EE.LL.
Unità Specializzata Tutela del Territorio**

REV.	DESCRIZIONE-CONTENUTO	DATA	REDATTO	VERIFICATO
0	1° emissione	aprile 2022	Politecnico	GaP

IL COORDINATORE DEL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

☒ Ing. Giovanni PONCHIA
Città Metropolitana di Torino

CONSULENZA SPECIALISTICA

☒ POLITECNICO DI TORINO
DIATI - Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente,
del Territorio e delle Infrastrutture
Corso Duca degli Abruzzi, 24
10129 Torino



**POLITECNICO
DI TORINO**

visto: IL DIRIGENTE DELLA DIREZIONE

☒ Ing. Massimo VETTORETTI
Città Metropolitana di Torino

CODICE ID. COMMESSA:

1819A

CODICE ELABORATO:

1819A_E_A_05_2_2_1

REDATTO DA:

☒ POLITECNICO DI TORINO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

☒ Dott. Geol. Gabriele PAPA
Città Metropolitana di Torino

SCALA:

OGGETTO:

PIANO DI MONITORAGGIO

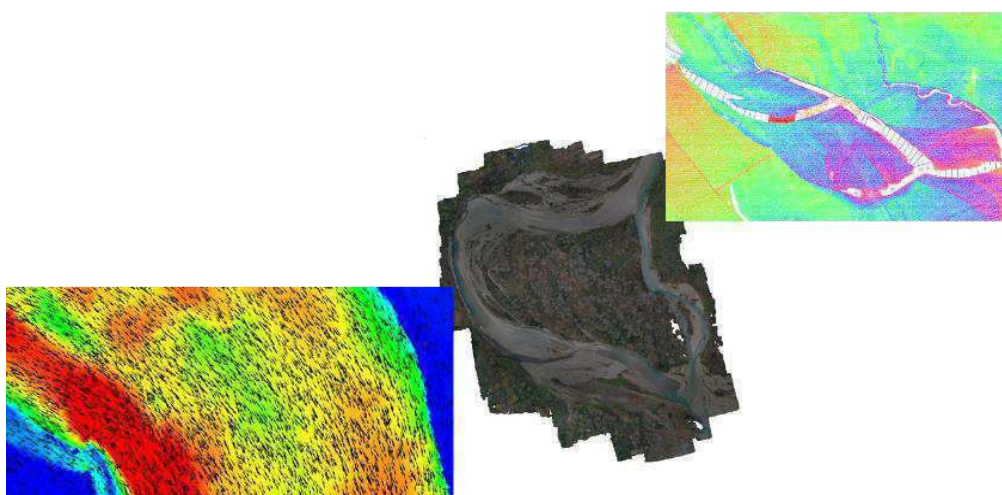
TAVOLA N°:

A.05.1



Politecnico di Torino

**Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e
delle Infrastrutture**



**ATTIVITÀ DI SUPPORTO TECNICO SCIENTIFICO ALLA
PROGETTAZIONE ESECUTIVA DI OPERE DI GESTIONE
DEI SEDIMENTI DEL TORRENTE ORCO**

Piano di Monitoraggio

Responsabili: Prof. Carlo Camporeale, Prof. Francesco Lai

Collaboratori: Prof. Paolo Vezza, Ing. Melissa Latella

Carlo Camporeale
Francesco Lai

Premesse

Le analisi e le osservazioni effettuate nel presente studio hanno permesso di raccogliere una serie di indicazioni sul comportamento del torrente Orco. Gli eventi di piena più recenti, avvenuti in Ottobre 2020 confermano una fenomenologia già descritta nell'Analisi di Fattibilità Tecnico Economica, dove si sottolineava che *“...il torrente sembra sia soggetto a due tendenze evolutive contrastanti. La prima, continua e graduale, caratterizzata dalla riduzione della larghezza attiva ed erosione generalizzata dell'alveo (seppur con intensità ridotte rispetto a quelle del secolo scorso). La seconda, repentina e imprevedibile, determinata da una riattivazione di aree abbandonate e di canali secondari a seguito di eventi idrologici estremi, con il conseguente allargamento della zona perifuviare e l'incremento di fenomeni deposizionali (omissis). A seguito dell'incertezza previsionale sul comportamento plano-altimetrico del Torrente Orco, tali soluzioni non sono da intendersi come risolutive a lungo termine, e necessiteranno quindi di un'attività di monitoraggio continua nel tempo, cui dovrà accompagnarsi uno sforzo di aggiornamento continuo delle risultanze modellistiche ed una capacità di intervenire, ove e quando necessario, con misure correttive.”*

L'evento alluvionale del 3/10/2020, seppur eccezionale, non ha comportato una sostanziale riattivazione di aree abbandonate, ma ha visibilmente incrementato le curvature di numerose anse fluviali, agevolando una graduale transizione del corso d'acqua verso l'assetto meandriforme. Come già evidenziato, tale transizione non è però da considerarsi come irreversibile, in quanto eventi di intensità ancora maggiore, ma non improbabili, potrebbero facilmente ricondurre il corso d'acqua verso un assetto simile a quello che si realizzò successivamente alla piena del 2000. Tale “volubilità morfologica” dell'Orco è indotta dalla sua spiccata mobilità laterale e da una natura plano-altimetrica che si pone a cavallo tra quella di un fiume meandriforme e quella di un fiume multi-corsuale, ovvero un carattere transizionale. Partendo da queste considerazioni, la relazione tecnica a supporto della progettazione si è conclusa indirizzando la necessità di prevedere un piano di monitoraggio, integrato con una continua attività previsionale, di cui qui si dà ulteriore dettaglio.

La forte dinamicità del corso d'acqua in oggetto, combinata ad una pluviometria in lenta ma continua evoluzione dovuta ai cambiamenti climatici, suggeriscono una strategia di monitoraggio a lungo termine. Con le attuali conoscenze scientifiche e tecnologiche, si dispone oggi degli strumenti necessari per poter aggiornare in tempi brevi il modello digitale del corso d'acqua in tutte le sue peculiarità. Tale aggiornamento deve essere realizzato di pari passo con gli eventi di piena più significativi dal punto di vista morfologico, che nel caso in esame si possono verificare anche a distanza di pochi anni. Una “digitalizzazione” aggiornata e continua del corso d'acqua permetterebbe di mettere in campo una strategia pianificatoria innovativa, che non ha precedenti nel panorama nazionale, e che sia capace, sulla base di modelli previsionali aggiornati, di programmare interventi di tutela e salvaguardia del territorio con più largo anticipo rispetto alle azioni tipiche in ambito fluviale.

Si ritiene che tra i compiti istituzionali dell'Università vi sia il dovere di indirizzare e organizzare tali attività, al fine di ottimizzare l'uso di risorse economiche a tutela dei corpi idrici e dei beni ambientali. Senza un piano di monitoraggio aggiornato, affiancato da modellazione idraulica, qualsiasi investimento in interventi strutturali (e non) per la difesa risulterà vanificato dalla forte dinamicità morfologica e varietà idrologica di un corso d'acqua di questo tipo.

Linee guida

Alla luce delle considerazioni fatte sopra, si presenta nel seguito una proposta di piano di monitoraggio, con lo scopo di mettere in campo un'attività programmatoria capace di: i) prevenire e/o risolvere criticità idro-geomorfologiche che siano origine di rischio idraulico; ii) aumentare il grado di conoscenza del funzionamento dell'intera asta fluviale per un miglioramento nella gestione dell'intero corridoio fluviale. L'intento è avviare un approccio sistemico alla gestione territoriale dei corpi idrici, che sia capace di combinare le esigenze delle amministrazioni locali con il *continuum* eco-geomorfologico del corso d'acqua.

In accordo a quanto sviluppato e analizzato nella presente relazione, il piano di monitoraggio dovrà seguire tre fondamentali criteri:

1. La cadenza delle attività di monitoraggio, delle analisi di campo e dei rilievi geomatici dovrà essere annuale per il 1° lotto e almeno biennale per il 2° lotto. In tal modo, l'attivazione periodica dei canali secondari ed il funzionamento delle opere potrà essere monitorata correttamente.
2. Le zone che sono oggetto d'intervento (7-A1₁, 7-A1₂, 7-A1₃, 2-A4₂ e 2-A4₃) e le zone limitrofe avranno priorità nel monitoraggio. In aggiunta, si suggerisce di monitorare anche la zona che era stata precedentemente identificata per l'intervento 7-A1₄, successivamente rimosso, come esplicitamente richiesto nella deliberazione regionale.
3. Tutte le zone coinvolte da un'erosione significativa devono essere oggetto di monitoraggio. Per erosione significativa si intenderà nel seguito la presenza di una buca di scavo superiore a 1.5 m generata dal passaggio di un evento di piena con $Q_{\max}=Q_{200}$.

Uno strumento importante di monitoraggio sarà l'interrogazione periodica delle acquisizioni satellitari, che consentiranno di aggiornare, con cadenza quindicinale, l'assetto planimetrico del fiume, ad integrazione dei dati in possesso.

Attività proposte

La previsione dei costi si basa su un arco temporale di monitoraggio di **almeno 4 anni**. Le attività si dividono in tre differenti *work packages* (WP), ognuno dei quali si focalizza su una differente scala spaziale, dall'intera asta (WP1), ai lotti di intervento (WP2) e le zone soggette ad erosione (WP3). Ogni work package è a sua volta suddiviso in una serie di attività specifiche.

WP1 - Attività d'interesse generale per l'intera asta fluviale (costo complessivo: 30000 €)

WP1.1 - Aggiornamento DTM e budget di biomassa vegetale tramite rilievo LIDAR aerotrasportato (ALS = Airborne Laser Scanner) dell'intero tratto compreso tra Cuorgnè e Chivasso. Il rilievo deve essere effettuato preferibilmente all'inizio della primavera garantendo una copertura con una nuvola di punti avente densità nominale almeno pari a 9 punti/m². Inoltre, deve provvedere a fornire ortofoto RGB ad alta risoluzione geo-riferite. Tale rilievo permetterà di: i) Aggiornare il bilancio complessivo dei sedimenti; ii) Identificare le zone che presentano un trend evolutivo plano-altimetrico; iii) Rilanciare e aggiornare i dati di input dei codici di calcolo del modello morfodinamico per mettere in luce eventuali criticità; iv) Determinare la risposta della vegetazione riparia alle forzanti antropiche e naturali attraverso la determinazione estensiva della densità di biomassa dalla nuvola di punti LIDAR (Latella et al., 2021).

WP1.2 - Aggiornamento di una carta forestale a scala locale, tramite osservazioni in campo ed ispezione visiva delle ortofoto derivanti dal rilievo LiDAR. Il Sistema Informativo Forestale Regionale (SIFOR) fornisce gli shapefile relativi alla *Carta Forestale - Aggiornamento 2016* e i dati ad essa complementari relativi (arboricoltura da legno, formazioni lineari e superfici forestali con copertura inferiore al 20%). Tali shapefile, tuttavia non coprono le aree interessate dall'attività morfodinamica del torrente Orco, come si può evincere in Figura 1. Partendo da tali dati, il monitoraggio provvederà a fornire un'integrazione per le macchie di vegetazioni presenti nelle fasce ripariali del torrente Orco. L'attività sarà condotta in modo estensivo durante il primo anno di monitoraggio; una volta all'anno, per i restanti anni, le informazioni saranno aggiornate focalizzandosi solamente sulle aree soggette a cambiamento (es. aree erose durante gli eventi di piena).

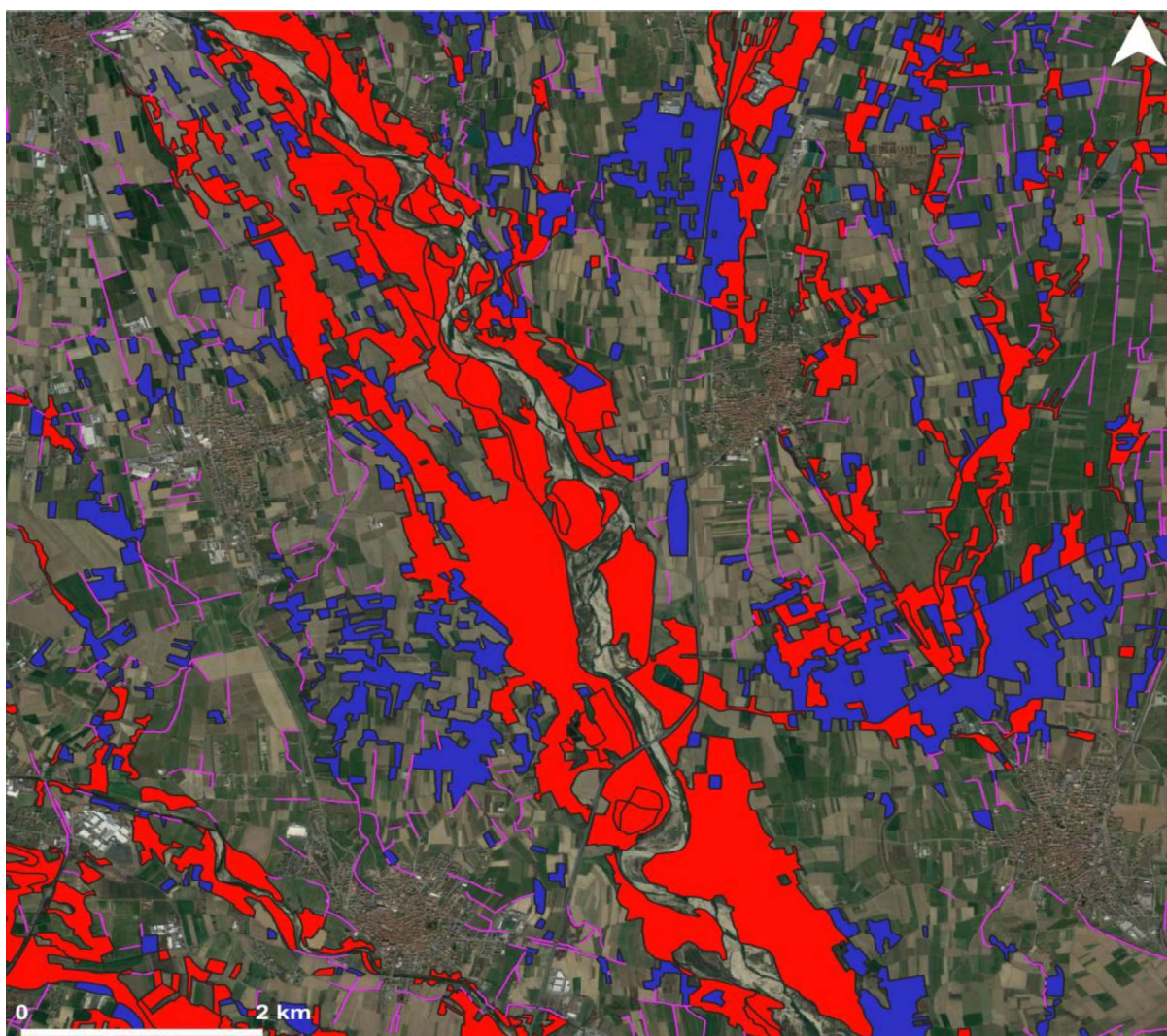


Figura 1. Copertura della Carta Forestale - Aggiornamento 2016 (in rosso) e degli shapefile relativi ad arboricoltura da legno (in blu), formazioni lineari (in viola) e superfici forestali con copertura inferiore al 20% (non presenti nella zona selezionata).

WP1.3 - Installazione, calibrazione e manutenzione di un turbidimetro, per la misura in continuo del trasporto solido sospeso. L'installazione della strumentazione torbidimetrica/nefelometrica verrà eseguita in corrispondenza dell'idrometro di ARPA Piemonte situato a San Benigno Canavese (ponte S.P. 40). Per l'acquisto della strumentazione, verrà fatta una valutazione rispetto ai modelli attualmente utilizzati in Italia e in Europa al fine di scegliere la soluzione tecnica più adeguata alle condizioni ambientali di installazione nel Fiume Orco. Dopo l'acquisto verrà eseguita la calibrazione tramite campionamenti puntuali manuali nella sezione di interesse. La strumentazione installata verrà infine mantenuta per la durata delle attività di monitoraggio (minimo 4 anni). I dati raccolti permetteranno di stimare la produzione media annua di sedimenti trasportati in sospensione da parte del bacino idrografico del fiume Orco e di quantificare l'andamento dei valori di torbidità durante gli eventi di piena.

WP2 - Attività d'interesse per i lotti oggetto d'intervento (costo complessivo: 15000 €/anno)

WP2.1 - Aggiornamento e raffinamento del DTM. Utilizzo di tecniche di acquisizione da drone per l'aggiornamento del DTM di dettaglio (risoluzione 10 cm) e delle batimetrie nelle zone fluviali e perifluviali, in prossimità di tutti gli interventi previsti nel presente progetto definitivo (disalvei, scogliere, corazzamenti, ripascimenti) e della zona precedentemente identificata per l'intervento 7-A14. Le batimetrie potranno essere identificate *direttamente* su singole sezioni in modalità GPS-RTK o *indirettamente*, per interi tratti, tramite drone e tecniche speditive innovative (si veda Pontoglio et al, 2020). La frequenza di esecuzione di tale attività dipende dal lotto considerato, essendo annuale per il Lotto 1 e biennale per il Lotto 2.

WP2.2 - Valutazione dello stato di salute del torrente. Saranno effettuate analisi specifiche per determinare il grado di diffusione e biodiversità della vegetazione riparia tramite acquisizioni da droni equipaggiati con sensori multispettrali e campionamenti in campo che renderanno possibile il riconoscimento delle specie presenti e la loro mappatura (Belcore et al., 2021). Il confronto tra le distribuzioni risultanti dai monitoraggi annuali permetterà di comprendere le dinamiche ecologiche che avvengono nella fascia riparia dell'Orco e l'influenza che gli interventi effettuati esercitano su di essa.

WP2.3 - Aggiornamento delle previsioni idrodinamiche. Il modello idrodinamico per il torrente Orco è stato definito tramite l'ausilio del software Delft3D - Flexible Mesh (Deltares). Tale modello richiede, fra i vari dati di input, la discretizzazione del DTM della zona studiata secondo una griglia di calcolo. Sebbene il software consenta di modellare anche l'eventuale evoluzione morfologica del sito di studio, l'aggiornamento continuo dei dati topografici in seguito ai rilievi LiDAR permetterà di raffinare le analisi e migliorare la capacità predittiva del modello. Inoltre, tale aggiornamento, consentirà di tener conto anche delle sostanziali modifiche geomorfologiche relative ad eventi estremi che, per la loro eccezionalità, sono difficilmente inclusi nelle previsioni morfodinamiche a breve e medio termine.

WP2.4 - Monitoraggio delle condizioni d'idoneità dei meso-habitat per l'ittiofauna nei canali di nuova costruzione. Il campionamento ittio-faunistico sarà eseguito a scala di meso-habitat seguendo le linee guida ISPRA (MLG 154/2017), tramite l'utilizzo di elettro-storditore spallabile a motore. Date le considerevoli dimensioni del corso d'acqua, il campionamento verrà eseguito in maniera semi-quantitativa in corrente continua (DC = *Direct Current*) al fine di ridurre possibili traumi alla fauna. Per valutare la determinazione della presenza delle specie e il recupero della popolazione con il tempo, il campionamento verrà ripetuto due volte, durante il 1° anno e durante il 4° anno di attività.

WP3 - Attività specifica per le zone soggette a erosione significativa (costo complessivo: 7500 €/anno)

WP3.1 - Misure di campo ad hoc post alluvione. Le campagne di misura consentiranno di aggiornare il DTM e la mappa forestale (vedasi WP1.1 e WP1.2) in modo tale da avere riferimenti cartografici sempre attuali e pronti all'uso. Le attività svolte durante tali campagne consisteranno in rilievi con drone e misure a terra (sezioni batimetriche, distribuzione della vegetazione).

WP3.2 - Aggiornamento delle previsioni idrodinamiche. Vedasi WP2.3.

WP3.3 - Definizione e aggiornamento di un sistema informativo territoriale dell'area. I sistemi informativi territoriali (GIS) sono strumenti utili per la gestione e visualizzazione di dati geo-referenziati, nonchè per l'esecuzione di analisi di vario tipo. Tutti i dati raccolti (idraulici, geomatici, biologici) nelle aree soggette ad erosione saranno caricati su un GIS online che permetterà di visualizzare in modo multi-scalare e multi-temporale i fenomeni occorsi.

7.5. Cronoprogramma delle attività (a partire dal complemento degli interventi)

WP	ATTIVITA'	PRIMO ANNO												SECONDO ANNO												TERZO ANNO												QUARTO ANNO																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
1	Intera asta fluviale																																																						
1.1	Aggiornamento DTM e budget di biomassa vegetale																																																						
1.2	Aggiornamento di una carta forestale a scala locale																																																						
1.3	Installazione e manutenzione di un torbidimetro																																																						
2	Lotti oggetto d'intervento																																																						
2.1	Aggiornamento e affinamento del DTM																																																						
2.2	Valutazione dello stato di salute del torrente																																																						
2.3	Aggiornamento delle previsioni idrodinamiche																																																						
2.4	Monitoraggio dei meso-habitat per l'ittiofauna																																																						
3	Zone soggette a erosione significativa																																																						
3.1	Misure di campo ad hoc post alluvione																																																						
3.2	Aggiornamento delle previsioni idrodinamiche																																																						
3.3	Definizione e aggiornamento di un GIS																																																						
	Coordinamento e supervisione																																																						

Legenda:

Periodo programmato

Periodo possibile, da valutare in base ad eventi alluvionali

Riferimenti Bibliografici

Belcore, E., Pittarello, M., Lingua, A. M., & Lonati, M. (2021). Mapping Riparian Habitats of Natura 2000 Network (91E0*, 3240) at Individual Tree Level Using UAV Multi-Temporal and Multi-Spectral Data. *Remote Sensing*, 13(9), 1756.

Latella, Sola, Camporeale (2021) A Density-Based Algorithm for the detection of individual trees from LiDAR Data. *Remote Sensing*, 13 (22) ,322.

Pontoglio, Grasso, Cagninei, Dabove, Camporeale, Lingua (2020) Bathymetric detection of fluvial environments through UASs and machine learning systems. *Remote Sensing* 24 (1).