



Provincia di Sondrio



CM Valchiavenna



***Realizzazione di tre corridoi ecologici di fondovalle in  
provincia di Sondrio***

**Proposta di Rete Ecologica Provinciale:  
individuazione dei corridoi ecologici principali in  
Valchiavenna e Valtellina tra Dubino e Sondalo**

Con il contributo di



**fondazione  
cariplo**

A cura di

WWF: Mauro Belardi, Guido Trivellini, Antonio Bossi, Alessandra Perego, Adrien Lindon e Silvia De Palo

Provincia di Sondrio: Mariagrazia Folatti, Gisella Frepoli

## Premessa

A seguito del finanziamento concesso dalla Fondazione Cariplo alla Provincia di Sondrio, in qualità di capofila del gruppo composto da WWF, Parco delle Orobie Valtellinesi e Comunità Montana della Valchiavenna, per il progetto "Realizzazione di tre corridoi ecologici di fondovalle in provincia di Sondrio", il WWF ha predisposto uno studio per l'individuazione dei varchi principali o corridoi potenziali est-ovest lungo la Valchiavenna e sud-nord lungo la bassa e media Valtellina al fine di permettere alla Provincia di Sondrio di definire meglio la Rete Ecologia Provinciale ed in particolare individuare i corridoi o varchi ecologici da mantenere o da de frammentare da aggiungere/sostituire a quelli identificati sul PTCP.

Lo studio della connettività della provincia di Sondrio si può inserire nel contesto della Rete Ecologica Regionale (RER) approvata il 30 dicembre 2009 (deliberazione n. 8/10962). La Regione Lombardia è stata la prima a dotarsi di uno strumento normativo organico sul sistema delle aree protette (che oggi contempla 23 parchi regionali e numerose riserve, monumenti naturali e parchi locali di interesse sovra comunale). Rete Natura 2000 ha contribuito a consolidare il sistema, comportando l'istituzione di 174 Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e 62 Zone di Protezione Speciale (ZPS). Nonostante il fatto che, attualmente, il 25% circa dell'intero territorio regionale sia interessato, seppur con diversi gradi di tutela, da forme di protezione e valorizzazione dell'ambiente naturale, molta di questa superficie protetta si trova in alta montagna, mentre la pianura padana soffre di una forte frammentazione ecologica. L'individuazione delle Rete Ecologica Regionale (RER) ha tentato di operare in questo contesto, ponendosi come utile strumento per salvaguardare tale patrimonio. Fra le aree protette principali in Provincia di Sondrio, vi sono la Riserva Naturale Pian di Spagna e Lago di Mezzola, il Parco delle Orobie Valtellinesi e il Parco Nazionale dello Stelvio. Vi sono inoltre numerosi siti Rete Natura 2000, anche di notevoli dimensioni. Lo studio ha come tema centrale la connettività ecologica, ovvero la tutela dei collegamenti esistenti tra le aree di valore naturalistico sopra richiamate che permette l'esistenza di un flusso genico per le diverse specie, in modo da minimizzare l'isolamento delle aree e i conseguenti problemi per le popolazioni animali e vegetali. In particolare il progetto si è incentrato sul fondovalle di Valtellina e Valchiavenna, per chiari motivi: sono le aree più minacciate dalla frammentazione ecologica.

I corridoi, o varchi, sono stati individuati seguendo un approccio plurispecifico, basato sull'aspetto sia faunistico generico sia paesaggistico in funzione della tipologia, della dimensione e delle risorse a disposizione per il progetto. Questa scelta, meglio specificata in seguito, deriva dalla volontà di non fissare un preciso target faunistico, anche per la mancanza di sufficienti dati di presenza e distribuzione delle diverse specie che attraversano il fondo valle valtellinesi. Tale approccio ha il

pregio di produrre risultati comprensibili, utili per proposte flessibili, adatte alle esigenze delle politiche di pianificazione.

Il progetto ha integrato elementi di modellistica ambientale con informazioni rilevate in campo e basate sul parere di esperti faunistici. Lo studio del fondovalle è iniziato dall'analisi del land cover (copertura del suolo) attraverso una valutazione esclusiva degli habitat e della loro funzionalità. Questa prima fase, svolta in ambiente GIS, ha visto poi la sovrapposizione (overlay) di altri dati georeferenziati e rappresentanti gli elementi di frammentazione lineare, oltre alle caratteristiche del territorio (pendenza, previsioni PTCP, localizzazione ungulati, ecc). Questa fase ha permesso la preselezione di alcuni corridoi che sono stati, in seguito, percorsi e studiati direttamente durante le attività di campo che ha valutato l'impatto reale prodotto sia dalle barriere attualmente esistenti (fiume, strade, ferrovia ecc) sia dagli elementi di frammentazione previsti dalla pianificazione e progettazione esistente (esempio progetto della nuova SS 36 e38).

Le analisi di campo hanno permesso di individuare 17 corridoi qualitativamente e strategicamente molto variabili. Ad ogni corridoio è stato attribuito un giudizio qualitativo numerico, basato su diversi parametri, scelti in modo da farne emergere l'effettiva idoneità. Oltre ai principali corridoi, sono stati individuati alcuni accessi al Lago di Mezzola (Sito Natura 2000 nonché Riserva Naturale ed importante area umida riconosciuta a livello internazionale e hotspot di biodiversità) da considerare nell'ambito della connettività ecologica provinciale e interprovinciale.

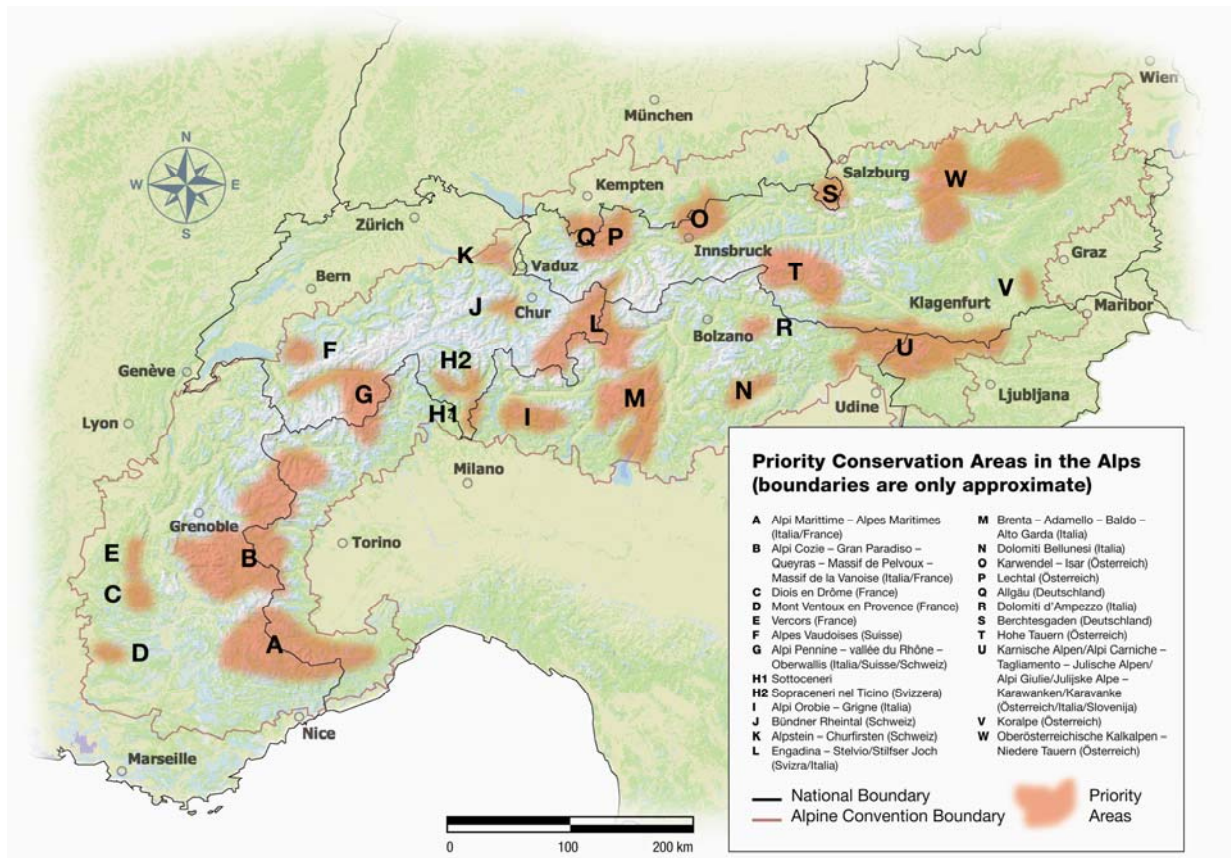
I risultati hanno fatto emergere che le caratteristiche del fondovalle, particolarmente urbanizzato sia da un punto di vista agricolo sia degli insediamenti civili, così come gli elementi di frammentazione lineare, in buona parte compromettono l'accessibilità del fondovalle. Alcuni dei corridoi individuati presentano un discreto stato di conservazione, mentre gli altri necessiterebbero di interventi più o meno consistenti per consentirne l'utilizzo effettivo. E' anche emerso uno stato di conservazione chiaramente differenziato tra fondovalle di Valtellina e di Valchiavenna, con il secondo decisamente in migliori condizioni del primo.

## Informazioni generali e obiettivi

Il presente studio è stato realizzato principalmente da WWF Italia, nell'ambito del progetto cofinanziato da Fondazione Cariplo, in partnership con Provincia di Sondrio, Comunità Montana Valchiavenna e Parco delle Orobie Valtellinesi. Si articola nel contesto della Rete Ecologica Provinciale, quale completamento e approfondimento della Rete Ecologica Regionale (RER) recentemente approvata dalla Regione Lombardia, che ne costituisce un chiaro riferimento legislativo e metodologico. La coerenza con la RER è rafforzata dal fatto che il medesimo gruppo di lavoro WWF ha partecipato alla realizzazione della RER stessa, la quale è stata peraltro realizzata sulla base di una metodologia expert based messa a punto dal WWF International.

L'obiettivo originario era l'individuazione di tre corridoi ecologici di fondovalle su cui proporre una progettazione di dettaglio di alcuni interventi di tutela dai costi contenuti. Dopo l'approvazione del progetto da parte di Fondazione Cariplo, la Provincia ha inteso promuovere uno sforzo in più, propedeutico alla futura pianificazione provinciale, inserendo l'obiettivo progettuale in una più generale definizione di Rete Ecologica Provinciale ed in particolare di individuare i varchi o corridoi ancora disponibili sul territorio (individuare quindi più di tre corridoi ecologici).

I fondovalle provinciali di Valtellina e Valchiavenna, pur costituendo essi stessi corridoi fondamentali nell'ambito della RER, soprattutto per l'avifauna migratrice, sono densamente antropizzati, sia per la presenza di infrastrutture (insediamenti, strade, ferrovie ecc), sia per la presenza di attività agricola. Per la fauna gli spostamenti tra i due versanti valtellinesi (tra Prealpi Orobie e Alpi Retiche), nonché tra i versanti occidentali e orientali della Valchiavenna, si prospettano sempre più complessi a causa dell'eccessiva urbanizzazione del fondovalle, con possibili ripercussioni genetiche sulle popolazioni. Da un punto di vista della pianificazione regionale si fa notare come questi due collegamenti rappresentino connessioni fondamentali tra aree prioritarie della RER. Anche sul piano panalpino i due fondovalle di Valtellina e Valchiavenna connettono tra loro le aree prioritarie denominate H1 I ed L, che sono tra le 24 aree prioritarie panalpine individuate dal WWF Internazionale (Le Priority conservation areas sono riportate nella figura seguente).



L'obiettivo è stato quindi quello di individuare dei passaggi per garantire una corretta connessione tra i versanti.

Il lavoro ha comportato una consistente fase di studio e pianificazione preliminare, seguita da un lavoro di campo (durato quattro mesi: da giugno a settembre 2011) e i risultati sono stati esposti pubblicamente il 16 settembre 2011 e presso il finanziatore Fondazione Cariplo in data 7 novembre 2011.

Prima dell'incontro del 16 settembre si sono tenuti due incontri con i cittadini ed enti (percorsi partecipati mirati al coinvolgimento di associazioni professionali, ambientaliste, venatorie e di altri attori rilevanti) sono serviti (e serviranno) a orientare progressivamente l'andamento del lavoro: costituiscono parte integrante e fondante del lavoro, ma non sono descritti in dettaglio in questo documento, che vuole essere prevalentemente metodologico e scientifico.

## **Area di studio**

La provincia ha una superficie di oltre 3200 kmq con circa 180.000 abitanti, è suddivisa in 78 comuni. I due fondovalle di Valtellina (in direzione est-ovest) e Valchiavenna (in direzione nord-sud), caratterizzati dai depositi fluviali di Adda e Mera, rappresentano una porzione molto significativa dell'intera provincia e la quasi totalità delle aree pianeggianti.

I fiumi Adda e Mera sfociano rispettivamente nel Lago di Como e nel Lago di Mezzola, zona umida di interesse internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar (1971) e hotspot di biodiversità molto importante in particolare per la migrazione degli uccelli.

I due versanti della Valtellina sono rappresentati, a Sud, dalle Prealpi Orobie e, a Nord, dalle Alpi Retiche.

Il territorio provinciale si trova ai limiti dell'ecoregione alpina, una delle 238 macroaree prioritarie a livello mondiale secondo il programma "Global 200" condotto dal WWF internazionale a partire dagli anni '90. L'arco alpino è caratterizzato da un particolare sistema orografico, frutto della giovane età e dei conseguenti numerosi processi tettonici, e della grande varietà delle rocce affioranti: la presenza di calcescisti e micascisti caratterizza le forme concave di buona parte del massiccio alpino, dove si sono formate valli estese come la Valtellina.

Il paesaggio alpino è caratterizzato dall'ampio sviluppo di praterie al di sopra del limite arboreo e dalla presenza di cime elevate. Rispetto ad altre zone della catena alpina, le Alpi lombarde hanno un'orografia tale per cui l'alternarsi regolare di vallate e catene produce una marcata continentalità del clima che tende a generare un aumento dei limiti altimetrici. Questo produce un arretramento della faggeta (e più in generale delle latifoglie) a vantaggio di una dominanza delle conifere di abete rosso, larice, pino silvestre.

Le precipitazioni si aggirano solitamente tra i 1000 e i 1500 mm all'anno e alcune vallate, come la Valtellina, vedono accentuarsi questo effetto della continentalità, con inverni molto freddi ed estati abbastanza calde. Tuttavia la bassa e media Valtellina è influenzata dalla presenza del lago di Como e il clima continentale è attenuato permettendo così la coltivazione della vite.

L'area di studio del lavoro particolarmente indagata si riferisce al fondovalle da Chiavenna a Sondalo, la quale è stata suddivisa in quattro aree (macrozone): Valchiavenna (Nord-Ovest), Bassa e Media Valtellina (Sud-Ovest), area tra Sondrio e Tirano (Sud-Est), area tra Tirano e Sondalo (Nord-Est).

## **Approccio e Metodologia**

Lo studio dei possibili corridoi/varchi ecologici ha avuto il suo incipit nel definire quale fosse l'approccio più adatto e compatibile alle esigenze temporali ed economiche dell'intero progetto. Uno studio basato interamente su una metodologia di tipo expert-based avrebbe richiesto la

disponibilità di troppi esperti e di informazioni dettagliate sullo stato del paesaggio provinciale, attualmente non complete. Allo stesso modo un lavoro basato unicamente su una raccolta empirica di dati avrebbe richiesto molto più tempo e denaro di quanto disponibile.

Si è quindi deciso di “creare” un modello adatto alle esigenze, che potesse fornire risultati in modo preciso ma rapido: è stata utilizzata una metodologia che può essere considerata come un misto tra un modello algoritmico matematico e un modello predittivo di tipo expert-based. Le conoscenze degli esperti (biologi, ecologi ecc) state integrate ai dati a disposizione inerenti al territorio (uso del suolo, elementi di frammentazione lineare, quota e pendenza, localizzazione di animali selvatici ecc). Ne è scaturito un modello semplificato, la cui efficacia è stata successivamente testata sul campo.

I corridoi ecologici, da un punto di vista prettamente scientifico, andrebbero individuati specie per specie: ogni specie faunistica ha esigenze ecologiche capacità e adattabilità differenti, così come l'impatto che una barriera (case, fiumi, strade, sottopassi ecc) ha su di esse è molto variabile. Nell'impossibilità di applicare un approccio monospecifico sia per ragioni economiche sia per volontà di dare indicazioni più generali al fine della pianificazione territoriale provinciale e comunale si è voluto integrare le informazioni riguardanti le diverse specie faunistiche, che teoricamente potrebbero attraversare il fondovalle, con le caratteristiche del territorio. Si è pertanto considerando un generico animale modello che potesse mostrare le esigenze di un vertebrato di medie dimensioni ad alta vagilità. Per quanto i corridoi non siano quindi stati identificati tenendo conto di un modello specifico, specie come un ungulato o una volpe potrebbero rappresentare un esempio abbastanza esaustivo.

L'utilizzo del software GIS (Geographic Information System) ha permesso di suddividere il territorio provinciale in “aree idonee” e “aree non idonee” a seconda delle caratteristiche degli habitat presenti, cui sono stati sovrapposti elementi di frammentazione lineare (fiumi, strade, ferrovia, ecc) e caratteristiche fisiche del territorio (pendenze, quote altimetriche ecc.).

### **Il lavoro di analisi passo per passo**

Le informazioni di base del territorio in esame sono rappresentate sulla carta tecnica regionale (CTR) in scala 1:10.000 sulla quale sono identificati i nuclei urbanizzati, le isoipse, i fiumi e torrenti, i laghi, la viabilità principale, la linea ferroviaria, i limiti amministrativi dei comuni (anche se non del tutto corretti). La CTR è stata utilizzata come informazione di base sulla quale sono stati sovrapposti molti altri dati.

#### **Habitat**

La Regione Lombardia possiede una banca dati georeferenziata relativa all'uso e alla copertura del suolo: il DUSAF (Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali della Regione Lombardia – ERSAF 2010). Sul territorio regionale sono stati identificate diverse tipologie di Habitat ognuna delle quali



contraddistinta da un codice numerico univoco. I singoli habitat sono poi analizzati più in dettaglio sino ad arrivare ad una classificazione su 5 livelli. In provincia di Sondrio sono state individuate 61 classi di Habitat.

Esempio di classificazione:

L'Habitat 1 riportato nella tabella seguente, codificato 31111, corrisponde ai boschi di latifoglie a densità bassa governati a ceduo: la descrizione delle caratteristiche dell'habitat arriva alla massima precisione, infatti si raggiungono i 5 livelli di definizione. Se paragonato con l'Habitat 2 (31112), emerge il fatto che i due habitat hanno in comune i primi quattro livelli, sono quindi entrambi dei Boschi di latifoglie a densità media e alta, ma differiscono solo per il tipo di governo. In questo modo tutti gli habitat che hanno in comune i primi livelli sono equivalenti fino al livello in cui divergono. L'Habitat 3, con codice 31121, avrà in comune con gli habitat precedentemente citati soltanto i primi tre livelli (311) e saranno quindi tutti dei Boschi di Latifoglie.

Con questi criteri sono stati classificati tutti gli habitat regionali.

	<b>Liv. 1</b>	<b>Liv. 2</b>	<b>Liv. 3</b>	<b>Liv. 4</b>	<b>Liv. 5</b>
<b>Habitat 1</b>	<b>3 – Territori boscati e ambienti seminaturali</b>	<b>31 –Aree boscate</b>	<b>311 – Boschi latifoglie</b>	<b>3111 Boschi di latifoglie a densità media e alta</b>	<b>31111 Boschi di latifoglie a densità media e alta governati a ceduo</b>
<b>Habitat 2</b>					<b>31112 Boschi di latifoglie a densità media e alta governati ad alto fusto</b>
<b>Habitat 3</b>				<b>3112 Boschi di latifoglie a densità bassa</b>	<b>31121 -Boschi di latifoglie a densità bassa governati a ceduo</b>

#### Riclassificazione degli Habitat e criterio di giudizio

Partendo dalle diverse classi di habitat sopra descritte si è deciso di riclassificare la copertura del suolo provinciale tramite un'analisi qualitativa al fine di adattarla meglio alle esigenze del lavoro. Con questo metodo si è cercato di capire quali habitat potessero essere considerati idonei per l'identificazione di possibili corridoi/varchi ecologici. È evidente che gli habitat più idonei sono quelli a maggior naturalità, mentre quelli meno adatti sono quelli antropizzati. La relazione non è però sempre diretta, visto che alcuni ambienti naturali (ad es. i ghiacciai) non possono essere considerati ricchi di biodiversità anche se non antropizzati, mentre altri antropizzati (tessuto residenziale discontinuo) possono invece rivelarsi migliori di quanto sperato, come dimostrato dai dati provinciali riguardanti la presenza di ungulati nel fondovalle. Inoltre esistono sempre le differenze di idoneità se associate ad una determinata specie faunistica. In questo lavoro si è considerata, come riportato in precedenza, una specie modello avente le dimensioni di un "vertebrato medio".

Il primo passo nella riclassificazione degli habitat DUSAF è stato quello di ridurre il numero di categorie tenendo conto del tipo di naturalità: si è passati da 61 habitat a 11 habitat rappresentabili cartograficamente con diversi colori, rappresentati nella tabella seguente:

<b>Categoria DUSAF</b>	<b>Nome Habitat</b>	<b>Simbologia</b>
<b>11</b>	<i>Zone urbanizzate</i>	
<b>12</b>	<i>Insedimenti produttivi, grandi impianti e reti di comunicazione</i>	
<b>13</b>	<i>Aree estrattive, discariche, cantieri, terreni artefatti e abbandonati</i>	
<b>14</b>	<i>Aree verdi e non agricole</i>	
<b>21</b>	<i>Seminativi</i>	
<b>22</b>	<i>Colture permanenti</i>	
<b>23</b>	<i>Prati permanenti</i>	
<b>31</b>	<i>Aree boscate</i>	
<b>32</b>	<i>Ambienti con vegetazione arbustiva e/o erbacea in evoluzione</i>	
<b>33</b>	<i>Zone aperte con vegetazione rada ed assente</i>	
<b>41</b>	<i>Aree umide interne</i>	
<b>51</b>	<i>Acque interne</i>	

A seguito di uno studio più approfondito dei singoli habitat si è passati a riclassificarli in cinque livelli qualitativi: dal livello 1 (habitat giudicato peggiore) al livello 5 (habitat giudicato migliore). La tabella seguente mostra il giudizio assegnato ad ogni habitat.

<b>Livello</b>	<b>Giudizio</b>	<b>Habitat</b>
<b>1</b>	<b>molto negativo</b>	Aeroporti, Cave, Discariche, Cantieri, Aree degradate, Tessuto residenziale denso, Tess. resid. mediamente denso, Reti stradali spazi accessori, Reti ferroviarie (stazioni), Impianti sportivi, Campeggi, Insediamenti industriali/commerciali..., Insediamenti produttivi agricoli, Insediamenti ospedalieri, Impianti servizi pubblici/privati, Impianti tecnologici, Cimiteri.
<b>2</b>	<b>negativo</b>	Vigneti(*), Ghiacciai/nevi perenni, Alvei fluviali/corsi d'acqua artificiali, Tessuto residenziale discontinuo (50-80%), Parchi e giardini, Seminativi semplici(*), Orti familiari, Bacini idrici di attività estrattiva.
<b>3</b>	<b>da valutare</b>	Frutteti/frutti minori, Oliveti, Tessuto residenziale rado/nucleiforme (30-50%), Tessuto residenziale sparso, Aree verdi incolte, Seminativi arborati, Pioppeti, Legnose agrarie, Vegetazione degli argini sopraelevati, Bacini idrici artificiali, Cascine, Colture orticole a pieno campo,

Livello	Giudizio	Habitat
4	positivo	Rimboschimenti recenti, Accumuli detritici/affioramenti litoidi (no vegetazione), Vegetazione rada, Prati permanenti (no arborei), Castagneti da frutto, Cespuglieti in aree agricole abbandonate, Boschi latifoglie densità medio-alta "a ceduo", Boschi latifoglie densità bassa "a ceduo", Boschi misti densità medio-alta "a ceduo", Boschi misti densità bassa "a ceduo".
5	molto positivo	Spiagge/dune/alvei ghiaiosi, Vegetazione delle aree umide/torbiere, Prati permanenti (arborei), formazione ripariale, Boschi di conifere densità medio-alta, Boschi di conifere densità bassa, Praterie naturali d'alta quota (no arboree), Praterie naturali d'alta quota (alberi sparsi <10%), Cespuglieti, Vegetazione dei greti, Bacini idrici naturali, Boschi latifoglie densità medio-alta "alto fusto", Boschi misti densità medio-alta "alto fusto", Boschi misti densità bassa "alto fusto".

Ad ogni livello qualitativo viene fatto corrispondere sulla rappresentazione cartografica un colore, dal rosso (molto negativo), al verde scuro (molto positivo).

Successivamente si è deciso, per ottenere una classificazione degli habitat ancora più concisa e attinente all'identificazione di un possibile corridoio/varco ecologico, di definire i livelli 1 e 2 "Non idonei" (colore nero), i livelli 4 e 5 "Idonei" (colore verde), mentre il livello 3 da valutare caso per caso. Questo insieme di habitat corrisponde ad ambienti semi-naturali, come quelli agricoli, che a seconda del valore relativo degli habitat confinanti possono essere definiti più o meno idonei al passaggio della specie target.

Nella tabella sottostante sono riassunte le varie riclassificazioni effettuate, nonché i giudizi qualitativi finali (definiti secondo i cinque livelli sopra descritti). La doppia colonna relativa ai giudizi si riferisce al fatto che alcuni habitat, quelli con presente l'asterisco, possono essere valutati più o meno positivamente. L'ultima colonna indica il giudizio complessivo: habitat adatto (SI), non adatto (NO).

CODICE DUSAF	Denominazione Habitat	Livello Qualitativo 1	Livello Qualitativo 2	Giudizio complessivo
331	Dune, spiagge, alvei ghiaiosi	5	5	SI
411	Vegetazione aree umide/torbiere	5	5	SI
2312	Prati permanenti (arborei)	5	5	SI
3113	Formazione ripariale	5	5	SI
3121	Boschi di conifere (densità medio-alta)	5	5	SI
3122	Boschi di conifere (densità bassa)	5	5	SI
3211	Praterie naturali d'alta quota (no arborei)	5	5	SI
3212	Praterie naturali d'alta quota (alberi sparsi < 10%)	5	5	SI
3221	Cespuglieti	5	5	SI
3222	Vegetazione dei greti	5	5	SI
3241	Cespuglieti (alberi < 10%)	5	5	SI
5121	Bacini idrici naturali	5	5	SI

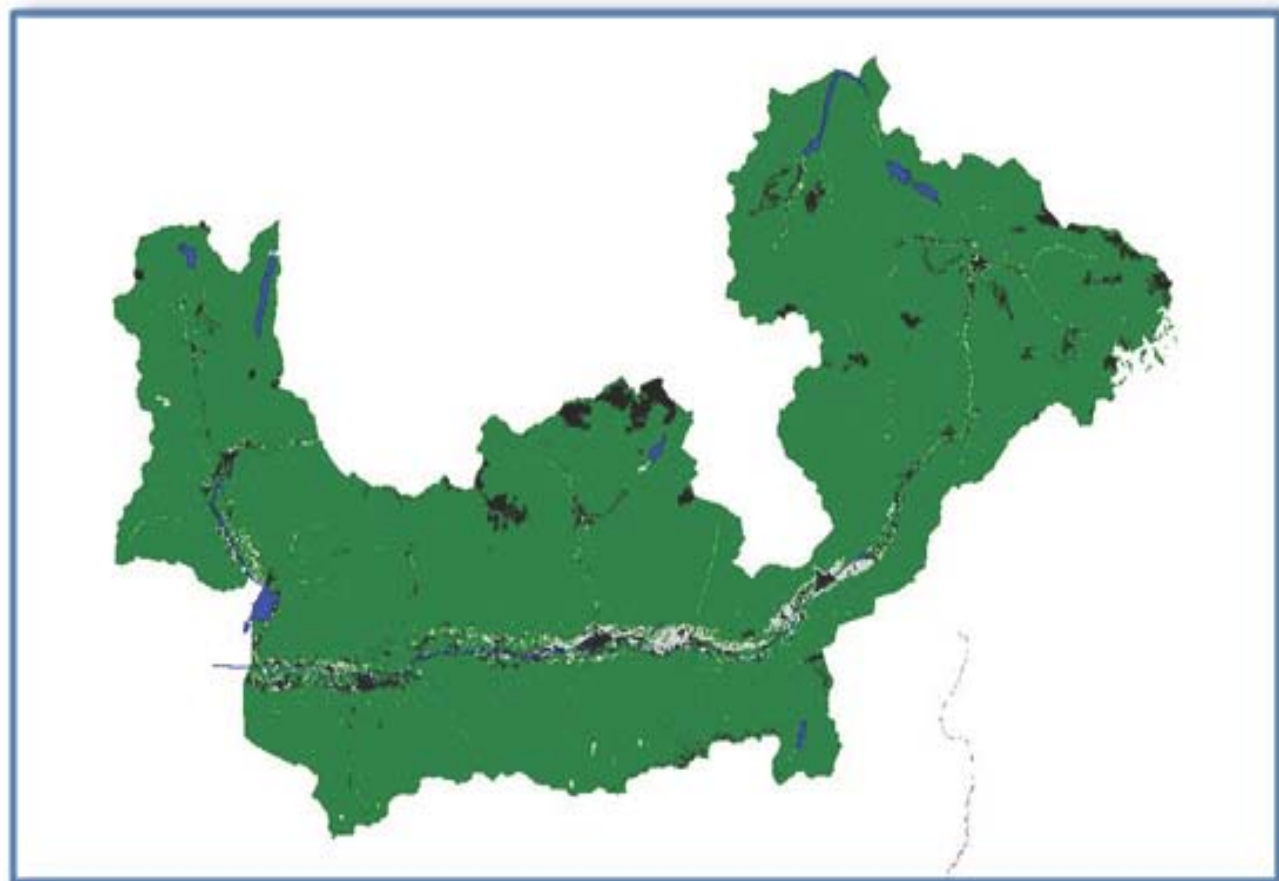
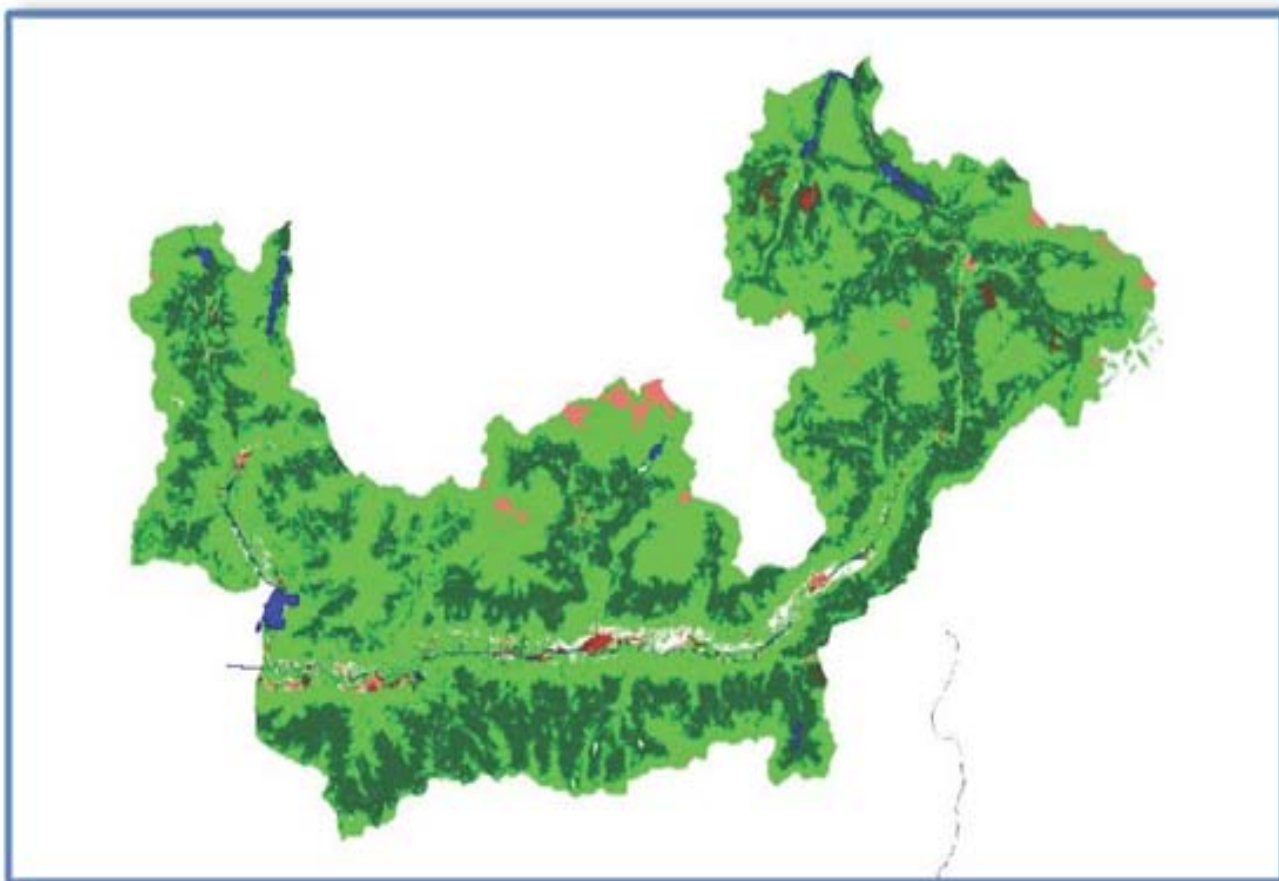
CODICE DUSAF	Denominazione Habitat	Livello Qualitativo 1	Livello Qualitativo 2	Giudizio complessivo
31112	Boschi di latifoglie a densità medio-alta (alto fusto)	5	5	SI
31312	Boschi misti a densità medio alta (alto fusto)	5	5	SI
31322	Boschi misti densità bassa (alto fusto)	5	5	SI
314	Rimboschimenti recenti	4	4	SI
332	Accumuli detriti/Affioramenti litoici (no vegetazione)	4	4	SI
333	Vegetazione rada	4	4	SI
2311	Prati permanenti (no arborei)	4	4	SI
3114	Castagneti da frutto	4	4	SI
3242	Cespuglieti in aree agricole abbandonate	4	4	SI
31111	Boschi latifoglie densità medio-alta (a ceduo)	4	4	SI
31121	Boschi latifoglie densità bassa (a ceduo)	4	4	SI
31311	Boschi misti densità medio-alta (a ceduo)	4	4	SI
31321	Boschi misti densità bassa (a ceduo)	4	4	SI
21131	Colture orticole a pieno campo	3	3	
222	Frutteti/frutti minori	3	3	
223	Oliveti	3	3	
1122	Tessuto resid. Rado/nuclei forme (30-50%)	3	3	
1123	Tessuto residenziale sparso	3	3	
1412	Aree verdi incolte	3	3	
11231	Cascine	3	3	
2112	Seminativi arborei	3	3	
2241	Pioppeti	3	3	
2242	Legnose agrarie	3	3	
3223	Vegetazione degli argini sopraelevati	3	3	
5122	Bacini idrici artificiali	3	3	
2111	Seminativi semplici *	2	3	
221	Vigneti *	2	3	
335	Ghiacciai/Nevi perenni	2	2	No
511	Alvei fluviali/corsi d'acqua artificiali	2	2	No
1121	Tessuto resid. discontinuo (50-80%cop)	2	2	No
1411	Parchi e giardini	2	2	No
2115	Orti familiari	2	2	No
5123	Bacini idrici di attività estrattiva	2	2	No
124	Aeroporti/eliporti	1	1	No
131	Cave	1	1	No
132	Discariche	1	1	No
133	Cantieri	1	1	No
134	Aree Degradate	1	1	No
1111	Tessuto residenziale denso	1	1	No
1112	Tessuto residenziale mediamente denso	1	1	No
1221	Reti stradali e spazi accessori	1	1	No

CODICE DUSAF	Denominazione Habitat	Livello Qualitativo 1	Livello Qualitativo 2	Giudizio complessivo
1222	Reti ferroviarie (stazioni)	1	1	No
1421	Impianti sportivi	1	1	No
1422	Campeggi	1	1	No
12111	Insedimenti industriali,artigianali,commerciali	1	1	No
12112	Insedimenti produttivi agricoli	1	1	No
12121	Insedimenti ospedalieri	1	1	No
12122	Impianti servizi pubblici/privati	1	1	No
12123	Impianti tecnologici	1	1	No
12124	Cimiteri	1	1	No

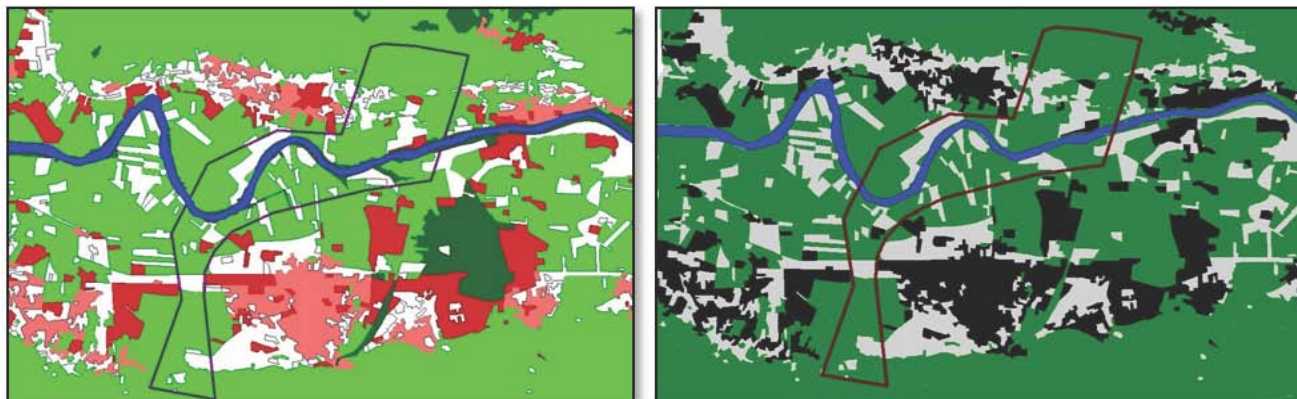
Una volta riclassificati gli habitat, si ottiene una visualizzazione del territorio in funzione del valore assegnato. Si può, ad esempio, visualizzare la provincia utilizzando la gradazione a cinque livelli (dal rosso al verde), o quella tricromatica (nero/bianco/verde).

Si constata in modo netto, peraltro largamente atteso, che il fondovalle è particolarmente urbanizzato, o comunque presenta numerose zone "non adatte", mentre nelle aree di versante o montuose prevalgono le zone naturali.

Attraverso un'analisi di dettaglio più accurata si riescono ad individuare una quindicina di corridoi ecologici potenziali. Si tratta di aree in cui le zone rappresentare in nero, le "non adatte", sono attraversate da varchi continui aventi larghezze diverse ma ritenute sufficienti. Un varco è stato escluso a priori in quanto nonostante l'idoneità dell'ambiente si è rilevato un passaggio particolarmente stretto: circa 27 metri.



Le figure successive mostrano un esempio di varco tracciato tenendo conto della suddivisione degli habitat in base ai 5 livelli sopra descritti e, a fianco, lo stesso varco identificato tenendo conto di solo 3 livelli.



#### Aggiunta di strati informativi

Al fine di rendere la rappresentazione cartografica più completa sono stati aggiunti diversi strati informativi (tematismi) che hanno permesso di ampliare e arricchire le informazioni, che sono state in alcuni casi riviste e corrette grazie ai sopralluoghi in campo. Le informazioni aggiunte ed elaborate riguardano:

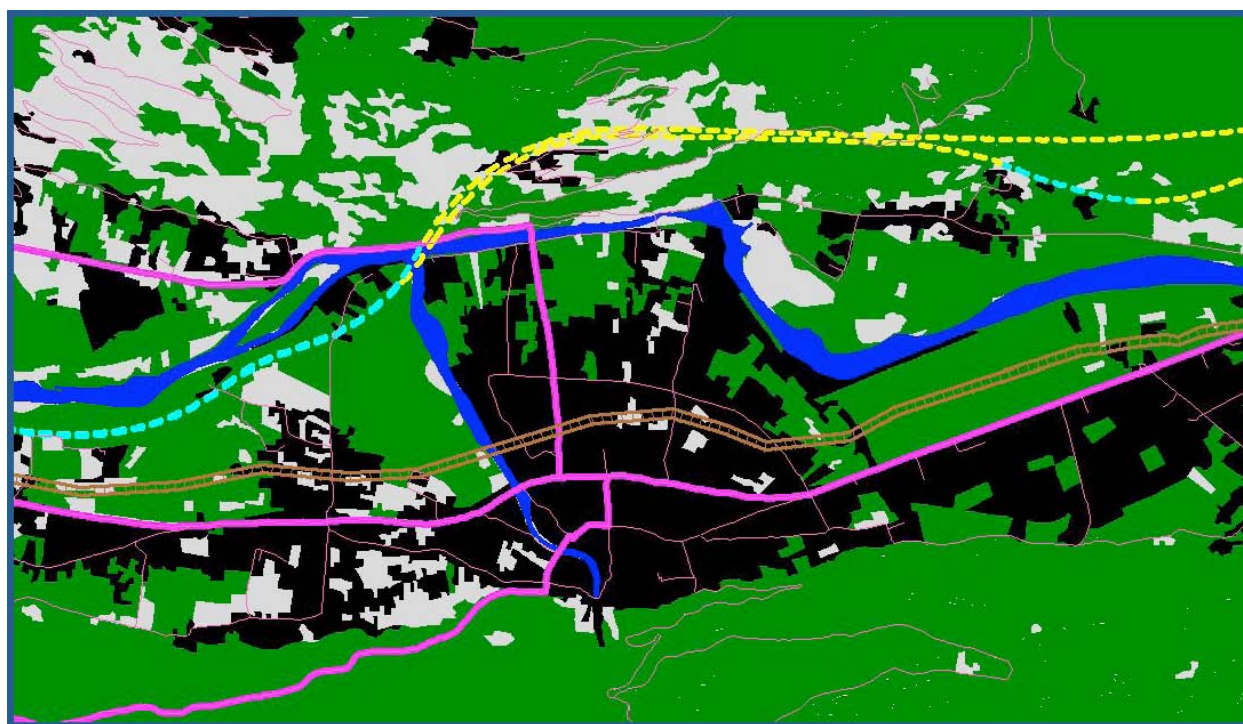
**Bacini idrici e fiumi principali:** I fiumi Adda e Mera, nonché e i bacini idrici/aree umide rilevanti come il pozzo di Riva e il lago di Mezzola, rappresentano ostacoli naturali che a seconda delle loro caratteristiche naturali possono rappresentare o meno un ostacolo per la fauna (sponde più o meno ripide e distanti fra loro, profondità dell'alveo, velocità della corrente ecc..). Vi sono inoltre problematiche legate agli interventi dell'uomo quali la presenza di opere trasversali e longitudinali per la difesa idrogeologica, opere per lo sfruttamento dell'energia, le quali rappresentano un vero e proprio ostacolo allo spostamento degli animali. L'accessibilità e l'attraversabilità dei corsi d'acqua è stata valutata sul campo nella seconda fase di lavoro.

Il Lago di Mezzola non è stato valutato come un classico elemento di frammentazione, visto che l'attraversabilità - per la maggior parte delle specie animali terrestri - è improbabile, sebbene non impossibile, dal momento che cervi sono stati visti nuotare la suo interno. Rappresenta un importante elemento di studio, essendo una zona umida di particolare interesse, anche se periferica rispetto alla nostra area di studio; si è quindi deciso di verificare la connettività e la presenza di accessi naturali dai versanti limitrofi fino alle rive del lago.

**Infrastrutture lineari:** le infrastrutture lineari sono rappresentate dalle strade statali, provinciali e comunali e dalla ferrovia. Associati a queste sono spesso presenti parapetti o barriere rappresentano ostacoli a volte insormontabili. Oltre alle strade e ferrovie esistenti (già



rappresentati sulla CTR) si sono aggiunte i dati relativi ai progetti in essere (nuova SS in via di costruzione) e il progetto di ferrovia ipotizzata per la Valchiavenna e l'Alta Valtellina. Se la ferrovia potrebbe avere probabilmente un impatto limitato, la nuova Strada Statale ha un effetto devastante da un punto di vista ambientale, sia perché implica anni di lavoro, sia perché va ad occupare quella parte del fondovalle di Valtellina e Valchiavenna oggi quasi interamente libera da insediamenti e caratterizzata da suolo agricolo (prati permanenti, campi di mais, ecc.). Rappresenta un nuovo imponente elemento di frammentazione localizzato su tutta la valle (ininterrottamente da Chiavenna a Tirano).



#### **Vari elementi di frammentazione lineare intorno alla città di Morbegno**

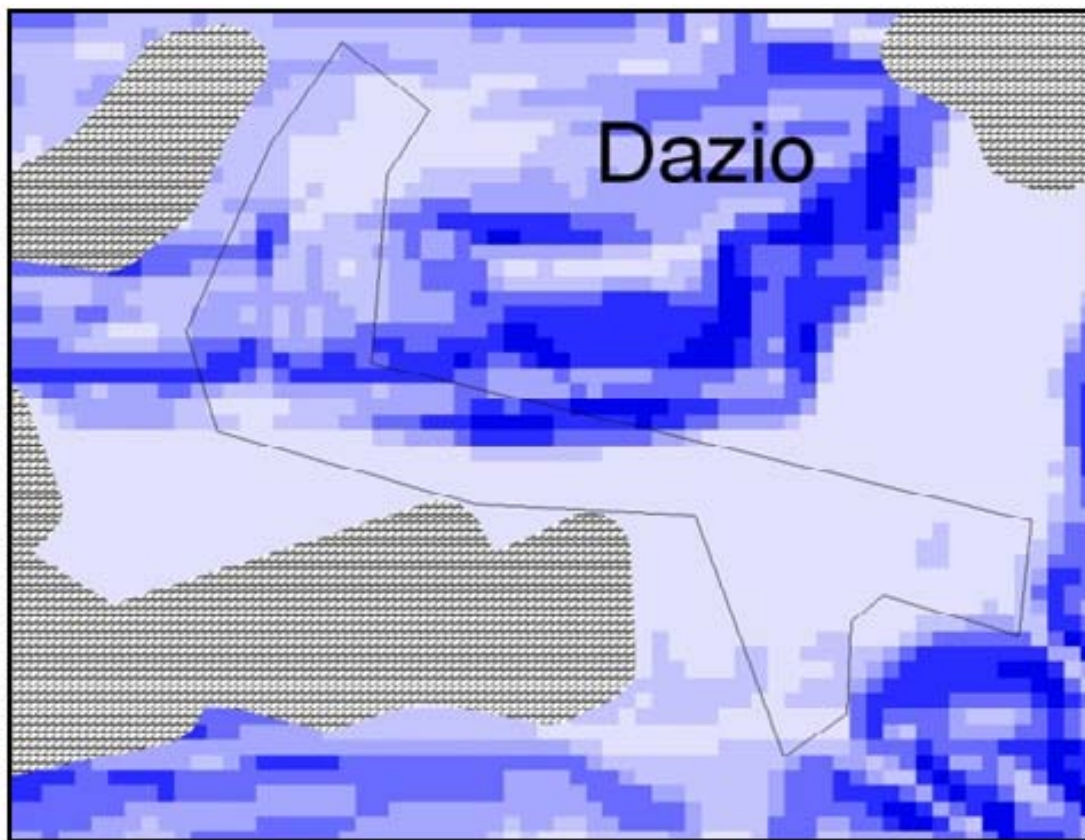
Si notano l'Adda (colore blu), la statale (colore rosa, linea spessa), le strade secondarie (colore rosa, linea sottile), la ferrovia (marrone, doppia linea) e la futura Superstrada (tratteggiata azzurra o gialla nei tratti in galleria / sopraelevati)

**Quote e Pendenza dei versanti:** Nelle zone alpine e più generale in quelle montuose, le quote e la pendenza dei versanti possono rappresentare un ostacolo alle specie faunistiche. Nel caso del presente studio (incentrato sul fondovalle), le quote non rappresentano un elemento vincolante in quanto si raggiungono solo i 1.000 metri circa; al contrario, la pendenza del versante, anche in prossimità del fondovalle, può rappresentare una barriera naturale. Quale sia la pendenza massima teoricamente superabile da un animale dipende strettamente dalla specie in esame (si pensi alle differenze di attitudini in questo senso tra un uccello, uno scoiattolo o un rospo), oltre che dalle caratteristiche proprie dell'individuo. I corridoi ecologici potenziali individuati in questo lavoro non sono monospecifici e pertanto va ricercata una stima plausibile della pendenza massima che un



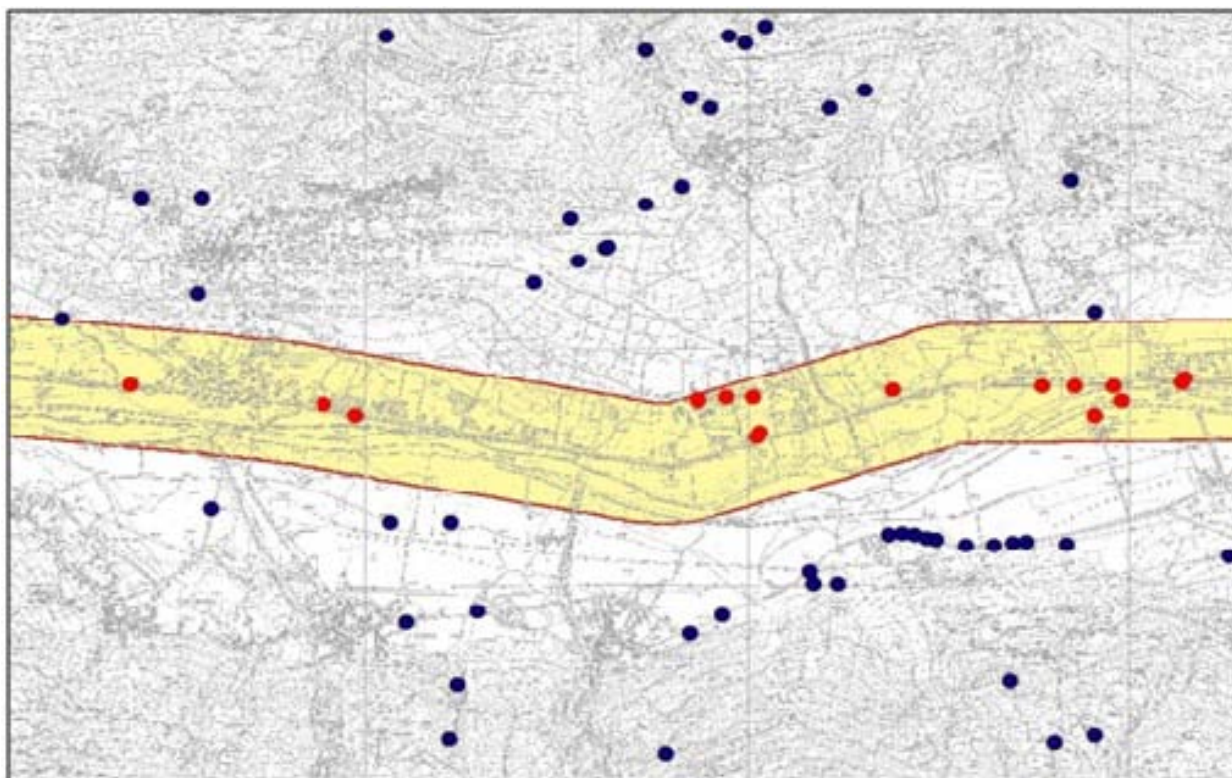
vertebrato di medie dimensioni possa superare. Si è quindi arbitrariamente deciso che una pendenza superiore ai 50° costituisca un ostacolo difficilmente superabile. Pertanto tutte le aree, in particolare quelle localizzate ai margini del versante in corrispondenza dei corridoi/varchi preliminarmente identificati, con pendenza maggiore sono state considerate "non idonee". Il dato delle pendenze è stato desunto da un modello tridimensionale del terreno (DTM) inerente a tutto l'arco alpino: ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989). Per identificare le caratteristiche delle pendenze del terreno sono state adottate classi di pendenza ogni 10°, assegnando ad ogni intervallo un colore diverso (dal bianco al blu scuro). Le classi di pendenza oltre i 50°, considerate non idonee, sono state identificate con il colore rosso. La carta delle pendenze è risultata molto utile per stabilire quali fossero le vie d'entrata e d'uscita migliori dei corridoi ecologici. È stato infatti necessario deviare il corridoio nel caso in cui la parte inferiore del versante (che lo connette al fondovalle) si è rivelata eccessivamente ripida, preferendo quelle aree in cui la pendenza è più ridotta o aumenta in modo graduale.

Di seguito si riporta un esempio di rappresentazione cartografica delle pendenze dei versanti con raffigurato anche il tracciato del corridoio ecologico: si noti come il corridoio è stato identificato per cercare di evitare l'urbanizzato (identificato con il grigio) e le pendenze elevate (identificate in blu scuro).



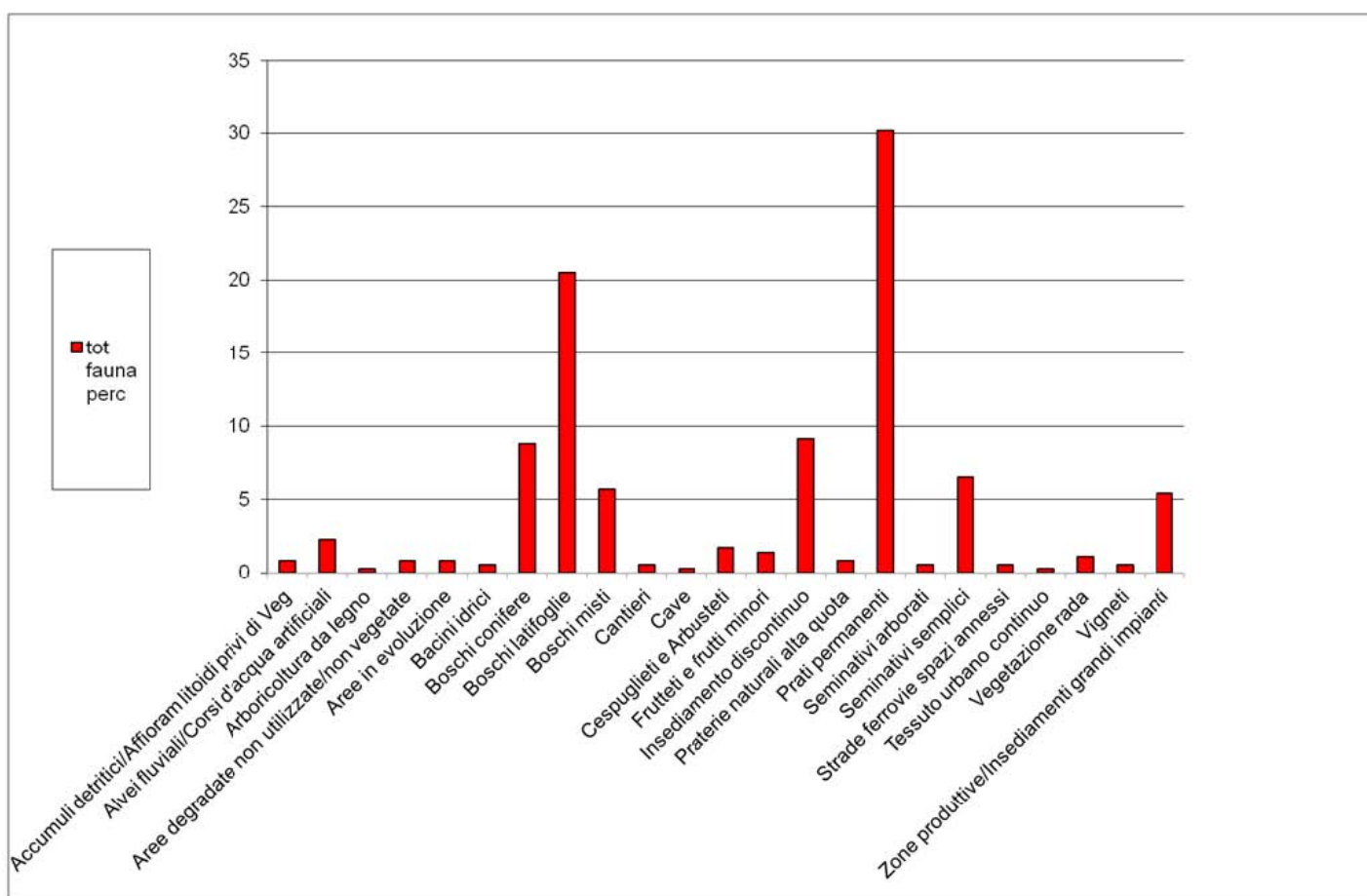
**Dati relativi ai recuperi e avvistamento degli ungulati:** l'ufficio faunistico della Provincia possiede un database georeferenziato relativo agli investimenti e agli avvistamenti di fauna (in particolare di ungulati). Numerosi sono i dati di incidenti lungo il fondovalle a dimostrazione che, benché in presenza di infrastrutture, la fauna si muove in cerca di alimento, acqua o per spostarsi da un versante all'altro. Gli avvistamenti avvenuti nel fondo valle, principalmente all'interno degli habitat più naturali (prati, boschi ecc) è interessante per verificare se e quali di questi punti intersecano un corridoio ipotizzato in base agli altri fattori presi in considerazione: si nota che alcuni varchi sembrano essere decisamente più frequentati di altri. La selezione dei punti di rilievo, l'applicazione ad esso di un buffer e l'analisi percentuale delle localizzazioni per habitat ha permesso di verificare l'idoneità relativa diverse tipologie di habitat nella zona più antropizzata, nonché a stabilire l'effettiva utilità degli habitat.

Per valutare quanto e dove fosse frequentato il fondovalle dalla fauna selvatica, sono state utilizzate le informazioni georeferenziate della Provincia, derivanti dai ritrovamenti di individui di cervi (*Cervus elaphus*), caprioli (*Capreolus capreolus*), camosci (*Rupicapra rupicapra*), cinghiali (*Sus scrofa*) e stambecchi (*Capra ibex*) rinvenuti – morti o feriti – per qualunque ragione, effettuate dal corpo di Polizia Provinciale e relativi al periodo 2000-2006 (Corlatti, 2006). Va sottolineato il fatto che non ci sono stati avvistamenti di cinghiali nel fondovalle e per quanto riguarda gli stambecchi è stato riscontrato solo un ritrovamento; queste due specie sono quindi state escluse dai calcoli e si è deciso di lavorare unicamente su cervi, caprioli e camosci.



**Esempio di localizzazione di ungulati nel fondovalle**  
In rosso, gli avvistamenti nel fondovalle. In giallo, la zona di buffer

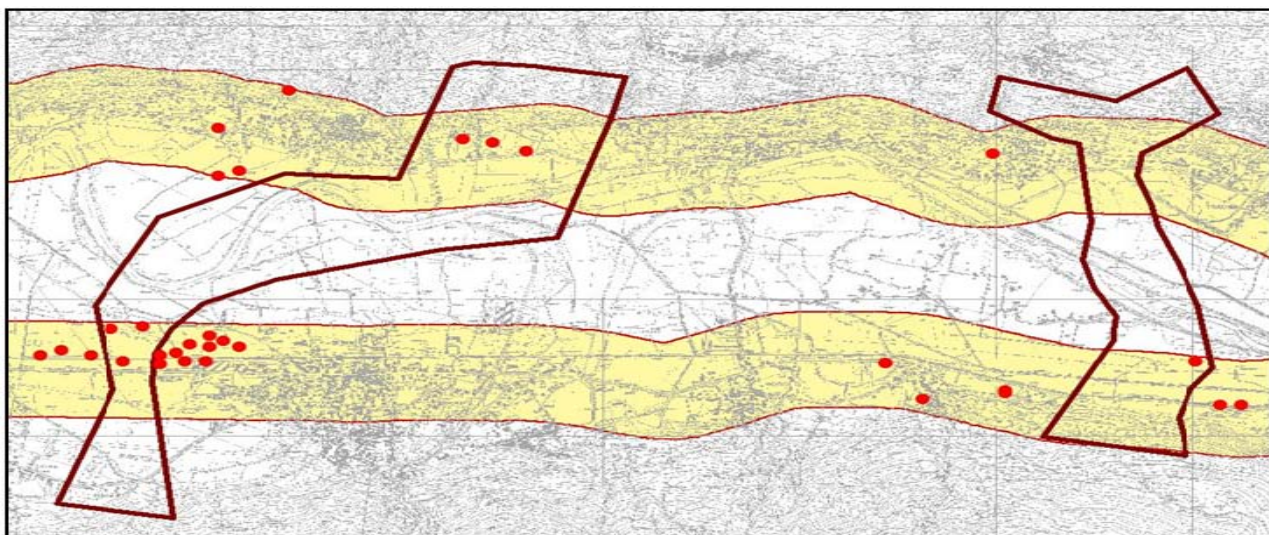
Ai dati puntiformi degli avvistamenti in questione sono poi state unite le informazioni degli habitat (dati DUSAF) per potere determinare in quali ambienti siano stati rinvenuti gli avvistamenti. Sul campione identificato all'interno del buffer selezionato, sono poi state calcolate le percentuali di localizzazioni per ogni habitat. Come si evince dalla figura seguente alcuni habitat sono più frequentati di altri: i più frequentati sono i “prati permanenti” (30%), poi i vari tipi di boschi (in particolare i “boschi di latifoglie” – 20%), ma anche alcuni ambienti di tipo antropogenico come gli “insediamenti discontinui” (9%), i “seminativi semplici” (7%) e “zone produttive e insediamenti di grandi impianti” (5%). Gli altri habitat hanno frequenze inferiori al 5% e sono quindi meno rilevanti. I dati sono cumulativi per le specie cervo, capriolo e il camoscio, ma si è notato, inoltre, che queste preferenze sono riscontrabili anche se si studiano le localizzazioni specie per specie, seppur con alcune differenze.



Lo studio di questi avvistamenti a livello provinciale ha permesso di constatare che alcune aree sembrano essere più frequentate di altre e che un certo numero di avvistamenti si trova in corrispondenza di alcuni dei corridoi individuati, come era atteso.

Di seguito si riporta un corridoio individuato con identificati in rosso gli avvistamenti di ungulati, in giallo sono riportati i buffer attorno alle due strade principali (la statale la provinciale). Il corridoio di sinistra sembra essere più frequentato di quello di destra.





**Elementi di pianificazione del PTCP:** sono stati presi in considerazione soprattutto gli ambiti di tutela quali i corridoi ecopaesistici, identificati sia per la componente biologica ma anche per quella paesistica.

**Altri elementi:** provenienti da pianificazioni di governo del territorio presenti sul database regionale quali il MISUR che rappresenta le previsioni urbanistiche dei PRG vigenti. Questi dati però non sono molto attendibili in quanto la pianificazione riportata nel Misurc non è sempre attendibile in considerazione anche delle nuove pianificazioni dei PGT di recente approvazione o in fase di adozione.

### **Identificazione dei corridoi ecologici potenziali**

Mediante la sovrapposizione di tutti gli stati informativi è stato possibile individuare le aree più o meno naturali e quelle più o meno dense di attività antropiche.

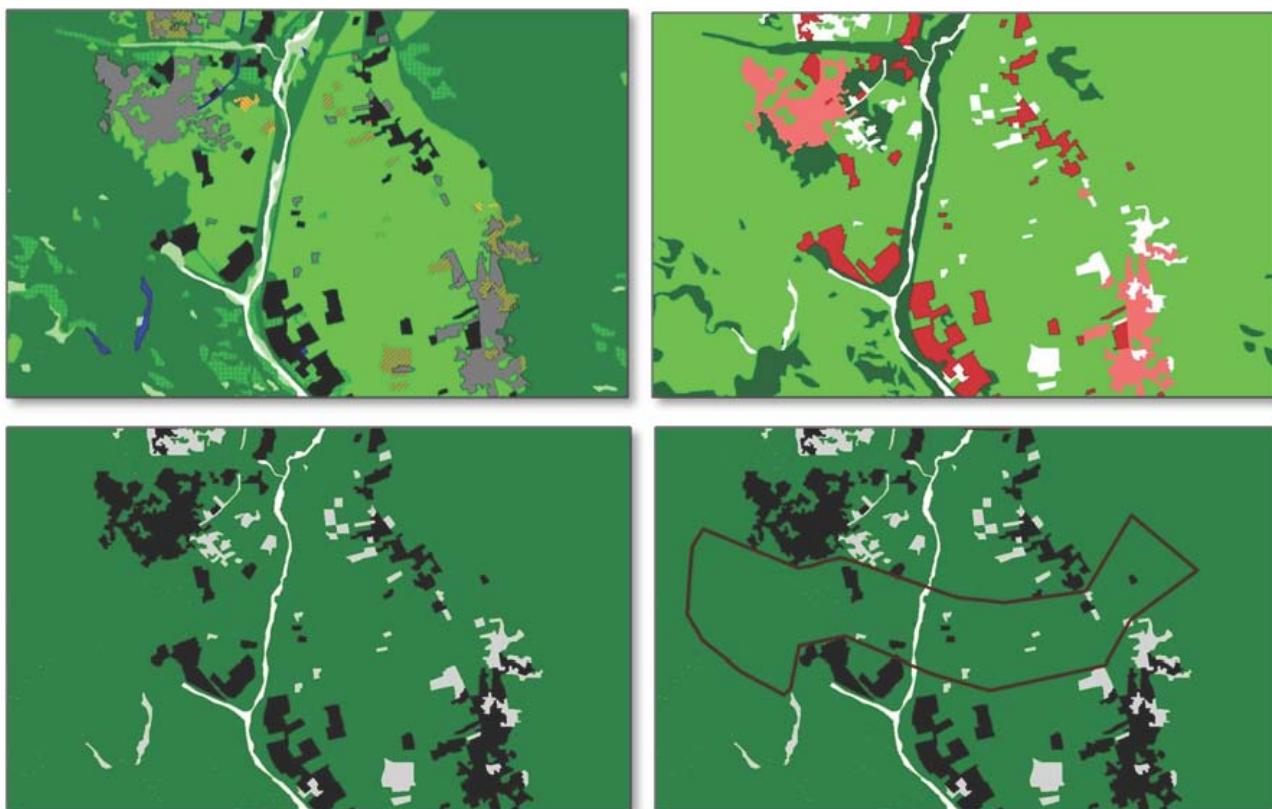
I corridoi sono stati identificati lungo le aree più naturali, visivamente distinguibili in quanto rappresentate da zone “verdi” il più continue possibile tra i due versanti opposti della valle e nelle quali la frammentazione derivata dalle attività umane fosse la più ridotta possibile. Nella selezione delle aree è stato utilizzato il principio del “fattore limitante”: se un’area risultava idonea pressoché ovunque ma presentava, in un qualsiasi punto, una sola striscia di elementi di frammentazione insormontabile, l’area veniva esclusa. Va sottolineato però che è stato molto difficile trovare aree completamente naturali, poiché sono sempre presenti, anche nelle aree più conservate, alcuni elementi antropici, almeno puntiformi (e.g., cascine, case sparse). Questi elementi non sono però vincolanti se esistono zone contigue e funzionali di passaggio sufficientemente larghe.

Nelle aree in cui è risultato possibile ipotizzare un passaggio continuo tra i due versanti e largo almeno cento metri, sono stati disegnati dei corridoi potenziali, ovvero lingue di mosaici di habitat in cui il paesaggio non mostra elementi vincolanti di frammentazione. A ciascun corridoio identificato è stato associato un codice alfanumerico (C-1, C-2, C-3, ..., C-21), progressivo, che

non segue però un riferimento di tipo spaziale. La sovrapposizione successiva con altri elementi di valutazione e le successive verifiche sul campo hanno permesso di convalidare, modificare, raffinare o rimuovere i corridoi ipotizzati; questo ha portato all'eliminazione di alcuni di essi (C-3, C-16, C-15, C-18) in quanto si è constatato visivamente elementi incompatibili non ipotizzabili dall'analisi cartografica.

L'identificazione di questi corridoi è esclusivamente basata su criteri scientifici, talvolta expert based, ma non include in alcun modo, considerazioni di tipo pianificatorio, politico, di opportunità più vasta né un'analisi delle proprietà catastali.

Di seguito si riporta un esempio di identificazione di un corridoio ecologico: le immagini sopra rappresentano la stessa area, rispettivamente in modo realistico, qualitativo a 5 livelli e qualitativo a 3 livelli; l'ultima immagine mostra il corridoio disegnato in seguito su landcover realistico a 3 livelli.



Di seguito si riporta un altro esempio: nel primo caso (a sinistra) sono rappresentate in violetto le previsioni del Misurc che incrociano la parte inferiore del corridoio ipotizzato; nel secondo caso (a destra) sono segnate di rosa le aree di naturalità fluviale, mentre le bande verticali beige sono corridoi precedentemente individuati dal PTCP.



Infine i corridoi sono stati esportati in Google Earth per farli apparire su immagini satellitari e realistiche del territorio. In questo modo si sono ottenute immagini tridimensionali che hanno fornito informazioni importanti sulla pendenza e su eventuali nuovi elementi di frammentazione (Google Earth è tendenzialmente più aggiornato degli shapefile che si utilizzano) che ha permesso di apportare piccole modificazioni della forma dei vari corridoi.



## **Validazione sul campo dei corridoi ecologici potenziali**

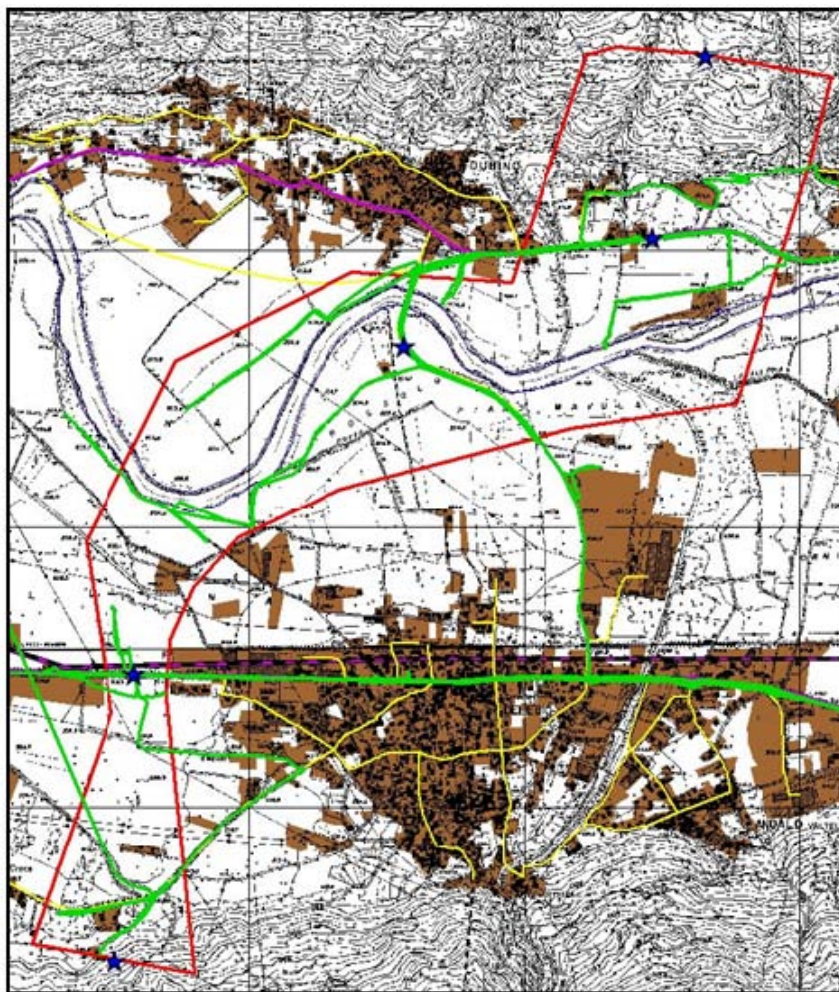
I corridoi potenziali individuati (diciassette) e gli accessi al Lago Mezzola (due) sono stati validati mediante attività di campo - di seguito descritte - effettuate nella prima metà di agosto 2011.

### Pianificazione delle attività

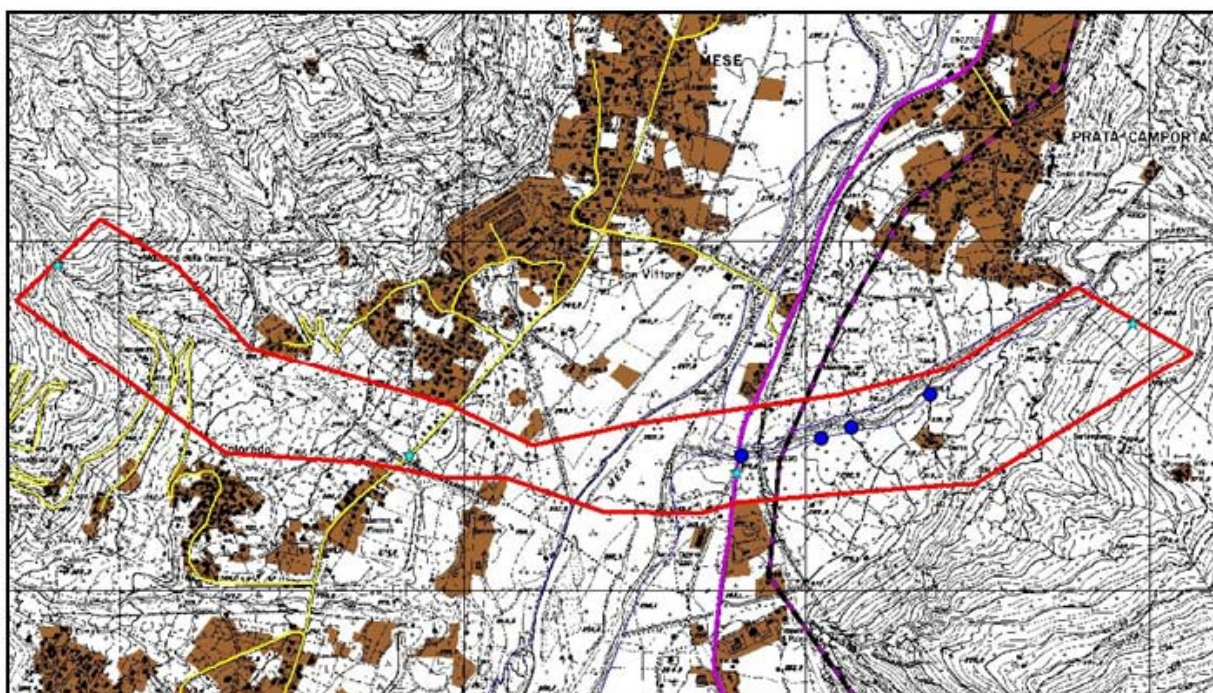
Organizzare dettagliatamente le uscite di campo ha permesso un corretto orientamento nello spazio e ha reso più efficace il lavoro. Gli strumenti di lavoro principali sono stati delle cartine stampate (raffiguranti la cartografia CTR, tutti gli elementi di frammentazione lineare e i corridoi tracciati) e un GPS (Global Positioning System – modello Garmin 62), per facilitare l'orientamento e i movimenti. Prima di iniziare l'attività di campo, sono stati disegnati in GIS alcuni punti di controllo (o waypoint) su ogni corridoio (circa 4 o 5 a corridoio, equidistanti, in modo da coprire tutta l'area). L'esportazione nel GPS di questi waypoint ha permesso di avere dei punti di riferimento da raggiungere una volta sul campo. In questo modo è stato possibile creare delle traiettorie tra l'osservatore e il waypoint (mediante la funzione "go to") o direttamente tra due waypoint, così da permettere l'orientamento sul campo rispetto ai punti e quindi rispetto al corridoio. Ogni corridoio è quindi stato percorso interamente, a piedi o in macchina (a seconda delle possibilità), soffermandosi nei punti più significativi (fiume, strada, ecc.). Tutti i movimenti sono stati registrati così da mantenere una traccia dei percorsi effettuati (tracks), molto utile nel caso fossero emersi in seguito dei dubbi sul locus esatto di alcuni elementi osservati. Inoltre, sono state scattate delle fotografie, georeferenziate e direzionate, in numerosi punti del corridoio. L'attività di campo ha permesso infine la raccolta di dati nuovi (ad esempio elementi che non apparivano in GIS, come un ponte o un canale artificiale), che sono stati importati in GIS e quindi analizzati successivamente.

Di seguito si riportano delle cartine utilizzate durante le uscite: nella prima si osservano i waypoint all'interno del corridoio (stelline blu), le traiettorie tra i vari waypoint (nere tratteggiate) e le registrazioni dei percorsi seguiti all'interno del corridoio e successivamente esportati dal GPS (in verde);





I waypoint (pallini blu), scoperti sul campo e ritrasferiti in GIS in un secondomomento, rappresentano qui delle briglie situate lungo un torrente.





### Valutazione delle barriere

Nei corridoi sono stati analizzati prevalentemente quattro elementi di particolare rilevanza: il fiume, le strade, la ferrovia e il land cover. I primi tre sono elementi di frammentazione e sono stati quindi studiati in quanto ostacoli potenziali all'accessibilità al territorio del modello animale considerato. Il quarto, invece, ha consentito di ricavare informazioni visive e complementari a quelle ottenute tramite studio cartografico (GIS), fondamentali per conoscere al meglio il paesaggio e per rivelare la presenza di zone particolarmente idonee o, al contrario, inattraversabili. Per ogni corridoio, a ognuno di questi quattro elementi è stato assegnato in campo un giudizio qualitativo di tipo numerico (dall'1 – voto peggiore -al 4) corrispondente all'impatto che essi rappresentano per l'accessibilità della fauna. In alcuni casi si è deciso di utilizzare anche un "+" o un "-" per caratterizzare ulteriormente la qualità. Si tratta evidentemente di un giudizio che contiene anche alcune valutazioni sintetiche e soggettive.

Legenda dei giudizi qualitativi assegnati ai quattro elementi (fiume, strada, ferrovia, landcover) dopo lo studio di campo

Giudizio qualitativo	Commento
<b>1</b>	<i>Molto negativo</i>
<b>2</b>	<i>Abbastanza negativo</i>
<b>3</b>	<i>Abbastanza positivo</i>
<b>4</b>	<i>Molto positivo</i>
<b>4 &gt; 4-&gt; 3+ &gt; 3 &gt; 3-&gt; 2+ &gt; 2 &gt; 2-&gt; 1+ &gt; 1</b>	

### Barriera: Fiume

Il giudizio qualitativo assegnato al fiume per ogni corridoio è dipeso dall'attraversabilità stimata che poteva consentire per il modello animale considerato nel periodo in cui sono state effettuate le valutazioni, ovvero inizio agosto.

Valutare l'attraversabilità di un fiume non è però stato immediato poiché i fattori da prendere in considerazione sono numerosi. Un esempio interessante di come potrebbe essere analizzata l'attraversabilità di un corso d'acqua è dato dall'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF), creato da Petersen jr nel 1991, che prende in esame numerosi parametri ecologici (e.g. condizioni della vegetazione, morfologia del letto fluviale, condizioni biologiche del benthos, tasso di erosione, ecc).

In mancanza di tempo e di mezzi per utilizzare seriamente questo indice, si è deciso, prendendo spunto da questo metodo, di valutare alcune caratteristiche del fiume – sia naturali che antropiche

– con lo scopo di stabilire quale fosse in quel punto l'attraversabilità stimata (mediante gli indici qualitativi sopracitati) per un vertebrato terrestre di medie dimensioni ed alta vagilità.

Le caratteristiche del fiume che sono state valutate si possono suddividere in due tipologie: quelle legate alle caratteristiche intrinseche dell'alveo e quelle legate all'accessibilità dall'esterno.

Gli elementi valutati riconducibili alle caratteristiche dell'alveo sono la corrente, la profondità e la larghezza del fiume. Un valore elevato di questi parametri corrisponde, di solito, ad una maggiore difficoltà di accesso. In linea di massima, anche il valore elevato di uno di questi fattori (es. corrente particolarmente forte) può compromettere l'attraversabilità dell'alveo; è stato mantenuto un approccio basato sull'identificazione di eventuali fattori limitanti.

Gli altri elementi valutati riguardano l'accessibilità dall'esterno, sia in quanto alla naturalità degli argini che in quanto alla loro pendenza. Solitamente, argini naturali -quindi vegetati -consentono, oltre ad una sosta in prossimità del fiume, anche di poter costeggiare i bordi del corso d'acqua e "scegliere" il punto di attraversamento migliore. La pendenza, invece, può rappresentare un ostacolo molto vincolante se troppo elevata.

Infine, è stata controllata la presenza di eventuali ponti o briglie lungo il fiume, in quanto questi elementi possono interferire o facilitare ulteriormente l'attraversabilità.

Va sottolineato il fatto che, nonostante i fiumi rappresentano l'elemento di connettività più importante nelle valli a livello longitudinale, questo parametro non è stato, in questo lavoro, oggetto di studio come lo è stata la connettività trasversale.

La valutazione degli elementi precedentemente descritti ha permesso di stimare, non senza una certa soggettività, quale fosse l'attraversabilità globale del fiume in corrispondenza dei vari corridoi, quindi la probabilità che l'animale modello considerato cercasse e riuscisse ad attraversare il fiume. Alcuni esempi di diversa attraversabilità del fiume si osservano nelle immagini seguenti.



### Barriera: Strade

Il grado di attraversabilità di ogni strada è stato valutato prendendo in considerazione alcune premesse di carattere generale: da un lato, gli animali (in particolare, i mammiferi come cervi e caprioli) attraversano raramente le strade, anche nei periodi di traffico limitato, dall'altro, una strada può essere utilizzata come "via di passaggio" dalle specie animali, laddove il contesto non permette altri accessi (es. attraversamento di un fiume). Queste due letture contrapposte confermano il fatto che ogni strada abbia un impatto proprio; per questo motivo, ognuna di quelle (statali, provinciali, comunali, superstrada in costruzione) che si trovava in corrispondenza di un corridoio è stata studiata ed è stato valutato il suo impatto.

Sono stati valutati sia la quantità di strade presenti in ogni singolo corridoio (se più strade si susseguono sul fondovalle, l'impatto aumenta), sia il grado di attraversabilità di ciascuna. L'attraversabilità è stata valutata in funzione della possibilità di accesso dall'esterno, così come della velocità dei veicoli che vi transitano, dell'inquinamento acustico che producono, e della larghezza della carreggiata (alcuni studi tendono ad assicurare che vertebrati di piccole dimensioni come lo scoiattolo -*Sciurus vulgaris*- solitamente non attraversano strade larghe più di 15 metri).

L'accessibilità dall'esterno dipende prevalentemente dalle protezioni che costeggiano la strada: la presenza di parapetti, barriere o transenne può rendere problematico (e a volte anche impedire) il passaggio. Inoltre, sono state valutate anche le condizioni dei margini delle varie strade; la presenza di un bosco ai lati della carreggiata è più auspicabile rispetto ad un fosso profondo o alla presenza ravvicinata della linea ferroviaria (molto frequente in Valtellina). Non tutte le strade rappresentano però elementi ostacolanti, visto che alcune (tipicamente quelle di montagna), più piccole e marginali, possono essere utilizzate dagli stessi animali come vie di transito nel caso in cui le zone limitrofe siano meno penetrabili. La permeabilità questo elemento di frammentazione è stata valutata come la possibilità (dall'1 al 4) che l'animale modello considerato provi e riesca ad attraversare tutte le strade, in modo da raggiungere indenne il versante opposto.

Di seguito si riportano due esempi di impatto derivate dalle strade: la prima rappresenta un tratto di strada senza protezioni, l'altro costeggiato da parapetti da entrambi i lati e quindi di più difficile attraversabilità.



### Barriera: Ferrovia

Nella valutazione dell'impatto della ferrovia è stata considerata la presenza di transenne o barriere ai margini, oltre che la frequenza con cui transitano i treni.

Nel caso in cui vi fossero delle barriere protettive ai lati della linea ferroviaria, è stato importante controllare l'eventuale presenza di passaggi a livello o di tratti di più facile attraversabilità.

Di seguito si riportano due esempi di diversa attraversabilità della ferrovia: nel primo la linea ferroviaria sembra facilmente superabile, mentre nel secondo la transenna di cemento impedisce il passaggio.



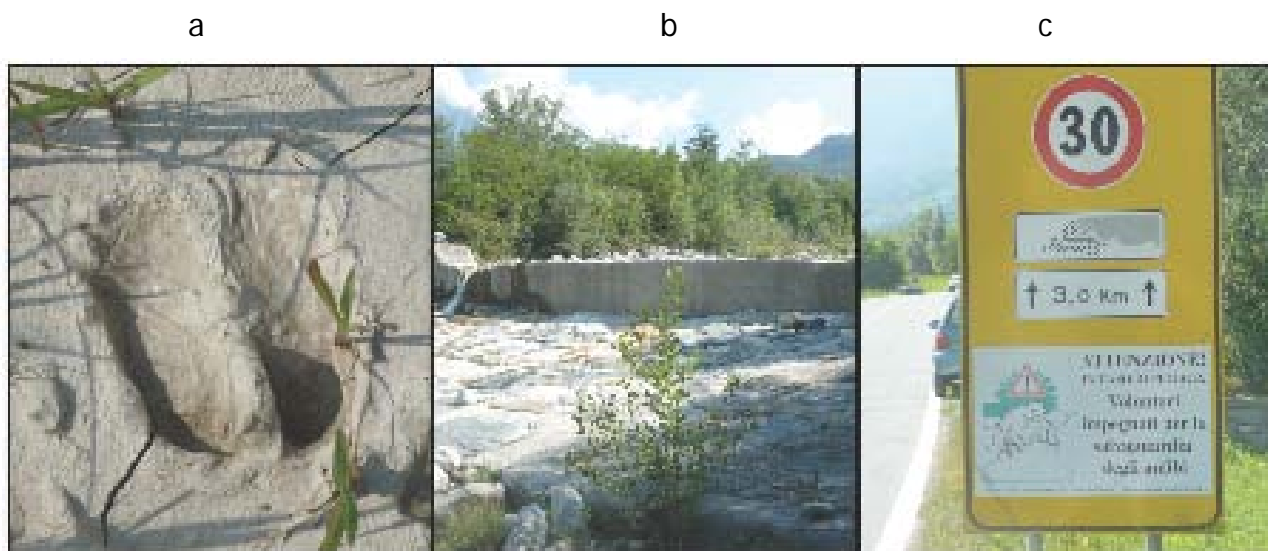
Non è stato rilevante controllare l'impatto quantitativo della ferrovia, poiché essa è presente solo come un singolo binario lungo tutto il fondovalle. I progetti di realizzazione delle possibili future linee ferroviarie (una in Alta Valle, una seconda in Valchiavenna) non sono stati valutati perché non ancora in fase di costruzione e in quanto la loro costruzione effettiva sembra per ora poco probabile.

Anche per la ferrovia, è stata valutata l'attraversabilità, ragionevolmente stimata, nei vari punti intersecanti un corridoio.

### Verifica del land cover

Il land cover -già studiato ampiamente in ambiente GIS - presente all'interno dei corridoi è stato verificato con le osservazioni di campo. Questo ha portato a rivalutare alcuni habitat inizialmente considerati come negativi (o positivi) in ambiente GIS; in particolare nel caso dei terreni agricoli, la cui permeabilità non si poteva stimare solamente tramite uno studio cartografico.

Di seguito si riportano esempi di elementi rilevanti del land cover scoperti in campo: in a., un'impronta di ungulato; in b., una briglia lungo un torrente; in c., un cartello di segnalazione anfibi.



Anche la pendenza dei versanti si è potuta valutare con maggiore precisione, così come l'impatto reale dell'urbanizzato e di tutti gli elementi di origine antropica, seppur puntiformi. L'impatto reale di un centro sportivo -o di un capannone -in mezzo a un corridoio dipende dalla presenza di eventuali recinti e dalla matrice naturale ancora presente; le uscite di campo sono quindi state l'unico modo per stabilire con precisione lo stato effettivo del land cover e il voto da attribuirgli. I rilievi hanno permesso, inoltre, di analizzare alcuni elementi che in GIS non erano stati osservati; è il caso, ad esempio, dei canali artificiali, delle briglie o dei ponticelli lungo i corsi d'acqua, di eventuali recinti (per animali o campi coltivati), così come la presenza di muretti o sentieri. Sono stati valutati, infine, eventuali indicatori di tipo faunistico, come le impronte di animali, la presenza degli animali stessi, ma anche i cartelli indicanti la loro presenza.

### GIUDIZIO QUALITATIVO GLOBALE

Integrando i giudizi assegnati ad ogni elemento studiato in campo (fiume, strade, ferrovia e land cover) con quelli derivanti dalle analisi GIS si è potuto dare un giudizio qualitativo complessivo (giudizio globale), anch'esso dall'1 - giudizio peggiore - al 4, a ciascun corridoio ecologico (vedi legenda). Questo giudizio non corrisponde alla media aritmetica dei giudizi parziali dei quattro elementi di valutazione, ma tiene conto del fattore limitante maggiore. Pertanto, può essere inteso come la possibilità potenziale, ragionata e stimata che un corridoio venga attraversato da un vertebrato di medie dimensioni ed alta vagilità.

Il giudizio globale è un parametro fondamentale per capire l'effettiva idoneità dei corridoi, ma non l'unico utile nell'ambito della necessaria scelta potenziale. La posizione geografica -o strategica - nel contesto geografico provinciale e la prossimità ad altri corridoi sono infatti parametri molto importanti. Un corridoio con giudizio globale alto, ma situato in una zona poco "utile" (ad es. in Alta Valle, dove c'è meno bisogno di corridoi a causa di una più diffusa naturalità della matrice

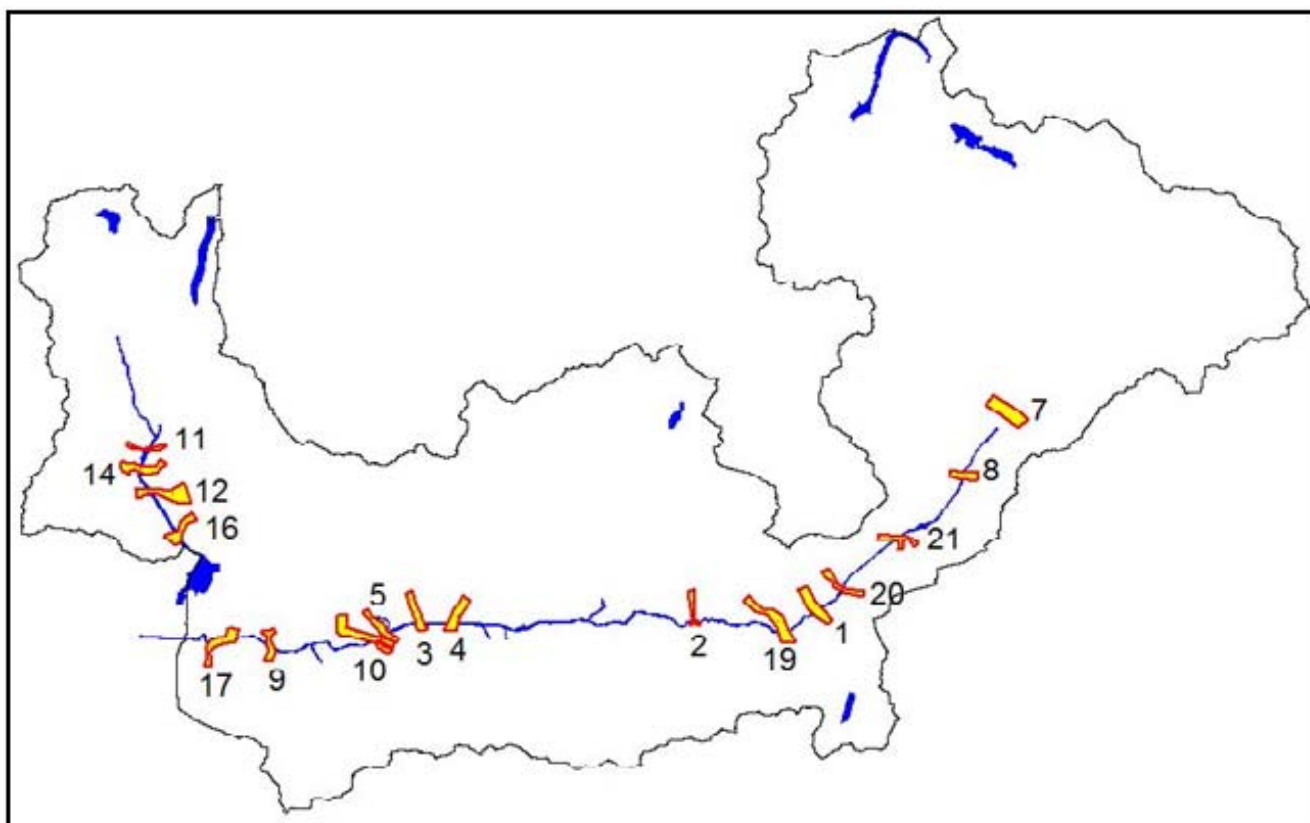


presente) sarà da considerare con altrettanto interesse rispetto ad un corridoio con un giudizio qualitativo inferiore, ma situato in una zona strategicamente importante e dove la copertura - intesa come quantità di corridoi in una determinata area - è ridotta. Questi sono tutti elementi di valutazione che serviranno in una fase successiva a individuare i corridoi da tutelare in modo prioritario.

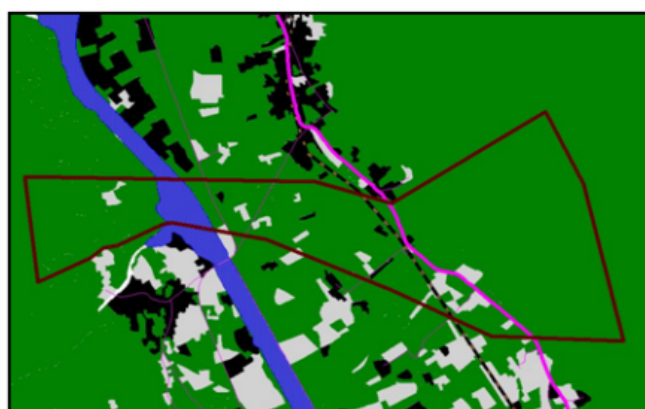
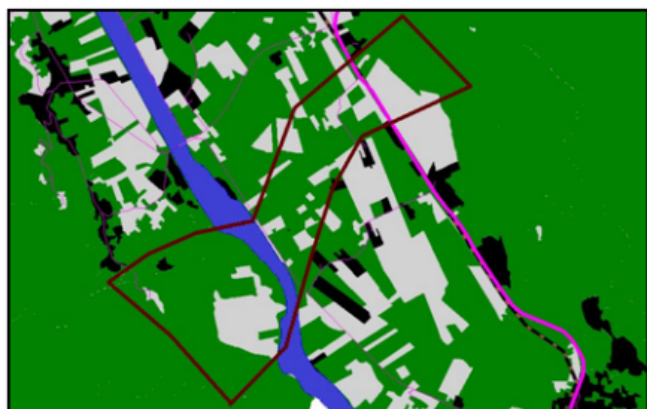
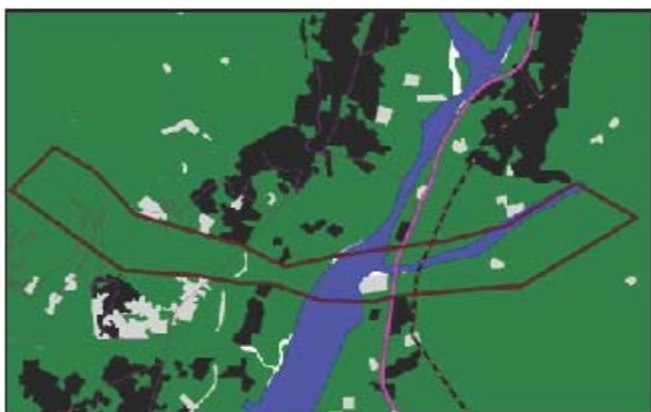
Esempio di valutazione di un corridoio: il giudizio globale del corridoio non rappresenta una media aritmetica dei quattro giudizi.

<i><b>Fiume</b></i>	<i><b>Strada</b></i>	<i><b>Ferrovia</b></i>	<i><b>Land Cover</b></i>	<b><u>GIUDIZIO GLOBALE</u></b>
<b>3+</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	

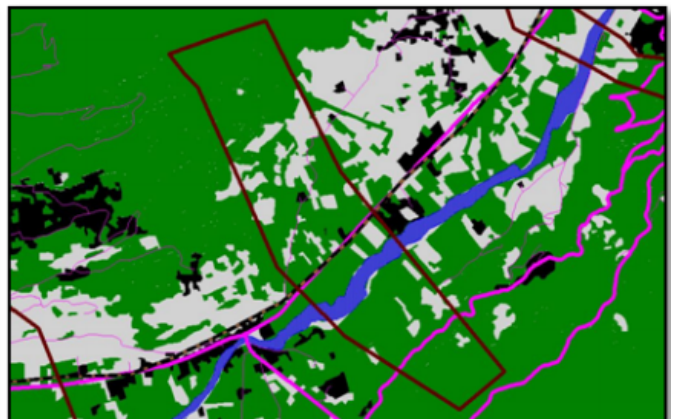
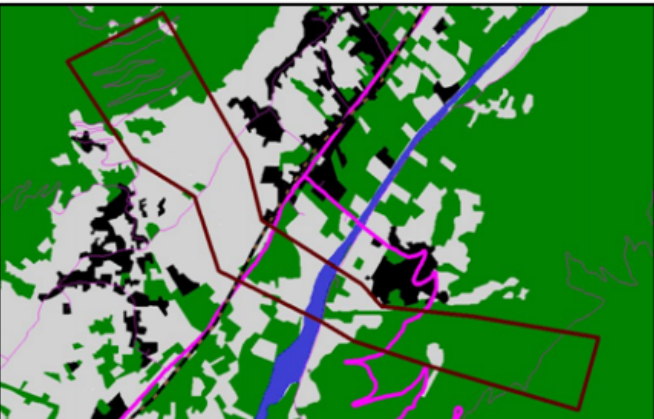
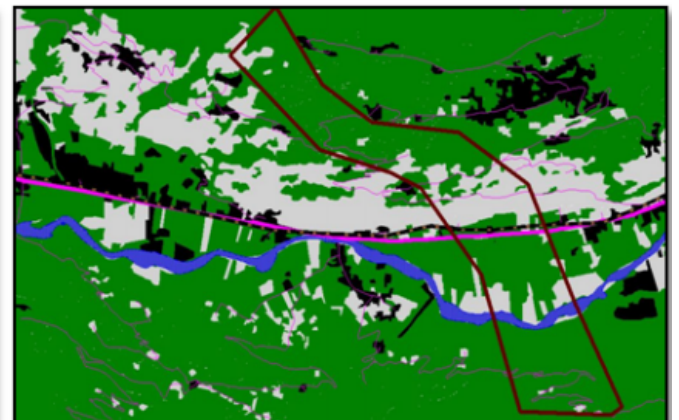
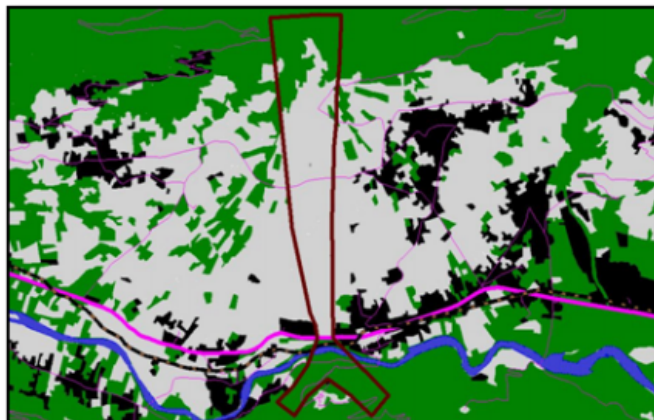
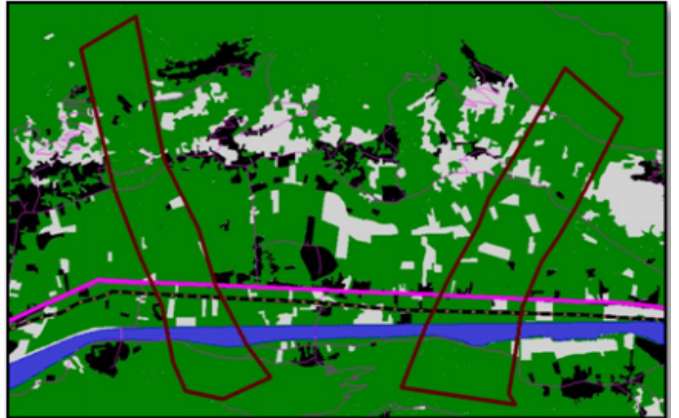
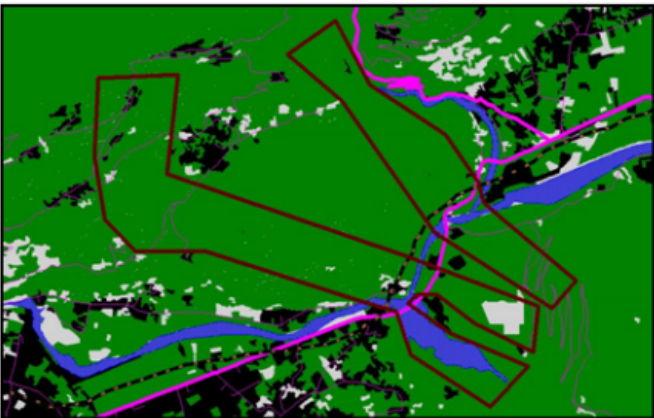
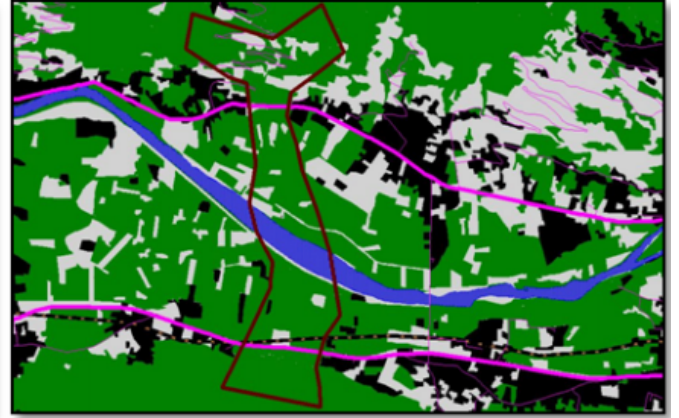
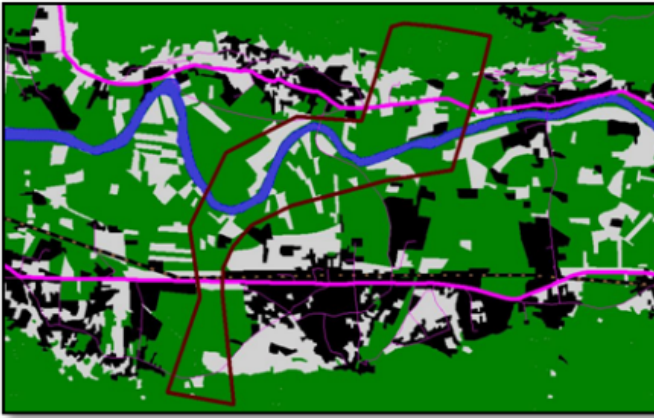
I corridoi individuati in modo definitivo sono diciassette. sono distribuiti approssimativamente lungo tutto il fondovalle provinciale e si possono suddividere in base alla loro ubicazione all'interno delle quattro macrozone provinciali individuate: 4 corridoi in Valchiavenna, 6 in Bassa e Media Valtellina, 4 tra Sondrio e Tirano e 3 in "Alta Valle". Di seguito viene mostrata un'immagine di tutti e diciassette i corridoi.



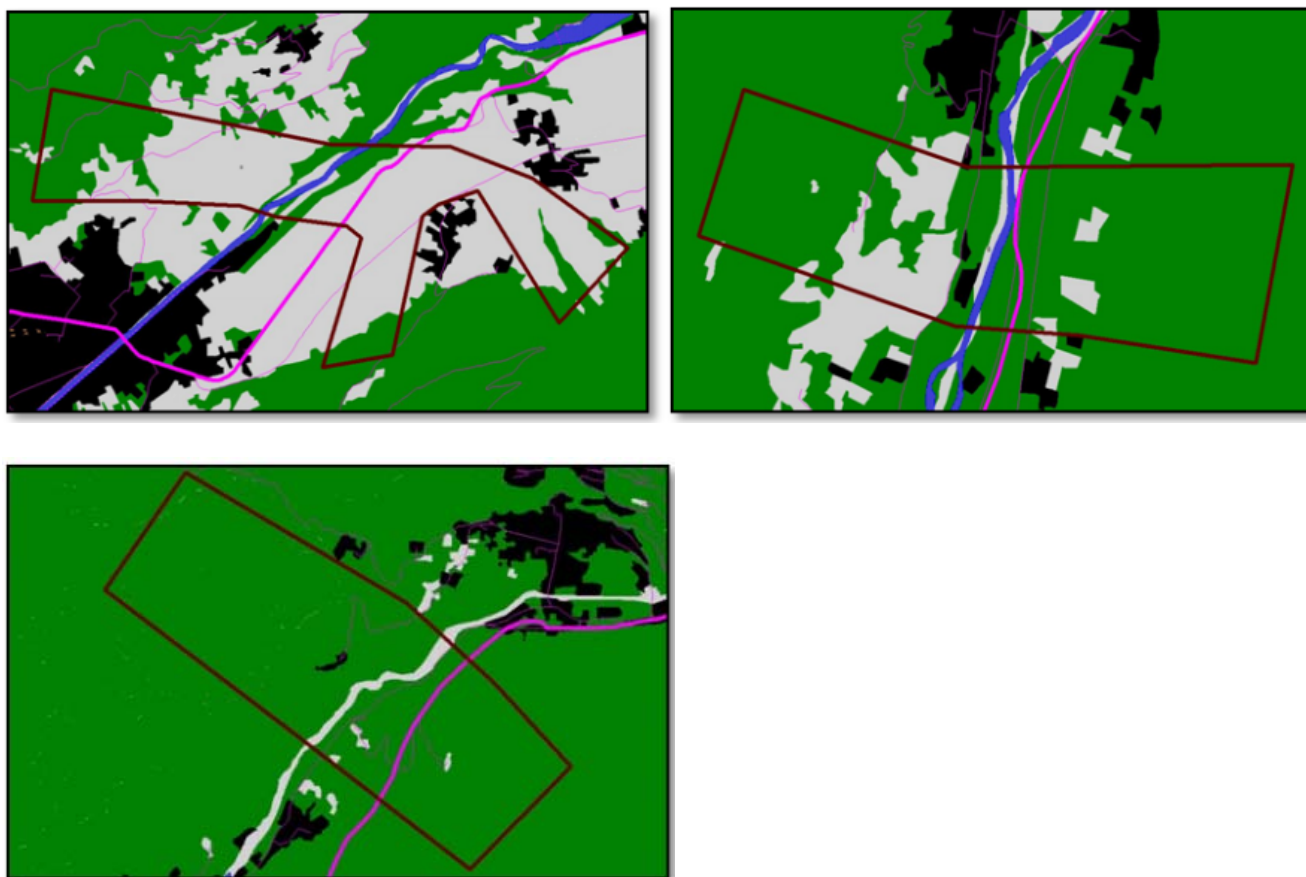
I dettagli di ogni corridoio, sono mostrati nelle immagini seguenti partendo dal C11 nord-ovest (Valchiavenna) e procedendo verso sud ed est fino al C7 in "Alta Valle".









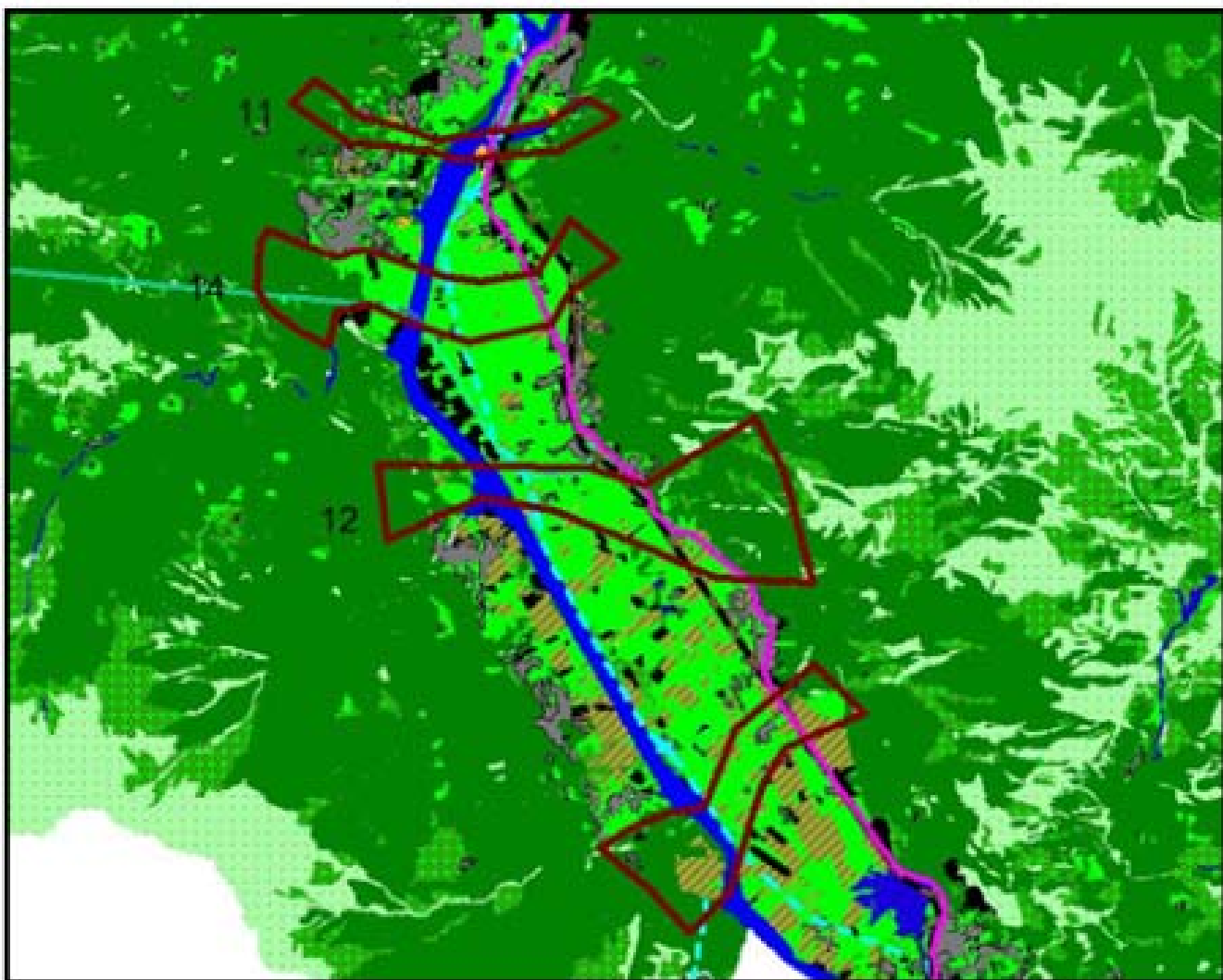


### **Corridoi in Valchiavenna**

Sono quattro i corridoi individuati in Valchiavenna: da Nord a Sud, il C-11, il C-14, il C-12 ed il C-16 (vedi figura sopra). Da un punto di vista qualitativo, il C-11 ed il C-14 sono i più idonei, mentre gli altri due sono meno accessibili. In Tabella seguente sono riassunti schematicamente i giudizi assegnati a questi quattro corridoi durante le attività di campo.

Giudizio globale dei corridoi

Corridoio	Comuni interessati	Fiume	Strade	Ferrovia	Land Cover	Giudizio Globale
11	Mese, Prata Camportaccio, Gordona	4	3	4	2	3-
14	Gordona, Prata Camportaccio	4	3	2	4	3
12	Samolaco, Prata Camportaccio, Gordona	2	2	2	2	2
16	Samolaco	2+	2	4	3	2+



Corridoio 11: Da un punto di vista strettamente dell'analisi cartografica (GIS) il C-11 è un corridoio naturale e conservato, anche se il punto più stretto è di soli 120 metri circa. Lo studio di campo ha fatto emergere la buona attraversabilità del fiume, poco profondo, largo circa una ventina di metri e con corrente debole. Gli argini, naturali e molto bassi, facilitano l'accesso al fiume. Ad Est del fiume, sia la strada statale sia la ferrovia superano il torrente Schiesone grazie ad un ponte. Non rappresentano un ostacolo e consentono al torrente di essere un'interessante via di collegamento tra il versante Est ed il Mera. Il torrente stesso, che costituisce il margine del SIC e che in passato ha rappresentato un elemento problematico nella gestione del territorio (esondazioni, lavori in alveo, costruzione di centraline a monte, procedura di infrazione della UE, ecc.), può paradossalmente rappresentare un corridoio di passaggio est-ovest, che permette di risolvere il problema della connettività nel punto più delicato del corridoio.

Ad Ovest del fiume, la presenza di numerosi recinti (uno dei quali attualmente usata per daini) e di un canale a semiluna in mezzo al corridoio che proviene dalla vicina centrale elettrica di Mese rendono, attualmente, quasi impossibile il passaggio. Questo canale è il maggior elemento di

frammentazione del corridoio che ne compromette l'effettiva idoneità, nonostante il resto del land cover sia particolarmente naturale. I numerosi avvistamenti di avifauna effettuati anche durante i sopralluoghi (sebbene statisticamente non significativi)- aironi (*Ardea cinerea*), alzavole (*Anas crecca*) e rondini (*Hirundo rustica*) - lungo il Mera, mostrano comunque che l'area è semi-naturale e frequentata da animali.



A sinistra: Il torrente Schiesone e la statale sopraelevata in secondo piano ; al centro: C-14, il sottopasso della ferrovia ; a destra: c. C-16, la statale sopraelevata rispetto ai campi di mais.

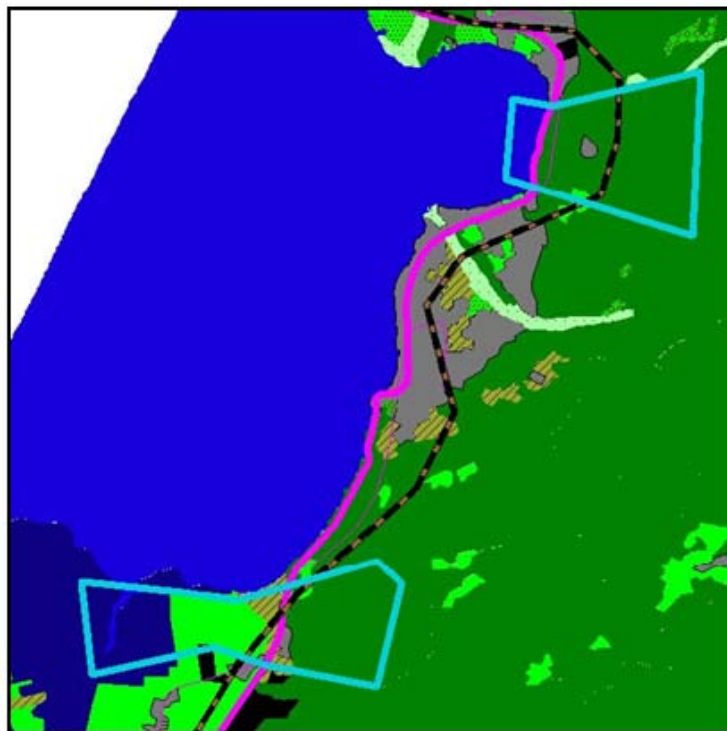
Corridoio 14: Si tratta, probabilmente, del corridoio qualitativamente più idoneo in tutta la Valchiavenna. Il fiume sembra facilmente attraversabile per via dell'acqua molto bassa e degli argini in parte naturali. Delle quattro strade (di cui una statale) che attraversano in modo trasversale il corridoio, nessuna è protetta completamente da parapetti o altre barriere. Anche il land cover è molto idoneo: sono presenti solamente prati, alcuni campi coltivati e poche case sparse con funzioni agricole. Il bosco ricopre la parte più occidentale del fondovalle. L'ostacolo maggiore è dato dalla ferrovia - situata all'inizio del versante, lato Est - che impedisce il passaggio in buona parte del corridoio, essendo sopraelevata e protetta da un muretto con terrapieno invalicabile. Questi problemi sono accentuati dalla situazione naturalmente ripida del versante orientale della valle. La presenza di un tratto in galleria così come di un sottopasso ne riducono però l'impatto. I problemi legati alla ferrovia e la presenza di un imponente stabilimento ad ovest del Mera potrebbero indurre alcune modificazioni morfologiche del corridoio.

Corridoio 12 : È un esempio di come un corridoio giudicato positivamente da un punto di vista cartografico si possa rivelare negativo dopo il lavoro di campo: a tutti gli elementi valutati è stato assegnato un voto. La corrente del fiume è spesso sostenuta ed esso è molto più profondo dei tratti precedentemente descritti; il passaggio sembra compromesso. La statale è in parte circondata da parapetti; le strade in generale non sono particolarmente idonee. La ferrovia è transennata da filo spinato e barriere, salvo in un breve tratto. L'elemento più frammentante a

livello del land cover è l'abbondante presenza di campi coltivati (mais), che rendono difficile l'individuazione di un chiaro passaggio continuo da un versante all'altro.

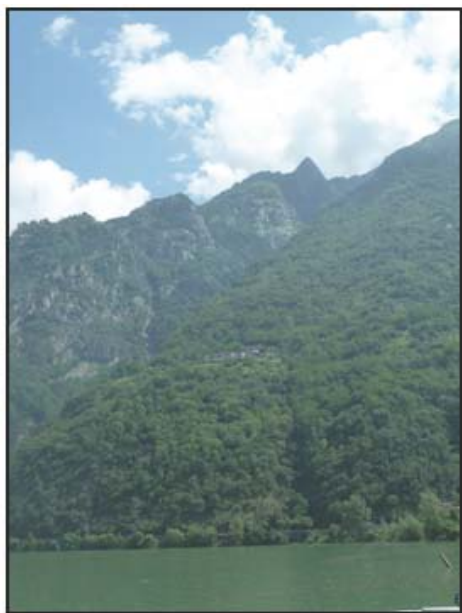
### **Accessi al Lago di Mezzola**

Nell'ambito della Rete Ecologica Provinciale e della connettività potenziale a livello del fondovalle, vanno segnalati due interessanti accessi al Lago di Mezzola e quindi alla "Riserva Naturale di Pian di Spagna e del Lago di Mezzola", area umida del fondovalle di importanza internazionale (divenuta anche SIC e ZPS), situata a cavallo tra le provincie di Sondrio e Como. Questi accessi sono utili per potere garantire una connessione diretta della megafauna dal versante al lago, nonostante l'attraversamento sia poco ipotizzabile (il lago ha un'ampiezza di 1,5 km nel punto più stretto), anche se cervi sono stati visti nuotare attraversando il Mera. Questi due "corridoi" sono stati nominati, per comodità, C-22 e C-23 e si osservano nelle immagini di seguito. Il C-22 consente un accesso diretto dal versante Est fino al lago. Sia la statale sia la ferrovia si trovano in galleria, ma la presenza di una stradina, circondata da un muro di un paio di metri, che costeggia la riva del fiume rappresenta un ostacolo consistente. Inoltre, il versante è ripido; questo accesso sembra perciò soprattutto teorico, eventualmente limitato alla piccola fauna. Al contrario, il C-23 consente di accedere all'area umida, dove la vegetazione di tipo igrofilo è ricca di prati e canneti. Inoltre, la statale si trova in galleria mentre la ferrovia presenta un tratto in galleria e uno esterno, quest'ultimo protetto da transenne. Alcuni interventi strutturali potrebbero migliorarne l'accessibilità.



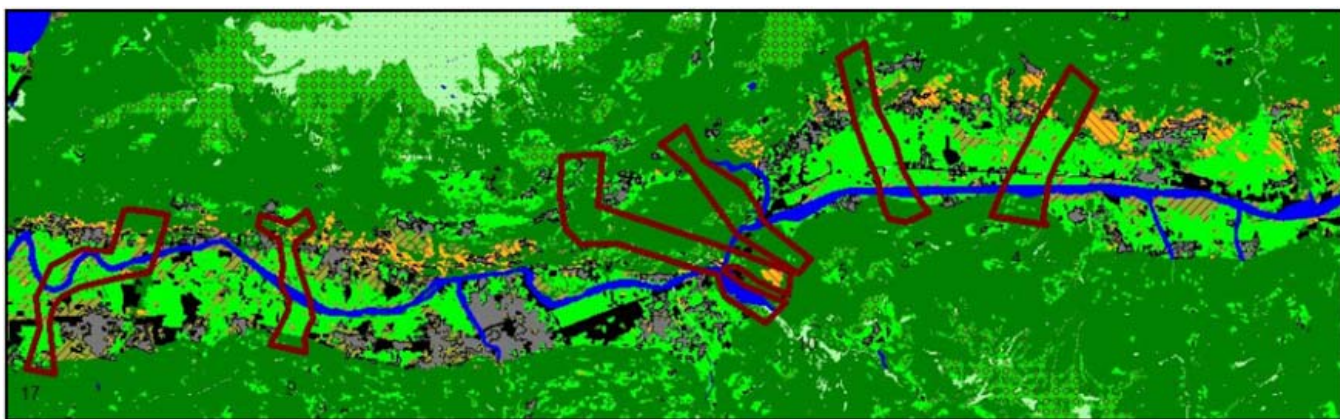
un'immagine GIS dei due accessi al lago di Mezzola su land cover realistico





Da sinistra: il versante all'interno del C-22 e l'area umida Pian di Spagna-Lago di Mezzola

### **Corridoi in Bassa e Media Valtellina**



Tra il Lago di Mezzola e Sondrio (Bassa e Media Valtellina), sono stati individuati sei corridoi. Da Ovest a Est, i corridoi selezionati sono il C-17, il C-9, il C-10 ed il C-5 (questi molto ravvicinati, quasi da potere essere considerati un unico corridoio), il C-3 ed il C-4 come si vede nella figura sopra. Il C-10 è probabilmente il corridoio più idoneo, forse anche a livello provinciale. I corridoi C-3 e C-4, invece, sono dei tipici corridoi apparentemente idonei (sia dall'analisi GIS sia dalle osservazioni sulle qualità dell'habitat), ma fortemente limitati dai vari elementi di frammentazione trasversale che ne compromettono il giudizio finale. Nella tabella successiva sono riportati i giudizi sintetici attribuiti ad ogni corridoio.

### Giudizio globale dei corridoi

Corridoio	Comuni interessati	Fiume	Strade	Ferrovia	Land Cover	Giudizio Globale
17	Delebio, Dubito, Mantello, Andalo Valtellino	3+	3	4	3	3
9	Cosio Valtellino, Traona, Cercino	3	2	3	3-	2+
10	Talamona, Dazio, Civo	3+	3	4	4	3+
5	Talamona, Dazio, Civo, Ardenno	3+	3	3	3	3
3	Ardenno, Forcola, Buglio in Monte	2	2	2	4	2+
4	Berbenno di Valtellina	2	2	2	3	2+

Corridoio 17: Questo corridoio si è rivelato, grazie allo studio di campo, migliore rispetto ai risultati dell'analisi GIS. Sia la vicinanza a diversi centri abitati, che la presenza di due strade statali (versante Nord e versante Sud), sembrerebbero evidenziare criticità sulla qualità di questo passaggio. Invece, l'attività di campo ha fatto emergere altre considerazioni, riportate in seguito. Il fiume, seppur largo e abbastanza profondo, scorre longitudinalmente rispetto alla parte centrale del corridoio e presenta argini sostanzialmente naturali; questo potrebbe consentire all'animale di sostare e muoversi in prossimità della riva in modo da scegliere quale sia il punto di attraversamento e risalita migliore. La corrente, inoltre, è molto debole, anche se ovviamente questo dato è legato ad un momento specifico. Le due strade statali sono prive di parapetti o protezioni (salvo per un breve tratto) e, di conseguenza, presumibilmente attraversabili senza troppe difficoltà. Inoltre, la futura Superstrada che taglierà orizzontalmente il fondovalle - e i cui lavori sono già iniziati in questa zona - sarà sopraelevata e permetterà il transito al di sotto di essa. L'attraversabilità della ferrovia sembra possibile per il fatto che essa presenta zone transennate alternate a zone senza protezioni. Il land cover è particolarmente naturale e conservato (presenza di molti prati): l'avvistamento di un capriolo in pieno giorno è una testimonianza significativa.

Questo corridoio può essere considerato particolarmente idoneo.



C-17, la Superstrada sopraelevata in costruzione

Corridoio 9: Questo corridoio ha come elemento ostacolante principale la forte frammentazione lineare. Le due principali arterie stradali, che decorrono lungo il versante Sud ed il versante Nord, sono protette quasi ovunque da parapetti. La statale del versante Sud, inoltre, corre adiacente alla ferrovia, cosicché il parapetto della prima diventa una barriera anche per la seconda. L'impatto maggiore è determinato dalla Superstrada in progetto, il cui tragitto sarà sdoppiato in due tratti. Se il primo – che dovrebbe fungere da svincolo stradale -sarà sopraelevato (stando alle osservazioni all'inizio dei lavori), il secondo, quello principale, sembra invece avere una maggiore potenzialità frammentante, a tratti compensata dai pochi sottopassi in fase di costruzione. Le caratteristiche del fiume sono simili a quelle del C-17: argini vegetati, larghezza e corrente media. Il land cover è piuttosto naturale, eccezione fatta per alcuni insediamenti, un cantiere per la sistemazione ambientale. Al momento (e presumibilmente per parecchi anni a venire) la cantierizzazione della superstrada sembra piuttosto impattante. Non si tratta, quindi, di un corridoio particolarmente idoneo qualitativamente, sebbene conservi certamente una residua permeabilità.

Corridoio 10 e Corridoio 5: Questi due corridoi sono geograficamente molto vicini e potrebbero essere uniti in un unico corridoio di maggiore dimensione. Inoltre, il C-10 rappresenta un esempio significativo di corridoio i cui confini sono stati modificati, durante il lavoro in GIS, con lo scopo di evitare la pendenza eccessiva dei versanti. Il fiume, interposto tra i due corridoi, è particolarmente

attraversabile in questa zona. Nonostante si trovi a ridosso di una collina ad elevata pendenza dei versanti (fatto che non favorisce l'attraversamento), in alcuni punti è poco largo e profondo e gli argini sono particolarmente vegetati; gli animali potrebbero aggirare il fiume e attraversarlo nel punto migliore, ad esempio, nei tratti dove la corrente è meno forte. Si tratta effettivamente di un percorso utilizzato, come verificato dall'osservazione di impronte di Capriolo. L'accessibilità dall'esterno è ottima, soprattutto nel C-10, per via della vasta area a carattere naturale costituita da detriti di un evento franoso, come è noto, che scende dal versante Sud direttamente fino al fiume. La strada statale ha un impatto ridotto nel C-10 perché si trova sopraelevata di almeno una decina di metri, mentre nel C-5 può essere attraversata superando i parapetti o utilizzando un sottopasso. La presenza di più percorsi alternativi rappresenta un elemento qualificante di questa coppia di corridoi. L'impatto della ferrovia è trascurabile, perché passa in galleria e ne esce nell'ultimo tratto del C-5, dove, in ogni caso, può essere attraversata facilmente essendo priva di protezioni. La qualità del land cover è molto elevata: il versante Nord è coperto da formazioni forestali su suoli ad elevata pendenza, mentre a Sud del fiume la frana e le numerose aree a carattere naturale facilitano il passaggio delle specie. Il vasto fronte franoso rappresenta al momento un elemento di connettività straordinario, tra l'altro naturalmente protetto da future opere dal vincolo idrogeologico. Si tratta però, a lungo termine, di un ambiente in naturale trasformazione, per il quale è ben difficile ipotizzare un climax, piuttosto un'evoluzione verso un ambiente più boscoso costituito da piante pioniere, dunque sempre ad elevata naturalità, ma con caratteristiche diverse da oggi e, forse, un diverso ruolo nella connettività.

Il C-10 è qualitativamente più idoneo del C-5, ma unendoli in un solo corridoio più ampio si potrebbero sfruttare le qualità di entrambi, per formare uno dei varchi più interessanti del presente lavoro.





C10-panoramica del versante Sud. Si osserva la vecchia frana e la statale sopraelevata

Corridoio 3: Questo corridoio presenta una naturalità molto diffusa, ma interrotta dall'impatto imponente dei vari elementi di frammentazione, lineari e non. Il land cover è infatti molto idoneo, sia all'inizio dei versanti -in cui vi è una fitta copertura boschiva -sia nel fondovalle, dove l'abbondanza di prati fa sì che si possa individuare un passaggio molto naturale e conservato da un versante all'altro. La zona avrebbe, quindi, tutti i presupposti per essere un ottimo corridoio se non fosse per l'impatto prodotto dalla frammentazione trasversale di fiume, strade e ferrovia.

Il fiume, oltre ad essere abbastanza largo e profondo, è protetto in entrambe le sponde da argini di cemento alti e a pendenza elevata. La strada statale presenta parapetti doppi e corre contigua alla ferrovia, a sua volta protetta da una barriera di cemento alta più di due metri. Attualmente, il passaggio è possibile solo lungo i passaggi a livello e lungo i pochi tratti privi di protezioni. Intervenire su questi elementi di frammentazione permetterebbe di utilizzare e sfruttare le ottime caratteristiche del mosaico di habitat costituenti il corridoio.



C-3-land cover frammentato dal fiume e dalla statale/ferrovia



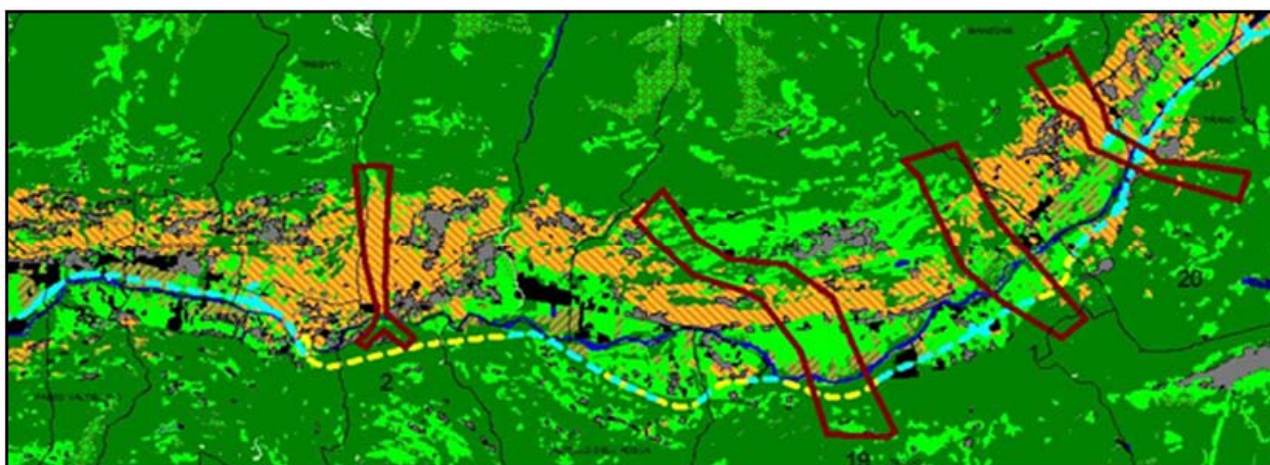
C-3, Il fiume arginato

Corridoio 4 : Si tratta di un corridoio molto simile a quello precedente, in parte per via della prossimità geografica. Il fiume ha le stesse caratteristiche del C-3, a cui vanno aggiunte la presenza, in alcuni punti, di barriere di protezione in vetro ma anche di una piccola zona boschiva senza argini cementificati. L'attraversamento appare complesso. La strada statale e la ferrovia sono anch'esse contigue e protette da parapetti e barriere in cemento (un'immagine della ferrovia è visibile nelle figure seguenti). Le altre strade minori sono costeggiate da transenne lungo alcuni tratti; la loro presenza non favorisce l'attraversabilità del corridoio. Il land cover è simile a quello del C-3 cui si aggiunge, però, la presenza di numerosi campi di mais (generalmente meno idonei dei prati) oltre che di attività impattanti. Un cartello di "segnalazione anfibi" testimonia la presenza frequente di anfibi nei giorni di pioggia e nei periodi di migrazione.

### **Corridoi tra Sondrio e Tirano**

In questa macroarea sono stati identificati quattro corridoi: il C-2, il C-19, il C-1 ed il C-20. Nessuno di questi è risultato all'analisi particolarmente idoneo: infatti, i giudizi globali sono complessivamente bassi (vedi tabella di seguito). Il C-19 è quello con il giudizio minore 2- di tutti i corridoi identificati, mentre il C-20, nonostante sia il migliore della zona, si ferma a 2+.

L'impatto maggiore è causato dall'Adda (in parte, dunque, una barriera naturale), dalle strade e, soprattutto, dal land cover, sebbene a matrice fortemente agricola. La ferrovia, invece, è solitamente priva di protezioni.



Corridoi individuati tra Sondrio e Tirano (si noti la matrice agricola del fondovalle che risulta poco idonea)

CORRIDOIO	Comuni attraversati	FIUME	STRADE	FERROVIA	LAND COVER	GIUDIZIO
2	Ponte in Valtellina, Tresivio	2	2	2	2	2
19	Teglio	2	2	4	2	2
1	Teglio	2+	2	4	3	2
20	Bianzone Villa di Tirano	3	2	4	2	2+

Corridoio 2 : Questo corridoio attraversa una zona agricola molto ampia. Si tratta di un conoide su cui vengono coltivati buona parte dei meleti della Valtellina. La forte componente agricola era stata evidenziata già durante le analisi cartografiche, ma si era deciso di valutare la qualità di questo uso del suolo con il lavoro di campo che ha fatto emergere la scarsa qualità del land cover, non solo perché non sufficientemente naturale, ma anche per la presenza di numerose stradine e muretti che si susseguono all'interno dei meleti. Inoltre, i tre elementi principali di frammentazione - fiume, statale e ferrovia – devono essere attraversati quasi contemporaneamente perché sono fisicamente molto vicini l'uno dall'altro. L'Adda, in questo punto, è situato a ridosso di due ripidi versanti e, nonostante sia poco largo, la corrente è molto forte e gli argini sono in parte artificializzati con la costruzione di due muretti protettivi. Anche la statale presenta protezioni e appena sotto di essa vi è la ferrovia; l'attraversabilità sembra perciò molto difficoltosa. Si tratta, complessivamente, di un corridoio qualitativamente poco idoneo.

Corridoio 19 : Questo corridoio è quello, tra i diciassette corridoi rilevati nel territorio provinciale, a cui è stato assegnato il giudizio qualitativo più basso. Nonostante la ferrovia sia ottima poiché non protetta, tutti gli altri elementi rappresentano delle effettive barriere. La presenza, all'inizio del versante Nord, di vigneti (molti dei quali a filari orizzontali, quindi trasversali alla direzione del passaggio da valutare) e annessi terrazzamenti rende sfavorevole il passaggio. A questi elementi si aggiungono numerose strade che tagliano trasversalmente il versante, una delle quali è protetta da un muro di almeno un paio di metri e attraversa il corridoio due volte. Il fiume è particolarmente largo, profondo e la corrente forte. A meno di intervenire in futuro sulla struttura e la permeabilità dei vigneti, questo corridoio non sembra idoneo per una corretta connettività tra i due versanti, sebbene non si possa dire che la permeabilità sia nulla.

Corridoio 1 : Questo corridoio è simile agli altri selezionati in questa macrozona. Il fiume è largo e profondo, con corrente abbastanza sostenuta. La naturalità dei suoi argini, così come la presenza di un canale che scende dal versante Sud, facilita l'accessibilità dall'esterno. Le due strade, statale e provinciale, che attraversano il fondovalle, rispettivamente a Nord e a Sud del fiume, causano le maggiori problematiche. Entrambe presentano parapetti e muretti piuttosto alti che costituiscono



un ostacolo imponente. Il land cover è caratterizzato dall'alternarsi di meleti, vigneti e campi di mais, ma anche dalla presenza di alcune zone più naturali, come alcuni boschi, presenti soprattutto alle quote più elevate del corridoio. La ferrovia, invece, non presenta protezioni, ma il giudizio complessivo sul corridoio rimane abbastanza basso (2).

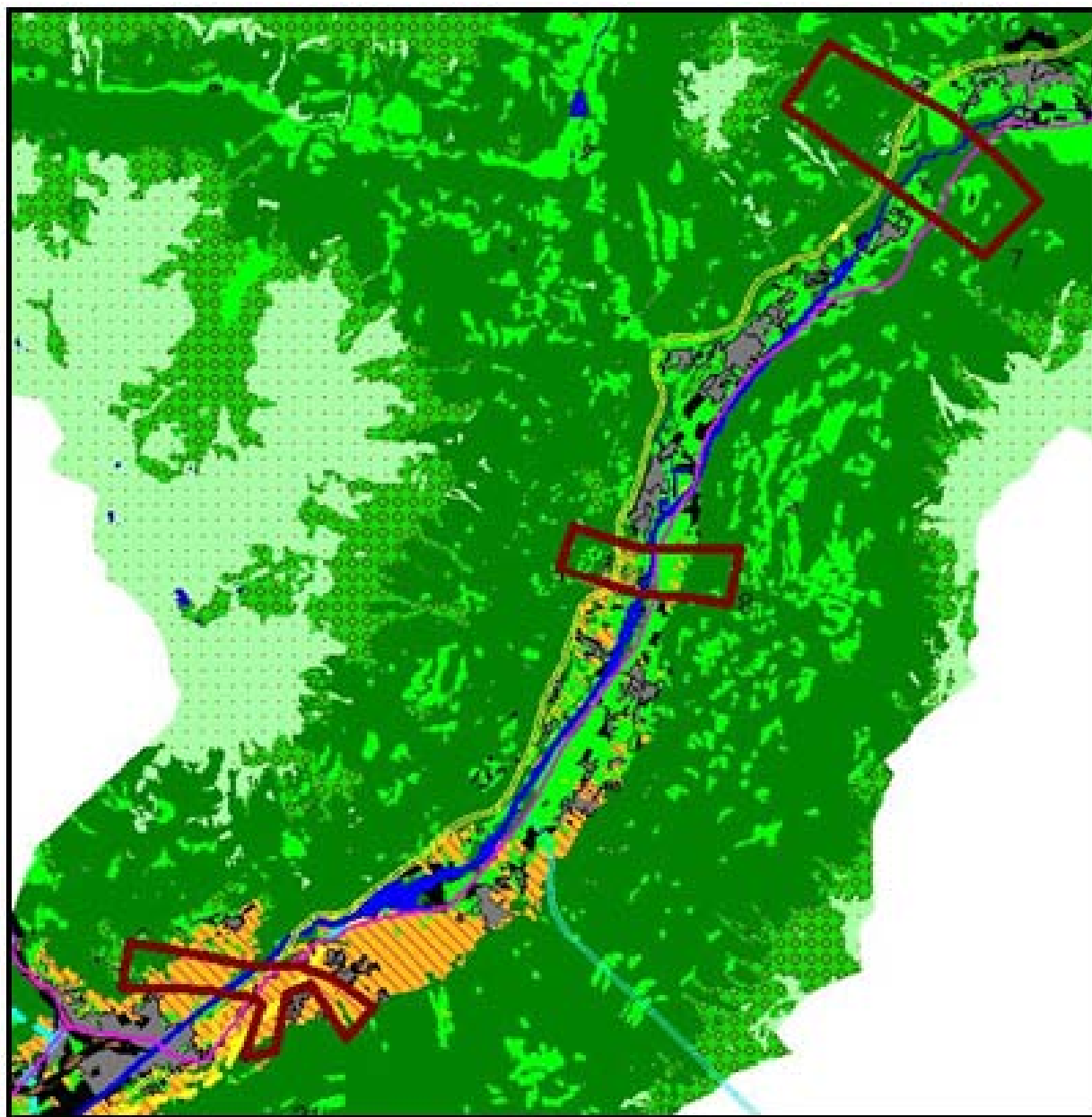
Corridoio 20 : Pur non essendo particolarmente idoneo, dei quattro corridoi di questa macrozona è quello con il voto sintetico finale più alto. Uno degli aspetti determinanti riguarda il fiume, con un grado di attraversabilità che appare maggiore rispetto ai corridoi precedentemente descritti: nonostante la corrente sia ancora significativa, la profondità delle acque e la larghezza sono minori rispetto alle caratteristiche dei corridoi precedenti e ciò sembra favorire in modo netto le possibilità di attraversamento. La ferrovia è priva di protezioni, mentre le strade, che attraversano il corridoio per due volte, presentano parapetti in diversi punti. Il land cover è parzialmente conservato: rilevanti sono la presenza di un canale che connette il versante Sud al fiume e di alcuni prati che garantiscono una buona naturalità dell'area in diversi punti del corridoio. Al contrario, la presenza di numerosi filari trasversali di meleti e vigneti, salendo di quota, ostacola parzialmente il passaggio e la permeabilità del territorio.



Figure da sinistra in alto: C-2 panoramica del versante nord ricoperto da meleti; C-2, L'Adda a corrente elevata e protetto da un argine (lato sx); C-20, esempio di vigneti a filari orizzontali; C-20, il canale che collega il versante Sud al fiume.

### Corridoi tra Tirano e Sondalo

Tra Tirano e Sondalo sono stati selezionati tre corridoi, rappresentati di seguito. Questi sono il C-21 (appena sopra a Tirano), il C-8 e il C-7, entrambi estesi e di ottima qualità. In quest'area non è presente la ferrovia, solo un ipotetico progetto di realizzazione futura. Anche l'impatto della nuova Superstrada non riguarda questa zona.



Si noti la naturalità diffusa del paesaggio.

I giudizi sintetici di questi corridoi sono riportati nella tabella seguente

CORRIDOIO	Comuni attraversati	FIUME	STRADE	FERROVIA	LAND COVER	GIUDIZIO
21	Tirano, Sernio	2+	3	/	2	2
8	Grosotto	4	3	/	4	3+
7	Grosio, Sondalo	4	4	/	4	4

Corridoio 21 : Si tratta del corridoio qualitativamente meno idoneo dei tre. È situato vicino a Tirano, in zona prevalentemente agricola. Ad Est del fiume abbondano i meleti, mentre a Ovest vi sono numerosi vigneti difficilmente attraversabili. La presenza di un agglomerato urbano da aggirare nel versante Sud è stata determinante per la configurazione a "Y" del corridoio. Lo stato del fiume in questo punto è decisamente migliore rispetto alla media valtellinese, anche se non è attraversabile come nei corridoi situati più a monte: l'alveo poco profondo e la presenza di numerosi ciottoli facilitano l'attraversabilità, mentre la presenza di argini artificiali e la ripidezza del versante hanno un impatto negativo non trascurabile. Le strade (una statale, una provinciale tra i meleti e una tra i vigneti) sono in generale attraversabili anche se a volte costeggiate da protezioni e circondate da abitazioni. La matrice prevalentemente agricola del land cover di quest'area rende il corridoio non particolarmente idoneo.

Corridoio 8 : Questo corridoio si trova in una zona molto naturale, eccezion fatta per la presenza di una cava e di un canale arginato che taglia longitudinalmente il corridoio, il land cover è particolarmente buono. Il fiume è facilmente attraversabile (alveo poco profondo e corrente di media intensità), ma la presenza di argini di pietra piuttosto ripidi potrebbe rappresentare un ostacolo. Le strade, invece, hanno un impatto più rilevante: infatti, la statale è su un modesto terrapieno ed è protetta da un parapetto basso ma continuo (e a volte da una rete protettiva). La presenza di un sottopasso rappresenta la via di accesso più sicura per un animale. Anche la provinciale, situata ad Ovest del fiume, è protetta parzialmente da guard rail e muretti, ma l'accesso è possibile in numerosi tratti. La naturalità diffusa del paesaggio fa sì che il giudizio globale assegnato a questo corridoio sia molto alto (3+).

Corridoio 7 : È qualitativamente il corridoio più idoneo di tutta la provincia, anche se occorre dire che strategicamente forse il meno importante, attraversando una matrice tutto sommato naturale al di fuori delle zone strettamente urbanizzate. Ciò nonostante si tratta di un varco largo circa un chilometro ed è senz'altro un'area da preservare. La strada statale è interamente in galleria, mentre la provinciale che costeggia il fiume è per metà protetta da barriere verticali (contro eventuali cadute di massi) e per l'altra metà è attraversabile. In questo tratto, l'Adda somiglia più a un torrente di montagna che a un fiume, non può essere considerato un serio ostacolo per un ungulato medio. Il land cover è idoneo pressoché ovunque; l'unico elemento da valutare è la



pendenza del versante che in alcuni punti potrebbe costringere l'animale a modificare il proprio percorso. Resta, comunque, un corridoio di ottima qualità.



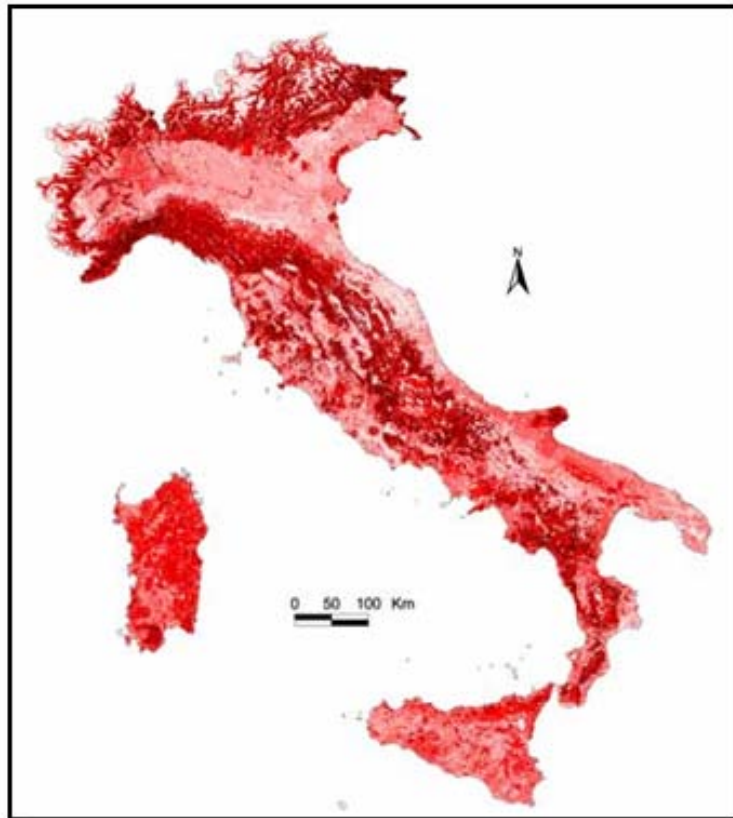
Da sinistra a destra: C-8, Il sottopasso della statale; C-21, il versante pendente ai lati del fiume; C-7, fiume particolarmente attraversabile

### **Discussioni e considerazioni finali**

Questo studio ha fatto emergere alcuni aspetti interessanti sullo stato di conservazione e sulle prospettive di tutela della provincia di Sondrio, in un'ottica di conservazione su vasta scala.

Il territorio provinciale presenta un'elevata frammentazione dovuta all'antropizzazione su buona parte del fondovalle, mentre salendo di quota la naturalità è più diffusa. Questi dati confermano una situazione riscontrabile con frequenza sul territorio italiano: al procedere verso gli ambienti di alta montagna, dove il territorio diviene meno confortevole per il risiedere di attività di sviluppo, l'uso del suolo risulta meno antropizzato e lascia spazio ad una maggiore disponibilità di ambienti naturali. Al contrario, negli ambienti planiziali o di fondovalle le attività antropogeniche hanno un impatto molto rilevante. Questa situazione rappresenta, con tutte le debite differenze, uno standard che si è abbastanza mantenuto nel tempo, con la sola eccezione del secolo XIX, in cui anche i versanti sono stati abitati in modo rilevante. Sicuramente il fondovalle si trova oggi nel peggiore dei suoi periodi rispetto alla connettività ecologica. Una delle principali differenze con il passato più o meno recente è infatti rappresentata da un fondovalle bonificato e quindi idoneo all'abitare e al produrre. In passato, in presenza di esondazioni e molte zone umide, esso rappresentava una zona poco favorevole alla presenza dell'uomo. Gli insediamenti umani, talvolta anche significativi, si attestavano infatti nelle zone immediatamente rialzate, alla base delle catene montuose, soprattutto nei versanti esposti a sud (retici dunque). L'influenza dell'uomo sull'uso del suolo del fondovalle e della bassa montagna è comunque sempre stata rilevante, mentre l'alta montagna e i versanti sono stati utilizzati su larga scala solo per un periodo, storicamente ed ecologicamente parlando, breve.

La mappa edita da Boitani e altri nel 2002 mostra come le specie minacciate nel territorio italiano siano presenti soprattutto lungo le grandi catene montuose Alpi e Appennini.



Cartina indicante la presenza di specie minacciate in Italia: la gradualità del rosso indica il numero di specie minacciate. Si noti come le catene montuose siano particolarmente ricche di queste specie rispetto ad ambienti di pianura

Questo fenomeno è sintomo di un grande problema della biologia della conservazione, per cui la progressiva e ormai quasi definitiva scomparsa di tutti gli ambienti planiziali dovrebbe fare riflettere anche da un punto di vista etico, segno inconfutabile di un uso del suolo non sostenibile.

I risultati ottenuti e la scala di lavoro del progetto descritto testimoniano una sostanziale connessione tra la lettura generale e cartografica e l'esperienza percepibile in campo, fornendo una chiave di interpretazione utile alla descrizione di fenomeni impattanti anche a scala molto più vasta.

La scelta di basare gran parte del lavoro sui dati dell'uso del suolo lombardo (DUSAF) viene dall'intenzione di affrontare lo studio del territorio a scala di paesaggio. L'analisi a scala di patch, inoltre, valorizza una delle premesse su cui è basato il lavoro: non tutti gli habitat sono qualitativamente equivalenti. Questo è stato confermato, in parallelo, da ciò che è emerso dallo studio degli avvistamenti di ungulati nel fondovalle, da cui appare inequivocabile che gli animali in esame frequentano alcuni habitat in modo preferenziale (prati permanenti, boschi ma anche alcuni ambienti semi-naturali, a conferma dell'utilità delle categorie riclassificate nel livello qualitativo 3).

La valenza statistica di questi dati è però relativa a causa di un campionamento ad libitum imprescindibile dalla natura degli avvistamenti, che corrispondono unicamente ad animali investiti lungo le strade e dichiarati alla Polizia Provinciale; l'assenza di localizzazioni lungo una strada può indicare sì che gli animali non transitano da quelle parti, ma anche che tutti quelli che vi ci transitano non vengono investiti poiché in quel tratto la strada è meno pericolosa. Inoltre, non tutti gli habitat sono presenti con la stessa frequenza sul fondovalle; se un ambiente è molto presente, aumenta la probabilità che esso sia la sede di un avvistamento. Questi dati sono però stati un evidente indicatore di aggregazione su base qualitativa, quindi – indirettamente – sugli habitat potenzialmente più rilevanti. Hanno quindi giustificato l'approccio utilizzato, nonché la possibile riclassificazione qualitativa degli habitat provinciali a seconda della stimata idoneità. La riclassificazione degli habitat cartografati e la conseguente associazione su base qualitativa ha così fornito una chiave di lettura su cui si è basata la stessa individuazione dei corridoi, poi meglio delineati dalle informazioni complementari (frammentazione, pendenza, ecc): essi sono elementi aggiuntivi che avrebbero però perso qualsiasi funzionalità reale se non si fosse partiti da uno studio di habitat. Il corridoio ecologico deve infatti essere inteso primariamente come la concatenazione di patches di habitat -e la rappresentazione fisica di una nicchia ecologica -idonei (o sub-idonei) in una matrice non adatta alle funzioni vitali di una specie o di una comunità. La nicchia ecologica è un ipervolume complesso ed è il risultato della sovrapposizione di un certo numero di optima fisiologici lungo gradienti di risorse naturali. È quindi solo l'habitat -inteso come insieme di risorse - a determinare la direzione e la funzionalità di un corridoio ecologico: secondo il modello definito da Beier e Loe nel 1992, dei sei "step" delineati per valutare l'idoneità di un corridoio, il primo è proprio quello di identificazione delle aree di habitat che ne garantiranno la connettività. Gli altri elementi possono solo a posteriori favorire o indebolire questa relazione diretta, che rimane però alla base dello stesso concetto di connettività ecologica.

La frammentazione lineare di origine antropica è infatti uno degli elementi più impattanti a scala provinciale. L'impatto prodotto da questi elementi è però molto variabile; si passa da situazioni in cui la strada rappresenta una barriera quasi insormontabile a casi in cui l'ostacolo non sembra limitante. Ciò accade, ad esempio, se le strade si trovano in corrispondenza di un ponte (e.g., la statale nel C-10, la statale e la ferrovia al di sopra del torrente Schiesone nel C-11) o se queste sono sopraelevate. La presenza di sottopassaggi - anche se di dimensioni modeste - permette un attraversamento sicuro per gli animali (e.g., sotto alla statale nel C-8). Ricerche passate mostrano che gli animali utilizzano effettivamente questi passaggi, se di caratteristiche minime: sarebbe interessante sistemare in alcuni dei corridoi identificati, in corrispondenza dei passaggi obbligati, foto o videotrappole, per verificare questo funzionamento. Talvolta una strada può anche rappresentare un "corridoio di passaggio", sia nel caso che essa si trovi lungo un versante, dove

rappresenta la via meno pendente, sia nel caso in cui si tratti di un ponte, consentendo l'attraversamento di un fiume.

Anche la ferrovia ha un impatto molto variabile; tratti sopraelevati e sottopassaggi mitigano l'impatto di questa infrastruttura (e.g., nel C-14). Il tracciato parallelo e ravvicinato della ferrovia con la statale (ad esempio nel C-3, nel C-4 o nel C-9) ne aumenta l'impatto. L'elemento più ostacolante appare però la costruenda Superstrada, che rischia di avere un effetto pesante e definitivo da un punto di vista ambientale, sia per la cantieristica che questa infrastruttura implica, sia per la presenza di barriere di protezioni imponenti, utili ad evitare collisioni tra veicoli e animali in transito. Attualmente i lavori sono iniziati solo nella parte occidentale della Valtellina; sono evidenti le differenze fra i tratti sopraelevati e quelli a raso o in terrapieno (anche all'interno di uno stesso corridoio, come nel caso del C-9, in cui la Superstrada presenta caratteristiche molto diverse tra i due rami in fase di costruzione). Si potrebbe, infine, aprire una discussione sull'effettiva problematica che una strada – o che un qualsiasi altro elemento di frammentazione lineare costeggiata da parapetti e barriere produce sulla fauna selvatica, poiché nell'ostacolare o impedire l'accesso, questa impedisce che gli animali vengano investiti e quindi, indirettamente, che vi siano ripercussioni sul tasso di mortalità della popolazione. Questo argomento, seppur non privo di logica, non è particolarmente significativo in uno studio della connettività, per il quale l'attraversamento della barriera trasversale, nonostante possa implicare un rischio per l'animale, è assolutamente fondamentale per motivi popolazionali e genetici, già descritti in precedenza.

Le infrastrutture viarie hanno un impatto che varia a seconda delle specie considerate. Tuttavia, non essendo monospecifici, i giudizi assegnati sull'attraversabilità delle barriere hanno volutamente una valenza generica, non necessariamente valida per tutte le specie e parzialmente soggettiva. Questa limitazione è doverosa, poiché lo studio deve potere individuare delle connessioni a valenza multispecifica. Il modello specifico utilizzato, concretamente indefinibile come specie reale, sarà quindi un vertebrato non volatore descrivibile come un optimum in merito alle dimensioni, alla capacità motoria e, in definitiva, all'abilità di attraversare indenne un contesto antropizzato e frammentato.

Da un punto di vista metodologico, considerati il tempo e i mezzi a disposizione, le prime valutazioni sul lavoro svolto sono positive. L'approccio utilizzato è semplificato rispetto ad un modello multispecifico, ma si propone come un interessante strumento di studio per un progetto a duplice scala. Esso ha seguito una metodologia basata prima su analisi cartografiche e poi integrata con delle uscite di campo, utilizzando sia i dati e le informazioni disponibili sul territorio regionale che su pareri di esperti. Il problema della modellistica ambientale più frequente è che, nonostante la teoria preveda la necessità di testare sempre i risultati di un modello su un campione reale di entità sufficiente, in un buon numero di casi ciò non viene eseguito a causa della difficoltà di operare sul campo a scale paragonabili, per quanto inferiori, a quella oggetto dello



stesso modello. È quindi qui che emerge una riflessione sulla stessa scala idonea ad un'indagine ambientale. Tutto è ovviamente commisurato alle risorse disponibili: in questo caso, la scala provinciale è risultata essere idonea per l'integrazione di un sistema ad approccio molteplice e per la valorizzazione degli strumenti che volta per volta uno solo dei due approcci, complementari tra loro, è in grado di fornire.

Lo studio del fondovalle, dell'uso del suolo e della frammentazione ha fatto emergere alcune differenze significative tra le quattro macrozone studiate (Valchiavenna, Bassa e Media Valtellina, area tra Sondrio e Tirano, Alta Valle), sia da un punto di vista dello stato di conservazione del territorio sia della permeabilità dei corridoi individuati.

La Valchiavenna è visibilmente più conservata e meno antropizzata rispetto alla Valtellina; l'attraversabilità del fiume Mera è in generale ipotizzabile, sia perché ha mantenuto una naturalità diffusa lungo gli argini o perché gli argini di piena sono stati realizzati non a ridosso dell'alveo di magra, sia perché la portata del fiume è minore rispetto all'Adda: le caratteristiche dell'alveo nel C-11 e nel C-14 ne sono un esempio significativo. Il traffico stradale è piuttosto ridotto e le strade tendono ad essere meno protette da barriere o parapetti, quindi meno ostacolanti. Inoltre, la Valchiavenna ospita aree umide di particolare interesse; il fondovalle è stato infatti salvaguardato maggiormente in passato. La tutela di questa valle dovrebbe quindi essere prioritaria nell'ambito della Rete Ecologica Provinciale e Regionale (RER).

In Valtellina, invece, l'antropizzazione ha avuto effetti pesantissimi, sia sull'uso del suolo (in particolare urbanizzazione e agricoltura) sia per l'impatto che producono gli elementi frammentanti viari principali. L'impatto è visibile soprattutto fino a Tirano, mentre più in alto (in Alta Valle) la situazione migliora sensibilmente. In Bassa e Media Valtellina, l'Adda rappresenta un ostacolo molto vincolante (in parte per motivi naturali, in parte per il suo stato di gestione), sia per motivi di profondità e larghezza dell'alveo, sia per la corrente spesso forte e gli argini artificiali costruiti per limitare le conseguenze di eventuali regimi di piena. La statale, come è noto, è molto trafficata e, di conseguenza, vi sono numerose protezioni laterali. La Superstrada -che in alcuni punti è già in fase di costruzione -è e sarà un imponente elemento frammentante lungo tutta la valle (tranne dove sarà sopraelevata, come nel C-17). Per quanto riguarda la qualità del land cover, se è vero che non mancano zone anche conservate (i vasti prati nella C-3 e nel C-4, i residui della vecchia frana nel C-10 e nel C-5, ecc.), va sottolineato il fatto che il susseguirsi di attività antropiche -dagli insediamenti ai campi coltivati (in particolare l'abbondanza di vigneti nei pressi di Sondrio, zona Sassella) -ha frammentato sensibilmente tutto il fondovalle. La macrozona situata tra Sondrio e Tirano è visibilmente la meno idonea e conservata delle quattro. Si tratta di un'area in cui le attività antropiche sono diffuse e prevalentemente di carattere agricolo (in particolare meleti e vigneti) e l'abitato è denso. L'Adda è solitamente largo, profondo e con corrente elevata e le strade presentano protezioni pressoché ovunque. I giudizi assegnati ai corridoi in questa macrozona sono

infatti piuttosto bassi. Quella da Tirano a Sondalo è la macrozona meglio conservata, poiché situata in un'area in cui non esistono grandi centri urbani. L'Adda ha qui caratteristiche prossime ad un torrente di montagna piuttosto che a un fiume in senso stretto e il land cover presenta numerose zone ad alta naturalità; la matrice è molto conservata e il peso strategico di un corridoio ecologico risulta quindi ridotto rispetto a zone più antropizzate. Ciò nonostante, quest'area è da tutelare, onde evitare che anche questa parte del fondovalle si ritrovi minacciata dalle attività antropiche.

Da un punto di vista generale, la qualità dei corridoi individuati dipende innanzitutto dal giudizio globale assegnato dopo le attività di campo, nonché dalle caratteristiche degli elementi che li costituiscono. Esistono però altri parametri da valutare: in particolare la posizione geografica, l'utilità strategica e la densità di corridoi esistenti in quell'area. La connettività va infatti migliorata soprattutto nelle aree in cui è -o rischia di essere -compromessa. I corridoi individuati tra Tirano e Sondalo (peraltro i migliori da un punto di vista strettamente qualitativo) si trovano in un'area prevalentemente conservata e in cui l'impatto dell'antropizzazione è ancora limitato. Non hanno, in una visione generale, la stessa importanza dei corridoi situati nel bel mezzo della Valtellina. Va quindi valutata, con attenzione, la quantità di corridoi esistenti in una data zona. Un'area ricca in corridoi – quindi a matrice prevalentemente naturale – induce a una riduzione del valore intrinseco di ogni corridoio. Al contrario, in un'area povera in corridoi, i pochi esistenti assumeranno un'importanza maggiore. Di qui il concetto di utilità strategica, che prende in considerazione anche elementi di valutazione quali la prossimità ad aree protette, la corrispondenza con zone di transito animale documentate o con zone umide ad alta biodiversità (come può esserlo una parte del fondovalle valchiavennasco o la Riserva del Pian di Spagna -Lago di Mezzola). Anche questo parametro varia da corridoio a corridoio.

Questi parametri sono importanti perché nel disegnare una rete ecologica seria ed efficace è importante cercare di espandere a tutta la provincia il miglioramento della connettività: bisogna evitare di ritrovarsi con alcune aree molto conservate e salvaguardabili e altre, invece, compromesse e non tutelabili, quindi sacrificabili a prescindere. Un esempio interessante è dato dal C-20, qualitativamente il corridoio più idoneo della macrozona tra Sondrio e Tirano (giudizio globale 2+), che da un punto di vista strategico e della priorità di tutela è sicuramente più interessante rispetto a un corridoio come il C-16, anch'esso con giudizio globale 2+ ma situato in una macrozona – la Valchiavenna -che presenta già alcuni corridoi di qualità più elevata (C-11 e C-14).

L'indagine effettuata ha portato all'identificazione di diciassette corridoi. Questi non passano però mai in un centro abitato specifico, bensì nelle aree situate tra due zone urbanizzate che spesso coincidono con il limite amministrativo tra due comuni. Questo avrà una rilevanza notevole quando le autorità locali -e in particolar modo quelle comunali -decideranno come pianificare gli interventi

di tutela; se il numero di comuni attraversati (e quindi coinvolti) da un corridoio è elevato, c'è il rischio che vi siano maggiori difficoltà nel trovare soluzioni condivisibili e condivise dagli interessati (è evidente la differenza tra il C-16, che attraversa solo un comune – Samolaco – e il C-17, che ne attraversa quattro: Delebio, Dubino, Mantello e Andalo Valtellino).

Dei diciassette corridoi, però, sono pochi quelli già attualmente idonei, ossia che non necessitano di interventi particolari, ma soprattutto di tutele: il C-14 in Valchiavenna, il C-10 (unito al C-5) e forse il C-17 in Bassa Valtellina e i due corridoi in Alta Valle (C-8 e C-7) che però, appaiono strategicamente e geograficamente meno utili. Diversi corridoi (il C-12, il C-9, il C-2, il C-19, il C-1 e il C-21) mostrano un basso livello qualitativo, ognuno per motivi diversi (e.g., fiume inattraversabile, land cover poco idoneo, strada insuperabile); la loro effettiva idoneità lascia molti dubbi. I corridoi restanti (il C-11, il C-16, il C-3, il C-4, il C-20) possono essere considerati di qualità intermedia; sono solitamente limitati da alcuni elementi che fungono da barriera.

La suddivisione dei diciassette corridoi in tre “categorie di idoneità” (idonei, intermedi, non idonei) assume una certa importanza poiché gli interventi pratici di miglioria saranno necessariamente limitati e distribuiti nel tempo, quindi secondo una logica di priorità/opportunità. I corridoi idonei vanno tutelati. I corridoi non idonei sono probabilmente già compromessi per diventare agibili: più che investire con interventi di grande impatto (cosa che richiederebbe finanziamenti consistenti), sarebbe più utile una pianificazione che si limitasse a conservare le aree libere in funzione di generale conservazione della biodiversità o di stepping stones. Infine, i corridoi di qualità intermedia sono probabilmente quelli su cui sarà utile intervenire da un punto di vista strutturale, già all'interno del presente progetto. Alcuni interventi, dai costi probabilmente contenuti, potrebbero garantire la tutela dell'area e il suo miglioramento (e.g., costruzione di un ponte verde sopra a statale e ferrovia nel C-3 e nel C-4; abbattimento dei parapetti stradali nel C-16, eliminazione o riconversione del canale a semiluna in mezzo al C-11, creazione di passaggi verdi all'interno delle zone agricole del C-20 (interventi generali di tutela all'attraversamento di ungulati attraverso dissuasione delle automobili, ecc)).

I due accessi al Lago di Mezzola sono aree da conservare nell'ambito della Rete Ecologica Provinciale e degli obblighi comunitari. In particolare, il C-23 (fra i due, il più interessante) potrebbe garantire una connettività permanente tra il versante retico e la Riserva Naturale: potrebbe quindi essere necessario uno studio più approfondito dell'area.

La dimensione scientifica e conservazionistica rischia ovviamente di scontrarsi con quella più politica e amministrativa in questa fase. La pianificazione territoriale eseguita dagli organi competenti dovrebbe tenere responsabilmente conto del lavoro di base e ponderarne adeguatamente ogni aspetto rilevante: la sua base scientifica, il grande numero di dati ambientali, faunistici e cartografici su cui il lavoro è basato, le significative competenze expert-based utilizzate,

la completezza delle verifiche di campo, le indicazioni della RER, le prescrizioni derivanti dalle politiche nazionali e comunitarie in tema di connettività, la grande e crescente richiesta di naturalità e stop al consumo del suolo che deriva non solo dal mondo scientifico ed ambientalista, ma anche dagli operatori turistici, dagli agricoltori e da comuni cittadini.

Per ciò che riguarda gli obiettivi specifici del progetto, con questa relazione si sono raggiunti i primi, ossia fornire alle autorità locali dei dati precisi e approfonditi sulla connettività ecologica lungo il fondovalle della provincia di Sondrio.

### **Esempi di opere di deframmentazione per la creazione di corridoi ecologici**

Le opere di deframmentazione hanno lo scopo generale di ridurre gli effetti negativi dell'interruzione della continuità ambientale provocata dall'esistenza di elementi antropici che creano barriere (fisiche, acustiche, ecc.) e causano impatti sulle popolazioni animali; queste barriere nei fondovalle della provincia possono essere ricondotte sostanzialmente a strade, ferrovia, linee elettriche.

### **Opere di deframmentazione per fauna terrestre/acquatica**

Le più semplici opere di deframmentazione sono caratterizzate dalla installazione di apparecchiature lungo i margini delle strade al fine di evitare l'attraversamento della fauna in punti particolarmente pericolosi. Si passa poi a infrastrutture più o meno complesse a seconda anche della specie di fauna da tutelare.

**Dissuasori:** sono apparecchi ottici, acustici o ad infrarossi da installare in posizioni fisse lungo i bordi delle strade al fine di dissuadere l'attraversamento da parte dell'animale nel momento in cui si avvicina un veicolo. Queste tipologie possono agire sull'animale o avere lo scopo di avvisare l'uomo di un possibile attraversamento, tutti hanno lo scopo sia di prevenire gli investimenti della fauna sia di aumentare la sicurezza stradale: hanno quindi una duplice funzione sulla fauna e sull'uomo.

Gli apparecchi ottici sono dei catarifrangenti da applicare sui paracarri esistenti che riflettono la luce dei fari degli autoveicoli creando un "recinto luminoso" con lo scopo di abbagliare e bloccare momentaneamente l'animale che si accinge ad attraversare la strada. Vi sono poi altri apparecchi ottici con funzione duplice: avvisano anche l'automobilista. Si tratta di paracarri di prima generazione dotati di sensori sensibili al fascio di luce generato dalle automobili che attivano due gruppi di led: uno rivolto all'automobilista ed uno alla selvaggina. Il vantaggio rispetto ai catarifrangenti classici è l'invio di un'informazione anche all'automobilista che, al contrario degli animali, ne può interpretare il significato.



I dissuasore acustici si attivano con i fari dell'automezzo emettono ultrasuoni che spaventano gli animali che si accingono ad attraversare la strada. Questo tipo di dissuasore è stato impiegato nell'ambito del progetto "Sicurezza Animale e Stradale" realizzato dalla Riserva Naturale Pian di Spagna e Lago di Mezzola (prendendo spunto da uno analogo progetto realizzato in Svizzera), grazie al finanziamento di Fondazione Cariplo e Regione Lombardia. Lungo il tratto di strada interessato da passaggio di fauna maggiore (cervi e caprioli) sono stati posizionati dei dissuasori acustici fotosensibili. Dal tramonto all'alba, quando la luce dei fari colpisce l'apparecchio viene emesso un fischio che mette in allerta gli eventuali animali presenti sulla strada o nelle vicinanze inducendoli alla fuga.

Vi sono poi dissuasori ottici e ad ultrasuoni che combinano l'effetto ottico, con anche diversi fasci colorati a seconda delle diverse specie animali, con l'effetto ad ultrasuoni. Esistono anche combinazioni di dissuasori ottici e olfattivi: in aggiunta all'effetto ottico si aggiunge prodotti odorosi allarmanti utili anche durante il giorno, quando ovviamente il dissuasore ottico non funziona.

Altro dissuasore rivolto in particolare ad avvisare l'uomo, non tanto l'animale, è quello ad infrarossi. Consiste nel posizionare sui paracarri o su appositi supporti rilevatori ad ultrasuoni che trasmettono la presenza di un animale (adatto soprattutto per ungulati e animali di grossa e media taglia) ad un segnalatore che poi avvisa l'automobilista tramite cartelli luminosi il pericolo e la possibile presenza sulla strada di animali.

**Passaggi per fauna:** sono manufatti artificiali di varia natura, trasversali alla sezione dell'infrastruttura-barriera ecologica (strada, ferrovia, canale...ecc), che consentono il suo attraversamento da parte delle specie animali, al di sotto o al di sopra di essa. Tali opere sono da tempo in uso in molti paesi esteri, ma ancora poco sperimentate nel nostro paese. La fauna spesso utilizza sottopassi e sovrappassi esistenti, già realizzati in precedenza per altre funzioni (idraulica, irrigua, della viabilità rurale, ecc ), che possono essere adeguati allo scopo o, dove necessario, possono essere realizzati appositamente. Si possono sostanzialmente suddividere in due tipologie che differiscono in base alle dimensioni degli animali-target e della modalità di attraversamento (sopra o sotto la barriera).

- **Tunnel o Sottopassi:** sono manufatti artificiali di varia tipologia, trasversali alla sezione stradale o ferroviaria che consentono l'attraversamento sotterraneo dell'infrastruttura da parte delle specie animali (adatti particolare per gli ungulati ed i piccoli carnivori). Indispensabili per il loro funzionamento sono il mantenimento su entrambi i lati della strada di frange laterali, separate dal resto della carreggiata, coperte di terra vegetale e inerbite nei tratti più vicini all'entrata, con la creazione di un invito al passaggio mediante recinzioni e impianto di vegetazione. Sottopassi di dimensioni più ridotte ma di notevole importanza ecologica sono quelli a tutela degli anfibi, in

particolare per la tutela del Rospo durante la migrazione riproduttiva: consistono nella creazione di attraversamenti poco sotto il manto stradale (meglio creando una griglia fessurata per il passaggio della luce naturale) o anche recupero di canalette di scolo delle acque meteoriche e la contemporanea realizzazione di barriere protettive, anche provvisorie nei periodi di migrazione, lungo i margini della strada (in particolare a monte) per indirizzare l'animale verso il passaggio.

- **Ponti verdi:** sono strutture che consentono agli animali il superamento di ostacoli stradali o ferroviari al di sopra del livello del traffico (sovrappassi). Sono veri e propri ponti con una larghezza anche di 10-20 m, la cui struttura è rivestita di terra e vegetazione per fornire l'habitat adatto a una vasta gamma di specie che può andare dagli ungulati ai grandi carnivori (come orsi, linci, o lupi); nella parte inferiore ospitano carreggiate per il transito dei veicoli. All'estero già da tempo realizzate soprattutto in Canada, Australia e nel nord Europa (Olanda).
- **Sottovia idraulici:** queste strutture destinate all'attraversamento di corpi idrici minori (canali irrigui, fossi, valgelli) intercettati dall'infrastruttura, sono molto adatte ad essere utilizzate come passaggio per la fauna. Per il loro adattamento ad uso faunistico è necessaria una fascia laterale secca, per permettere il passaggio della maggior parte delle specie animali in modo che tutta l'ampiezza dello scatolare non sia permanentemente coperta d'acqua. Possono avere dimensioni variabili, essere costituiti semplicemente da tubi o da prefabbricati e sono realizzabili anche sotto infrastrutture esistenti tramite la tecnica dello "spingitubo". Se correttamente posizionati (alla quota del terreno o del fondo del ruscello) e con opportuni inviti per la fauna, uniscono economicità ed efficacia.

Un esempio concreto è quello realizzato nell'ambito della Riserva Naturale Pian di Spagna - progetto "Sicurezza Animale e Stradale": si tratta di corridoi di transito per rimettere in collegamento due porzioni della Riserva, divise dalla strada Statale. A tale scopo è stato realizzato l'adeguamento di due vecchi canali passanti al di sotto della carreggiata, ampliandone la sezione e suddividendoli in due corsie differenti, una dedicata al deflusso delle acque e l'altra al passaggio di piccoli animali (anfibi, rettili o piccoli mammiferi). Per indirizzare gli animali verso l'imbocco dei passaggi si possono creare rampe e scarpate di convogliamento e macchie di vegetazione adatta ad attirarli offrendo loro cibo e riparo.

### **Opere di deframmentazione per l'avifauna**

Questa categoria di interventi è volta alla risoluzione delle problematiche connesse alla presenza di cavi sospesi/linee elettriche che in situazioni di scarsa visibilità, a causa delle condizioni meteorologiche, della poca luce disponibile nell'orario di attività e di spostamento di numerose specie, della scarsa visibilità degli cavi stessi, o ancora per la loro posizione "strategica" (ad es. linee elettriche e supporti vicino a pareti rocciose idonee alla nidificazione/ zone di nutrimento,

ecc.) portano al ferimento o alla morte di numerosi uccelli. Le barriere ecologiche connesse alla presenza di cavi sospesi/linee elettriche possono comportare due tipologie di problematiche: impatto contro i cavi e morte per elettrocuzione. Si prevedono quindi due tipologie di accorgimenti: una a protezione dall'impatto con i cavi tramite dispositivi segnalatori, l'altra volta a proteggere l'avifauna dall'elettrocuzione causata da tralicci e cavi aerei in tensione. Questo tipo di opere consente di recuperare la connettività ecologica nello spazio aereo.

La messa in sicurezza delle linee è pratica già adottata in numerose realtà europee, soprattutto all'interno di Parchi e Riserve naturali. In Italia vi sono alcuni rari esempi di collaborazione tra Enti Gestori di Aree Protette e Aziende di Produzione elettrica che hanno portato, nel breve volgere di pochi anni, all'adozione di rigorose misure di tutela (posatoi sopraelevati sui tralicci, spirali e segnalatori visivi per ridurre il rischio di impatto contro i cavi, interrimento di alcuni tratti di linea, ecc.) come avvenuto nel Parco Regionale del Delta del Po, nel Parco Nazionale dello Stelvio, nella Comunità Montana del M. Amiata e nell'Oasi WWF di Burano.

Nel caso di poca visibilità dei cavi una soluzione può essere quella di installare delle spirali colorate sul cavo. Queste spirali oltre ad aumentare la visibilità dei cavi se colpite da vento producono un

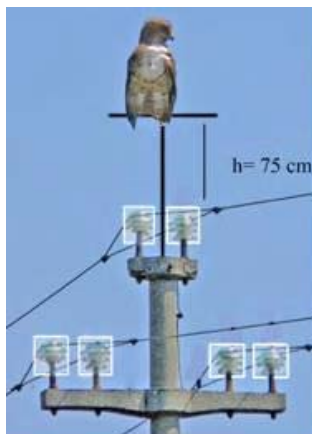


sibilo che ne aumenta il rilevamento da parte degli uccelli in volo. Spirali bianche e rosse vanno collocate in alternanza lungo conduttori e funi di guardia ad una distanza tanto più ravvicinata quanto maggiore è il rischio di collisione.

In ambienti alpini con inverni rigidi la formazione di ghiaccio sulla spirale può creare dei problemi di sovraccarico dei conduttori. A questo inconveniente si può ovviare utilizzando sfere di poliuretano colorate di rosso e bianco. L'installazione di sfere di segnalazione sulle linee AT è prevista sui cosiddetti "ostacoli lineari" che comprendono anche impianti funiviari, teleferiche, seggiovie, ecc., per altezze superiori a 60 metri fuori dai centri abitati e a 150 metri all'interno dei centri abitati.



Al fine di ridurre la mortalità degli uccelli legata all'elettrocuzione vi sono diverse soluzioni. Una è di appostare sui tralicci apposite mensole o posatoi distanti sufficientemente da evitare il contatto fra l'animale e i conduttori. Altra soluzione consiste nel posizionare delle capsule isolanti di plastica per esterni sugli isolatori



Una terza soluzione consiste nel rivestire la parte dei conduttori più prossima agli isolatori con un materiale isolante, in genere pvc. Questa soluzione è stata sperimentata da questo ente nell'ambito del progetto "Rete Ecologica Regionale: progetto di messa in sicurezza di linee elettriche a tutela dell'avifauna nidificante e migratoria in provincia di Sondrio" finanziato da Regione Lombardia. Di seguito si riporta foto della gomma utilizzata, modalità di installazione da parte degli operatori ENEL e risultato ottenuto.



Un ulteriore approccio consiste nella sostituzione dei conduttori nudi con dei conduttori isolati (Elicord) eliminando completamente il rischio d'elettrocuzione. In Italia il cavo è utilizzato sulle nuove linee di bassa tensione dove rappresenta oltre il 75% della lunghezza totale delle linee

aeree di competenza Enel Distribuzione ma è meno diffuso sulle linee MT. Il cavo Elicord è un cavo composto da tre singoli cavi elettrici isolati tra loro e arrotolati ad elica attorno ad una fune portante, capace di sostenere il peso dell'intera struttura da traliccio a traliccio (i conduttori normali "nudi" sono invece costituiti da una singola corda di rame o di alluminio e acciaio coassiale a una fune di acciaio, la cui funzione è quella di tenere tesa la linea aerea da traliccio a traliccio).



Questa soluzione rappresenta un ottimo esempio di mitigazione dell'impatto. Purtroppo la sua diffusione dipende dai tempi di sostituzione delle linee obsolete. Dato il maggiore peso dell'Elicord rispetto ai cavi nudi il suo impiego comporta la necessità di sostituire l'intera linea e di ravvicinare la distanza dei sostegni. Un'altra possibilità consiste nell'interramento parziale della linea. Dati gli elevati costi, questo intervento va attuato in casi particolari coincidenti con aree di alto valore ambientale dove il rischio ecologico sia alto.

Un'ulteriore possibile soluzione adatta agli isolatori portanti consiste nell'inserire una raggiera di punte metalliche fissate ad un collare di materiale plastico montata sulla gola degli isolatori. Oltre ad ostacolare la posa sull'isolatore le punte metalliche immerse nel campo elettrico del conduttore acquisiscono una leggera carica elettrostatica facendo così da deterrente alla posa con una scarica sub letale quando l'uccello si avvicina. Questo dispositivo è stato sperimentato lungo alcune linee di media tensione in Alto Adige e sembra aver dimostrato una certa efficacia.





### **Bibliografia, opere citate e approfondimenti**

- Ananthaswamy A., 2004, Earth faces sixth mass extinction, New Scientist, [inwww.newscientist.com](http://www.newscientist.com) (5 novembre 2011).
- Bassi E, Bionda R., Trotti P., 2010, Rete Ecologica Regionale: progetto di messa in sicurezza di linee elettriche a tutela dell'avifauna nidificante e migratoria in provincia di Sondrio.
- Beier P., Loe S., 1992, A checklist for evaluating impacts to wildlife movements corridors, Wildlife Society Bulletin, 20: 434-440
- Bogliani G., Agapito Ludovici A., Arduino S., Brambilla M., Casale F., Crovetto G.M., Falco R., Siccardi P., Trivellini G., 2007, Aree prioritarie per labiodiversità nella Pianura Padana lombarda, Fondazione Lombardia per l'Ambiente e Regione Lombardia, Milano, pp. 9-17.
- Boitani L., Corsi F., Falcucci A., Maiorano L., Marzetti I., Masi M., Montemaggiori A., Ottaviani D., Reggiani G., Rondinini C., 2002, Rete Ecologica Nazionale. Un approccio alla conservazione dei vertebrati italiani. Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo; Ministero dell'Ambiente, Direzione per la Conservazione della Natura; Istituto di Ecologia Applicata. (<http://www.gisbau.uniroma1.it/REN>)
- Cavalchi B., Pungetti G., 2000, Verso la realizzazione di reti ecologiche in aree rurali -Studio pilota in provincia di Reggio Emilia, I quaderni di Arpa (Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia Romagna), Bologna, pp. 23-24.
- Celada C., 2003, Cap. 4, in "Primack R., Carotenuto L., Conservazione della natura", Zanichelli, Bologna, pp. 294-297.
- Corlatti L., 2006, Ritrovamento di fauna selvatica in provincia di Sondrio nel periodo 2000-2006, Provincia di Sondrio, Sondrio.
- Dinetti M, Sangiorgi C., Irati F, 2012 Progettazione ecologica delle infrastrutture di trasporto
- Farina A., 2001, Ecologia del paesaggio -Principi, metodi e applicazioni, UTET Libreria, Torino, pp. 174-246.
- Ferri M, Manni A, le esperienze della Provincia di Modena nella prevenzione degli incidenti tra automezzi e fauna selvatica
- Forman R.T.T., 2000, Estimate of the Area affected ecologically by the road system in the United States, Conservation Biology, 14: 31-35.
- Gentil S., Blake G., 1981, Validation of complex ecosystems models. Ecological Modelling, 14: 21-38

- Huston M.A., 1994, Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes, Cambridge University Press, Cambridge, p. 279.
- Ingegnoli V., Giglio E., 2005, Ecologia del paesaggio – Manuale per conservare, gestire e pianificare l'ambiente, Sistemi Editoriali, Pozzuoli (NA), pp. 37-79; 228-267; 545-590.
- Ingegnoli V., 2002, "La città come ecosistema e come paesaggio urbano: proposte metodologiche per uno studio integrato", Ecosistemi urbani, Roma, Accademia Nazionale dei Lincei, pp. 841-857, in: Ingegnoli V., Giglio E., 2005, Ecologia del paesaggio – Manuale per conservare, gestire e pianificare l'ambiente, Sistemi Editoriali, Pozzuoli (NA), pp. 228-232
- Jongman R.H.G., 1995, Nature conservation planning in Europe: ecological networks, Landscape and Urban Planning, 32: 169-183
- Krisp J.M., 2002, GIS supported visualization of ecological network, International Symposium on GIS, Istanbul.
- Landini P., 2002, Italia – Europa, in "Gedea il Milione, terre e popoli del mondo – Volume primo", Istituto Geografico De Agostini: pp. 248-266
- Leakey R, Lewin R, 1996, The sixth extinction: patterns of life and the future of humankind, Doubleday, Anchor, New York, in: Primack R., Carotenuto L., 2003, Conservazione della natura, Zanichelli, p.96.
- Marulli J., Mallarach J.M., 2005, A GIS methodology for assessing ecological connectivity: application to the Barcelona Metropolitan Area, Landscape and Urban Planning, 71: 243-262.
- Oreskes N., Shrader-Frechette K., Belitz K., 1994, Verification, validation, and confirmation of numerical models in the earth sciences, Science, 263:641-646
- Pignatti S., 1994, Ecologia del paesaggio, UTET, Torino, pp. 134-176
- Pirovano A, Cocchi R, 2008, Linee guida per la mitigazione delle linee elettriche sull'avifauna
- Power M., 1993, The predictive validation of ecological and environmental models, Ecological Modelling, 68: 33-50
- Primack R., Carotenuto L., 2003, Conservazione della natura, Zanichelli: pp.1-12; 96-135; 185-204; 275-387.
- Rodríguez A., 2004, Lince ibérico -Lynx pardinus. In: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Carrascal, L. M., Salvador, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid ([http:// www.vertebradosibericos.org/](http://www.vertebradosibericos.org/))

- Sachs J., Remans R., Smukler S., Winowiecki L., Andelman A.J., Cassman K.G., Castle K.G., De Fries R., Denning G., Fanzo J., Jackson L.E., Leemans R., Lehmann J., Milder J.C., Naeem S., Nziguheba G., Palm C.A., Pingali P.L.,
- Reganold J.P., Richter D., Scherr S.J., Sircely J., Sullivan C., Tomich T.P., Sanchez P.A., 2010, Monitoring the world's agriculture, Nature, Vol. 466
- Santos T., Telleria J.L., 2006, Pérdida y fragmentación del hábitat: efectos sobre la conservación de las especie, Revista Ecosistemas, Móstoles (Spagna).
- Starfield A.M., Bleloch A.L., 1986, Building Models for Conservation and Wildlife Management, Macmillan, New York, NY, p.253, in: Rykiel Jr E.J., 1996, Testing ecological models: the meaning of validation, Ecological Modelling, 90: 229-244
- Todaro V., 2010, Reti ecologiche e governo del territorio, FRANCOANGELI/Urbanistica, Milano, pp. 25-56
- Trivellini G., Preatoni D.G., Cantini M., Agapito Ludovici A., Tosi G., 2007, Un approccio quantitativo alla stima della biodiversità: l'applicazione ai Vertebrati terrestri nell'ecoregione Alpi – Area Prioritaria H1, Congresso congiunto AIOL-StIE, Ancona.
- World Wide Fund for Nature, 1989, The importance of biological diversity, WWF, Gland, Switzerland, in: Primack R., Carotenuto L., 2003, Conservazione della natura, Zanichelli, Bologna, p.12.
- ZHU Qiang, YU Kong-Jian, LI Di-Hua, 2005, The width of ecological corridor in landscape planning, Acta ecologica sinica, Beijing.