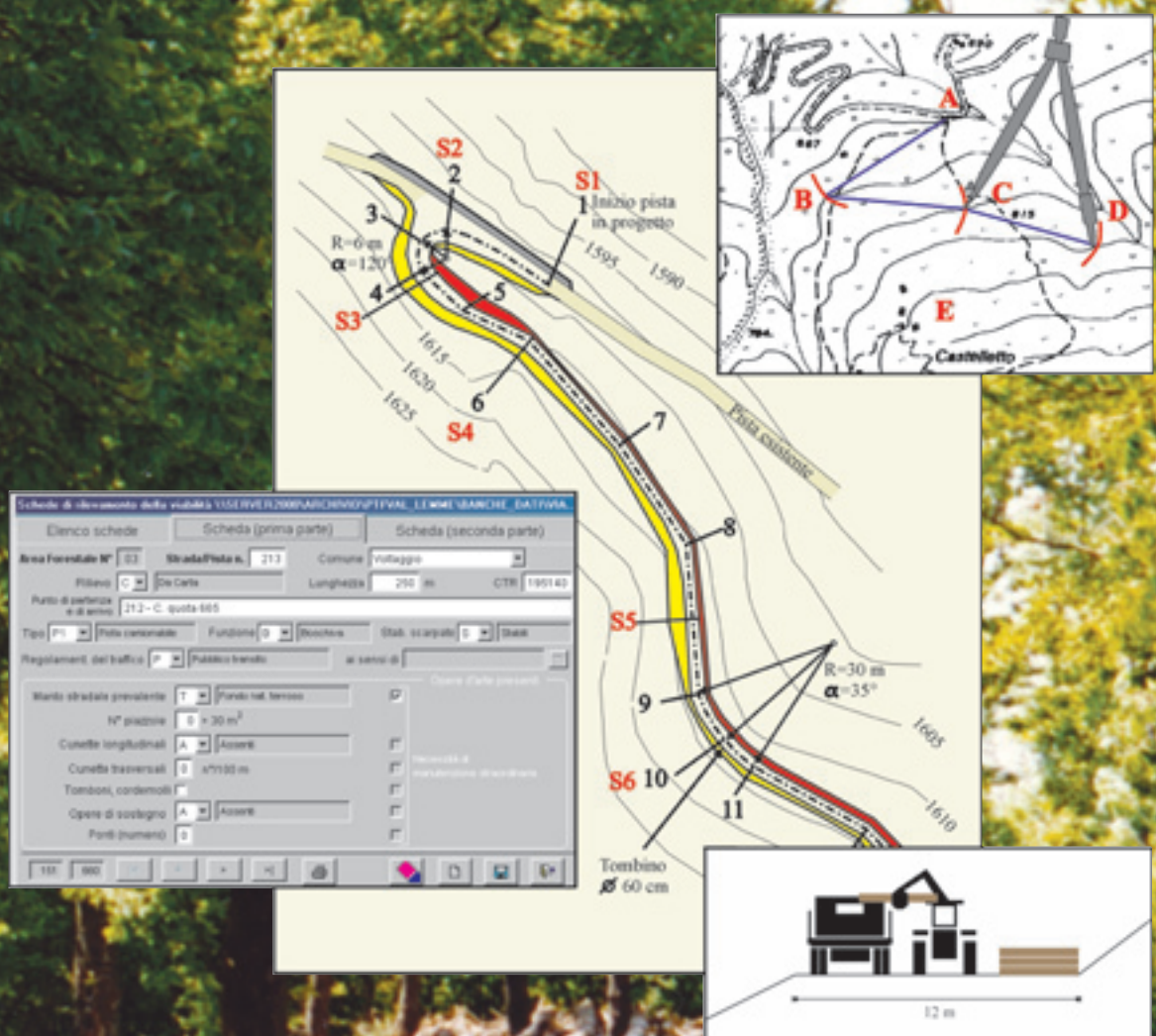


La viabilità agro-silvopastorale

Elementi di pianificazione e progettazione





Assessorato Politiche per la Montagna Foreste Beni Ambientali

La viabilità agro-silvopastorale

Elementi di pianificazione e progettazione

Realizzazione a cura di
IPLA S.p.A. - Settore Vegetazione e Fauna
C.so Casale 476, 10132 Torino (www.ipla.org)

Coordinamento del lavoro e testi a cura di **Paolo Cielo** (*)
con la collaborazione di
Franco Gottero per il capitolo 3 (**)
Alberto Morera per il capitolo 6 (***)
Piergiorgio Terzuolo per il paragrafo 7.1 (**).

Fotografie e figure di Paolo Cielo e Alberto Morera, quando non diversamente specificato.
Fotografia di copertina: Marco Corgnati

(*) dottore di ricerca in Scienze del legno, libero professionista, già dipendente IPLA S.p.A. (fortea@studioforestale.it).
(**) dottore forestale, IPLA - Settore Vegetazione e Fauna (ipla@ipla.org).
(***) dottore forestale, libero professionista (fortea@studioforestale.it).

Si ringraziano
il prof. Giovanni Hippoliti - Università di Firenze per la revisione critica dei testi; il dott. geol. Zeno Vangelista e il dott. for. Alberto Dotta - Consorzio Forestale Alta Valle di Susa; l'ing. Paolo Salsotto e il dott. Mario Bignami - Corpo Forestale dello Stato, Coordinamento Provinciale di Cuneo; il prof. ing. Virgilio Anselmo - Università di Torino, per i preziosi suggerimenti forniti durante la stesura del lavoro.

© Regione Piemonte 2003

Progetto e coordinamento editoriale a cura di
Assessorato Politiche per la Montagna Foreste Beni Ambientali
Direzione Economia Montana e Foreste
Settore Politiche Forestali
Corso Stati Uniti 21 – 10128 Torino
Dirigente del Settore: dott. for. Franco Licini / funzionario incaricato dott. for. Marco Corgnati

Questo libro è stato realizzato nell'ambito dei progetti di interesse regionale, affidati dalla Regione Piemonte all'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (IPLA S.p.A.).

I diritti di traduzione, memorizzazione elettronica, riproduzione e di adattamento totale o parziale, con qualsiasi mezzo (comprese microfilm e copie fotostatiche) sono riservati per tutti i Paesi.

Forma raccomandata per la citazione:

CIELO P., GOTTERO F., MORERA A., TERZUOLO P., 2003 – *La viabilità agro-silvopastorale: elementi di pianificazione e progettazione*. IPLA - Regione Piemonte, 106 pp.

Per richiedere il volume:

Regione Piemonte - Settore Politiche Forestali
Corso Stati Uniti 21 – 10128 Torino
Tel. 011 432 4307 – Fax 011 432 5910
tosettore.foreste14-2@regione.piemonte.it

Impaginazione e stampa a cura di Grafica Ferriere s.a.s. – Buttigliera Alta (TO).

Finito di stampare nel mese di dicembre 2003.

ISBN 88-89152-00-1

Con l'intento di fornire uno strumento di approfondimento e di aggiornamento professionale ai tecnici che operano sul territorio, l'Assessorato alle Politiche per la Montagna, Foreste e Beni Ambientali della Regione Piemonte, tramite il Settore Politiche Forestali, ha dato incarico all'I.P.L.A. S.p.A. per la realizzazione di uno studio specifico sulla viabilità agro-silvopastorale.

La percorribilità del territorio è infatti un elemento assolutamente indispensabile per lo svolgimento delle attività rurali, tanto più quando il territorio si presenta aspro e la viabilità risulta quindi indispensabile per garantire condizioni di lavoro adeguate dal punto di vista sociale, economico ed imprenditoriale.

È peraltro risaputo che la realizzazione di certa viabilità può essere causa di lacerazioni al territorio, sia per ragioni idrogeologiche che paesaggistiche, ma ciò accade soprattutto quando si è costretti ad operare in regime di economia di mezzi progettuali e scarse disponibilità finanziarie.

In questo testo, gli aspetti di utilità ed impatto vengono trattati con precisione, mettendo a disposizione dei tecnici e degli operatori un patrimonio di conoscenze, esperienze e tecniche di realizzazione unico, almeno a livello italiano, per organicità e approfondimento.

Il manuale affronta il tema della viabilità agro-silvopastorale con particolare attenzione alle tecniche selvicolturali e quindi alle problematiche connesse all'ambiente forestale, proponendo in modo particolarmente chiaro alcuni punti ritenuti fondamentali: la pianificazione è la premessa indispensabile per razionalizzare l'uso delle risorse (economiche e ambientali) e ottimizzare i tracciati; la progettazione è il momento fondamentale per la riduzione dei possibili impatti.

L'impostazione generale degli argomenti trattati risulta coerente e organica con le iniziative realizzate, ed in corso di realizzazione, da parte dell'Assessorato, in particolare per quanto concerne la Pianificazione Forestale Territoriale e l'attuazione del Piano di Sviluppo Rurale 2000-2006 della Regione Piemonte.

È auspicabile che un'ampia diffusione di questo manuale possa quindi contribuire a superare (con un'adeguata conoscenza), i preconcetti e la superficialità con cui troppo spesso si affronta la realizzazione delle infrastrutture necessarie alla buona gestione del territorio.

Roberto Vaglio

*Assessore alle Politiche per la Montagna,
Foreste e Beni ambientali della Regione Piemonte*

INTRODUZIONE

Il patrimonio agro-silvopastorale costituisce un elemento di insostituibile valore in ampie porzioni del territorio nazionale ed in particolare nelle zone montane e collinari.

La viabilità agro-silvopastorale è un'infrastruttura indispensabile per poter esercitare una razionale ed economica gestione di tali beni. Nei soprassuoli forestali, in carenza o assenza di viabilità, vengono a mancare i necessari presupposti per poter eseguire, con sufficienti livelli di razionalità ed economicità, gli interventi selvicolturali necessari per la conservazione e valorizzazione dei popolamenti. Per i comprensori pastorali l'assenza di un'accessibilità stradale comporta il rischio del loro abbandono, in quanto l'isolamento e l'impossibilità di trasportare i materiali necessari per il lavoro impone agli alpeggiatori sacrifici non più compatibili con le attuali esigenze di vita familiare e professionale. Le strade agro-silvopastorali sono apprezzate altresì per le attività turistiche e sportive, costituendo percorsi preferenziali per passeggiate, escursioni in bicicletta o con gli sci.

Per contro le strade possono modificare gli equilibri idrogeologici e talvolta essere causa di dissesti, soprattutto nel caso di opere dal percorso forzatamente arduo oppure incautamente progettate o costruite. L'antropizzazione conseguente alla loro apertura può costituire un fattore di disturbo per flora e fauna in ambienti di particolare valore naturalistico.

Una politica di valorizzazione del territorio deve quindi prendere in attenta considerazione le problematiche relative alla pianificazione, progettazione, realizzazione e manutenzione delle infrastrutture viarie al servizio dei beni silvo-pastorali.

Il primo passo è rappresentato dalla pianificazione che, partendo da una fotografia della situazione esistente, individua proposte organiche per la razionalizzazione ed integrazione della rete viabile, in modo funzionale agli obiettivi prefissati per lo sviluppo delle economie locali e la tutela delle risorse naturali. Alla pianificazione deve quindi seguire un'accurata progettazione dell'opera, attenta a valutare non solo gli aspetti costruttivi, ma anche quelli di efficienza ed inserimento ambientale. Ciò richiede una pluralità di conoscenze ed è attuabile grazie al contributo di professionalità differenti, che apportino elementi di valutazione e criteri di ponderazione delle scelte progettuali di tipo selvicolturale, geologico, agronomico e naturalistico.

Purtroppo le opere di viabilità agro-silvopastorale sono considerate, a torto, opere minori ed in passato sono state realizzate senza una pianificazione settoriale specifica, con livelli di progettazione insufficienti e prassi costruttive inadeguate rispetto al valore paesaggistico ed all'alto livello di sensibilità degli ambienti in cui esse si inseriscono. A ciò hanno contribuito anche risorse economiche limitate, a fronte di impellenti necessità di garantire un collegamento con zone altrimenti soggette all'abbandono. Strade e piste prive di manutenzione, con tracciati non agevolmente percorribili per limitazioni dimensionali e di pendenza, non solo non portano i risultati attesi di accessibilità, economicità

e comfort nel lavoro quotidiano degli operatori impegnati nella gestione agroforestale, ma spesso costituiscono un punto di debolezza nell'assetto idrogeologico ed un costo per le opere di ripristino che si rendono nel tempo inevitabili.

Il presente testo vuole essere un contributo nell'ambito della letteratura di settore ed un ausilio per il tecnico del territorio, che opera nelle pubbliche Amministrazioni o come libero professionista. In particolare tratta di criteri e metodi di lavoro utilizzabili a partire dalla redazione del piano della viabilità fino alla progettazione esecutiva del tracciato stradale, anche alla luce delle più recenti disposizioni normative sulle opere pubbliche e sulla sicurezza dei cantieri. Lo spirito del lavoro è stato quello di illustrare le numerose interconnessioni fra ambiente, economia, territorio e tecnica, che devono trovare nel progetto stradale un prezioso momento di sintesi interdisciplinare. È consapevolezza degli Autori di aver affrontato solo una parte delle problematiche, non avendo trattato le fasi di costruzione e manutenzione, né le caratteristiche ed il dimensionamento delle opere d'arte. Altri lavori dovranno integrare questo primo manuale. L'augurio è che il lavoro svolto possa essere uno stimolo di riflessione ed al contempo uno strumento utile per interpretare uno fra i temi più delicati nella gestione dei beni agro-silvopastorali.

Gli Autori

INDICE

1	NOZIONI DI BASE	1
1.1	Inquadramento giuridico	1
1.2	Strade, piste, vie di esbosco e sentieri: definizioni e concetto di rete	2
1.3	Elementi costitutivi di una strada	5
2	VIABILITÀ E TERRITORIO	7
2.1	La viabilità come strumento per la gestione dei beni agro-silvopastorali	7
2.2	Impatto ambientale	8
2.2.1	Ciclo delle acque	9
2.2.2	Dissesti	10
2.2.3	Vegetazione	10
2.2.4	Fauna	12
2.2.5	Paesaggio	12
2.3	Viabilità, selvicoltura e sviluppo della meccanizzazione forestale	13
2.4	Indici e valori ottimali di densità viabile	17
3	LA PIANIFICAZIONE	19
3.1	A cosa serve avere un piano della viabilità	19
3.2	Analisi ed elaborati del piano	21
3.2.1	Censimento e banca dati della viabilità	21
3.2.2	Analisi delle esigenze e carta delle zone servite	26
3.2.3	Relazione e proposte d'intervento	26
3.2.4	Metodi di pianificazione	29
3.2.4.1	Metodo trentino o del dislivello	29
3.2.4.2	Metodo planimetrico IPLA	31
4	CRITERI DI PROGETTAZIONE E STANDARD COSTRUTTIVI	35
4.1	Confronto fra opere di viabilità pubblica e viabilità agro-silvopastorale	35
4.2	Standard costruttivi	37
5	INDIVIDUAZIONE E RILIEVO DEL TRACCIATO	43
5.1	Studio delle varianti e analisi di prefattibilità ambientale	43
5.2	Tracciamento sommario	46
5.3	Tracciamento definitivo	47
5.4	Operazioni di rilievo	48

5.4.1	Rilievo topografico	48
5.4.1.1	Metodo delle coordinate polari	49
5.4.1.2	Metodo per camminamento	50
5.4.2	Annotazioni sul terreno e paesaggio	52
5.4.3	Rilievi forestali	54
5.5	Strumenti e materiali per il tracciamento e rilievo	55
6	GLI ELABORATI TECNICI FONDAMENTALI DEL PROGETTO STRADALE	59
6.1	Planimetria di dettaglio	59
6.1.1	Curve e tornanti	60
6.1.1.1	Sistemazione delle curve e calcolo del raggio di curvatura	60
6.1.1.2	Calcolo dell'allargamento della sezione in curva	61
6.2	Profilo longitudinale	63
6.2.1	Curve di raccordo verticali	64
6.3	Sezione tipo	66
6.4	Sezioni trasversali	66
6.5	Calcolo delle aree e dei volumi in scavo e riporto	68
6.6	Elaborati per punti particolari del tracciato	72
6.6.1	Piazzole di scambio e piazzali di manovra	72
6.6.2	Piazzali di deposito e lavorazione	74
6.6.3	Intersezioni stradali	75
7	LEGISLAZIONE E ASPETTI AMMINISTRATIVI	77
7.1	Norme sull'uso e difesa del suolo, assetto del territorio, tutela dei beni ambientali	77
7.1.1	Vincolo idrogeologico	77
7.1.2	Vincolo beni ambientali (Galasso) e norme Aree protette	78
7.1.3	Vincolo urbanistico e normativa edilizia	81
7.2	Disposizioni sulle caratteristiche costruttive delle strade e delle opere d'arte	82
7.3	Normativa sui lavori pubblici	83
7.3.1	Progetto preliminare	83
7.3.2	Progetto definitivo	86
7.3.3	Progetto esecutivo	89
7.3.4	Quadro economico	92
7.4	Adempimenti in materia di sicurezza	92
7.5	Iter amministrativo per la realizzazione delle opere di viabilità agro-silvopastorale	95
7.5.1	Opere pubbliche	95
7.5.2	Opere di committenza privata	99
	BIBLIOGRAFIA	101

1 NOZIONI DI BASE

1.1 Inquadramento giuridico

Sulla viabilità vi è un ampio numero di provvedimenti legislativi, amministrativi e di giurisprudenza sviluppatasi in ragione del fatto che, fin dai tempi del diritto romano, le strade sono uno dei cardini dell'economia e tema principe dei fori. Da un punto di vista giuridico e amministrativo la viabilità può essere distinta in due categorie¹: strade pubbliche e strade private.

Strade pubbliche o di pubblico interesse

Il requisito fondamentale di queste vie è il pubblico interesse e quindi il transito pubblico. Se la proprietà del suolo stradale è pubblica (Stato, Regione, Provincia e Comune) si ha il cosiddetto Demanio stradale, se invece è privata si parla di Strade vicinali ad uso pubblico o anche solo di strade vicinali. In questo caso il titolare del diritto di uso è il Comune, che quindi ha anche competenza per le attività di polizia stradale. Le strade che fanno parte del Demanio sono *classificate*, cioè sono iscritte in appositi elenchi secondo una procedura di classificazione ed eventualmente di declassificazione (o sclassificazione) (La Rocca, 1996).

Per le strade vicinali ad uso pubblico invece l'obbligo di iscrizione in un apposito elenco non è altrettanto cogente, per cui non sempre si può contare su una loro registrazione puntuale (che talvolta può mancare anche per le strade di proprietà pubblica). Il nuovo Codice della strada suddivide le strade pubbliche, secondo un criterio tecnico funzionale, in:

- A - autostrade;
- B - strade extraurbane principali;
- C - strade extraurbane secondarie: strada ad unica carreggiata con almeno una corsia per senso di marcia;
- D - strade urbane di scorrimento;
- E - strade urbane di quartiere;

- F - strada locale: strada urbana o extraurbana non facente parte degli altri tipi di strade;
- F bis - itinerari ciclo-pedonali².

Le strade di cui ai punti B, C, ed F ai fini amministrativi (tutela, sorveglianza, manutenzione ordinaria e straordinaria) sono distinte in: Statali, Regionali, Provinciali, Comunali (strade che congiungono il capoluogo alle frazioni o le frazioni fra di loro).

Per quanto riguarda le strade vicinali il corpo legislativo precedente prevedeva che il Comune partecipasse in parte (dal 20 al 50%) alle spese di manutenzione. Con il nuovo Codice non è chiaro se le norme precedenti siano ancora valide. Per quanto riguarda la classificazione e sclassificazione delle strade comunali il codice stabilisce che tale atto sia di Competenza del Presidente della Giunta Regionale e non più del Consiglio Comunale.

Infine in alcune zone si possono trovare anche strade militari, aperte al pubblico o no, che fanno parte del Demanio e sono in carico al Comando della Regione Militare competente per territorio.



Figura 1.1 - Le strade adibite a pubblico transito devono essere percorribili con ogni condizione meteorologica anche se situate in aree rurali a bassa densità di traffico (strada provinciale della Serra d'Ivrea-Bi).

¹ Ai fini della classificazione delle strade e del relativo regime giuridico, fatto salvo il più ampio quadro che regola i beni demaniali e quelli di proprietà privata, si possono individuare nelle seguenti disposizioni i capisaldi di riferimento, anche se alcuni di essi risultano superati dai provvedimenti legislativi più recenti: Legge n. 2248 20-3-1865 "Legge sulle opere pubbliche" all. F: (classificazione e regime giuridico delle strade pubbliche); Decreto luogotenenziale n. 1446 1-9-1918 "Facoltà degli utenti delle strade vicinali di costituirsi in Consorzio per la manutenzione e ricostruzione di esse"; Legge n. 126 12-2-1958 "Disposizioni per la classificazione e sistemazione delle strade"; D. Lgs. n. 285 30-4-1992 come modificato da L. 214 1-8-2003 "Codice della strada".

² Categoria introdotta con il nuovo Codice della Strada (D.L. 151/2003) convertito nella L. 1 agosto 2003 n. 214.



Figura 1.2 - La viabilità agro-silvopastorale è in genere di proprietà privata o comunale; in questo caso il transito non è pubblico ma regolamentato (Valle del Sempione-Vb).

Strade private

Le strade (o piste) che non sono di pubblico interesse sono soggette alle norme di diritto privato, anche se di proprietà di Enti pubblici. Si possono così distinguere:

- strade poderali, di proprietà privata ad uso interno dell'azienda agricola o silvo-pastorale;
- strade interpoderali (o vicinali agrarie o vicinali private), di proprietà dei frontisti che possiedono e usufruiscono della strada in regime di condominio. Esse sono state ottenute per un'azione di collazione di fondi, o di compartecipazione alle spese di costruzione e gestione da parte dei proprietari frontisti; non rivestono alcun carattere di pubblica utilità. Il Comune può esercitare su queste strade azioni di polizia stradale solo su richiesta dei proprietari frontisti che possono essere anche raccolti in Consorzi, volontari o obbligatori.
- strade di proprietà dei Comuni: servono per la gestione dei beni territoriali comu-

nali ed al pari di questi fanno parte del Patrimonio indisponibile dell'Ente; non sono aperte al transito pubblico e non sono di pubblica utilità. Possono essere soggette ad usi civici al pari della superficie boscata circostante.

1.2 Strade, piste, vie di esbosco e sentieri: definizioni e concetto di rete

Con il termine di “**strada**” si intende, nell’accezione più generale, un’infrastruttura destinata alla circolazione dei veicoli su ruote. Secondo il Codice della strada è l’area (ad uso pubblico) destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

Una *strada* può essere individuata come entità a sè stante quando si presenta come “**un’opera omogenea per caratteristiche costruttive e/o funzioni svolte lungo un tracciato determinato da un punto di inizio e uno di fine**”³. Con il termine di “**pista**” si individua un’opera con caratteristiche costruttive semplificate, che si contraddistingue per l’assenza di massicciata stradale e carenza di opere d’arte, destinata ad assolvere funzioni specifiche e limitate (cfr. § 1.3).

Un insieme di strade e piste così definito, individuato entro determinati limiti amministrativi, costituisce una “**rete viabile**”.

Con il termine di “**viabilità agro-silvopastorale**” si intende un insieme di “strade e piste extraurbane, a bassa o media densità di traffico, utilizzate esclusivamente o principalmente per il trasferimento su autoveicoli a motore di persone e beni per la gestione agro-silvopastorale.”⁴ Se la proprietà del sedime⁵ è privata, l’utilizzo dell’opera è al solito consentito ai soli proprietari dei fondi, se è di un ente pubblico è regolamentato da norme provinciali o regionali volte a limitarne le forme di utilizzo e percorrenza⁶. Seppur di proprietà di Enti pubblici, la viabilità agro-silvo-

³ Il termine tracciato ha nella sua accezione in senso stretto il significato di “proiezione dell’asse stradale su un piano orizzontale”, ovvero il suo “andamento planimetrico”. In cartografia il tracciato è individuato da una polilinea costituita da due o più segmenti stradali (chiamati anche “archi”), aventi in comune un punto di connessione detto “nodo”. Il punto di inizio o fine di un tracciato può essere identificato con il punto di intersezione con altre strade o con elementi a carattere puntiforme o areale (fabbricati, centri abitati, ecc.).

Nel corso della trattazione si parlerà di tracciato anche come sinonimo di opera viabile, sia strada che pista, avendo tutte le opere viabili un minimo comune denominatore, quello di avere un asse stradale proiettabile sul piano topografico o cartografico.

⁴ Quando tale viabilità interessa esclusivamente o prevalentemente superfici forestali, prende nome di *viabilità forestale*; analogamente se risulta al servizio di comprensori di pascolo può essere detta anche *viabilità pastorale*; nel caso in cui attraversi in prevalenza superfici agricole prende nome anche di *viabilità agricola interpoderale*. Si tratta di denominazioni correnti senza valore giuridico che rispecchiano l’uso principale dell’opera. Nel prosieguo del manuale si utilizzeranno esclusivamente le dizioni *viabilità agro-silvopastorale* o *viabilità silvo-pastorale* a seconda del contesto.

⁵ Sedime è inteso in questo caso come sinonimo di piattaforma stradale - cfr. figura 1.5 e 1.6.

⁶ La Regione Piemonte, ad esempio, ha emanato due leggi che regolamentano l’utilizzo delle piste agro-silvopastorali (L.R. 45/89 e L.R. 32/82), limitando l’accesso con mezzi a motore agli aventi diritto (proprietari dei fondi e per motivi professionali).

pastorale non è di pubblico transito e quindi soggetta alle norme del Codice della strada.

La viabilità agro-silvopastorale costituisce una rete di percorsi interconnessi alla viabilità pubblica, di cui rappresenta idealmente il proseguimento e la ramificazione nelle porzioni distali del territorio, ove mancando insediamenti umani permanenti, sussistono necessità di accesso unicamente per motivi produttivi e gestionali.

La **“rete viabile pubblica”** è invece costituita da strade statali, provinciali, comunali e vicinali ad uso pubblico.

La proprietà del sedime è pubblica (con eccezione delle vicinali, vedi paragrafo precedente) e l'utilizzo dell'opera è pubblico e regolamentato dal Codice della strada cui si possono aggiungere eventuali norme e regolamenti stabilite dall'Ente proprietario (ordinanze).

Nei comprensori forestali la rete viabile agro-silvopastorale si collega alla **“rete delle vie d'esbosco”** (nominata da alcuni Autori “rete

viabile secondaria” in antitesi alla precedente detta “rete viabile principale”) (Hippoliti, 1976). Le vie d'esbosco servono esclusivamente per l'abduzione degli assortimenti legnosi e sono disposte in genere lungo le linee di massima pendenza (eventualmente anche in modo obliquo rispetto ad essa), e sono così distinguibili:

- vie d'esbosco per trattori (dette anche piste secondarie), ricavate con il solo taglio della vegetazione caratterizzate da pendenze assai sostenute e non compatibili con il normale traffico veicolare;
- linee di gru a cavo;
- linee di avvallamento per gravità, sia naturali che artificiali (risine).

La distinzione fra rete viabile agro-silvopastorale e rete di vie d'esbosco non si basa solo su un criterio funzionale, ma anche sulla durata dell'investimento. Infatti mentre strade e piste agro-silvopastorali sono vie permanenti, la cui costruzione rappresenta un intervento di miglioramen-



Figura 1.3 - A sx pista di strascico per trattori (Valle Maira-Cn); a dx varco per una linea di gru a cavo forestale (Alta Valle di Susa-To). Le vie di esbosco servono per l'abduzione del legname ma non per l'accesso del personale. Si tratta di varchi nel soprassuolo con pendenze longitudinali di norma superiori al 25%, destinati a richiudersi in breve tempo ultimate le operazioni di utilizzazione.



Figura 1.4 - La rete sentieristica agevola l'accesso al bosco a piedi, ma di norma non è considerata viabilità agro-silvopastorale. Essa ha grande importanza per la fruizione del bosco, ed in alcuni casi serve anche che per la sua gestione (Valli di Lanzo-To).

to fondiario con costi attribuibili a più anni di gestione, le vie d'esbosco sono temporanee, legate strettamente all'intervento selvicolturale e quindi ammortizzabili solo nell'ambito del cantiere in progetto. Per questi motivi le vie d'esbosco non sono oggetto di pianificazione, ma vengono normalmente prese in considerazione solo al momento della progettazione esecutiva del taglio. In sede di pianificazione devono però essere conosciute le possibili tecniche di esbosco nella zona in esame, in base alla pendenza e accidentalità del terreno, agli assortimenti ritraibili ed al livello di meccanizzazione adottato. Infatti solo in base a questi elementi è possibile stabilire le modalità di esbosco più idonee e, conseguentemente, se la particella è servita bene dalla viabilità esistente o meno.

Infine è presente la “**rete viabile pedonale**”, costituita da sentieri e mulattiere, che in linea di

principio non ha particolare interesse per la gestione forestale, anche se in un'ottica multifunzionale il personale forestale può essere preposto alla costruzione e manutenzione della rete sentieristica per aumentare la fruibilità dei boschi a fini turistico-ricreativi.

In zone particolarmente impervie la rete viabile pedonale può risultare utile per la gestione forestale, consentendo l'accesso agevolato del personale sul luogo d'intervento. Infine in alcuni casi il tracciato di un sentiero può costituire la traccia per una pista o strada di nuova costruzione, a condizione che non abbia pendenza longitudinale superiore al 15% o che non sia un percorso da salvaguardare nella sua integrità originale per il suo valore turistico-ricreativo, naturalistico o storico-culturale (ad esempio il sentiero dei Franchi in Valle di Susa).

1.3 Elementi costitutivi di una strada

La strada è un'opera costruita dall'uomo per la circolazione dei veicoli su ruote costituita dal corpo stradale e dalla massicciata (figura 1.5 e figura 1.6). Il **corpo stradale** è l'insieme di tutte le opere che permettono il collocamento della massicciata. Il corpo può essere costituito dal fondo naturale quando la strada poggia sul piano di campagna od è completamente in scavo, oppure può essere costituito dal rilevato quando sia realizzato dal terreno naturale derivante dalle operazioni di scavo o con il riporto di materiali inerti. In questo caso fanno parte del corpo stradale anche le opere d'arte per il sostegno delle terre (muri, palificate ecc.). Quando la strada è a mezza costa (ovvero in parte sotto ed in parte sopra il piano di campagna) il corpo stradale è costituito in parte dal fondo naturale ed in parte da un rilevato. Il corpo stradale termina con una superficie piana, detta **piattaforma stradale**, che accoglie la massicciata.

La **massicciata** è costituita da uno o più strati portanti e da uno strato superficiale detto anche strato d'usura o manto stradale. I primi hanno funzione di distribuire i carichi dei veicoli e quindi assicurare portanza alla strada, il secondo di regolare la penetrazione dell'acqua nel corpo stradale e di permettere un'agevole circolazione dei veicoli.

La piattaforma stradale è distinta in carreggiata e banchine. La **carreggiata** è la porzione centrale destinata allo scorrimento dei mezzi e può esse-

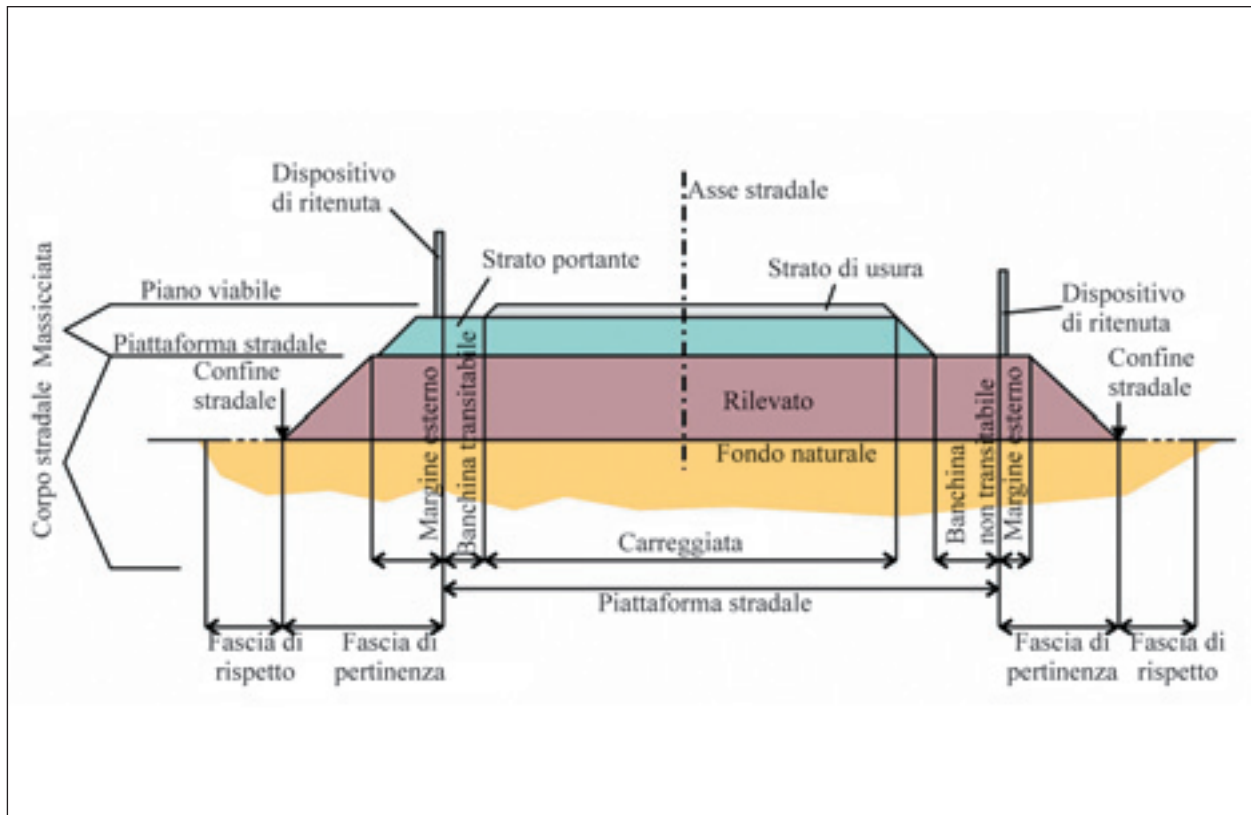


Figura 1.5 - Sezione trasversale di strada costruita in rilevato e completa di ogni elemento costruttivo

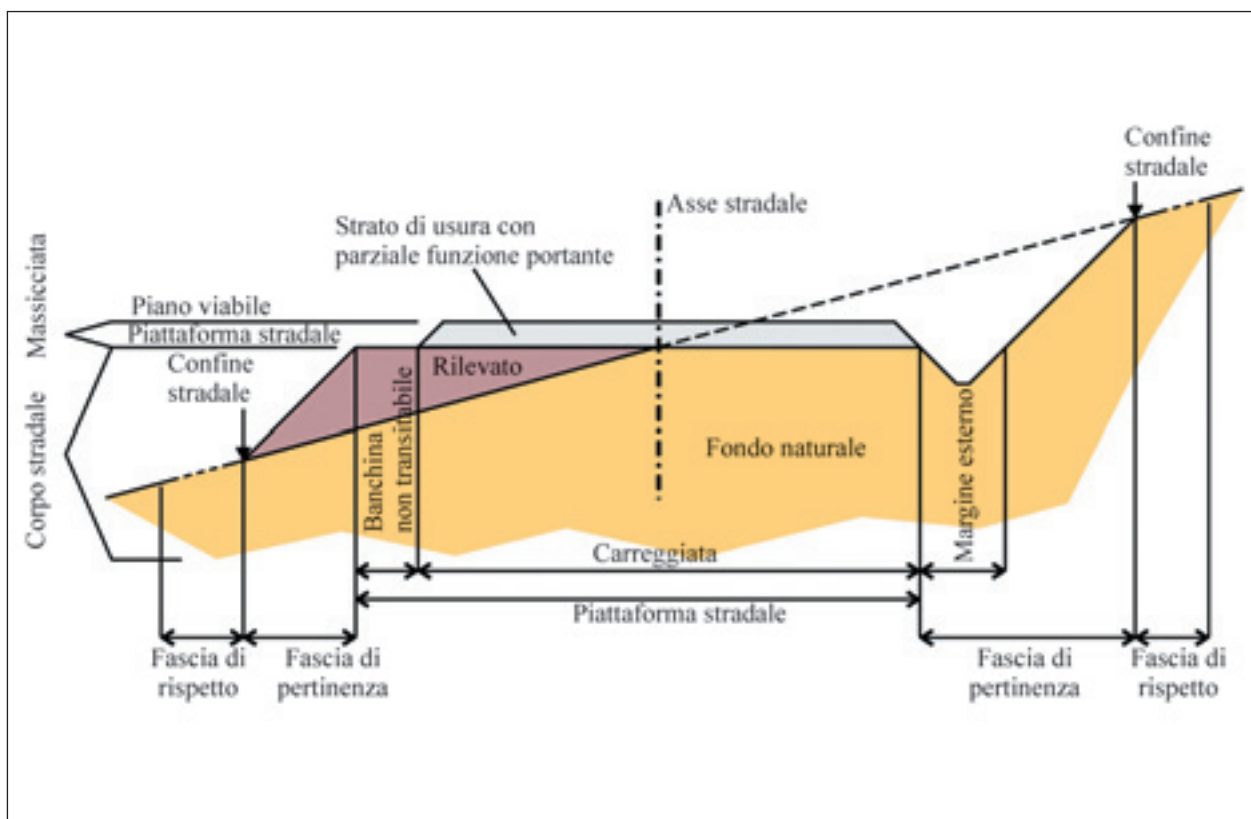


Figura 1.6 - Sezione trasversale di strada realizzata a mezza costa a tipologia costruttiva semplificata

re composta da una o più corsie di marcia. Le **banchine** sono parti della strada comprese tra il margine della carreggiata ed i dispositivi di ritenuta (o i cigli interni delle cunette, o i cigli dei rilevati); possono essere costruite diversamente dalla carreggiata ed essere transitabili o meno. Ove siano realizzate per la sosta d'emergenza dei veicoli si cerca di realizzarle con una pavimentazione che le differenzi dalla carreggiata.

L'area esterna alla piattaforma stradale compresa tra le banchine ed il confine stradale (limite della proprietà stradale) costituisce la **fascia di pertinenza** (figura 1.6). Nella fascia di pertinenza trovano sede le scarpate ed il margine esterno. Il **margine esterno** è la parte della sede stradale nel quale trovano sede cunette, arginelli, disposi-

tivi di ritenuta ed altri elementi di sicurezza e arredo. Esternamente al confine stradale vi può essere una **fascia di rispetto** sulla quale, a tutela della strada, esistono vincoli alla realizzazione di scavi, costruzioni, recinzioni, piantagioni o simili.

Il manufatto stradale è completato da opere d'arte inerenti l'attraversamento di impluvi e corsi d'acqua (corde molli, ponti) e la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche (cunette).

Quando la massicciata è assente ed il piano di scorrimento dei veicoli è su fondo naturale (salvo brevi tratti) non si parla di strada ma di **pista**. Le piste hanno un numero limitato di opere d'arte, di semplice fattura e destinate prevalentemente alla regimazione delle acque.

2 VIABILITÀ E TERRITORIO

2.1 La viabilità come strumento per la gestione dei beni agro-silvopastorali

La viabilità agro-silvopastorale è un'infrastruttura indispensabile per poter esercitare una razionale ed economica gestione dei beni forestali, pastorali e agricoli.

Nei **soprassuoli forestali**, in carenza o assenza di viabilità, vengono a mancare i necessari presupposti per poter eseguire, con sufficienti livelli di razionalità ed economicità, gli interventi selvicolturali (ovvero tagli di maturità/rinnovazione e tagli intercalari) richiesti per la gestione attiva dei popolamenti. La presenza di una rete viabile sufficientemente sviluppata costituisce una condizione irrinunciabile per la pratica di una selvicoltura basata su interventi puntuali e capillari e che non comporti utilizzazioni di massa su grandi superfici (Hippoliti, 1989). In difetto di viabilità, l'economicità delle utilizzazioni è possibile solo o per assortimenti legnosi di notevole valore, o per tagli che concentrino notevoli masse su vaste superfici, con possibili conseguenze negative per la stabilità dei versanti e gli aspetti paesaggistici e naturalistici. D'altro canto la viabilità è condizione **necessaria, ma non sufficiente** perché possa aver luogo una razionale gestione del territorio. Infatti vi possono essere vincoli economici e limitazioni di altra natura che fanno sì che, anche in presenza di una rete viabile adeguata, la gestione forestale non assuma quei caratteri di continuità, razionalità e tempestività che sarebbero richiesti per ottenere risultati significativi in termini idrogeologici, socio-economici e paesaggistici oltreché, eventualmente, economici.

Con la diffusione di modelli selvicolturali di tipo naturalistico, che prevedono interventi puntuali e ripetuti nel tempo al fine di imitare le dinamiche naturali degli ecosistemi, sono aumentate le esigenze di accesso ai boschi. Tali interventi, infatti, per essere tecnicamente fattibili ed avere costi accettabili, devono poter contare su una rete viabile adeguatamente sviluppata, che permetta l'impiego di attrezzature a limitato impatto ambientale con costi d'impiego compatibili anche con tagli di debole intensità. Le funzioni della viabilità nelle attività forestali non sono comunque correlate alle sole fasi di utilizzazione del soprassuolo, ma riguardano l'intero ciclo

culturale e tutte le attività poste in essere per curare e conservare le superfici forestali. Nel complesso la viabilità rende possibili le seguenti operazioni:

- l'accesso da parte del personale tecnico e di custodia addetto alle operazioni di misurazione, monitoraggio e controllo;
- l'accesso al bosco da parte delle maestranze impiegate nella raccolta del legname e nel miglioramento e ricostituzione dei soprassuoli boscati;
- l'esbosco e il trasporto del legname;
- la realizzazione di piazzali per la lavorazione, selezione e deposito temporaneo del legname dove è possibile, grazie all'impiego di moderne macchine sramadepezzatrici, cippatrici o scortecciatrici, raggiungere livelli più alti di produttività e sicurezza nel lavoro;
- l'accesso da parte delle squadre e dei mezzi per la prevenzione ed estinzione degli incendi boschivi (Bovio, 2001);
- la compartimentazione del bosco a fini gestionali;
- la fruizione dei boschi e delle aree naturali a fini turistico-ricreativi.

Si può ragionevolmente affermare che la funzione di accesso sia in ogni caso prioritaria per la gestione forestale, e probabilmente essa è prevalente rispetto a quella di abduzione del legname anche in termini di frequenza del traffico veicolare, come confermato da alcune ricerche condotte nelle foreste ad alta vocazione produttiva della Germania (Dietz et al., 1984). La funzione di consentire l'esbosco resta comunque fondamentale per la viabilità forestale, poiché il rilascio degli assorti-



Figura 2.1 - Pista forestale di crinale utilizzabile anche per la prevenzione ed estinzione degli incendi boschivi (Val Nerina-Ri).



Figura 2.2 - Pista silvo-pastorale in zona montana dove si alternano pascoli privati e rimboschimenti di proprietà comunale (Valle Maira-Cn).



Figura 2.3 - Strada trattorabile di servizio a insediamenti agricoli in quota, utilizzata in modo intensivo per il turismo estivo (Klewenalp, Lago dei quattro Cantoni - CH).

menti tagliati in bosco, oltre a rappresentare una rinuncia ad una fonte di reddito, non sempre è auspicabile per motivi di ordine fitopatologico, ecologico, idraulico e protezione incendi.

Per i fini di lotta agli incendi boschivi le caratteristiche costruttive, densità e distribuzione non sempre corrispondono con quelle delle attività di utilizzazione, assumendo in questo caso importanza anche la velocità di percorrenza e la sicurezza. Occorre quindi ragionare avendo presente i possibili scenari operativi e distinguendo le esigenze di prevenzione e quelle di estinzione (Calvani et al, 1999; Bovio, op.cit.).

Per quanto riguarda invece le attività connesse all'utilizzazione e valorizzazione dei **pascoli di montagna**, l'assenza di accessibilità stradale comporta il rischio del loro abbandono, in quanto l'isolamento e l'impossibilità di trasportare i materiali necessari al lavoro impone agli alpeggiatori sacrifici non più compatibili con le attuali esigenze di vita familiare e professionale. I fabbricati d'alpe ancora utilizzati devono essere quindi serviti da viabilità con caratteristiche adeguate alle esigenze delle attività di alpeggio. È utile a questo fine distinguere gli alpeggi dove si ottiene una produzione lattea da quelli destinati alla monticazione di animali in asciutta: in entrambi i casi una strada è utile perché permette migliori condizioni di vita e lavoro, ma quando si ha produzione di latte o formaggi essa diviene indispensabile per il trasporto dei prodotti verso valle.

Per quanto riguarda infine le **superfici agricole**, queste non hanno di norma problemi di accessibilità poiché i forti cambiamenti socioeconomici che hanno riguardato il settore primario negli ultimi 50 anni hanno determinato l'abbandono di tutte le superfici non accessibili e non meccanizzabili e quindi quelle attualmente coltivate sono servite da viabilità. È opportuno tuttavia rammentare che per la coltivazioni di cereali è necessaria una viabilità di tipo camionabile per consentire l'accesso alle ingombranti e indispensabili macchine mietitrebbiatrici. Per la foraggicoltura e frutticoltura invece, dove le macchine per la raccolta e trasporto del prodotto possono avere dimensioni contenute, può essere sufficiente una viabilità "trattorabile", cioè costituita da tracciati con larghezza di 2,5-3 m (cfr. § 4.2). Su terreni pianeggianti o debolmente pendenti l'accesso alle colture avviene, in assenza di una specifica viabilità di servizio, attraverso gli appezzamenti limitrofi grazie a diritti di passaggio previsti dal Codice civile.

2.2 Impatto ambientale

La viabilità silvo-pastorale interagisce con l'ambiente circostante con effetti positivi e negativi. La letteratura tecnica ed anche la pubblicitaria si sono occupate dell'argomento con pareri a favore e contro (Balocco et al. 1994; Bortoli, 2001). Spesso si tratta di temi dibattuti da un punto di vista qualitativo e teorico, essendo assai difficile



Figura 2.4 - Problemi legati alla regimazione delle acque lungo la viabilità agro-silvopastorale: a sx sgrondo di acque affioranti dalla scarpata di monte; a dx occlusione di tomboni in conseguenza del forte trasporto solido delle acque superficiali. Entrambe i casi possono essere risolti realizzando adeguate opere d'arte (Valli di Lanzo-To).

organizzare sperimentazioni in campo e disporre quindi di dati sperimentali⁷.

Il dibattito sugli aspetti negativi e positivi delle strade forestali è ampio e non riguarda solo l'Italia. Un recente lavoro condotto negli Stati Uniti (Bengston e Fan, 1999) riporta che l'opinione espressa più frequentemente in 15.100 articoli pubblicati fra il 1994 ed il 1998 comparsi su 78 testate fra periodici e quotidiani, e cioè nel 36% dei casi, era favorevole alle strade (*“la viabilità consente l'accesso alle aree verdi consentendo la pratica di attività sportive e ricreative, anche a persone anziane o disabili”*), seguita da quella sfavorevole a causa dei problemi ambientali connessi con esse, riportata nel 17% degli articoli pubblicati. I pareri favorevoli risultavano legati comunque allo svolgimento di attività turistiche o economiche, mentre alla base di quelli contrari vi era il timore che le aree servite da viabilità perdessero i loro benefici ecologici, quali acque pulite, habitat per la fauna selvatica ed una mag-

giore biodiversità e le proprietà taumaturgiche collegate ad ambienti incontaminati e isolati.

Alcuni studi hanno cercato di raccogliere in modo organico le argomentazioni dei numerosi Autori intervenuti sull'argomento offrendo pregevoli sintesi sull'argomento, cui si rimanda per approfondimenti (Laurent et al, 1996; Marchi e Spinelli, 1997). I fenomeni in gioco sono comunque piuttosto articolati e complessi e vengono nel seguito presentati per punti.

2.2.1 Ciclo delle acque

Da un punto di vista **idrologico** le strade interferiscono con i flussi idrici ipodermici, con un effetto di abbassamento della falda per alcune decine di metri nella fascia sottostante e riportando alla superficie, in corrispondenza della scarpata di monte, acque che scorrono nella porzione più superficiale del terreno (figura 2.4).

⁷ Il dibattito pro e contro la viabilità è nato con le prime strade nelle valli alpine a metà dell'ottocento. A titolo di esempio, per illustrare che le posizioni di pensiero sull'argomento non sono mutate in centocinquanta anni, si riportano le opinioni di due Autori accreditati a quei tempi circa la costruzione della strada provinciale che collega Lanzo T.se con Viù. A favore si esprimeva Luigi Arcozzi-Masino *“Non consiglierai mai a nessuno di fare debiti, ma per avere buone strade carreggiabili e sicure farei un'unica splendida eccezione. Senza strade non si vive e si fa precisamente come quelle superbe foreste il cui prodotto in legname da costruzione, in legna da ardere, deve lasciarsi a marcire sul luogo per mancanza di mezzi di trasporto”* (Le Valli di Lanzo - Spigolature autunnali, 1870). Di parere avverso era Carlo Ratti, che nella prima edizione della Guida turistica delle Valli di Lanzo (1883), scriveva: *“Le stesse strade carrozzabili furono in parte la rovina delle Valli, poiché, se prima le piante marcivano sul luogo per non poter essere trasportate, ora vengono tagliate oltre il bisogno, come succede nei grandi tagli eseguiti per pagare col ricavo della legna venduta le strade stesse”* (Santacroce e Cantele, 1992).

Tale intercettazione può avere conseguenze negative sui tempi di corrivazione del bacino idrografico, poiché le acque sotterranee hanno una velocità di scorrimento inferiore a quelle superficiali.

In secondo luogo devono essere valutate le interferenze fra rete stradale e idrografia superficiale. In corrispondenza di ponti e tomboni le acque di piena possono non trovare adeguato sfogo e dare luogo ad esondazioni, con danni al versante ed a manufatti sottostanti. Un corretto dimensionamento delle opere di attraversamento, la predisposizione di opere accessorie di filtraggio e/o sedimentazione dei materiali trasportati dalla corrente (quali ad esempio pozzetti a doppia camera di sedimentazione, rastrelli di intercettazione dei corpi solidi a monte degli attraversamenti, ecc.) abbinati ad una corretta manutenzione possono risolvere la massima parte di questi problemi. Se le acque vengono adeguatamente raccolte, regimate e ridistribuite sul versante, non danneggiano il corpo stradale e non innescano fenomeni erosivi; inoltre se si evitano canalizzazioni di masse d'acqua importanti, anche gli effetti sul tempo di corrivazione risultano trascurabili.

2.2.2 Dissesti

Versanti in delicato equilibrio statico possono essere resi instabili dalla costruzione di piste agro-silvopastorali realizzate con scarsa attenzione per le problematiche geomorfologiche ed idrauliche. Ciò accade soprattutto nel caso di opere dal percorso forzatamente arduo oppure incautamente progettate o costruite.

In genere si tratta di fenomeni di piccole dimensioni, classificati di entità piccolo-media se occasionati da fenomeni erosivi o di franamento localizzato delle scarpate di monte, di forte intensità se il fenomeno interessa il corpo stradale con cedimento del terrapieno a valle dell'opera. Fenomeni dissestivi di grandi dimensioni non sono per lo più ricollegabili alla viabilità minore e originano da movimenti profondi delle rocce poco influenzati da attività costruttive a carattere superficiale. Anche i dissesti di piccole dimensioni rappresentano comunque un'anomalia, seppur relativamente frequente: spesso sono conseguenze della necessità/volontà di intervenire con limitate dotazioni finanziarie in condizioni orografiche difficili. Anche la carenza di manutenzione può incidere negativamente sulla stabilità del versante. Opere di semplice costru-

zione, cioè che prevedono soli o prevalenti lavori di movimento terra, sono compatibili con condizioni geomorfologiche favorevoli (pendenze moderate, versanti uniformi e poco incisi, terreni con buona coesione naturale ma non eccessivamente duri allo scavo).

Purtroppo in genere si interviene in situazioni assai più difficili facendo economie sulle opere di sostegno, consolidamento e rinverdimento dei versanti, e su quelle di raccolta e regimazione delle acque. Il risparmio interessa malauguratamente anche l'attività di progettazione, vista, soprattutto dai committenti privati, come costo di un adempimento burocratico necessario per legge, ma sostanzialmente inutile. Gli stessi tecnici incaricati talvolta sottovalutano i risvolti ambientali delle strade agro-silvopastorali considerandole opere minori e dunque non richiedenti particolare diligenza. L'analisi del contesto territoriale ed ambientale viene allora scarsamente sviluppata, il rilievo topografico omesso, il tracciamento dell'asse fatto ad occhio o addirittura lasciato all'iniziativa dell'operatore del mezzo movimento terra. Per quanto riguarda le ditte costruttrici, non sempre si può contare su un'elevata professionalità, anche perché il settore, marginale, non permette di operare con continuità, acquisire macchinari specifici e maturare esperienze significative.

2.2.3 Vegetazione

La traccia di una strada ha larghezza variabile in funzione della pendenza del terreno e del tipo di substrato presente che determinano pendenza e sviluppo complessivo delle scarpate. In condizioni medie (pendenza del versante compresa fra il 40 e 60% e angolo di natural declivio di 28-30°), una strada della larghezza utile di 3-3,5 m, occupa con le scarpate un'area planimetrica larga 8-10 m e richiede il taglio a raso del soprasuolo su una fascia di terreno di 12-14 m. Ne derivano quindi modificazioni del microclima (insolazione al suolo, evapotraspirazione), del ciclo della sostanza organica nel suolo, dell'idrologia locale (senza considerare la caduta di inerti verso valle e la copertura del suolo forestale con terre minerali) che determinano lo **sviluppo di una flora meno evoluta** rispetto a quella che vegeta nel sottobosco, che può avere di volta in volta caratteri nitrofilo e igrofilo oppure xerofilo o steppici a seconda delle condizioni microam-



Figura 2.5 - Instabilità delle scarpate per fenomeni erosivi diffusi collegabili ad un mancato o non corretto consolidamento delle superfici di scavo (a sx strada camionabile nella provincia di Brno-Slovacchia; a dx pista trattorabile sul Mottarone - Vb).

bientali locali. Tali variazioni possono essere considerate negative in stazioni di alto pregio naturalistico, con un equilibrio pedoclimatico e vegetazionale particolarmente delicato e frutto di secoli di interazione fra i diversi fattori ecologici, nelle quali ogni cambiamento dello *status quo* potrebbe costituire una minaccia per la conservazione dell'ecosistema⁸. In condizioni ordinarie l'apertura di un varco nel soprassuolo non determina particolare disturbo e le variazioni floristiche possono avere riflessi addirittura positivi aumentando la biodiversità in ecosistemi assai uniformi e poveri di specie (ad esempio rimboschimenti di conifere, faggete oligotrofiche), oppure offrendo siti idonei all'insediamento della rinnovazione di specie forestali: si tratta di piantine che non hanno un avvenire, pur tuttavia utili al selvicoltore in quanto indice di potenziali capacità di rinnovazione del popolamento.

Per quanto riguarda le **piante arboree** si possono registrare danneggiamenti dei fusti a causa del rotolamento di pietre a valle durante le fasi di apertura della strada. Se ciò è occasionale, ha peso trascurabile; se invece dipende da una cattiva esecuzione dei lavori può avere maggiore diffusione e gravità per il minore valore tecnologico del legname e l'indebolimento fitosanitario di un consistente numero di piante.

Le interferenze con gli equilibri idrologici del pendio possono causare alle piante in prossimità del corpo stradale fenomeni di stress idrico o,



Figura 2.6 - Scarico non controllato di materiali inerti a valle di una pista aperta per la ceduzione di un castagneto in Val Casotto (Cn).

all'opposto, di marciume radicale (Laurent *et al.*, 1986). Nei castagneti da frutto ad esempio in seguito all'apertura di viabilità possono aver luogo recrudescenze del mal dell'inchiostro, legate alla variazione dello scorrimento superficiale delle acque, mezzo di propagazione delle zoospore dell'agente fungino⁹.

⁸ Può essere il caso della Pineta di Pino cembro del Bosco dell'Alevè in Valle Varaita (Cn), dove la cenosi forestale si è lentamente sviluppata in un unico corpo su un macereto di rocce verdi assai povere e di lenta degradazione.

⁹ (M. Palenzona *in verbis* - IPLA S.p.a.). La diffusione del fungo per contro può essere contenuta con opere di regimazione delle acque trasversali al versante. Si tratta di valutare se le strade possono servire in tal senso oppure, riportando acque in superficie e concentrando le stesse in alcuni punti, favoriscono piuttosto il fenomeno patologico.

Gli alberi che si trovano immediatamente a valle della nuova strada possono essere soggetti ad interrimento del colletto e del fusto e quindi, in misura variabile a seconda della sensibilità della specie, a fenomeni di asfissia e deperienza, mentre quelli che si trovano sul ciglio della scarpata di monte possono facilmente sradicarsi con ribaltamento del ceppo, la cui nicchia di distacco è punto di innesco di microdissesti. Fatta eccezione per quest'ultimo caso, nel quale bisogna eliminare le piante grosse e vecchie rilasciando quelle giovani che possono svilupparsi adattando l'apparato radicale alle nuove condizioni della scarpata, è importante cercare di rilasciare il maggior numero di alberi nell'intorno della nuova strada, soprattutto se disposte in piccoli gruppi o a quinte. Esse da una parte hanno funzione di schermo diminuendo l'impatto paesaggistico dell'opera, dall'altra hanno una precisa funzione ecologica di margine dell'ecosistema: eliminarle significherebbe solo spostare tale margine più all'interno del popolamento con un maggiore disturbo per esso. L'apparato radicale inoltre può svolgere nel tempo azione di consolidamento della scarpata formando una struttura rigida di sostegno per la terra fine e l'apparato radicale delle specie erbacee (figura 2.7).



Figura 2.7 - Il reticolo di radici di faggio forma una struttura di protezione dall'erosione della scarpata stradale (M.ti Cimini-Vt).

Se si considera il **bosco** nel suo insieme, l'apertura di un varco in popolamenti a radicamento superficiale e/o con fusti eccessivamente filati, può esporre maggiormente il popolamento a schianti o sradicamenti, dal momento che le chiome offrono ai venti una più ampia superficie resistente. Tale circostanza è però strettamente legata all'intensità dei fenomeni meteorici ed è

da considerarsi più una conseguenza di errate scelte selvicolturali che dell'apertura della strada. Popolamenti deboli strutturalmente sono destinati ad essere oggetto di catastrofi naturali, in occasione delle quali un'adeguata rete viabile consente una pronta rimozione del legname e previene l'insorgere di problemi fitopatologici ancora più gravi degli schianti. Il buon selvicoltore può utilizzare il varco delle strade come margine naturale per la messa in rinnovazione del popolamento (trattamenti a tagli marginali). Nei popolamenti subalpini con struttura a gruppi si avrà cura di ragionare secondo la tessitura originaria del bosco conservando o eliminando l'intero gruppo, prediligendo gli alberi con chioma lungo tutto il fusto e sviluppata in modo equilibrato.

In sintesi i danneggiamenti a carico della componente vegetale dell'ecosistema non sono trascurabili, ma possono essere resi minimi con una corretta progettazione dell'opera e accurata realizzazione. I vantaggi derivanti dalla presenza di viabilità, in termini di possibilità di operare con una gestione selvicolturale cauta e puntuale, giustificano sotto questo punto di vista l'operazione. In assenza di gestione e controllo, la viabilità rende più facili i tagli di rapina ed ogni atto di vandalismo verso il patrimonio naturale, incendi compresi.

2.2.4 Fauna

Le specie di piccole dimensioni, scarsamente mobili, risentono maggiormente dei cambiamenti del microclima e quindi l'apertura della strada può determinare migrazioni e temporanei disequilibri nella distribuzione degli animali nella biosfera. La fauna di grandi dimensioni invece potrebbe risultare inibita negli spostamenti per via della parcellizzazione del bosco conseguente alla viabilità. Ciò avviene solo nel caso di strade intensamente trafficate, mentre quelle agro-silvopastorali sono frequentate in ragione di qualche automezzo al giorno e nessuno la notte (Dietz et al., *op. cit.*), se si escludono usi ed abusi per scopi turistici e ricreativi. Su questi argomenti si dispone comunque di pochi dati sperimentali.

2.2.5 Paesaggio

Una strada viene percepita come fattore di disturbo quando si presenta come elemento di rottura o di diversità rispetto al paesaggio circostante. Si distingue una visione da lontano ed



Figura 2.8 - Un corretto inserimento della viabilità nell'ambiente montano testimonia un rapporto armonico tra uomo e natura (Valle d'Ayas - Ao - foto A. Bionaz).

una da vicino. Il disturbo è da ricollegare principalmente per la presenza di scarpate alte e non rinverdite oppure consolidate con opere e materiali estranei al luogo. Talvolta anche la soluzione di continuità delle chiome può evidenziare negativamente un tracciato stradale (Häyrinen, 1995).

Una strada che non si vede ha impatto nullo; se l'opera è visibile non sempre riceve un giudizio negativo. In alcuni casi la strada si inserisce in modo armonioso nell'ambiente circostante e "segnando" con il suo sviluppo lineare la dolce ondulazione dei versanti o il gioco di impluvi e dorsali e appagando l'occhio dell'osservatore in misura maggiore rispetto ad una visuale uniforme (figura 2.8). Ciò è possibile solo se l'opera è stata progettata e realizzata in modo ottimale ed in particolare osservando le seguenti regole:

- adattando il tracciato il più possibile all'andamento naturale del terreno e non imporlo sul versante come rigida concatenazione di segmenti (cfr. § 4.1);
- valorizzando gli elementi naturali di particolare pregio (alberi di grandi dimensioni, rocce ecc.) utilizzandoli come punti di raccordo fra strada e area circostante (cfr. § 5.4.2);

- utilizzando materiali del luogo o altri simili per forme, dimensioni unitarie e colori;
- realizzando eventualmente opere di mitigazione (siepi, rivestimento delle opere in cls., colorazione dei fronti di scavo in roccia ecc.).

L'impatto paesaggistico deve essere valutato considerando i possibili angoli di visuale dell'opera. In questo senso possono essere utili software per la visualizzazione tridimensionale delle basi dati territoriali, che consentono di rappresentare il versante e la costruenda strada in formato tridimensionale. L'utilizzo di tali tecnologie è attualmente riservato per opere di rilevante impatto ed importanza economica, tuttavia la crescente diffusione dei sistemi GIS può far pensare ad una loro futura applicazione anche per opere di altro tipo.

Infine nel bilancio paesaggistico occorre tenere conto che una strada può avere valenze attive e positive offrendo godimento estetico grazie alla presenza di punti panoramici, che consentono di ammirare le bellezze naturali da angolazioni altrimenti non visibili.

2.3 Viabilità, selvicoltura e sviluppo della meccanizzazione forestale

Le esigenze del traffico sono connesse alla natura, intensità, importanza economica e grado di meccanizzazione delle attività di gestione silvo-pastorale: in funzione delle condizioni stazionali e degli interventi selvicolturali previsti non tutti i boschi hanno le medesime esigenze di accessibilità. I popolamenti con parametri dendroauxometrici elevati (fertilità buona ed ottima), che presentano strutture giovanili (ad esempio perticaie, giovani fustaie) ed i cedui richiedono buona accessibilità poiché gli interventi saranno piuttosto frequenti nel tempo (ogni 10-15 anni). I boschi con basse produttività legnose e mediamente stabili, destinati a prelievi distanziati nel tempo (ad esempio fustaie a mediocre fertilità o situate nel piano altimontano e subalpino) potranno avere livelli di accessibilità inferiori, mentre potranno anche non essere serviti del tutto da viabilità i popolamenti destinati a evoluzione naturale.

La disposizione e spaziatura degli elementi della rete viabile devono essere stabilite in funzione dei sistemi e delle distanze massime di esbosco

adottabili nelle differenti situazioni operative. La spaziatura può essere abbastanza ampia ed indipendente dalle condizioni orografiche quando si prevede il solo accesso di personale a piedi dotato di attrezzature leggere per svolgere interventi colturali o cure minime (taglio selettivo di masse di legname non significative ed inferiori a 10-20 m³/ha). Nei casi in cui sono previste attività di esbosco, occorre sapere che per ogni tipo di attrezzatura esiste una distanza di esbosco ottimale, superata la quale il lavoro diventa prima difficile e più costoso e poi tecnicamente non realizzabile. Ad esempio dove si usano i trattori, le distanze utili di esbosco variano fra 50 e 200 m; dove è possibile e conveniente l'utilizzo dei sistemi a fune, cioè principalmente con legname di grandi dimensioni, la distanza del lotto dalla strada non pregiudica, fino a 800-1.000 m, la fattibilità dell'intervento. Anche se la scelta definitiva del sistema di esbosco può essere compiuta solo al momento della progettazione del taglio, a livello di programmazione è tuttavia bene conoscere in via schematica il possibile campo d'impiego delle differenti attrezzature in funzione di pendenza del terreno e dimensioni degli assortimenti ritraibili, assumendo alcune approssimazioni per esigenze di semplificazione.

A tal fine, nelle figure 2.9, 2.10 e 2.11, sono stati rappresentati i sistemi di esbosco impiegabili

nei terreni pianeggianti, pendenti e fortemente pendenti differenziando fra legname di piccole e grandi dimensioni. Per ciascuna combinazione è indicata la distanza d'esbosco ottimale e quella massima oltre la quale il sistema, per motivazioni tecniche e/o economiche, non risulta più applicabile nella maggior parte dei casi.

Nei **terreni pianeggianti ($p < 25\%$)** i trattori, che possono operare al di fuori di piste e strade senza particolari problemi di aderenza e stabilità longitudinale, sono il sistema d'esbosco più impiegato offrendo le maggiori produttività ed i minori costi d'intervento. Verso il limite superiore della classe, si hanno limitazioni nel carico utile nell'esbosco in salita. Per il legname di piccole dimensioni si impiegano rimorchi (traino), possibilmente a ruote motrici, oppure gabbie montate sul trattore (soma); per quello di grandi dimensioni viene utilizzato di preferenza il verricello (strascico). Il movimento dei mezzi può essere limitato, per ragioni selvicolturali, a vie d'esbosco preventivamente tracciate sul terreno. L'operatività fuoripista risulta buona se contenuta entro i 200 m, accettabile entro i 400 m. In questi casi può risultare discriminante l'accidentalità del terreno, cioè la frequenza, altezza e disposizione di ostacoli naturali, che possono limitare o addirittura rendere del tutto impossibile il traffico veicolare fuori dalle piste. L'acci-

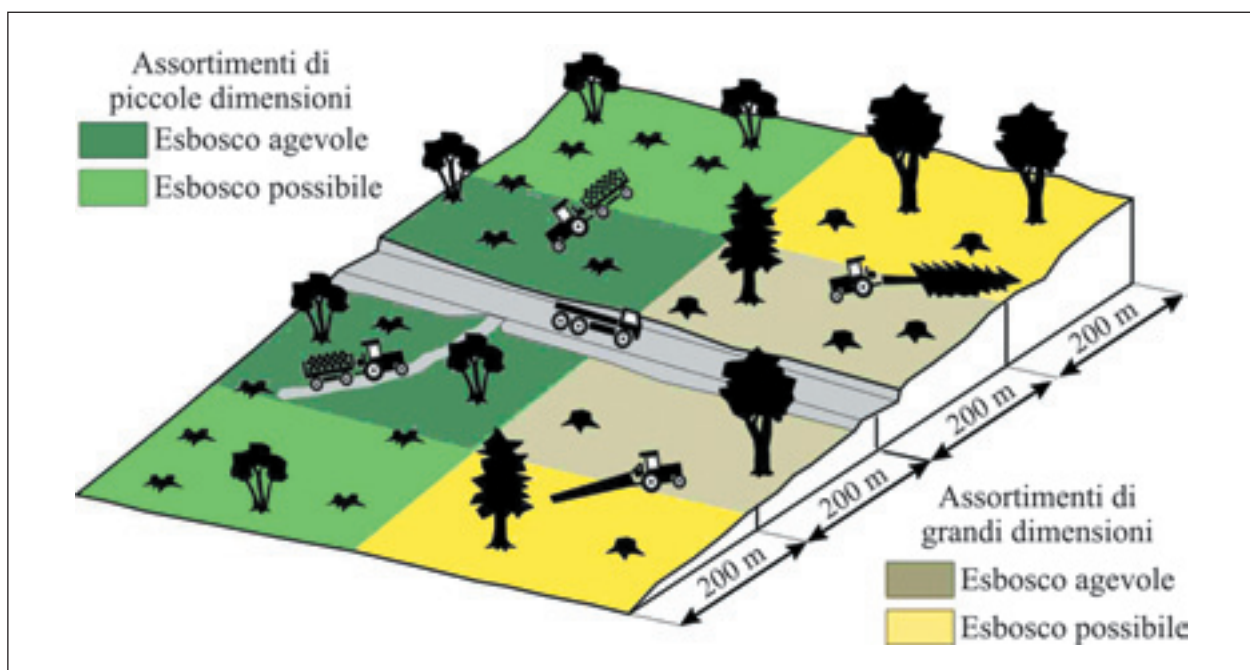


Figura 2.9 - Sistemi e distanze di esbosco nei terreni pianeggianti ($p < 25\%$) differenziati per boschi con alberi di piccole (a sx in toni di verde) e grandi dimensioni (a dx in ocre e giallo).

dentalità deve essere valutata caso per caso tramite sopralluoghi sul terreno.

Nei **terreni pendenti (p=26-50%)** la costruzione di strade e piste è agevole, ed i trattori rimangono il sistema d'esbosco principale. Per ragioni di stabilità, tali mezzi possono esboscare fuori dalle piste solo in discesa e lungo la linea di massima pendenza (oltre il 35% i trattori gommati di tipo agricolo lasciano il posto a quelli articolati o cingolati – oltre il 40% si può operare solo in condizioni favorevoli del terreno). Il legname a valle della strada può essere recuperato con il verricello su distanze massime di 50-100 m se di piccole dimensioni, oppure con gru a cavo a stazione motrice mobile su distanze maggiori, se proveniente da tagli della fustaia. In terreni fortemente accidentati oppure ove il soprassuolo residuo è ancora molto denso ed il movimento dei trattori è ostacolato, si possono impiegare le canalette in polietilene per avvallare legname di piccole dimensioni.

Nei terreni **fortemente pendenti (p>50%)**, per i popolamenti che forniscono assortimenti di piccole dimensioni, l'esbosco da monte è limitato all'avvallamento su distanze massime di 100 m.

Da valle le gru a cavo a stazione motrice mobile permettono di operare su distanze maggiori (200-400 m) anche con certi margini di convenienza. Tali attrezzature sono tuttavia ancora relativamente poco diffuse. Nelle fustaie le gru a cavo con argano a slitta rappresentano l'unico sistema impiegabile per distanze medio lunghe, dove in genere vengono impiegate nell'esbosco verso valle con linee che possono arrivare fino a 800-1000 m, ma all'aumentare della lunghezza della linea deve corrispondere un incremento proporzionale della ripresa di legname, affinché i costi siano accettabili.

Per quanto riguarda i parametri geometrici della viabilità (larghezza della sezione utile, pendenza longitudinale, raggi di curvatura nei tornanti) si osserva una generale inadeguatezza, che è da ricollegare ad un mancato adeguamento delle opere ai nuovi veicoli in circolazione. Lo sviluppo delle tecniche di lavoro e della tecnologia delle macchine per la raccolta, lavorazione e trasporto del legno, può richiedere variazioni significative dei parametri geometrici e costruttivi anche in un arco temporale relativamente breve e dell'ordine di 15-20 anni. Guardando al passato è facile riscontrare esempi eloquenti a questo

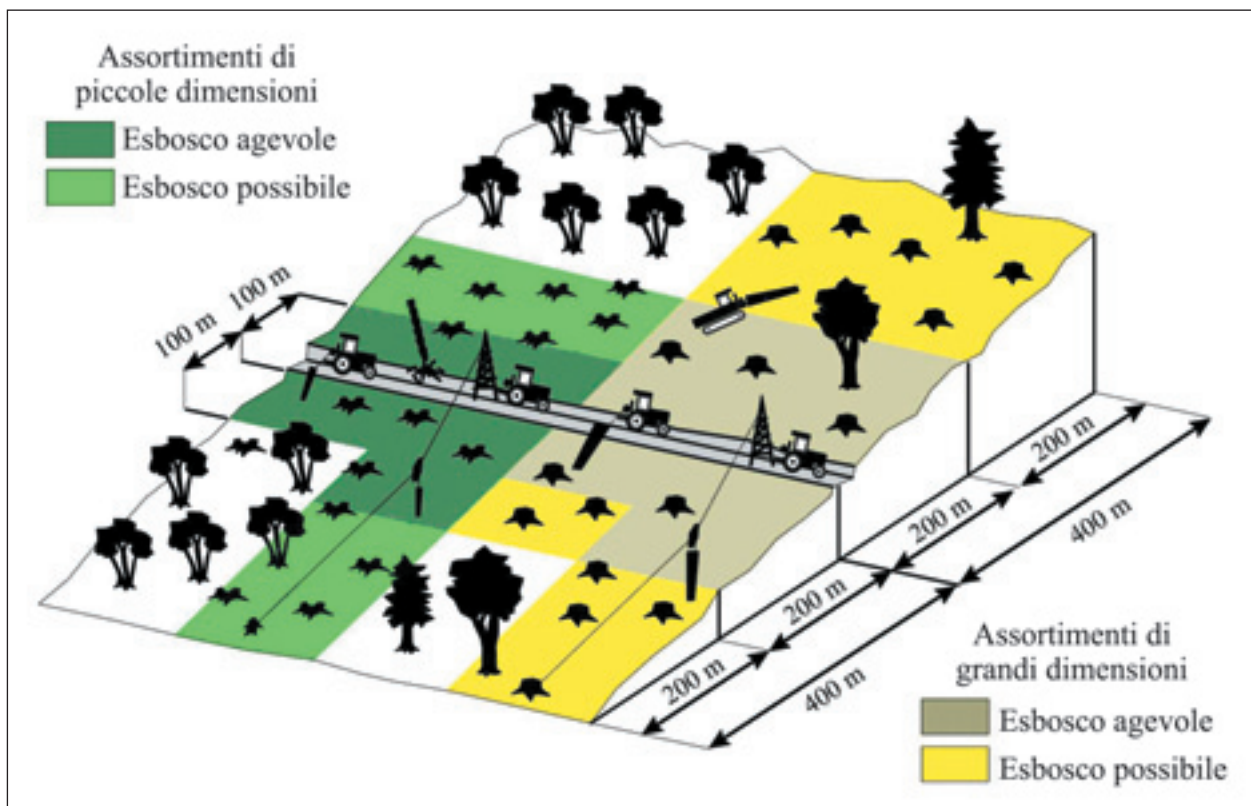


Figura 2.10 - Sistemi e distanze di esbosco nei terreni pendenti (p=26-50%) differenziati per boschi con alberi di piccole (a sx in toni di verde) e grandi dimensioni (a dx in ocra e giallo).

riguardo: nei rimboschimenti realizzati fra gli anni venti e sessanta in molte zone del Paese sono stati realizzati stradelli con il fine di permettere un agevole passaggio di muli e cavalli anche nelle operazioni colturali successive all'impianto; visti i tempi piuttosto lunghi di maturazione delle colture legnose, questi tracciati sono divenuti inadeguati, perché troppo stretti anche per il più piccolo dei trattori, prima ancora che arrivasse il tempo di utilizzarli. Venendo a tempi più recenti, si trovano frequentemente strade carrarecce costruite negli anni settanta con una larghezza di 2,2 m, in relazione alla larghezza della lama della pala cingolata allora a disposizione; queste oggi consentono il

transito a automezzi leggeri, ma non a quello di autocarri pesanti, divenuti quasi indispensabili per molte opere di ingegneria civile, sistemazione idraulica e per il trasporto del legname.

La larghezza delle strade è anche commisurata alle tecniche e macchine impiegate per la costruzione. In tal senso l'apertura di tracciati di larghezza superiore sarebbe stata una volta troppo onerosa, dovendo essere seguita completamente a mano. Oggi per contro è difficile prevedere larghezze inferiori a 3 m, in relazione alle dimensioni degli escavatori di più comune impiego.

Se si analizzano i principali sviluppi nella meccanizzazione agricola e forestale si può osserva-

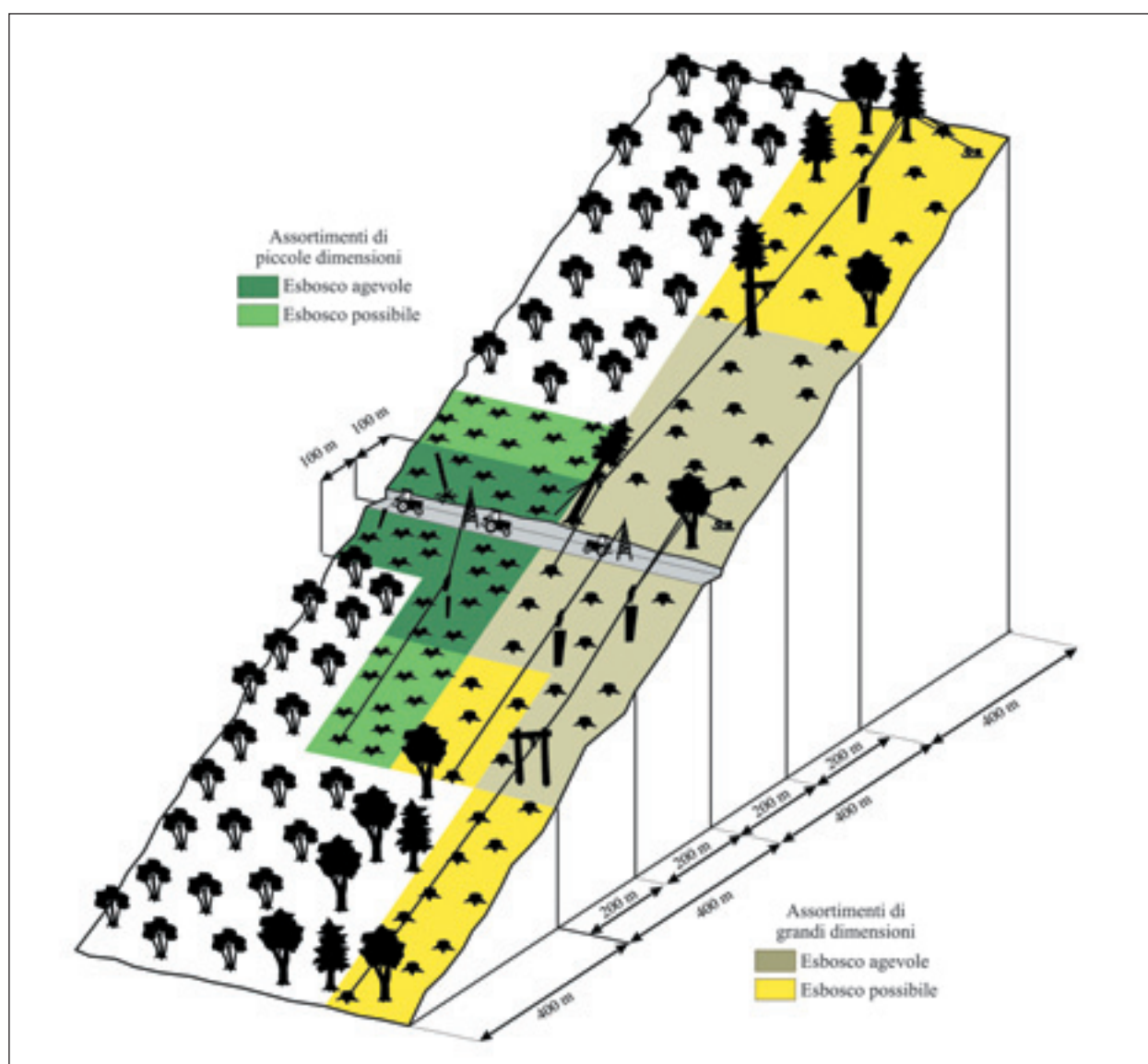


Figura 2.11 - Sistemi e distanze di esbosco nei terreni fortemente pendenti ($p > 50\%$) differenziati per boschi con alberi di piccole (a sx in toni di verde) e grandi dimensioni (a dx in ocra e giallo).

re che la tendenza porta verso un aumento delle dimensioni delle macchine (larghezza, massa a vuoto, portata utile), un incremento della capacità di superare pendenze accentuate e ostacoli pronunciati del terreno, una maggiore stabilità in pendenza grazie a sistemi autolivellanti. Quindi ci si può attendere che la soglia dei terreni meccanizzabili venga spostata dal 35-40% al 50-55%. Tralasciando eventuali perplessità che possono sorgere sull'opportunità di estendere sistemi di meccanizzazione spinta in relazione alla salvaguardia del suolo ed alle modeste dimensioni aziendali delle proprietà forestali, dal punto di vista delle esigenze di accessibilità si può ritenere che occorreranno sempre più opere di sezione utile adeguata (almeno 3,5 m), dotate di massicciata in grado di sopportare elevati carichi. Per contro, grazie alle maggiori capacità operative fuoripista dei trattori e alla maggiore diffusione ed efficienza dei sistemi a fune, potrà essere sufficiente una spaziatura maggiore dei tracciati.

2.4 Indici e valori ottimali di densità viabile

La quantità e distribuzione della viabilità sul territorio può essere espressa mediante numeri indice, il cui impiego, indispensabile negli studi di pianificazione forestale, può essere utile anche per una descrizione geografica e socio-economica delle aree rurali o nell'ambito di analisi ecologiche del paesaggio. A ciascun indice possono essere associati, a titolo indicativo, valori calcolati per determinate aree forestali note per un livello di viabilità scarso piuttosto che sufficiente o ottimale. Occorre tenere sempre presente però, che il valore di un indice non è sufficiente per valutare una rete viabile, ma deve essere ponderato in funzione della geomorfologia dei versanti, del tipo di soprassuolo e gestione forestale ed non ultimo in base agli obiettivi della pianificazione, che a loro volta possono essere determinati solo dopo aver redatto congiuntamente il piano forestale e quello della viabilità (cfr. capitolo 3).



Figura 2.12 - Durante i lavori di abbattimento ed esbosco la viabilità silvo-pastorale può essere interdetta al traffico veicolare e pedonale per motivi di sicurezza (Kippel, Lötschental - CH).

La “**densità viabile**” (**DV**) esprime la densità della viabilità in metri di tracciato per ettaro di superficie (m/ha). Tale parametro può essere utilizzato per esprimere il livello di servizio per aree di dimensioni medio-grandi: generalmente i valori si riferiscono a comprensori che vanno da poche centinaia a molte di migliaia di ha di superficie boscata (un'intera valle alpina, una regione geografica o una Nazione). Ad esempio la letteratura riferisce che agli inizi degli anni '90 i boschi della Provincia Autonoma di Trento avevano una densità di strade pari a 27 m/ha (Provincia Autonoma di Trento, 1991), mentre l'Austria, nel 1987 contava su una densità di strade forestali di 40 m/ha nelle fustaie con funzioni produttive mentre in quelle di protezione il valore scendeva a 7 m/ha (Trezniowsky, 1990). Questi numeri hanno un valore di sintesi e non possono descrivere le condizioni di accessibilità della singola particella forestale, né se la viabilità presente ha una distribuzione razionale rispetto alle zone boscate da servire.

Per le zone alpine i valori ottimali di densità stradale possono variare fra 20 e 35 m/ha (considerando la sola viabilità principale, non le vie di esbosco), mentre in zone meno acclivi con boschi a marcata vocazione produttiva i valori possono salire fino a 50 m/ha. In pianura i valori sono soggetti a diminuire poiché i trattori possono muoversi fuori strada o su vie d'esbosco temporanee, scendendo a 10-15 m/ha.

Nelle aree montane della Regione Piemonte i valori, calcolati a livello di Area forestale (costituita da una o più Comunità Montane), sono generalmente compresi fra 10 e 15 m di viabilità agro-silvopastorale per ettaro di superficie forestale o pastorale con un *range* che va da 5 a 20 m/ha (cfr. § 3.2.4.2).

La “**spaziatura**” (**S**) rappresenta invece la distanza minima fra due strade, misurata sul piano orizzontale perpendicolarmente alle curve di livello ed espressa in metri.

Supponendo un modello teorico a strade parallele, fra la densità stradale e la spaziatura valgono le seguenti relazioni:

$$(2.1) \quad S = 10.000/D$$

$$(2.2) \quad D = 10.000/S$$

similmente, nota la spaziatura, si può calcolare la **distanza media teorica d'esbosco (E)**, espressa in metri, secondo la seguente:

$$(2.3) \quad E = S/4 = 2.500/D$$

naturalmente questa equivalenza è valida solo nel caso in cui si possa esboscare alla strada sia da monte che da valle e che le linee di esbosco siano perpendicolari ad essa. Il valore così ottenuto di E è teorico e deve essere maggiorato per un coefficiente di correzione “k” che tiene conto del fatto che le reti di strade e di vie d'esbosco nella realtà non corrispondono ad un modello ideale a maglie quadre. Tale fattore, può avere valori minori di 1,3 e maggiori di 2, dove 2 rappresenta una viabilità sfavorevole con strade non distribuite uniformemente nel bosco e 1,3 una condizione piuttosto favorevole (Dietz *et al.*, *op. cit.*).

La “**Quota parte di superficie Servita**” (**QS**) rappresenta invece la quota parte di superficie forestale servita rispetto al totale della superficie sottoposta a gestione attiva. Questo parametro richiede calcoli più laboriosi, oggi eseguibili senza troppe difficoltà grazie all'impiego dei sistemi geografici informativi (GIS). Esso esprime meglio dei precedenti il livello di servizio di una zona esaminata. In base alla letteratura una zona è considerata bene servita quando questo indice assume valori superiori al 70%, mediamente servita fra il 60 e 70%, scarsamente servita quando il valore di QS è inferiore a 60 (Dietz *et al.*, *op. cit.*)¹⁰. In Regione Piemonte, sulla base dei risultati dei Piani Forestali Territoriali, detto indice assume in aree montane valori compresi fra il 30 e 70%, più frequentemente intorno al 45-50% (cfr. § 3.4.2.2). Un valore prossimo al 50% può essere considerato sufficiente per boschi e lenta crescita in cui il tasso di prelievo e la frequenza di intervento sono medi o bassi. È invece scarso se si parla di cedui o boschi giovani soggetti a tagli di diradamento, nei quali si dovrebbe poter arrivare almeno al 60%, al meglio fino al 70%. Oltre tale valore non conviene comunque spingersi perché l'incremento di servizio non sembrerebbe compensare l'aumento degli impatti e dei costi di costruzione e manutenzione.

¹⁰ La Provincia Autonoma di Trento ha l'obiettivo di servire il 75% delle foreste produttive (Provincia Autonoma di Trento, *op. cit.*).

3 LA PIANIFICAZIONE

3.1 A cosa serve avere un piano della viabilità

La costruzione di una strada o di una pista può modificare lo stato dei luoghi, l'assetto idrogeologico ed il contesto paesistico ed urbanistico-territoriale, ed è quindi soggetta al rispetto di norme che prevedono l'ottenimento di specifiche autorizzazioni. L'attuale corpo legislativo e gli strumenti di pianificazione vigenti¹¹, stabiliti per interventi di altra natura e di maggiore impatto ambientale, sono volti principalmente a controllare la compatibilità dell'opera con le norme di tutela, ma non ne verificano l'effettiva utilità e razionalità in un determinato contesto territoriale (cfr. capitolo 7). L'esigenza di disporre di una pianificazione specifica nasce dalle caratteristiche peculiari della viabilità agro-silvopastorale, in quanto infrastruttura che permette il presidio del territorio e lo svolgimento di attività economiche connesse alla conservazione dell'ambiente e dell'assetto idrogeologico (cfr. § 2.1) ed assume, per questo, valenza pubblica anche se di proprietà privata.

Un tracciato stradale, per la sua natura lineare, interessa generalmente più aziende: una pianificazione a livello sovra-aziendale è indispensabile per ottimizzare i tracciati ed evitare che ciascun proprietario costruisca una pista ad esclusivo servizio del proprio fondo o, per contro, che la realizzazione di una pista, utile e voluta da molti, possa essere bloccata dal diniego di singoli, che talvolta agiscono sulla base di motivazioni personali ed estranee all'opera stessa. Anche i confini amministrativi non dovrebbero costituire una barriera: i migliori tracciati per il servizio dei comprensori forestali si sviluppano spesso lungo limiti morfologici salienti (displuviali, fondovalle, limiti bosco-pascolo, ecc.) passando molte volte e per pochi metri da un Comune all'altro o dalla proprietà pubblica a quella privata.

I soggetti coinvolti nella costruzione, manutenzione ed utilizzo della viabilità rurale sono numerosi: proprietari dei fondi, operatori economici, amministrazioni pubbliche, turisti e fruitori degli ambienti naturali. Intorno a questo tema sono rappresentati interessi differenziati e talvolta contrapposti; non sono infrequenti i casi in cui la costruzione di una nuova pista dia inizio ad un contraddittorio fra pubblico e privato o fra soggetto promotore e gruppi di opinione avversi all'opera (cfr. § 2.2).

Le scelte effettuate e le priorità accordate nell'ambito di un piano della viabilità, garantiscono trasparenza ed ottemperano a criteri di razionalità e economicità essendo determinate sulla base di procedure di analisi qualificate ed oggettive, il cui risultato può essere verificato e parzialmente modificato, con procedura pubblica, sulla base delle osservazioni presentate. Inoltre in un contesto di risorse finanziarie limitate le opere previste nel piano possono avere priorità nel ricevere contributi, perché garantiscono il raggiungimento di obiettivi di interesse pubblico. Il piano della viabilità può essere infine visto anche come strumento di coordinamento dei soggetti pubblici coinvolti, sia in veste di promotori dell'iniziativa progettuale (Consorti, Comuni, Comunità Montane) sia quali uffici responsabili della concessione di contributi o del rilascio di autorizzazioni (Regione, Provincia, Comunità Montana, Amministrazioni Comunali, Corpo Forestale dello Stato, ecc.). Esso potrebbe divenire occasione di semplificazione burocratica se gli interventi previsti, una volta approvati dagli Uffici competenti ai sensi di legge, potessero essere autorizzati con procedimenti amministrativi semplificati quali il nulla osta o il silenzio assenso¹².

In ambito collinare e pianiziale il piano della viabilità assume connotati e funzioni parzialmente differenti rispetto alle aree montane: in collina

¹¹ Fanno eccezione i piani di assestamento forestale ex R.D. 3267/1923 (L.R. Regione Piemonte 57/79), che devono prevedere (in base alla Circ. n. 33/PTE del Presidente della Giunta Regionale del 25/6/1980), accanto al piano dei tagli e delle migliorie, un piano della viabilità con indicazione cartografica dei tracciati di nuova realizzazione necessari per la coltivazione dei boschi. Tali piani, destinati alle proprietà pubbliche ed alle aree protette sono stati scarsamente adottati. In Piemonte ad esempio, prima della redazione dei Piani Forestali Territoriali, solo il 10% della superficie forestale e il 20% delle proprietà pubbliche era dotato di un piano di questo tipo (Licini e Terzuolo, 2001).

¹² A questo proposito occorre ricordare che il rilascio delle autorizzazioni per il vincolo idrogeologico (ex R.D. 3267/23) e quello ambientale (ex D.Lgs 490/99) richiedono la presentazione di un progetto esecutivo, che contiene analisi evidentemente più approfondite rispetto a quelle del Piano della viabilità. Tuttavia, grazie alla presenza di un piano è possibile individuare, con la collaborazione di tutti gli Enti interessati, procedure autorizzative più snelle che possano garantire la tutela degli interessi pubblici espressi dalla normativa.

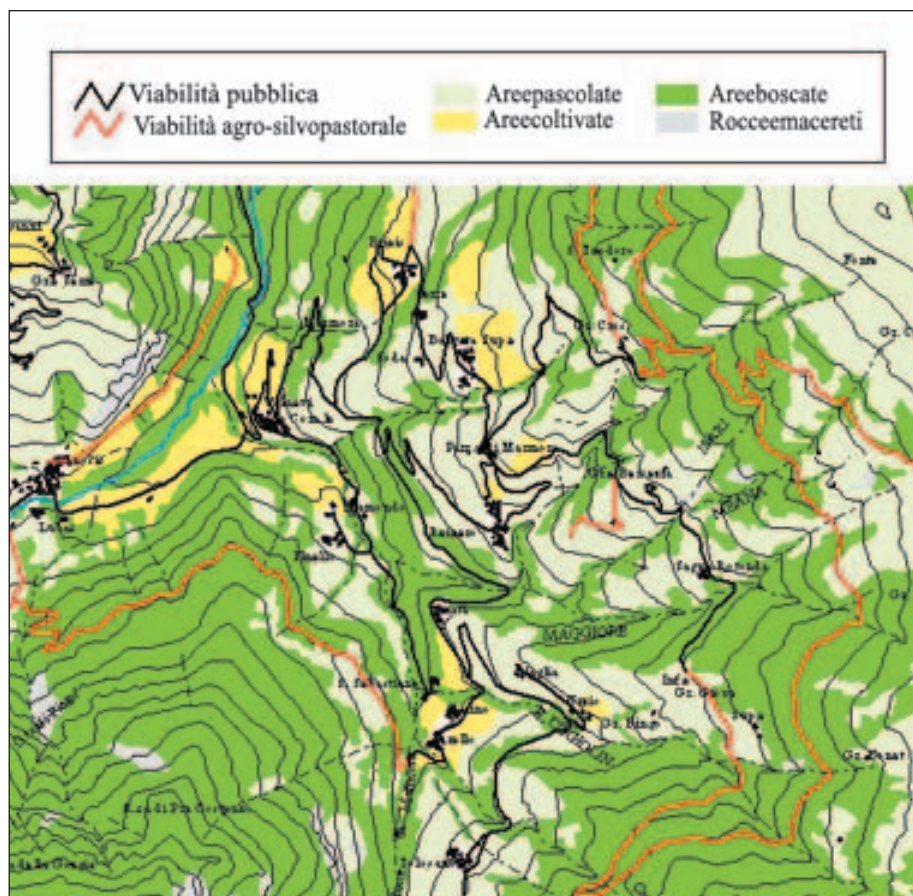


Figura 3.1 - Il piano della viabilità mette a disposizione informazioni indispensabili per una razionale gestione agro-silvopastorale, ma utili anche per la tutela dell'assetto idrogeologico ed ai fini di protezione civile. Le informazioni cartografiche e quelle della banca dati possono essere variamente rappresentate a seconda degli scopi dell'analisi. In figura la rete viabile è suddivisa in base al regime di uso ed è rappresentata unitamente alla carta delle coperture del territorio (PFT Valle Maira – Cn; dati IPLA - Regione Piemonte).

predomina la proprietà privata fortemente frammentata, mentre la copertura forestale ha uno sviluppo articolato secondo un disegno a mosaico con coltivi e aree urbanizzate. La rete viabile è costituita principalmente da viabilità pubblica, più diffusa rispetto alle aree montane, da strade interpoderali o poderali di servizio ai fondi agricoli ed in misura minore da piste forestali all'interno dei comprensori boscati di maggiore estensione. In tali territori è difficile impostare una pianificazione secondo canoni tradizionali; in genere manca un Ente che possa sovrintendere ad una gestione unitaria e programmata dei boschi e della viabilità, anche se sono sempre più frequenti le iniziative di associazionismo a livello sovra-comunale fra Enti pubblici (Unioni di Comuni, Consorzi, Comunità Collinari). Il piano della viabilità in questi casi ha piuttosto lo scopo di presentare statistiche su sviluppo e caratteristiche della rete viaria di interesse agro-

silvopastorale, al fine di supportare politiche di sviluppo territoriale; in secondo luogo può individuare superfici forestali scarsamente servite in cui occorre prevedere azioni di miglioramento della viabilità; infine dovrebbe evidenziare l'importanza della rete viabile rurale in un contesto territoriale polifunzionale, richiamando l'attenzione sui percorsi strategici per la fruizione turistico-ricreativa (percorsi equestri, ciclabili, ecc.), per le attività di prevenzione e protezione dagli incendi boschivi e quelle di conservazione ambientale.

Sia per le aree montane che per quelle collinari e di pianura, affinché gli sforzi ed investimenti in questo settore possano avere un seguito, occorre che la redazione dei piani sia svolta, secondo linee guida stabilite a livello regionale, da figure professionali in grado di interpretare al meglio le esigenze tecniche, economiche e sociali connesse alle attività forestali, pastorali e agricole.

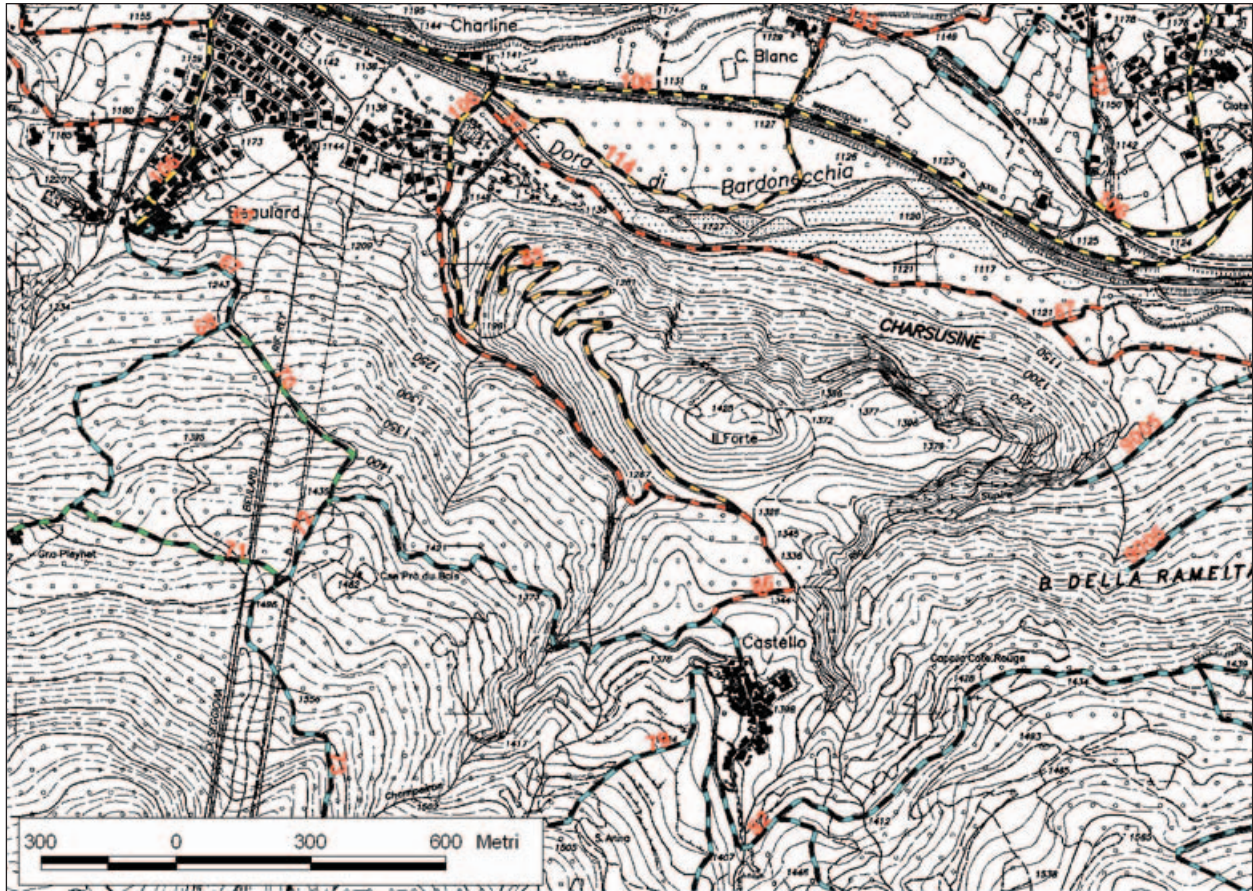


Figura 3.2 - Nel piano della viabilità ad ogni tracciato è associata in banca dati una scheda descrittiva su caratteristiche costruttive, percorribilità e stato di manutenzione (PFT Alta Valle di Susa - To - dati C.F.A.V.S. - IPLA - Regione Piemonte).

Infine è utile sapere che il piano della viabilità, a qualsiasi scala esso sia redatto, non può essere disgiunto da un'omogenea conoscenza del bosco e da adeguate analisi di carattere geomorfologico.

3.2 Analisi ed elaborati del piano

Il piano della viabilità si può schematicamente suddividere in tre parti:

- Censimento e banca dati della viabilità esistente;
- Analisi delle esigenze di servizio e delimitazione delle zone servite;
- Proposte di intervento per il miglioramento della rete viabile.

3.2.1 Censimento e banca dati della viabilità

La prima fase prevede la realizzazione di un censimento delle strade e piste esistenti. Il censimento si articola in una prima analisi di natura geometrica - cartografica (che può essere chiamata "*inventario*"), che consiste nell'elencazione e delimitazione di tutti i tracciati di interesse per il piano, individuati sulla base della cartografia ufficiale di riferimento (al solito Carta Tecnica Regionale o Provinciale) e di sopralluoghi sul terreno¹³.

L'unità inventariale è costituita da una polilinea compresa tra 2 nodi della rete, omogenea per determinate caratteristiche e limiti amministrativi;

¹³ La cartografia ufficiale può essere non aggiornata o non corretta a causa di errori di fotointerpretazione, più frequenti nelle zone boscate dove la copertura vegetale nasconde in parte le strade. In questi casi è necessario apportare modifiche alla cartografia, segnalando la viabilità mancante e quella riportata erroneamente. Per evitare problemi con gli Enti preposti ed autorizzati alla redazione delle cartografie ufficiali, tali modifiche devono essere considerate come integrazioni tematiche e non variazioni del fondo topografico, rispetto al quale devono essere distinguibili. Il rilievo dei tracciati non riportati sulla cartografia può essere fatto in via speditiva con strumenti a mano libera (cfr. § 5.5) oppure con ricevitori GPS (Cassani, 1997; Gherardi et al., 1998; Johansson e Gunnarsson, 1994).

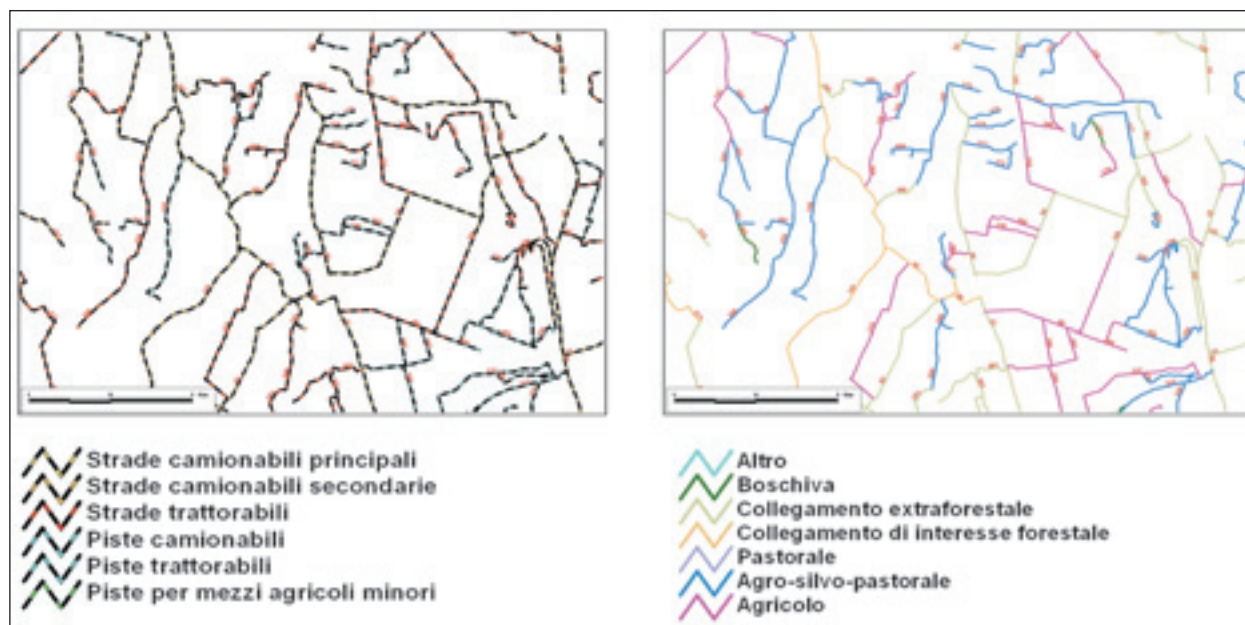


Figura 3.3 - Viabilità collinare multifunzionale tematizzata per tipo costruttivo (a sx) e funzione svolta (dx).

ad essa è associato un codice univoco che ne consente l'identificazione come elemento cartografico e come record alfanumerico della banca dati.

In secondo luogo, la “*descrizione*” di ciascun tracciato avviene attraverso la compilazione di una scheda cartacea, nella quale vengono raccolte informazioni in numero e natura variabile in funzione degli scopi della pianificazione e del contesto territoriale analizzato (ad es. caratteristiche costruttive, stato di manutenzione, aspetti patrimoniali, regime d'uso, presenza di eventuali restrizioni, ecc.) (tabella 3.1).

In base alle informazioni raccolte è possibile quindi una “*classificazione*” delle opere da un punto di vista **costruttivo** e **funzionale**. Per quanto riguarda il tipo costruttivo (o categoria) la classificazione si basa sulle caratteristiche geometriche e di tracciato: ad esempio si distinguono le piste a fondo naturale dalle strade, a loro volta suddivise in camionabili e trattorabili (cfr. § 4.2)¹⁴. L'obiettivo di questa classificazione è quello di fornire una chiave di lettura sintetica della rete in base al tipo di automezzi che la

possono percorrere. La classificazione per funzioni aiuta invece a stabilire il più appropriato regime d'uso della strada e il tipo di gestione e manutenzione più efficace (figura 3.3).

In contesti territoriali polifunzionali la rete viabile pubblica non sempre è spazialmente distinta da quella agro-silvopastorale. Nelle strade di minore importanza i limiti fra funzioni di pubblico collegamento e di servizio agro-silvopastorale possono essere sfumati da un punto di vista tecnico e non sempre facilmente inquadrabili nei risvolti giuridici (figure 3.4 e 3.5). In molti casi si può parlare di tracciati con *funzioni multiple*, realizzati per scopi di collegamento tra centri abitati, che hanno una valenza più o meno accentuatamente agro-silvopastorale.

Per scopi di pianificazione, i due tipi di rete viabile descritti nel paragrafo 1.2 possono essere classificati diversamente distinguendo fra **viabilità di interesse forestale**, che comprende i tracciati di interesse diretto o indiretto per la gestione dei beni silvopastorali e **viabilità extraforestale** votata esclusivamente al pubblico collegamento o al servizio di beni agricoli. Nello schema di figura 3.6 è rappresentata la classificazione

¹⁴ Per fini particolari, quali quelli di antincendio possono essere stabilite categorie specifiche e diverse dalle precedenti, in relazione alle caratteristiche degli automezzi impiegati nelle operazioni di spegnimento (Calvani *et al.*, 1999).

DATA		RILEVATORI	
STRADA/PISTA N.		COMUNE	C.T.R. N°
RILIEVO <input type="checkbox"/> DA C.T.R.		<input type="checkbox"/> TOPOGRAFICO SPEDITIVO	<input type="checkbox"/> GPS
P.TO DI PARTENZA / ARRIVO			
TIPO <input type="checkbox"/> S1 <input type="checkbox"/> S2 <input type="checkbox"/> S3 <input type="checkbox"/> P1 <input type="checkbox"/> P2 <input type="checkbox"/> MP	FUNZIONE <input type="checkbox"/> BOSCHIVA <input type="checkbox"/> PASTORALE <input type="checkbox"/> MULTIPLA <input type="checkbox"/> ALTRO	REGOLAMENTAZIONE TRAFFICO <input type="checkbox"/> PUBBLICO TRANSITO <input type="checkbox"/> PRIVATA <input type="checkbox"/> NON REGOLAMENTATO <input type="checkbox"/> CHIUSA CON ORDINANZA E.E.L.L. <input type="checkbox"/> REGOLAMENTATO AI SENSI DELLA LEGGE:	
CUNETTE LONGITUDINALI <input type="checkbox"/> PRESENTI <input type="checkbox"/> A TRATTI <input type="checkbox"/> ASSENTI	CUNETTE TRASVERSALI N° PIAZZOLE LEGNAME N° PONTI N° TOMBONI/CORDEMOLLI N°	OPERE DI SOSTEGNO <input type="checkbox"/> CALCESTRUZZO <input type="checkbox"/> OPERE ING. NATURALISTICA <input type="checkbox"/> MISTE <input type="checkbox"/> GABBIONI <input type="checkbox"/> PIETRAMME <input type="checkbox"/> ASSENTI	
MANTO STRADALE <input type="checkbox"/> ASFALTATO <input type="checkbox"/> FONDO NAT. GHIAIOSO-ROCCIOSO <input type="checkbox"/> INGHIAIATO <input type="checkbox"/> ALTRO <input type="checkbox"/> LASTRICATO <input type="checkbox"/> FONDO NAT. TERROSO		STABILITÀ DELLE SCARPATE <input type="checkbox"/> STABILI <input type="checkbox"/> DISSESTI DEBOLI <input type="checkbox"/> DISSESTI MEDI <input type="checkbox"/> DISSESTI FORTI	
INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA <input type="checkbox"/> CUNETTE LONG. <input type="checkbox"/> CUNETTE TRASV. <input type="checkbox"/> TOMBONI, CORDEMOLLI <input type="checkbox"/> OPERE DI SOSTEGNO <input type="checkbox"/> PONTI <input type="checkbox"/> MANTO STRADALE		INTERVENTI DI COSTRUZIONE O RICOSTRUZIONE <input type="checkbox"/> CUNETTE LONG. <input type="checkbox"/> CUNETTE TRASV. <input type="checkbox"/> TOMBONI, CORDEMOLLI <input type="checkbox"/> OPERE DI SOSTEGNO <input type="checkbox"/> PONTI <input type="checkbox"/> MANTO STRADALE	
NOTE SU INTERVENTI DI RIPRISTINO			
NOTE SU INTERVENTI DI ADEGUAMENTO			
ALTRE NOTE			

Tabella 3.1 - Esempio di scheda di campagna per il rilevamento delle caratteristiche della viabilità (IPLA, 2002).



Figura 3.4 - Strada trattorabile con funzioni agro-silvopastorali e di servizio a seconde case, il cui corredo di opere d'arte (muri di sostegno e paracarri in pietra) indica che in passato assicurava il collegamento di centri abitati e insediamenti produttivi (miniere) di una certa importanza (Dossena – Bg).

ne, conforme a tale impostazione, adottata nei Piani Forestali Territoriali della Regione Piemonte (IPLA, 2001)¹⁵.

Le attività di censimento, descrizione e classificazione dei percorsi sopra descritte trovano compimento nella redazione di una banca dati (figura 3.7) e di una carta tematica entrambe registrate su supporto digitale (figure 3.2 e 3.3). La disponibilità di strumenti informatici facilita l'inserimento, il controllo e l'elaborazione delle informazioni raccolte, oltre a permettere la ricerca automatica secondo criteri specificati e l'aggiornamento dei dati stessi. Grazie all'impiego dei GIS (*Geographical Information System*) è possibile associare a ciascun tracciato la scheda informativa della banca dati alfanumerica e tematizzare così la rete viabile secondo qualsivoglia parametro.



Figura 3.5 - Pista agro-silvopastorale in area pianiziata che serve seminativi e boschi (Canavese – To).

Per quanto riguarda l'analisi delle **esigenze di viabilità**, devono essere adeguatamente serviti i boschi produttivi, quelli giovani o derivanti da attività di rimboschimento ed i cedui regolarmente utilizzati o in via di conversione attiva¹⁶. Può essere utile distinguere due comprese di servizio: quella di accesso (A) e quella di esbosco (E). Fanno parte della prima i boschi in cui si prevedono interventi colturali che non richiedono esbosco di legname¹⁷, ai quali il personale può accedere a piedi portando a spalle attrezzature leggere (motoseghe, decespugliatori, attrezzi manuali, ecc.); la seconda invece comprende le aree dove si prevede di ritrarre legname in ragione di almeno 10 m³/ha e dove può essere quindi necessaria una rete viabile più fitta. Determinare separatamente le esigenze di accesso e quelle di esbosco, in ragione degli interventi selvicolturali, può evitare equivoci sulle funzioni della viabilità agro-silvopastorale, spesso accusata dai detrattori di essere di beneficio alle sole ditte addette al taglio del legname. D'altro canto, laddove è necessario eseguire l'esbosco del legname, ragionare solo in termini di tempi di accesso può fornire indicazioni di larga massima sulle

¹⁵ In contesti a spiccata vocazione forestale invece può essere utile distinguere i tracciati di collegamento, che assicurano la connessione della rete viabile forestale con quella pubblica o che uniscono punti di importanza strategica per le attività di utilizzazione (piazzali di raccolta del legname, segherie, ecc.), da quelli di servizio, di pertinenza delle singole zone boscate. I primi, caratterizzati da una densità di traffico più alta, devono essere percorribili da mezzi pesanti (autocarri); i secondi hanno tracciato e caratteristiche geometriche funzionali al tipo di gestione forestale richiesta.

¹⁶ Ad esempio in Provincia di Trento, dove i boschi sono in prevalenza fustaie di conifere, per stabilire le esigenze di viabilità vengono presi in considerazione la classe di fertilità, la provvigione, l'incremento corrente e la necessità di eventuali interventi colturali, secondo quanto previsto dal piano delle coltivazioni e dei miglioramenti.

¹⁷ Nelle foreste di protezione nel piano alpino o subalpino possono essere previste "cure minime" per le quali si cerca di evitare le operazioni di esbosco, se non strettamente necessarie, al fine di contenere i costi di intervento (AA.VV., 1996). Anche in questi casi si dovrà garantire l'accesso al personale secondo distanze e tempi massimi di trasferimento, che non coincidono con quelli considerati accettabili per l'esbosco.

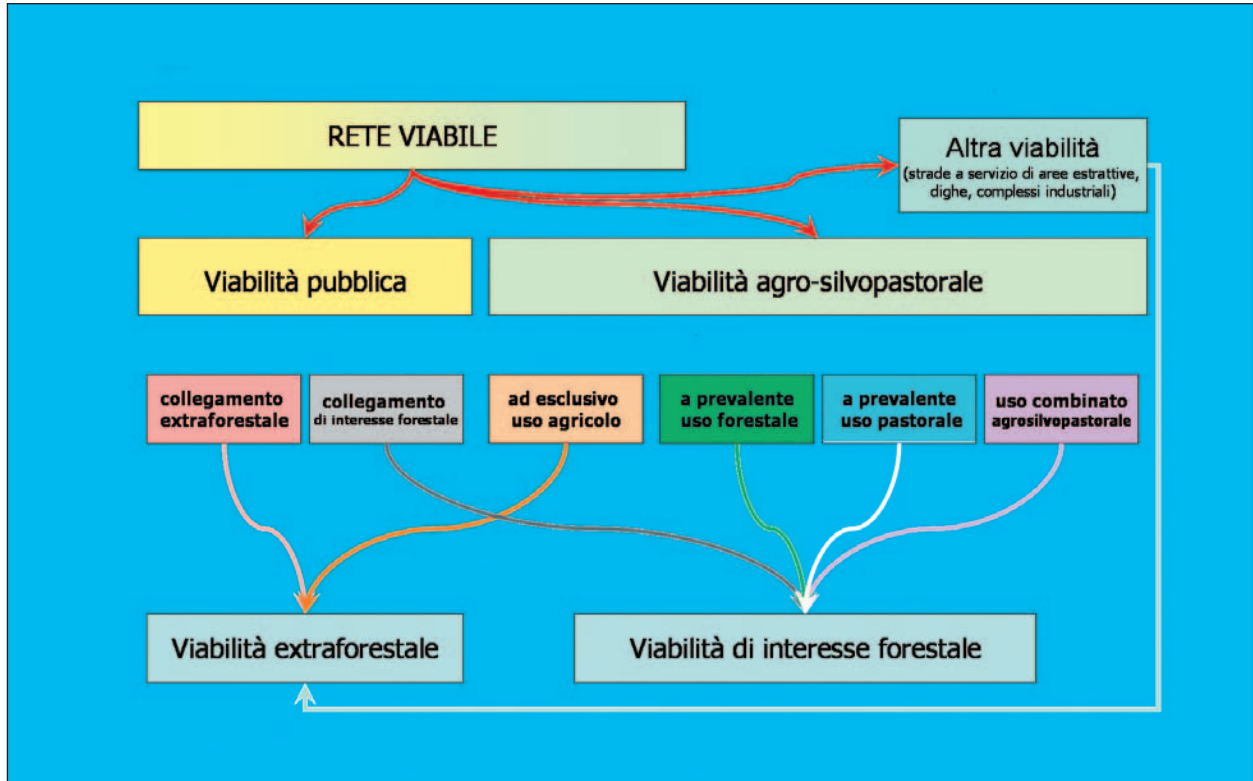


Figura 3.6 - Schema per la classificazione della viabilità in base alla funzione svolta adottata nei Piani Forestali Territoriali della Regione Piemonte.

The screenshot shows the 'ForeVia - v.4.2 - Giugno 2003 - IPLA S.p.a.' software interface. The main window displays a data entry form for a road viability survey. The form is organized into several sections:

- Header:** 'Schede di rilevamento della viabilità D:\AF41\COLLAUDI\PROVVISORIO\BDT_VIAB\VB41_VIA.DBF'
- Navigation:** 'Elenco schede', 'Scheda (prima parte)', 'Scheda (seconda parte)'
- Basic Data:**
 - Area Forestale N°: 41
 - Strada/Pista n.: 0136
 - Ambito: A
 - Comune: Sostegno
 - Rilevatore: Bricarello Massaia
 - Data rilievo: 19-11-2002
 - Rilievo: C (Da Carta)
 - Lunghezza: 3.300 m
 - CTR: 93120
 - Punto di partenza e di arrivo: Confine comunale Curino-Sostegno - Massucco del Turlo - Cima Rubattini - strada n 129
- Technical Data:**
 - Tipo: MP
 - Pista agricoli min.:
 - Funzione: B (Boschiva)
 - Stab. scarpate: S
 - Stabili:
 - Regolament. del traffico: R (Regolamentato)
 - ai sensi di: LR 27/81 o LR 45/89
 - Condizioni di transitabilità: B (2WD/4WD)
- Structural and Maintenance Data:**
 - Manto stradale prevalente: R (Fondo nat. roccioso)
 - N° piazzole: 0 (> 30 m²)
 - Cunette longitudinali: A (Assenti)
 - Cunette trasversali: 3 (n°)
 - Tomboni, cordermoli: n°
 - Opere di sostegno: A (Assenti)
 - Ponti (numero):
 - Necessità di manutenzione straordinaria:
 - Opere d'arte presenti:
 - Richiesti interventi di costruzione o ricostruzione:
- Footer:** Navigation buttons (152, 762, <, >), and action buttons (Stampa, Elimina, Nuova, Salva, ESCI).

Figura 3.7 - Esempio di scheda di rilevamento implementata su supporto informatico.

possibilità d'intervento, ma non dà una risposta esauriente all'interrogativo se la zona è effettivamente servita in funzione dei sistemi di lavoro adottabili.

3.2.2 *Analisi delle esigenze e carta delle zone servite*

La seconda fase del piano consiste nell'individuazione delle esigenze di viabilità delle superfici forestali e nella determinazione del loro stato di servizio in base alla rete stradale esistente. Questa è la parte più qualificante del processo di pianificazione, poiché si tratta di stabilire quali superfici hanno esigenze di accesso e di esbosco e quali sono le distanze entro cui si può considerare servita una particella forestale rispetto ad un dato tracciato. Tali valutazioni richiedono un grande numero di informazioni sul territorio in esame (caratteristiche geo-fisiografiche, selvicolturali, sistemi di esbosco ecc.), ottenibili solo da indagini integrate a livello geomorfologico e silvo-pastorale e prevedono l'adozione di procedimenti geometrici o modelli matematici per la delimitazione cartografica delle zone servite.

Pianificazione forestale e pianificazione della viabilità dovrebbero procedere di pari passo ed in modo integrato: le esigenze di servizio sono definite dal piano degli interventi selvicolturali, la cui applicazione è però difficile se non sussistono adeguate condizioni di accessibilità e la possibilità di esboscare il legname. È opportuno allora che le scelte gestionali individuate nel piano dei tagli e delle migliorie siano sottoposte a verifica di congruità tecnico-economica sulla base dei risultati dell'indagine sulla viabilità.

Per valutare l'attuale accessibilità delle superfici oggetto del piano è necessario **stabilire l'ampiezza delle fasce di servizio**. Si tratta della porzione di terreno a monte ed a valle delle strade entro la quale si considera, in base a determinati parametri, che sia possibile e economicamente accettabile intervenire con attività di utilizzazione forestale. Le zone comprese all'interno di tali fasce sono considerate ben servite, quelle all'esterno scarsamente o non servite. I criteri con cui

individuare le fasce possono essere differenti, cioè altimetrici, planimetrici o secondo analisi "punto a punto" sulla base di calcoli matriciali (HENTSCHEL, 1996)¹⁸; l'ampiezza della fascia può essere omogenea oppure differenziata fra monte e valle, costante oppure variabile in funzione di parametri geomorfologici, selvicolturali ed economici (pendenza del terreno, dimensioni del legname, sistemi e costi di esbosco, ecc.). I metodi più utilizzati a livello nazionale vengono descritti nei seguenti paragrafi 3.2.4.1 e 3.2.4.2. Qualsiasi sia il metodo impiegato, l'analisi delle esigenze e dello stato di servizio permette di delimitare, calcolare e rappresentare in cartografia la superficie forestale attualmente servita, rispetto a quella totale. Il risultato dell'analisi è una cartografia che, oltre alla viabilità esistente, rappresenta le zone a copertura forestale servite per l'accesso e l'esbosco.

3.2.3 *Relazione e proposte d'intervento*

La relazione illustra i principali risultati ottenuti dalle analisi esposte nei paragrafi precedenti ed in particolare le caratteristiche della rete stradale esistente, le esigenze ed il livello di servizio delle superfici forestali. Sulla base di tali risultati formula proposte per il miglioramento ed eventuale ampliamento della viabilità.

Per quanto riguarda la descrizione dello **stato di fatto** (viabilità esistente e superfici servite) viene riportato lo sviluppo della rete e la sua articolazione geografica, su base comunale o sovracomunale, per comprensori geografici o socio-economici omogenei (ad es. bassa, media ed alta Valle). La rete stradale viene suddivisa in base alle funzioni ed alle categorie (o tipi) costruttivi: con riferimento alle informazioni contenute nella banca dati, vengono illustrate la presenza, frequenza e tipologia delle principali opere d'arte ed il relativo stato di manutenzione. I risultati possono essere illustrati con l'ausilio di tabelle e grafici a istogramma o a torta, dei quali si riporta un esempio in figura 3.8.

Particolare rilievo assume il calcolo ed il commento degli indici di densità viabile (DV), spazialità (S) e quota parte di superficie servita

¹⁸ A livello sperimentale possono essere utilizzati modelli complessi, che elaborano numerosi parametri con metodi matematici e statistici e possono offrire risultati affidabili, a condizione che siano basati su dati rilevati sul terreno. Nella pianificazione corrente però è soprattutto importante che il modello sia di facile applicazione, interpretazione e verifica. Occorre ricordare che il dettaglio delle analisi della pianificazione è piuttosto grossolano e non può essere utilizzato per una progettazione esecutiva degli interventi. L'obiettivo è quello di delimitare con metodo oggettivo, nei limiti di accuratezza consentiti dalla scala d'indagine, le zone servite e non da viabilità.

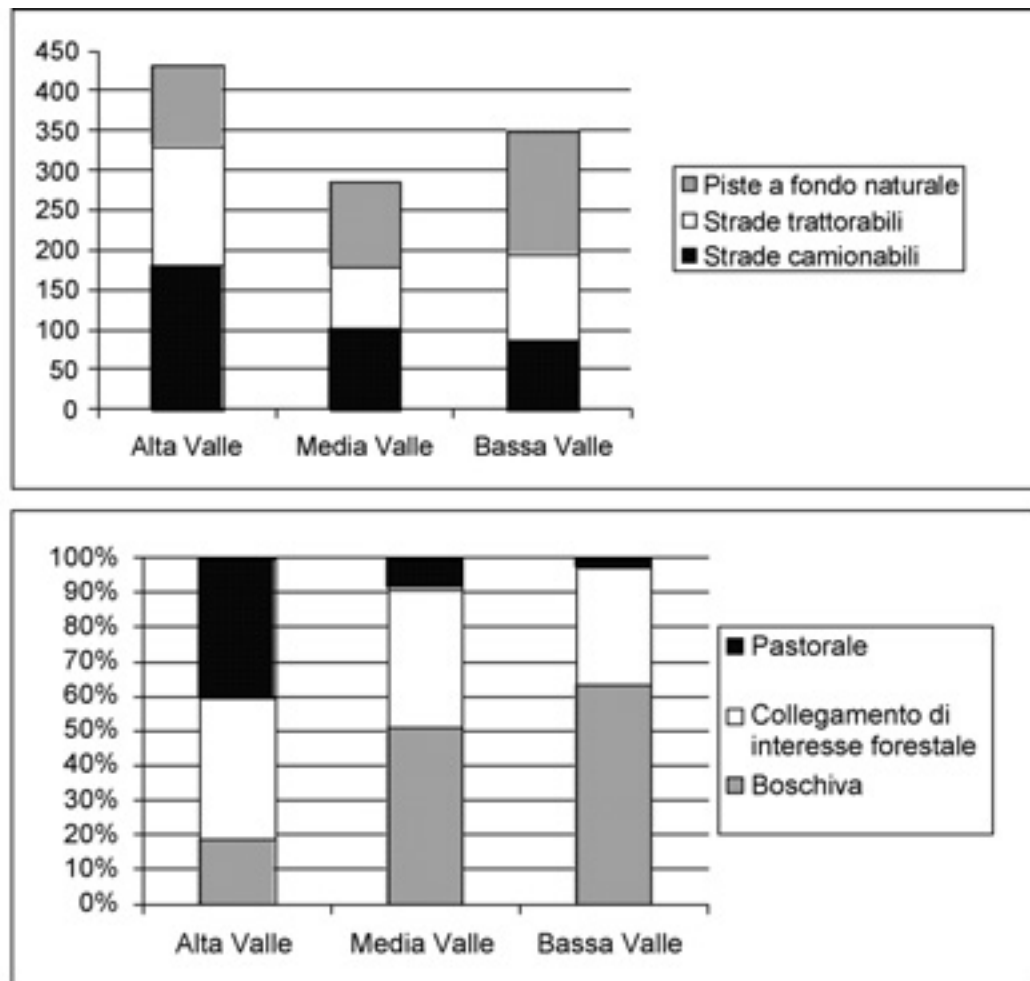


Figura 3.8 - Distribuzione della rete viabile di interesse forestale in Valle Maira (Cn) fra alta, media e bassa Valle. In alto classificazione per tipo costruttivo e sviluppo in valore assoluto (km), in basso distribuzione percentuale per funzione (sviluppo complessivo della rete viabile di interesse forestale (pubblica e agro-silvopastorale) = 842 km; dati IPLA - Regione Piemonte).

(QS) (cfr. § 2.4). In particolare quest'ultimo indice può essere calcolato separatamente anche per zone relativamente piccole (non inferiori comunque ad alcune decine di ha), oppure per determinate categorie forestali (castagneti, faggete, ecc.) o per tipi di intervento selvicolturale (zone sottoposte a diradamento piuttosto che a ceduazione) ponendo a confronto i risultati ottenuti con quelli medi generali dell'area sottoposta a pianificazione.

L'analisi deve comunque individuare le opere di importanza strategica (strade e piazzali di raccolta) per la coltivazione dei beni silvopastorali in considerazione della dislocazione dei boschi più produttivi e dei centri di consumo quali segherie, centrali termiche a biomasse ecc. Deve essere infine presa in considerazione la valenza multifunzionale della viabilità segnalando i possibili percorsi idonei per la fruizione turistica.

Da tale analisi dovrebbe in sintesi emergere un quadro organico della rete stradale e delle principali zone non servite su cui sia possibile impostare una strategia di sviluppo della viabilità nel medio periodo senza dimenticare le emergenze da risolvere a breve termine.

La seconda parte della relazione tratta quindi lo **stato di progetto**, ovvero le proposte che il tecnico estensore del piano formula per il miglioramento della rete viabile. Questo è il momento in cui le analisi condotte si concretizzano in scelte operative, la cui coerenza dipenderà dal valore urbanistico e legislativo del piano, ma che dovrebbero costituire in ogni caso un punto di riferimento per ogni successivo documento progettuale o scelta politico-amministrativa. In questo senso è importante il confronto ed il coinvolgimento degli amministratori locali a questa fase del lavoro, cercando di indirizzare le istanze

CATEGORIA FORESTALE	SUPERFICIE FORESTALE TOTALE	SUP. FOR. A GESTIONE ATTIVA	SUP. FOR. A GESTIONE ATTIVA SERVITA DA VIABILITÀ	INDICE QS
	ha	ha	ha	%
Abetine	2.981	1.312	66	5
Abetine	2.981	1.312	66	5
Acero-Tiglio-Frassineti	3.493	2.383	817	34
Alneti planiziali e montani	177	55	16	29
Arbusteti	198	45	26	59
Boscaglie pioniere di invasione	4.953	148	15	10
Castagneti	8.678	7.141	2.578	36
Faggete	15.713	8.273	1.258	15
Lariceti e cembrete	2.402	150	13	8
Alneti di ontano alpino	4.682	0	0	
Peccete	390	154	2	1
Pinete di pino uncinato	15	0	0	
Quercocarpineti	67	67	36	54
Querceti di roverella	78	0	0	
Querceti di rovere	1.579	515	83	16
Robineti	372	230	110	48
Rimboschimenti	449	366	79	22
Formazioni riparie	32	17	13	80
Totale	46.259	20.856	5.112	25

Tabella 3.2 - Esempio di calcolo dei valori dell'Indice QS (quota parte di superficie servita da viabilità) (Valle Sesia - Vc).

locali verso iniziative razionali e coordinate. È naturalmente indispensabile uno stretto collegamento con gli indirizzi di gestione del piano pastorale e di quello forestale.

In primo luogo occorre esporre i criteri generali di intervento, ovvero ad esempio se si intende privilegiare il raccordo tra settori attualmente serviti da strade a fondo cieco, con nuova viabilità di collegamento "orizzontale", piuttosto che concentrare le risorse su una determinata porzione dell'area, particolarmente importante da un punto di vista forestale e scarsamente servita allo stato attuale. Vi possono essere opzioni rivolte maggiormente agli aspetti pastorali, perché di maggiore rilievo nell'economia di valle oppure quelli collegati con il recupero di vecchi traccia-

ti, interessanti anche per il turismo ambientale. Le proposte d'intervento sono discusse separatamente fra interventi di miglioramento della viabilità esistente, manutenzione straordinaria, ripristino e adeguamento, e quelli di realizzazione di nuove opere. Per "manutenzione straordinaria" si considerano gli interventi da svolgere con scadenza quinquennale o superiore, quali il rifacimento o la realizzazione di nuove cunette trasversali e tombini, il consolidamento di muretti o ponti in legno¹⁹. Gli interventi di "ripristino" sono quelli necessari per rendere utilizzabile un'opera attualmente non percorribile, come ad esempio lo sgombero della terra frana da monte, la costruzione di un nuovo ponte in sostituzione di uno crollato, il rifacimento del

¹⁹ Vengono esclusi gli interventi con cadenza annuale come ad es. la pulizia delle cunette stradali o dei tombini, che non risulterebbe significativo considerare nell'ambito di un piano con validità pluriennale (10 o 15 anni).

fondo profondamente scavato dalle acque, ecc. Sono interventi necessari (ed in genere urgenti) per poter utilizzare l'opera. Infine sotto la voce “**adeguamento**” si considerano i lavori volti a migliorare l'attuale percorribilità della strada, conferendole caratteristiche proprie della categoria di ordine superiore (ad es. l'allargamento della sezione utile per il passaggio da “trattorabile” a “camionabile”, la costruzione di un fondo migliorato per il passaggio da pista a strada).

Per quanto riguarda le proposte di nuova viabilità, è necessario verificare la sostenibilità ambientale delle nuove opere rispetto alla presenza di zone ad alto valore naturalistico o di particolare suscettibilità al dissesto idrogeologico. Per questa fase è opportuno poter disporre anche di informazioni sulla natura geologica e geotecnica dei terreni e sugli assetti geomorfologici e idrologici degli ecosistemi attraversati, possibilmente rappresentate attraverso indici sintetici che esprimano da una parte le difficoltà costruttive e dall'altra la suscettività da un punto di vista idrogeologico²⁰. Oltre a ciò è bene individuare preventivamente zone di rispetto, di particolare valore ambientale o fragilità ecologica, per le quali è opportuno evitare ogni nuova attività costruttiva che possa arrecare perturbamenti degli equilibri ambientali o degli obiettivi di protezione.

Per ottimizzare la disposizione delle nuove strade all'interno di zone non ancora servite, in altri Paesi sono stati sviluppati software che permettono di configurare il tracciato di una rete stradale in base a parametri economici o tecnici dati, tenendo conto anche di eventuali vincoli ambientali (riserve integrali, zone paludose, ecc.) (Tan, 1992). Essi non risultano però applicabili nelle Alpi, ove gli spazi e l'estensione delle zone boscate sono limitati, le condizioni orografiche mediamente più difficili, e quindi la possibilità di avere reti e tracciati stradali alternativi sono nella gran parte dei casi ridotte. Per contro, anche se le proposte di nuova viabilità sono rappresentate da un tracciato di massima, è bene che questo sia disegnato con la tecnica del compasso (cfr. § 5.1.1), rispettando le regole

generali di progettazione ed in particolare facendo attenzione a non superare i limiti di pendenza media e pendenza massima previsti (cfr. § 4.2). Si dovranno altresì descrivere le principali caratteristiche costruttive delle nuove opere (sviluppo e categoria costruttiva) giustificando le scelte adottate sulla base delle risultanze del piano di gestione forestale e pastorale. Per ciascuna strada proposta è bene che sia compilata una breve scheda descrittiva.

In sintesi questa parte della relazione deve contenere gli elementi necessari per la valutazione del merito della nuova opera (in termini di necessità e compatibilità ambientale) da parte dei soggetti preposti all'approvazione del piano, dando prova che il tracciato prescelto sia il migliore fra quelli possibili, compatibilmente con il dettaglio della scala d'indagine.

3.2.4 *Metodi di pianificazione*

Il metodo di pianificazione è l'insieme dei procedimenti di tipo grafico e numerico che, sulla base di parametri tecnici e/o economici, porta alla determinazione della spaziatura e/o densità ottimale della rete viabile. Anche se non mancano studi di tipo strettamente economico (Romano, 1989), hanno avuto maggiore diffusione metodi basati su criteri tecnici, cioè volti ad individuare la migliore configurazione della viabilità forestale in funzione della possibilità di intervenire con personale e attrezzature forestali secondo modalità considerate “ordinarie” da un punto di vista tecnico ed economico.

3.2.4.1 *Metodo trentino o del dislivello*

Nella Provincia Autonoma di Trento si considera un bosco ben servito quando un operaio impiega complessivamente 30 minuti al giorno per andare e tornare dal luogo di lavoro in bosco una volta lasciata l'autovettura. Un bosco è considerato scarsamente servito quando l'operaio impiega fra mezz'ora ed un'ora, e non servito del tutto quando è necessaria più di un'ora per i tempi di

²⁰ Nei paesi di lingua tedesca è prevista un'analisi speditiva delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni dell'area oggetto di pianificazione, che prende nome di “*Geländekartierung*”, che rappresenta secondo 3 o 4 classi la facilità di costruzione delle strade vista in termini tecnici (compattezza e stabilità dei terreni di scavo). Nei PFT della Regione Piemonte, una specifica indagine, che prende nome di “indagine sui dissesti e le unità di terre”, permette di avere informazioni sulla propensione ai dissesti dei versanti.

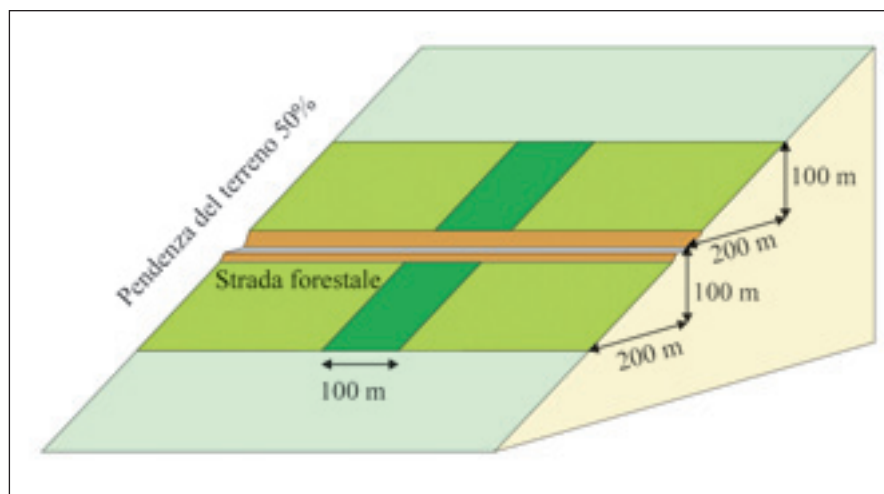


Figura 3.9 - Rappresentazione della fascia ben servita secondo il "metodo del dislivello" su terreno avente pendenza pari al 50%.

trasferimento (Hippoliti, 1976)²¹. Partendo da questo criterio, e considerando che in 15 minuti un uomo può coprire a piedi una distanza di 1.000 m in piano, oppure superare 100 m di dislivello, si arriva a determinare un valore di densità ottimale per la viabilità silvo-pastorale: si consideri una striscia di bosco larga 100 m che si estende per 100 m di dislivello a monte e 100 a valle di una strada, e che quindi risulti ben servita in base al criterio definito precedentemente. Se si suppone per es. tale striscia posta su un terreno con pendenza del 50%, la sua estensione è pari a 4 ha (figura 3.9); essendo essa ben servita in ogni suo punto da una strada della lunghezza di 100 m, la densità teorica ottimale della viabilità risulta pari a $100 \text{ m} / 4 \text{ ha} = 25 \text{ m/ha}$. Facendo lo stesso calcolo per altri valori di pendenza del terreno si può notare che **il valore ottimale di densità delle strade, espresso in m/ha, è pari alla metà della pendenza del terreno espressa in percentuale**. Tale equivalenza vale per un modello teorico a strade parallele. Poiché in realtà si possono trovare anche strade di arroccamento, che portano dal fondovalle in quota con un tracciato a tornanti con un rapporto sviluppo/superficie servita poco favorevole, la densità viabile calcolata secondo il procedimento descritto deve essere aumentata orientativamente del 30%.

Questo metodo mostra alcuni limiti come evidenziato in letteratura: esso infatti conduce a valori di densità stradale via via maggiori al crescere della pendenza del terreno, mentre non tiene in debito conto che all'aumentare di quest'ultima aumentano le difficoltà tecniche di costruzione, i costi di manutenzione e l'impatto ambientale delle strade. In secondo luogo non si differenziano le fasce a monte ed a valle della strada in cui invece si possono o devono applicare sistemi d'esbosco differenti (Fabiano e Marchi, 1992). Inoltre, essendo stato sviluppato per boschi d'alto fusto, non prevede la distinzione fra boschi cedui e fustaie, ove dimensioni del legname, entità, intensità e frequenza dei prelievi variano sensibilmente, condizionando i sistemi d'esbosco e quindi le distanze massime e quelle ottimali applicabili. La distinzione fra bosco scarsamente e non servito appare infatti significativa per i boschi d'alto fusto su terreni da teleferica, dove oltre i 400 m di dislivello è ancora possibile eseguire l'esbosco del legname con gru a cavo di tipo tradizionale, anche se i costi sono complessivamente più alti. Nei boschi cedui vengono invece utilizzate attrezzature che hanno limitazioni tecniche collegabili alla distanza d'esbosco, che risulta quindi spesso discriminante tra servito e non servito.

²¹ La Provincia di Trento ha redatto il piano della viabilità agli inizi degli anni '70, in base alle indicazioni del prof. Hippoliti dell'Università di Firenze, successivamente rivisto ed aggiornato negli anni '90. L'applicazione del piano ha comportato la costruzione di numerose nuove strade e l'adeguamento di vecchie piste di strascico per cavalli fino ad arrivare ad una densità considerata quasi soddisfacente di 27 m/ha con il 60% circa dei boschi di produzione serviti (Provincia Autonoma di Trento, op. cit.). La metodologia impiegata ha avuto diffusione anche al di fuori dell'ambito provinciale pur con alcune varianti, avendo l'indubbio vantaggio di essere concettualmente semplice e di facile applicazione.

CLASSE DI PENDENZA		TEMPO MASSIMO DI ACCESSO (T.A.)	DISLIVELLO MASSIMO PERCORRIBILE
	(%)	(min)	(m)
1°	0-25	15	100
2°	26-50	30	200
3°	>50	45	300

Tabella 3.3 - Tempi e dislivelli di percorrenza massimi per le zone con necessità di solo accesso in funzione della classe di pendenza.

3.2.4.2 Metodo planimetrico IPLA

In Regione Piemonte la pianificazione della viabilità agro-silvopastorale è stata svolta nell'ambito dei Piani Forestali Territoriali²², utilizzando un metodo originale su base planimetrica. Per ogni tracciato censito vengono individuate fasce di bosco servite a monte e valle di ampiezza planimetrica pari a 100, 200 o 400 m. L'ampiezza della fascia è stabilita in base al tipo di intervento selvicolturale previsto ed al sistema di esbosco utilizzabile. Esso presenta il vantaggio di individuare e stabilire separatamente le esigenze di accesso e quelle di esbosco in ragione delle prescrizioni selvicolturali prevedendo soluzioni codificate per le differenti condizioni operative, in termini di combinazioni di sistema d'esbosco-viabilità esistente. Grazie alla stretta connessione dell'indagine sulla viabilità con quella forestale è possibile individuare e quantificare con procedura parzialmente automatizzata le zone già servite da quelle che necessitano di nuovi tracciati, acquisendo le informazioni sul tipo di popolamento e gli interventi previsti direttamente dai tematismi della cartografia forestale.

Rimandando per una descrizione dettagliata del metodo alle Norme tecniche di pianificazione adottate a livello regionale (IPLA, op. cit.), qui di seguito si evidenziano le sue principali peculiarità.

Valutazione delle condizioni di accessibilità

Per le esigenze di accesso si considera ben servita una fascia, costante per tutte le classi di pendenza, dell'ampiezza di 400 m planimetrici a partire dalla strada. Tale valore è stabilito sulla base di una valutazione sintetica di aspetti economici (i tempi di trasferimento a piedi non dovrebbero incidere più del 20% sui tempi complessivi di lavoro) e di sicurezza (in caso di incidente si deve raggiungere l'autoveicolo in un tempo ragionevolmente breve), tenendo però anche conto delle difficoltà costruttive che divengono via via maggiori all'aumentare dell'acclività del terreno, e delle aspettative degli operatori che accettano di affrontare un tragitto a piedi nelle condizioni più difficili di montagna, mentre esigono un'accessibilità migliore in caso di morfologie più dolci. Ciò significa che il dislivello da percorrere per raggiungere il punto più lontano della particella ed il corrispondente tempo di accesso, non sono costanti, ma crescono all'aumentare della pendenza del terreno, come riportato in tabella 3.3.²³

Ampiezza delle fasce servite da viabilità in funzione del sistema di esbosco

Per quanto riguarda le esigenze di esbosco, che evidentemente contemplan anche quelle di

²² La Regione Piemonte ha sviluppato un sistema di censimento e pianificazione del patrimonio forestale e pascolivo a livello regionale, che prevede due livelli di pianificazione con i "Piani Forestali Territoriali" (PFT) a livello sovracomunale che coprono tutto il territorio regionale ed i Piani Forestali Aziendali (PFA) previsti solo per i comprensori forestali di maggiore interesse. I PFT sono costituiti da un inventario forestale e da un insieme di carte tematiche in scala 1:25.000 che rappresentano gli aspetti patrimoniali, le caratteristiche tipologiche e selvicolturali, le funzioni, gli indirizzi e le priorità gestionali dei boschi pubblici e privati nell'ottica di una loro valorizzazione polifunzionale (Licini e Terzuolo, op. cit.). Il metodo è stato applicato per le aree montane della Regione Piemonte, ad oggi per complessivi 1.760.000 ha di superficie territoriale di cui 763.000 ha di copertura forestale. L'indagine sulla viabilità ha raccolto in banca dati 15.863 schede per complessivi 24.388 km. Per il 2004 è prevista l'ultimaazione degli studi per i piani nelle aree collinari e di pianura.

²³ Per i calcoli è stata considerata una velocità di trasferimento a piedi pari a 400 m di dislivello all'ora. I valori del tempo di accesso (T.A.), considerando un modello teorico a strade parallele, indicano il tempo necessario per raggiungere il punto più lontano della particella dalla strada, mentre quello medio (cioè relativo ad un punto situato nel mezzo della particella rispetto alla strada) si può calcolare come T.A./2.






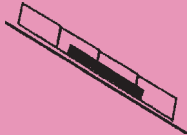





PENDENZA DEL TERRENO		SISTEMI DI ESBOSCO ED AMPIEZZA DELLE FASCE SERVITE			
		100 m 		200 m 	
Classe	Descrizione	Assortimenti di piccole e medie dimensioni		Assortimenti di grandi dimensioni	
		salita	discesa	salita	discesa
1° 0-25%	Terreni pianeggianti	 trattore con verricello o rimorchio		 trattore con verricello o rimorchio	
2° p = 26-50%	Terreni pendenti	 trattore con verricello	 avvallamento guidato (canalette)	 gru a cavo a stazione motrice mobile	 trattore con verricello
3° p > 51%	Terreni fortemente pendenti	 trattore con verricello	 avvallamento libero	 gru a cavo tradizionali	

Tabella 3.4 - Ampiezza delle fasce servite dalla viabilità (espressa in m e considerata uguale per la zona a monte e a valle della strada/pista) in funzione delle dimensioni degli assortimenti ritraibili e della pendenza del terreno.

SCENARIO DI GESTIONE FORESTALE	PARAMETRI DELLA VIABILITÀ		
	A (m)	S (m)	DV (m/ha)
TUTTE LE CLASSI DI PENDENZA: Cure colturali ai rimboschimenti o cure minime a boschi d'alto fusto, cedui in via di conversione naturale con interventi localizzati di regolazione della stabilità. Non vi sono esigenze di esbosco. TERRENI FORTEMENTE PENDENTI (>50%): Tagli a scelta, e di maturità in boschi d'alto fusto.	400	800	13
TERRENI PIANEGGIANTI (<25%): Qualsiasi forma di gestione attiva in boschi d'alto fusto o cedui. TERRENI PENDENTI (26-50%): Tagli a scelta, e di maturità in boschi d'alto fusto.	200	400	25
TERRENI PENDENTI O FORTEMENTE PENDENTI (>25%): Gestione attiva di boschi cedui semplici, matricinati e composti con tagli di utilizzazione e/o di avviamento all'alto fusto; diradamenti in perticaie al solito di origine artificiale.	100	200	50

Tabella 3.5 - Scenari di gestione forestale e valori ottimali di densità viabile secondo il metodo IPLA; A = Ampiezza della fascia servita (m); S = Spaziatura minima delle strade (m); DV = Densità Viabile teorica minima (m/ha)²⁶.

accesso, l'ampiezza delle fasce è stabilita in base alle attrezzature impiegabili²⁴, la cui scelta è effettuata in base ad una griglia di valutazione che prende in considerazione pendenza del terreno e dimensioni del legname esboscato. Si distinguono i terreni da trattori (fino al 50% di pendenza), dove prevalgono i sistemi di esbosco per via terrestre, da quelli da teleferiche dove le linee aeree integrano e sostituiscono la viabilità, in misura sempre maggiore all'aumentare della pendenza del terreno (tabella 3.4). Per quanto riguarda le dimensioni del legname, conoscendo il tipo di intervento e le caratteristiche del soprassuolo forestale si assume che in presenza di certi tipi di prelievo, caratteristici della maturità, si possano ottenere assortimenti di grandi dimensioni, mentre con altri interventi è più frequente avere legname di medie o piccole dimensioni. Si considera legname di grandi dimensioni quello proveniente da alberi aventi dia-

metro a 1,30 m maggiore di 30 cm; di piccole e medie dimensioni quello proveniente da alberi rispettivamente di 15-20 e 20-30 cm²⁵.

Spaziatura e densità viarie ottimali

Dai valori di ampiezza delle fasce servite da viabilità si può calcolare agevolmente (cfr. § 2.4) la spaziatura massima e la densità teorica minima ottimali per i principali scenari di gestione forestale (tabella 3.5). In sintesi si prevede maggiore necessità di viabilità nelle comprese costituite da boschi cedui o popolamenti giovani, dove le dimensioni ridotte del legname ritraibile o il tipo di tagli previsti limitano la scelta dei sistemi di esbosco e incidono negativamente sui costi di utilizzazione, mentre nei boschi di alto fusto la rete viabile può essere meno densa poiché è ipotizzabile, per ragioni tecniche ed economiche, un impiego diffuso delle gru a cavo.

²⁴ I sistemi di esbosco considerati sono i trattori con rimorchio o verricello, le canalette in polietilene ad alta densità, le gru a cavo bifune con argano a slitta (linee medio-lunghe) o con argano a stazione motrice mobile (linee corte). Non sono stati considerati alcuni sistemi tradizionali, perché troppo pericolosi (fili a sbalzo) o ormai marginali nell'Italia Nord-occidentale (esbosco con animali). Parimenti non sono state prese in considerazione le tecnologie più moderne, ma ancora relativamente poco diffuse, quali le gru a cavo "all terrain" a più funi o a carrello motorizzato. Il metodo introduce alcune inevitabili semplificazioni in una certa misura arbitrarie: ad es. i valori di ampiezza delle fasce sono stati assunti uguali a monte e valle delle strade, anche quando da un punto di vista strettamente tecnico sarebbe stato opportuno attribuire valori diversi. Tali semplificazioni tuttavia comportano approssimazioni accettabili e compatibili con gli obiettivi e la scala di rappresentazione dei Piani.

²⁵ Nei PFT della Regione Piemonte si considera di grandi dimensioni il legname proveniente dai tagli a buche, successivi o a scelta nei quercocarpineti, faggete, pinete di pino marittimo e pino silvestre, abetine, peccete, lariceti e cembrete; in tutti gli altri casi si prevede una ripresa costituita da legname di piccole e medie dimensioni, senza escludere naturalmente l'esistenza di singoli tronchi di dimensioni maggiori.

²⁶ Occorre considerare che i valori di densità minima teorica riportati in tabella devono essere aumentati fino ad una misura del 30% nei terreni fortemente pendenti o a morfologia più difficile, per tenere conto del fatto che sono necessari un certo numero di tracciati (detti di "arrocamento") che uniscono le strade di fondovalle con quelle degli alti versanti. Tali percorsi contribuiscono in misura assai ridotta al servizio delle superfici forestali essendo caratterizzati da un elevato numero di tornanti.

AREA FORESTALE	SUPERFICIE TERRITORIALE	SUPERFICIE FORESTALE	SVILUPPO RETE VIARIA (km)					
			Strade		Piste		Totale	
	ha	ha	km	%	km	%	km	%
ALPI								
Alta Val Susa (To)	64.079	25.680	442	45	535	55	977	100
Valle Maira (Cn)	63.306	25.756	572	68	270	32	842	100
Valli Orco e Soana (To)	61.639	20.390	250	86	42	14	292	100
FASCIA PEDEMONTANA								
Val Chiusella, Sacra e Dora Baltea Canavesana (To)	30.808	12.837	429	58	313	42	742	100
Alta e Bassa Valle Cervo, Valle Mosso e Prealpi Biellesi (Bi)	46.778	30.946	760	68	350	32	1110	100
APPENNINO								
Val Lemme e Alto Ovadese (Al)	35.750	22.301	465	63	271	37	736	100
Val Borbera e Valle Spinti (Al)	37.619	23.834	321	39	496	61	817	100

Tabella 3.6 - Sviluppo della rete viabile di interesse forestale suddivisa per tipo costruttivo in alcune aree forestali del Piemonte (dati IPLA – Regione Piemonte).

AREA FORESTALE	SUPERFICIE PASTORALE	SUPERFICIE FORESTALE	SUP. FOR. A GESTIONE ATTIVA	SVILUPPO RETE VIARIA (km)					
				multipla	forestale	pastorale	Dv tot	Dv silvop.	QS
	1	2	3	4	5	6	$\frac{(4+5+6)}{(1+2) \times 1000}$	$\frac{(5+6)}{(1+2)} \times 1000$	
	ha	ha	ha	km	km	km	m/ha	m/ha	%
ALPI									
Alta Val Susa (To)	21.636	25.680	12.432	402	310	265	15,3	12,2	56
Valle Maira (Cn)	20.978	25.756	13.527	409	287	146	15,1	9,3	46
Valli Orco e Soana (To)	12.190	20.390	6.609	260	6	26	8,2	1,0	29
FASCIA PEDEMONTANA									
Val Chiusella, Sacra e Dora Baltea Canavesana (To)	13.364	12.837	7.096	501	123	118	24,2	9,2	65
Alta e Bassa Valle Cervo, Valle Mosso e Prealpi Biellesi (Bi)	8.032	30.946	17.836	911	151	48	27,4	5,1	45
APPENNINO									
Val Lemme e Alto Ovadese (Al)	2.349	22.301	15.770	452	282	25	30,3	12,5	45
Val Borbera e Valle Spinti (Al)	2.373	23.834	18.911	321	474	22	31,1	18,9	49

Tabella 3.7 - Funzioni e indici di viabilità in alcune aree forestali della Regione Piemonte. L'indice DV esprime lo sviluppo della rete viabile (totale o silvo-pastorale) rispetto alla superficie silvo-pastorale dell'area, l'indice QS rappresenta la quota parte di superficie forestale destinata a gestione attiva servita da viabilità ed è funzione dello sviluppo della rete viaria, della sua distribuzione e dell'ampiezza delle fasce di esbosco (dati IPLA – Regione Piemonte).

L'approccio planimetrico unitamente all'impiego di GIS permette di calcolare puntualmente ed anche per piccole superfici la quota parte di superficie forestale servita (QS), indice di facile interpretazione ed affidabile per la determina-

zione del livello di servizio di una compresa forestale. Nella tabella 3.6 sono riportati, a titolo di esempio, i risultati ottenuti per alcune delle principali aree forestali regionali, suddivise fra valli a morfologia alpina, pedemontana e appenninica.

4 CRITERI DI PROGETTAZIONE E STANDARD COSTRUTTIVI

4.1 Confronto fra opere di viabilità pubblica e viabilità agro-silvopastorale

Le **strade ad uso pubblico** devono essere progettate secondo norme funzionali e geometriche redatte dal C.N.R. e recepite da decreti ministeriali dei Ministeri competenti (art. 13 del Codice della Strada – D.Lgs. 30/04/1992 n. 285 come modif. L. 1/8/2003 n. 214). Dette norme sono volte a garantire in primo luogo la sicurezza degli utenti della strada²⁷.

A tal fine, sulla base dei flussi di traffico previsti e di altri parametri quali il contenimento dell'inquinamento acustico e la salvaguardia degli edifici adiacenti alla viabilità, viene calcolata la velocità massima ammessa che è assunta come **velocità di progetto**. L'andamento planimetrico ed altimetrico deve essere conforme a tale velocità, determinando opportunamente la lunghezza dei rettifili, i raggi delle curve, la larghezza delle corsie e delle banchine, la pendenza massima, ed evitando brusche variazioni di altimetria o direzione. In letteratura sono reperibili valori per i suddetti elementi progettuali calcolati in funzione della velocità e del tipo di autoveicolo²⁸. In particolare i rettifili devono avere una lunghezza minima commisurata alla velocità di progetto ed al possibile incremento di velocità rispetto ai tratti in curva.

La **distanza di visuale libera** invece è definita come la distanza alla quale il guidatore di un mezzo che procede sulla strada alla velocità di progetto sia in grado di arrestare il veicolo prima di raggiungere un ostacolo. La distanza di visuale libera è presa in considerazione anche per i sorpassi qualora non vi siano carreggiate separate.

L'**allargamento della carreggiata** in curva è necessario per il passaggio dei veicoli che nel percorrere una curva occupano una fascia più ampia della carreggiata rispetto alla marcia in rettilineo. Tale aumento di ingombro è tanto più elevato quanto minore è il raggio della curva e quanto maggiore è il passo del veicolo. L'allargamento è quindi calcolato in funzione dei veicoli più ingombranti che si prevede utilizzino la stra-

da (cfr. 6.1.1.2). In curva può essere prevista una **sopraelevazione del corpo stradale** lungo il lato esterno; tale sopraelevazione ha lo scopo di bilanciare la tendenza al ribaltamento del veicolo causata dalla forza centrifuga, e viene calcolata in base alla velocità di progetto.

Le **pendenze longitudinali** sono stabilite in funzione della velocità di progetto tenendo conto che i costi di costruzione dell'opera diminuiscono all'aumentare della pendenza, mentre aumentano quelli di manutenzione e le spese di esercizio degli autoveicoli. In presenza di arterie ad alta intensità di traffico si predilige il valore di pendenza che consenta di raggiungere la velocità di progetto; qualora la strada non sia un'arteria di grande comunicazione, ma un percorso a traffico limitato (strade extraurbane comunali o intercomunali) prevalgono invece considerazioni sui costi di realizzazione e manutenzione. La pendenza non deve in ogni caso superare i valori massimi indicati nelle Norme 2001 (D.M. LL.PP. 5 novembre 2001); il limite maggiore di pendenza è consentito per le strade extraurbane locali ed è pari al 10%.

Il **piano viabile** può anche avere una pendenza trasversale per il deflusso delle acque meteoriche. La pendenza sarà verso monte se si prevede la realizzazione di una cunetta longitudinale, e verso valle nel caso contrario. In presenza di una cunetta longitudinale il piano viabile può anche essere sistemato a schiena d'asino, con deflusso delle acque in parte verso monte ed in parte verso valle. I tratti in salita inoltre dovrebbero avere sviluppo e pendenza tali da non comportare un rallentamento eccessivo per gli autoveicoli pesanti.

Per evitare le brusche variazioni planimetriche ed altimetriche, si progettano tratti di raccordo a raggio variabile tra curve e rettifili e tra le livellette a diversa inclinazione.

In ultimo occorre far sì che l'andamento plano-altimetrico del tracciato non causi al conducente disturbi della percezione dell'effettivo sviluppo, con conseguenti difficoltà ad adeguare la velocità di percorrenza all'andamento del tracciato (ad esempio un dosso prima di una curva maschera il cambiamento di direzione e deve essere evitato).

Gli aspetti ambientali dell'opera, pur avendo assunto negli ultimi anni crescente importanza,

²⁷ L'art 13.2 del Nuovo Codice della Strada prevede la possibilità di deroga alle Norme di cui sopra per specifiche situazioni ambientali, paesaggistiche archeologiche ed economiche.

²⁸ Per approfondimenti si rimanda alle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" approvate con D.M. 5/11/2001 – di seguito chiamate per brevità Norme 2001 – ed alla pubblicazione "Istruzioni per la redazione dei progetti di strade" (C.N.R., 1980).

conservano un ruolo marginale nella progettazione riguardando solitamente opere accessorie, quali il rinverdimento delle scarpate, il corredo floristico delle piazzole di sosta, la realizzazione di attraversamenti per la fauna selvatica ecc..

La **viabilità agro-silvopastorale** invece deve soddisfare le necessità più modeste del traffico connesso all'attività di gestione dei beni pastorali e forestali e sotto questo punto di vista richiede caratteristiche costruttive inferiori. Per contro essa deve, o dovrebbe, tenere sempre in particolare considerazione la salvaguardia dei valori ambientali e paesaggistici, adattando il tracciato il più possibile al terreno e prevedendo opere accessorie e lavori di mitigazione con il fine di ridurre l'impatto idrogeologico e sull'ambiente in senso lato. Inoltre, se non adibite ad uso pubblico, queste strade non sono normalmente corredate di segnaletica stradale e dispositivi di ritenuta, poiché dovrebbero essere percorse soltanto da conduttori che ne conoscono il tracciato, anche se si possono presentare numerose eccezioni nel caso di interventi di protezione civile (incendi) o di utilizzo per fini turistico-ricreativi. Il traffico silvo-pastorale, a differenza di quanto accade per la viabilità pubblica, è **tipicamente unidirezionale, a bassa densità e velocità**. Ne consegue che nella progettazione non occorre tenere conto di una distanza di visuale libera né



Figura 4.1 - Per la viabilità agro-silvopastorale non è necessaria una pendenza costante dell'asse stradale, ma è preferibile adattare il tracciato all'andamento del terreno per contenere i movimenti terra ed inserire al meglio l'opera nell'ambiente circostante (Cusio - Vb).

stabilire lunghezze massime o minime dei rettili (figura 4.1). Rimane in ogni caso opportuno evitare bruschi cambiamenti della pendenza e della direzione, anche se non vengono di norma calcolati veri e propri tratti di raccordo. Il raccordo tra curva e rettilo è realizzato in fase di esecuzione.

La **carreggiata è unica**, anche se occorre prevedere piazzole di scambio e le banchine sono spesso assenti. Il **raggio di curvatura dei tornanti** deve essere compatibile con le possibilità di sterzata dei mezzi che percorreranno la strada. Conserva grande importanza anche l'allargamento della carreggiata in corrispondenza dei tornanti, nei quali gli automezzi devono poter transitare senza effettuare manovre. Poiché i raggi di curvatura sono generalmente piccoli, l'allargamento è possibile solo sul lato esterno della curva.

La pendenza longitudinale massima per brevi tratti non è più determinata dalla velocità di percorrenza ma dalle capacità dei mezzi utilizzati, con particolare riferimento a quando sono a pieno carico. La pendenza non potrà mai essere nulla, onde evitare ristagni d'acqua nel corpo stradale. I **valori di pendenza ottimale**, concordemente stabiliti da tutti gli Autori tra 3 e 8%, sono legati alle problematiche di captazione e sgrondo delle acque superficiali (Hippoliti, op.cit.; Pozzati e Cerato, 1984; Kuonen, 1983)²⁹. Per brevi tratti sono tollerabili valori superiori (cfr. tabella 4.1). La funzione prevalente dell'opera condiziona la scelta del tracciato. Una strada costruita per *collegare* un alpeggio dovrà cercare di raggiungere i fabbricati d'alpe con un percorso breve, ma entro certi limiti potrà avere un andamento abbastanza libero in base alla morfologia del terreno³⁰. Una strada destinata prevalentemente *al servizio* dei boschi dovrà invece cercare di massimizzare la superficie servita, evitando il più possibile tornanti in corrispondenza dei quali vi è per forza di cose una sovrapposizione delle fasce di servizio. Conseguentemente i valori di pendenza longitudinale sono tendenzialmente più alti nei tracciati di collegamento, poiché maggiore è la pendenza minore è lo sviluppo e l'entità dei lavori di sbancamento. Non si dovrebbe in ogni caso superare il 12% come

²⁹ Con tali valori si evitano da una parte il ristagno delle acque sul corpo stradale e dall'altra l'erosione per scorrimento superficiale; in tutti i casi si può arrivare sino al 12%, valori superiori sono accettabili solo per brevi tratti.

³⁰ Nell'ottica di impiegare nell'ambito delle attività d'alpe trattori di piccole dimensioni o macchine semoventi come ad es. le mungitrici mobili, sarebbe bene cercare di servire la maggior superficie possibile di pascolo e prevedere la possibilità di collegamento fra piano stradale e terreni circostanti tramite rampe o facilitazioni di accesso.

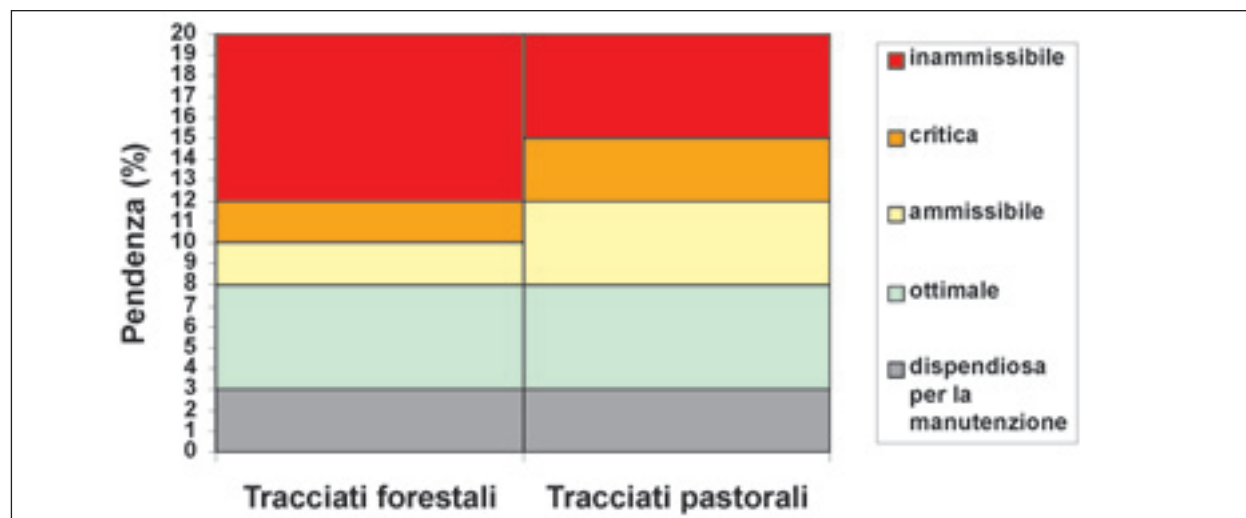


Figura 4.2 - Valori di pendenza media ottimale per tracciati con prevalente funzione di servizio forestale o di collegamento di comprensori d'alpe (rielaborato da Kuonen, op. cit.).

valore medio dell'intero tracciato (figura 4.2). Le strade di servizio a superfici forestali invece, non dovendo limitare lo sviluppo né i tempi di percorrenza, dovrebbero tendenzialmente mantenere valori ottimali e compresi fra il 3 e 8%.

In zone non servite del tutto da viabilità il singolo tracciato si inserisce in una rete ancora da realizzare e che quindi può essere adeguatamente pianificata per ottimizzarne la funzionalità. In zone già attraversate da strade e piste, rispetto alle quali il nuovo tracciato si pone come proseguimento o elemento integrativo, la scelta del percorso è maggiormente condizionata. In sintesi si può dire che teoricamente la scelta del tracciato dovrebbe dipendere dalle esigenze di gestione, in pratica la geomorfologia e idrografia da un lato e la proprietà dall'altro impongono molto spesso vincoli assai stretti, che si riflettono anche sulle pendenze longitudinali adottate.

4.2 Standard costruttivi

Le caratteristiche costruttive di un'opera di viabilità agro-silvopastorale sono stabilite in funzione delle esigenze di servizio e dei terreni attraversati. Lo schema di figura 4.5 illustra le relazioni fra dati di progetto ed i parametri costruttivi della strada.

Le **caratteristiche degli automezzi** (dimensioni e prestazioni tecniche) condizionano la larghezza della carreggiata, il raggio minimo di curvatura e la pendenza longitudinale. Maggiori sono le dimensioni del mezzo, maggiore dovrà essere la larghezza della carreggiata. Il raggio di curvatu-

ra deve essere maggiore del raggio di sterzata degli autoveicoli; la pendenza longitudinale deve permettere il transito in sicurezza anche a pieno carico.

L'intensità del traffico influenza il tipo di fondo e la presenza di opere d'arte, ma anche la larghezza della carreggiata. Un tracciato percorso con notevole frequenza deve avere un fondo migliorato in grado di resistere all'usura, e quindi si realizza una strada e non una pista. La scelta del tipo di massiccata e strato di usura dipende da considerazioni tecnico-economiche, che richiedono una trattazione specifica; a titolo di esempio l'inghiaimento rappresenta la soluzione più frequente nelle strade forestali (figura 4.3), ma occorre ricordare che tale tipo di fondo non è idoneo per tracciati con pendenze superio-



Figura 4.3 - Strada camionabile in corso di realizzazione; la massiccata è costituita da strato di ghiaia di differente granulometria (più fine nell'orizzonte superiore) (Brno-Slovacchia).



Figura 4.4 - Per brevi tratti ripidi (pendenza superiore al 15-18%) è possibile adottare, anche per le piste, un rivestimento in calcestruzzo di cemento al fine di evitare fenomeni erosivi del fondo viabile (Mottarone-Vb).

ri al 12%, perché soggetto ad erosione da parte delle acque superficiali. In questi casi si può ricorrere per brevi tratti (50-100 m) ad un rivestimento in calcestruzzo di cemento (figura 4.4); per tratti più lunghi è più economico il procedi-

mento dell'asfaltatura. La lastricatura, eseguita a mano con elementi litoidi può essere realizzata per brevi tratti in ragione della sua onerosità e può costituire un'alternativa a calcestruzzo o asfalto qualora prevalgano considerazioni ambientali e paesaggistiche (ad esempio all'interno di un'area protetta).

Pendenze trasversali del piano viabile al fine di favorire il deflusso delle acque meteoriche possono essere previste nel caso di fondo artificiale; nel caso di tracciati a fondo naturale o migliorato la sagomatura del piano viabile è destinata in breve tempo a venire meno a causa del passaggio dei mezzi pesanti con conseguente formazione di solchi. Eventuali inclinazioni del piano stradale devono tener conto della sicurezza dei mezzi a pieno carico e della possibilità di scivolamento trasversale in condizioni di terreno bagnato o gelato.

Un tracciato ad intenso traffico dovrà inoltre essere corredato di tutte le opere atte a mantenere in buone condizioni il corpo stradale ed il piano viabile in ogni condizione meteorologica.

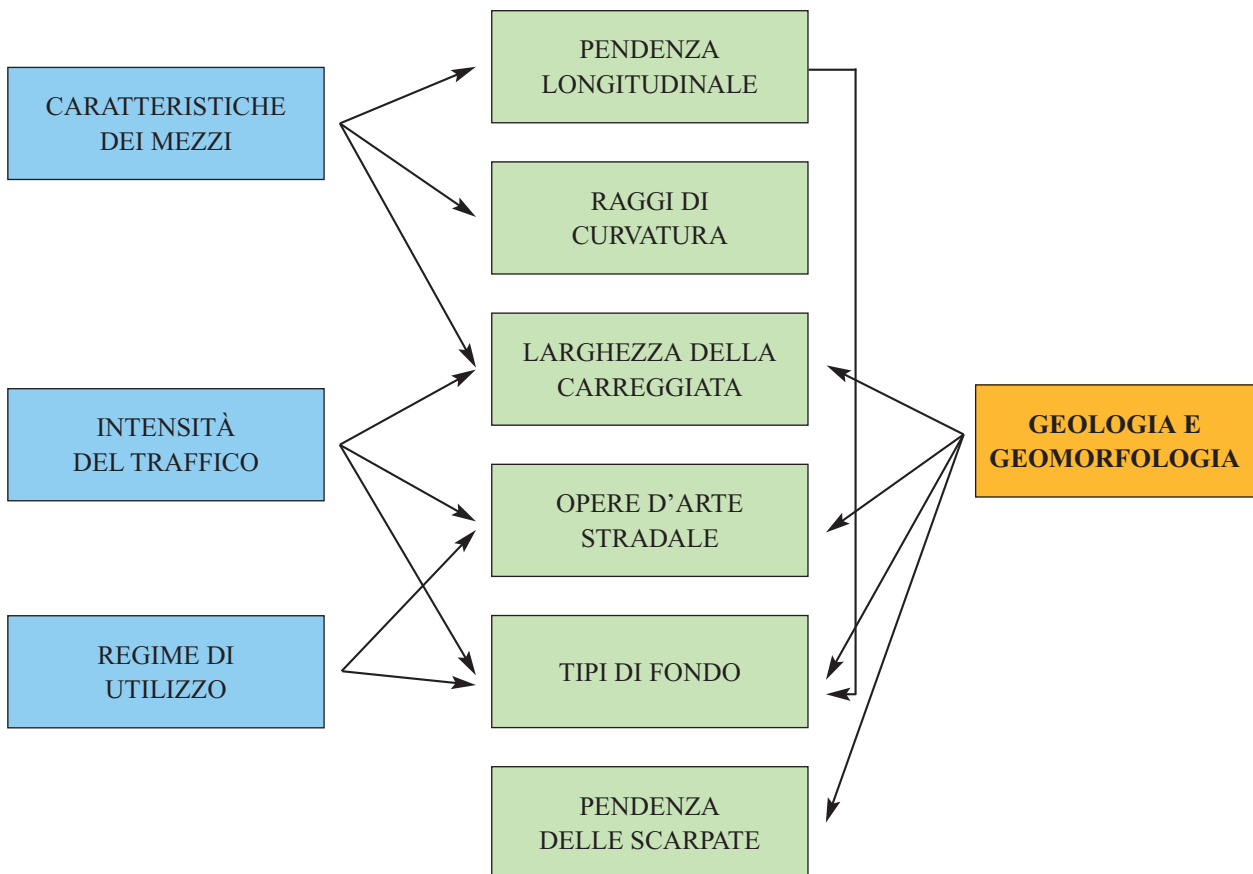


Figura 4.5 – Relazioni fra ambiente, esigenze di utilizzo e parametri costruttivi della viabilità agro-silvopastorale.

Il **regime di utilizzo**, temporaneo o permanente, influenza parimenti la scelta del tipo di fondo e delle opere. Ad esempio un tracciato utilizzato con cadenza pluriennale avrà elementi costruttivi semplici (pista); il limitato uso non giustifica la realizzazione di un fondo migliorato e di opere d'arte. Viceversa un tracciato ad uso permanente dovrà avere un fondo migliorato ed opere d'arte tali che ne assicurino sempre la percorribilità.

La **geologia** e la **geomorfologia** influenzano la scelta del tipo di fondo, la presenza di opere d'arte, la pendenza delle scarpate in scavo ed in rilevato, e la larghezza del corpo stradale.

La pendenza adottata per le scarpate dipende dall'angolo di natural declivio del materiale costituente la scarpata. La pendenza assume normalmente valori diversi per le scarpate in scavo rispetto a quelle in riporto: le seconde, formate da materiale di risulta dello scavo, hanno pendenza inferiore a meno che non si tratti di materiale grossolano opportunamente sistemato. Per le scarpate in scavo si adotta una pendenza di 1:1 o 3:4 in caso di substrato coeso, di 2:3 o inferiore in caso di materiali incoerenti. In presenza di roccia si può arrivare a valori di 5:1 ed oltre (ad esempio pareti calcaree con stratificazione a reggipoggio sono stabili per altezze di 50 m ed oltre).

Per le scarpate di rilevato è bene non dare affidamento a valori superiori a 2:3 per terreno vegetale e materiali a granulometria fine; possono essere realizzate rilevati con scarpa di 3:4 nel caso vi siano massi nel riporto da sistemare

come sostegno al piede della scarpata. Nel caso in cui l'inclinazione del terreno sia maggiore dell'angolo di natural declivio occorre realizzare opere di sostegno, necessarie sui terreni più ripidi anche per contenere gli sbancamenti, che sono tanto più ingenti quanto è più forte la pendenza. La lunghezza della scarpata senza opere di sistemazione non dovrebbe comunque superare i 3 - 4 m per contenere i fenomeni di erosione laminare e ruscellamento.

Particolare cura deve essere dedicata alla realizzazione della porzione di strada in riporto, costituita con i materiali dello scavo a monte, che se non adeguatamente costipato mostra dopo qualche tempo fratture di trazione beanti di lunghezza compresa fra 5 e 20 m circa. In occasione di eventi meteorologici intensi (complice una cattiva regimazione delle acque superficiali) si originano cedimenti che possono coinvolgere la pendice a valle della strada ed estendersi verso monte fino ad asportare l'intero corpo stradale.

Se il fondo naturale ha una buona portanza si può rinunciare alla realizzazione della massicciata, la cui funzione è quella di migliorare la portanza e l'aderenza del fondo stradale. La massicciata permette il transito dei veicoli in qualsiasi condizione meteorologica (copertura nevosa esclusa), e viene quindi realizzata sulle opere che devono assicurare un collegamento permanente. Nei periodi piovosi il traffico dovrebbe comunque essere limitato per evitare il danneggiamento del piano viabile, soprattutto per le piste a fondo naturale.

Le caratteristiche costruttive stabilite in base all'analisi delle esigenze gestionali e dell'am-



Figura 4.6 - Scarpate troppo ripide sono l'origine di fenomeni di erosione e franamento anche in terreni per natura stabili (sx Valli di Lanzo - To). Corretta sagomatura delle scarpate con rinverdimento mediante idrosemina (dx Salisburghese -Austria).

CARATTERISTICHE	STRADE CAMIONABILI SECONDARIE	STRADE TRATTORABILI	PISTE CAMIONABILI	PISTE TRATTORABILI
Larghezza prevalente piano viabile (esclusa eventuale cunetta a monte) (m)	4	3	4	3
Larghezza minima della carreggiata nei rettifili (m)	3	2,5	3	2,5
Raggio minimo di curvatura (m)	6	5	6	4
Pendenza ottimale (%)	3 – 8			
Pendenza media massima (%)	10	12	10	12
Pendenza massima per brevi tratti (max 50 m) (%)	18	20	18*	25*
Contropendenza max (%)	10	10	10	10
Allargamento in curva della carreggiata** (m)	2,5	2	2	1,5
Massicciata	sì	sì	no	no
Sopraelevazione in curva	localmente	no	no	no
Modellazione del corpo stradale a schiena d'asino o a spiovente trasversale	sì	no	no	no
Cunetta longitudinale	sì	a tratti	a tratti	no
Opere di sostegno	sì	sì	eventuali localmente	eventuali localmente
Piazzole di scambio	sì	sì	sì	sì
Piazzali di manovra	sì	sì	sì	sì
Piazzali di deposito e lavorazione	sì	valutare localmente	sì	no

* prevedere rivestimento del fondo; **calcolato per tornanti con raggio di curvatura minimo.

Tabella 4.1 - Parametri costruttivi della viabilità agro-silvopastorale.

biente in cui viene inserita la strada sono raccolte in un elaborato grafico detto “**sezione tipo**”, che rappresenta lo standard costruttivo dell’opera. Esso deve illustrare in maniera facilmente leggibile la larghezza della piattaforma stradale, la pendenza del terreno e quella di progetto delle scarpate, la massicciata e altre opere d’arte presenti lungo tutto il tracciato. Se l’opera attraver-

sa terreni con diversa pendenza e geologia cui corrisponde un diverso assetto delle scarpate, sarà necessario prevedere differenti sezioni tipo (cfr. §. 6.3).

Nella tabella 4.1 si illustrano le linee guida per la determinazione della caratteristiche geometriche dei diversi tipi costruttivi (o categorie) di viabilità agro-silvopastorale. In generale si dovrebbe



Figura 4.7 - Strada camionabile secondaria: i tornanti hanno ampio raggio di curvatura (Salisburghe-
se -Austria).



Figura 4.8 - Pista camionabile: la larghezza della piattaforma stradale è di 4,5 m; non vi è distinzione fra piano viabile e banchine (anch'esse transitabili) se non per il ripetuto passaggio dei mezzi che ha costipato e reso meno ospitale per la vegetazione erbacea l'area percorsa dalle ruote dei mezzi (Serra d'Ivrea – Bi)



Figura 4.9 - Strada trattorabile: la larghezza della piattaforma, di 2,5 m, è occupata interamente dal piano viabile (banchine assenti). La presenza di un fondo migliorato e drenante permette il passaggio di autoveicoli a due ruote motrici anche dopo lunghi piogge (Valle Ossola – Vb).

prediligere la costruzione di strade camionabili; nelle zone più difficili come morfologia e idrologia può essere opportuno limitare la larghezza della sezione e quindi optare per strade trattorabili. Se i tracciati servono porzioni limitate di bosco ed hanno una valenza locale o aziendale, in presenza di condizioni favorevoli di geologia e geomorfologia, è preferibile orientarsi verso la realizzazione di piste.

Nelle figure 4.7, 4.8 e 4.9 sono rappresentati esempi per i principali tipi costruttivi considerati nella tabella 4.1.

5 INDIVIDUAZIONE E RILIEVO DEL TRACCIATO

5.1 Studio delle varianti e analisi di prefattibilità ambientale

Una volta individuata l'area che necessita di nuova viabilità, secondo le indicazioni degli strumenti di pianificazione forestale e territoriale (cfr. cap. 4)³¹, occorre in primo luogo consultare la documentazione disponibile negli archivi comunali. La progettazione del tracciato richiede una buona conoscenza dello **stato patrimoniale** e dell'**assetto geomorfologico, idrologico e geologico** del territorio, che può incidere anche in modo rilevante sui costi di realizzazione e manutenzione delle opere. È consigliabile consultare carte e relazioni geomorfologiche e geologiche allegate al P.R.G.C. o altri studi e relazioni eseguiti a livello comunale o sovracomunale (fra le quali si citano i fogli all'1:25.000 del PAI³²). Una ricerca d'archivio può dare frutti preziosi, anche perché presso le Amministrazioni ci sono molte informazioni poco utilizzate, trovando i diversi procedimenti amministrativi e progettuali scarsa integrazione fra loro.

Acquisite tali informazioni, ed avendo a disposizione la cartografia catastale e quella tecnica regionale, si procede ad una perlustrazione sommaria dell'area, nella quale si avrà cura di segnalare le principali emergenze geomorfologiche, idrogeologiche, ambientali e infrastrutturali. In particolare è importante annotare i possibili punti di partenza del nuovo tracciato rispetto alla viabilità esistente. Sarebbe opportuno, già in questa fase, un sopralluogo congiunto di progettista e geologo, ma spesso ciò non è possibile per problemi di ordine amministrativo e procedurale.

L'accresciuta sensibilità ecologica e la generale pressione antropica sui sistemi naturali richiede che in fase di progettazione preliminare si valuti anche se l'opera possa danneggiare luoghi di particolare pregio naturalistico (SIC, ZPS cfr. § 7.1) ed in questi casi si prendano in considerazione le possibili varianti di minor impatto o eventuali soluzioni alternative (ad esempio teleferiche) (cfr. § 2.2 e 7.1).

Presa visione sul terreno della zona d'intervento, le alternative di tracciato possono essere dis-

egnate in via preliminare in planimetria su carte topografiche a scala a 1:10.000 o a 1:5.000 corredate di linee di livello (o isoipse).

Per il tracciamento si usa il **metodo del compasso**. Nota l'equidistanza (differenza di quota costante delle linee di livello riportate in carta) è possibile determinare la lunghezza planimetrica di un tratto di strada congiungente due linee di livello secondo la formula 5.1

$$5.1 \quad l = \frac{e \times 100}{p}$$

dove:

l = distanza planimetrica del tratto congiungente;

e = equidistanza;

p = pendenza percentuale del tratto congiungente.

Impostata l'apertura di un compasso pari alla lunghezza l (nella scala della carta) è possibile individuare, facendo perno con la punta del compasso su una linea di livello, l'estremo del segmento stradale di pendenza voluta p sulla linea di livello successiva. Supponiamo, ad esempio, di dover congiungere con una strada i punti A ed E (figura 5.1) e che il punto di partenza A si trovi su una linea di livello di quota 800 m s.l.m.; occorre trovare il punto di arrivo sulla linea successiva a quota 850. Come illustrato in figura, si centra il compasso nel punto A e si individua il punto B sulla linea di livello successiva nella direzione voluta (2). Successivamente, centrando il compasso in B, e mantenendo la stessa apertura, si individua un terzo punto C (3), e così via sino ad ottenere una spezzata che prende il nome di **tracciolino** o **linea guida**. La spezzata rappresenta l'andamento planimetrico dell'asse stradale come successione di segmenti rettilinei che si incontrano in punti detti vertici.

Se la distanza l è inferiore alla distanza tra le curve di livello (caso in cui la pendenza del terreno è inferiore alla pendenza imposta al tracciato) il compasso non interseca la seconda linea di livello in una sola battuta. Gli archi di cerchio tracciati per congiungere una curva di livello all'altra vengono disegnati secondo la soluzione geometrica più favorevole.

Se il punto di partenza non si trova su una linea di livello il primo tratto della spezzata avrà una lunghezza inferiore a l , che si ricava sempre con

³¹ In assenza di un piano di gestione forestale, in base alle analisi contenute nella relazione forestale (cfr. § 7.3.1).

³² Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

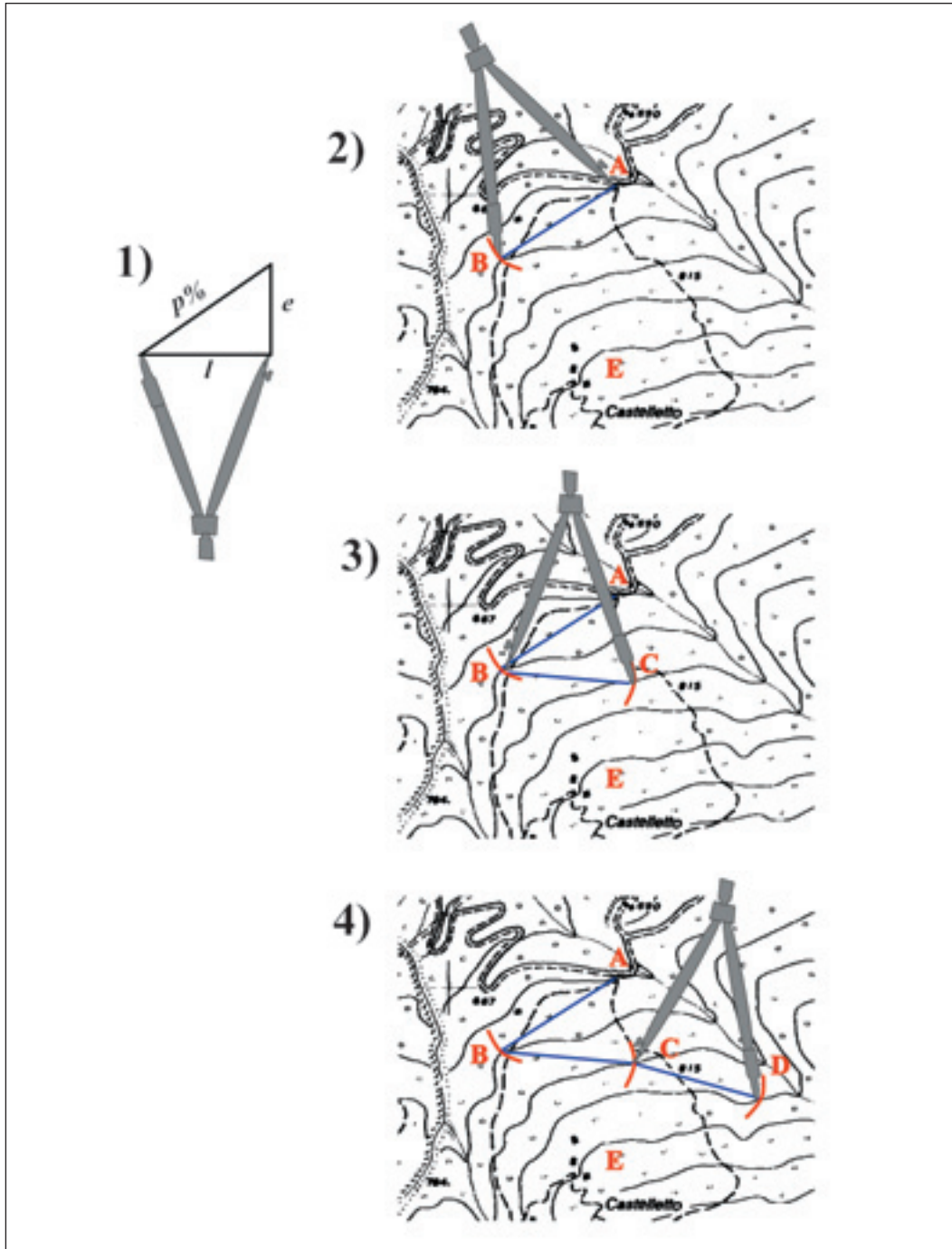


Figura 5.1 - Disegno su carta di un tracciolino a pendenza costante.

la formula $l' = (e' \times 100) / p$, dove e' è il dislivello tra il punto di partenza e la curva di livello (analogamente per l'ultimo tratto della spezzata se il punto di arrivo non si trova su una linea di livello). Quando invece, come nel caso di figura 5.2, la lunghezza planimetrica del tracciolino è maggiore della minima distanza planimetrica tra punto di arrivo e di partenza, non è possibile procedere col tracciolino in una sola direzione, ma per rispettare la pendenza imposta occorre mutare la

sua direzione una o più volte, prevedendo curve di risvolto o tornanti.

Durante il tracciamento può verificarsi il caso in cui, in prossimità di curve o dossi, la livelletta congiungente due linee di livello intersechi una di queste in più di un punto: in questo caso la linea disegnata non rappresenta più un tratto a pendenza costante, come si può vedere nell'esempio di figura 5.3.

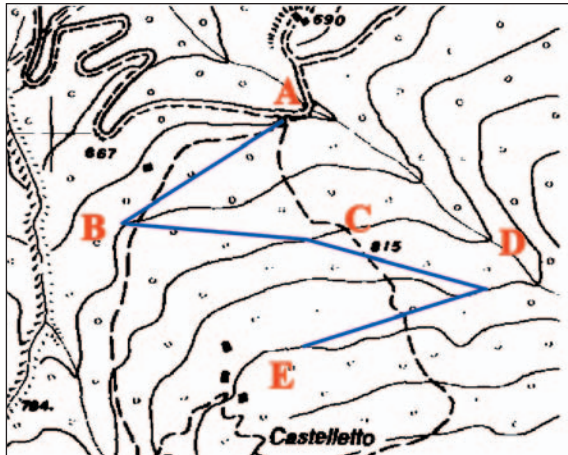


Figura 5.2 - Tracciato disegnato con frequenti cambi di direzione per rispettare la pendenza di progetto.

In tal caso per disegnare correttamente il tracciato si possono utilizzare linee di livello ausiliarie, con equidistanza inferiore alle linee principali. La livelletta congiungente due linee di livello principali viene sostituita da una spezzata di più livellette che congiungono le linee ausiliarie. La lunghezza di queste livellette è sempre data dalla formula 5.1 (figura 5.4).

Le possibili varianti al tracciato vengono quindi rappresentate unitamente agli elementi geomorfologici, naturalistici o patrimoniali che possono condizionare la scelta del tracciato (limiti di proprietà, barriere rocciose, canali o zone di salvaguardia naturalistica³³) (figura 5.5). Nel caso in cui non si possa evitare l'attraversamento di zone difficili od ostacoli, il progettista deve valutare le ipotesi alternative di tracciato in modo da ridurre al minimo le interferenze con tali situazioni, demandando ai successivi sopralluoghi sul terreno la valutazione sulla soluzione migliore. Questa fase, quindi, conduce all'individuazione di uno o più tracciati sulla base dei quali impostare un **conto economico sommario** dell'opera. Nella maggior parte dei casi il tracciato individuato a questo punto non è esattamente quello definitivo, ma si avvicina ad esso in modo tanto maggiore quanto più accurate sono state le analisi preliminari. Dovrebbero essere state individuate le principali problematiche costruttive e l'ordine di grandezza delle opere necessarie per la loro risoluzione. Si tratta di

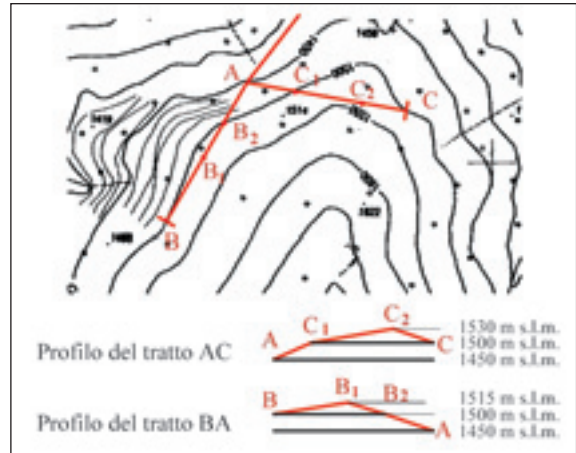


Figura 5.3 - Tracciamento errato della livelletta in prossimità di una dorsale.

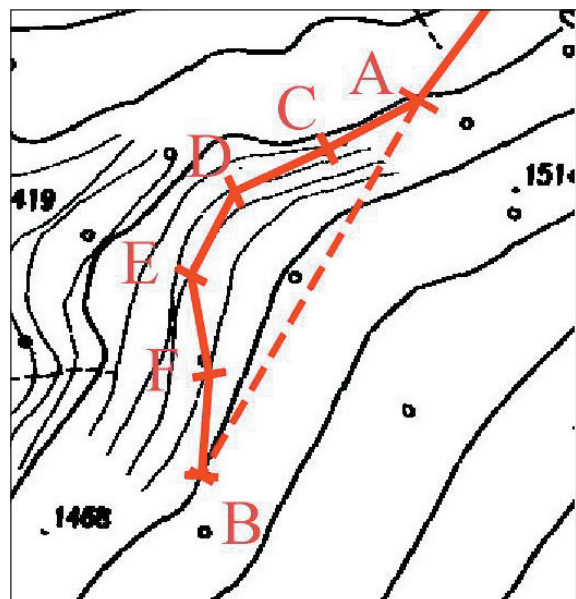


Figura 5.4 - Tracciamento corretto della livelletta in prossimità di una dorsale con l'utilizzo di linee di livello ausiliarie.

un momento delicato della progettazione, nella quale solo l'esperienza del progettista può superare alla carenza di dati di rilievo diretto. Purtroppo i committenti pubblici e privati non attribuiscono la dovuta importanza alla progettazione preliminare, anche se in essa si prendono le decisioni fondamentali per la buona riuscita dell'opera; essi sono piuttosto preoccupati di risparmiare sui costi di progettazione non avendo la certezza di ottenere un finanziamento pubblico per la sua realizzazione. È comunque necessario

³³ Anche l'esposizione del versante può avere una certa influenza sulle scelte progettuali: tracciati a sud sono fruibili per un periodo più lungo durante l'anno ed il fondo rimane tendenzialmente asciutto; per contro le scarpate sono soggette a erosione superficiale per fenomeni di disgregazione a causa di gelo e disgelo e l'inerbimento naturale o artificiale è mediamente più difficile.

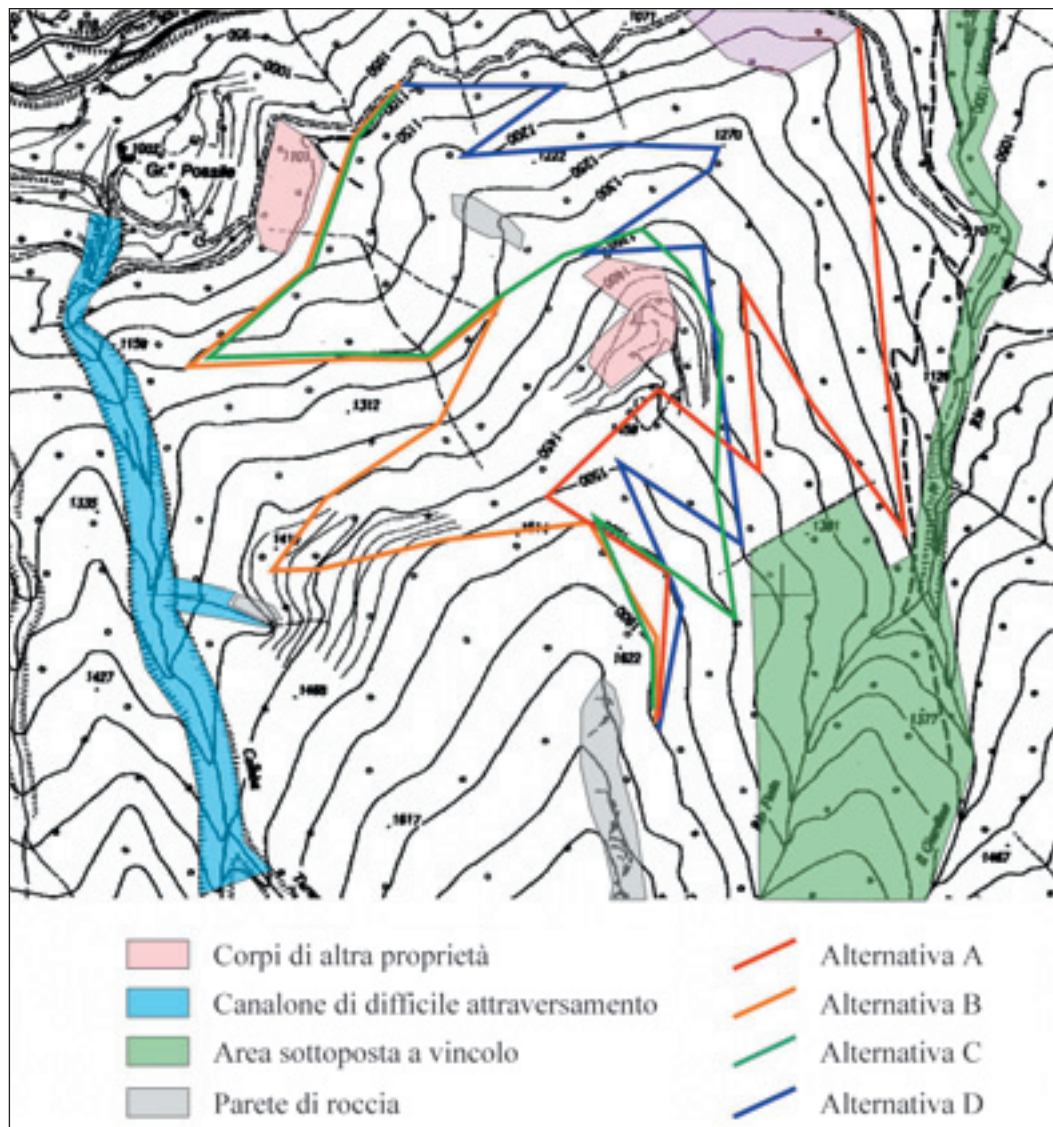


Figura 5.5 - Rappresentazione grafica di tracciati alternativi nell'ambito dello studio delle varianti.

sapere che, soprattutto nel caso di opere di viabilità in zone a morfologia difficile e propensione al dissesto medio-elevata, le risultanze dell'indagine preliminare sono puramente indicative, mentre è possibile redigere un conto di spesa attendibile soltanto sulla base dei rilievi e calcoli del progetto definitivo.

5.2 Tracciamento sommario

Il tracciato/i di massima individuati sulla carta vengono segnati sul terreno mediante tracciamento e misurazioni sommarie. Questo primo tracciamento ha lo scopo di verificare che, con una determinata pendenza di progetto, l'opera abbia un tracciato funzionale ed il minimo impatto ambientale.

Questa fase del lavoro può risultare piuttosto impegnativa perché richiede di percorrere la traccia ipotizzata più volte, avanti ed indietro, prima di arrivare ad una soluzione definitiva; essa, a dispetto del nome, appartiene piuttosto alla progettazione definitiva che a quella preliminare, per il dispendio di tempo ed il tipo di indagini richieste. Può essere eseguita anche da un solo operatore, ma nei casi di orografia difficile è bene essere in due anche per motivi di sicurezza. La pendenza longitudinale da adottare in questa fase dovrebbe essere compresa fra il 3 e il 10%, il più costante possibile e comunque minore della pendenza media del tracciato; infatti è frequente dover assumere per brevi tratti pendenze superiori per superare ostacoli o salti naturali del terreno.

Nella scelta del tracciato occorre cercare di passare nelle zone a minore acclività, evitando gli affioramenti rocciosi ed ancor più le zone umide, cui sono associati problemi di stabilità dei versanti e di portanza dei terreni. Dove è possibile si individuano soluzioni alternative che permettano di superare con il minimo di spesa e di impatto i punti critici.

Il tracciamento deve avere inizio dal punto più problematico del percorso, che può essere rappresentato per esempio dal superamento di un impluvio fortemente inciso, un salto di roccia o un passaggio obbligato per motivi di proprietà; da qui si procede in un senso e nell'altro. Se i punti obbligati sono più di uno, allora occorre conoscere la differenza di quota fra di essi per impostare la giusta pendenza del tratto compreso. Infine bisogna valutare con attenzione l'intersezione del tracciato di progetto con la viabilità esistente. Idealmente i mezzi più ingombranti devono poter percorrere l'imbocco agevolmente sia in entrata che in uscita evitando, se possibile, inserzioni ad angolo acuto (cfr. § 6.6.2).

Il tracciolino così individuato viene segnato sul terreno apponendo nastri provvisori alle piante in modo che siano visibili l'uno dall'altro. Si utilizzano clisimetro e topofilo (eventualmente un ricevitore GPS) rispettivamente per la verifica della pendenza del tracciolino e delle distanze percorse (cfr. § 5.5). Sulla carta tecnica si annotano le pendenze adottate fra i punti salienti del tracciato e gli elementi micromorfologici sfavorevoli o favorevoli (terrazzamenti, emergenze rocciose, impluvi incassati, aree umide o fransose, ecc.).

In questa fase sarebbe opportuno poter avvalersi di un gruppo di lavoro che affianchi al progettista le competenze del dottore forestale e del geologo, poiché *“in bosco si vede ciò che si sa”* e l'osservazione diretta dei fenomeni da parte di tecnici competenti può risparmiare spiacevoli sorprese nelle fasi di esecuzione dei lavori.

Da un punto di vista strettamente **geologico e geomorfologico** sono raccolti tutti i dati che possono essere rilevati in superficie: le caratteristiche macroscopiche del terreno, la giacitura della stratificazione o della scistosità e degli eventuali sistemi di frattura, gli agenti morfodinamici prevalenti. La natura e coerenza degli strati rocciosi, disposti sotto il terreno vegetale, o la profon-

dità della coltre detritica possono essere stimati. In rapporto all'importanza socio-economica dell'opera, si possono individuare le zone che eventualmente necessiteranno di indagini più approfondite in sede di progettazione esecutiva (quali prove penetrometriche, sondaggi geognostici a carotaggio continuo, prove di laboratorio su campioni indisturbati, rilievo della falda freatica), che però nella maggior parte dei casi non risultano necessarie.

Da un punto di vista **forestale e naturalistico**, la conoscenza della componente arborea ed erbacea può dare indicazioni attendibili sul regime idrico del suolo, a supporto delle osservazioni di natura geomorfologica, mentre la conoscenza delle tecniche di esbosco permette di scegliere, già nelle prime fasi, la migliore dislocazione per tornanti, piazzali e piste secondarie.

L'individuazione del migliore tracciato è l'attività più importante nella progettazione della viabilità agro-silvopastorale ed è determinante per i costi di realizzazione dell'opera, per la sua funzionalità e possibilità di buona conservazione nel tempo. Essa può essere eseguita con successo solo percorrendo il terreno del bosco. Le analisi condotte esclusivamente su carta, pur utili, non sono sufficienti.

5.3 Tracciamento definitivo

Dopo aver scelto il percorso migliore mediante un tracciamento sommario, si procede con l'individuare sul terreno una poligonale con pendenza costante³⁴ e conforme con le ipotesi di progetto. Tale poligonale si può chiamare convenzionalmente **“tracciolino”**, similmente a quello individuato sulla carta nella fase precedente.

Si procede per punti con l'ausilio di un clisimetro segnando i vertici del tracciato sul terreno. La lunghezza delle battute dipende dalla visibilità dei luoghi e uniformità del terreno e non supera di norma i 30 m. È fondamentale che i segni siano ben visibili l'uno dall'altro in entrambe le direzioni: infatti non è detto che tracciamento e rilievo siano eseguiti dalla stessa squadra, soprattutto nel caso di opere di una certa lunghezza. Si risparmia tempo quando i capisaldi disposti per il tracciamento possono essere utilizzati anche nelle fasi di rilievo, salvo rinfittimenti. È quindi opportuno disporre gli stessi in

³⁴ Sono tollerabili scostamenti di 2-3 punti percentuali rispetto al valore assunto, per consentire di seguire meglio la morfologia del terreno o apporre il nastro di segnalazione nel punto di migliore visibilità.



Figura 5.6 - Nel tracciamento si deve cercare di adattare il percorso della pista alla morfologia del versante (Luino - Va).

corrispondenza dei punti salienti del terreno, quali dossi, impluvi, cambi di direzione ecc.

In bosco è comodo utilizzare alberi in luogo dei picchetti. Gli alberi sono scelti preferibilmente né troppo piccoli né troppo grandi e vengono segnati con nastro colorato, possibilmente biodegradabile. È utile porre il nastro ad una altezza costante che corrisponde all'altezza degli occhi per agevolare le successive misurazioni con strumenti ottici nel caso di rilievo a mano libera (cfr. § 5.5); conviene procedere in modo univoco e riferire le misure sempre a monte od a valle delle ceppaie. In assenza di alberi si possono infiggere nel terreno picchetti in legno. Anche eventuali rocce possono essere utilizzate, purché si possa segnare il punto di misurazione con precisione.

All'interno della fascia di terreno individuata con il tracciamento sommario, si cerca di utilizzare i punti favorevoli (aie carbonili, sentieri e mulattiere, terrazzi) per contenere i movimenti di terra. Si deve prestare particolare attenzione al posizionamento dei tornanti ed alla relativa area di insidenza, in funzione del raggio e della presumibile localizzazione del centro di curvatura. In linea generale i raggi di curvatura debbono essere i più ampi possibili compatibilmente con la pendenza del versante e le conseguenti necessità di scavo e riporto. Nelle situazioni montane è difficile realizzare raggi di curvatura superiori ai 6 m. Non si deve tuttavia scendere sotto i 4-5 m

(limite sotto il quale anche i mezzi di minori dimensioni hanno difficoltà a svoltare). Occorre inoltre individuare, anche sommariamente, i punti dove posizionare le piazzole di scambio ed i piazzali di lavorazione del legname. Se il tracciato è a fondo cieco si rammenti una piazzola di inversione di marcia (cfr. § 6.6).

Il tracciamento definitivo viene svolto normalmente in coppia, ma può essere eseguito anche da un operatore solo che verifica la pendenza del terreno traguardando all'indietro i nastri posti in precedenza. In condizioni di media difficoltà (pendenza del terreno inferiore al 60% e superficie del terreno coperta da ostacoli per meno di un terzo) si può stimare una velocità di progressione di 400-500 m di tracciato all'ora.

Individuato definitivamente il tracciolino, i punti sono segnati in modo permanente per evitare che per cause diverse vengano cancellati o rimossi. Sugli alberi il nastro viene sostituito da segni a vernice. Eventuali picchetti devono essere ben infissi e visibili (altezza fuori terra 0,5 m).

5.4 Operazioni di rilievo

Una buona organizzazione dei rilievi ha una particolare importanza nel caso delle opere di viabilità agro-silvopastorale. Infatti la distanza del sito di cantiere e la sua dislocazione in zone a morfologia e clima difficile spesso rendono onerosi o addirittura impossibili integrazioni dei rilievi in tempi successivi, considerate anche le serrate tempistiche delle procedure amministrative di approvazione e finanziamento dei progetti. Occorre quindi procedere con un metodo che qualifichi l'accuratezza dei rilievi quantitativi e la completezza di quelli qualitativi. Le operazioni di rilievo possono essere distinte in tre gruppi:

- rilievo topografico;
- annotazioni sul terreno e paesaggio;
- rilievi forestali.

5.4.1 Rilievo topografico

Il rilievo topografico ha lo scopo di conoscere l'andamento plano-altimetrico del tracciolino e della fascia di terreno nel suo intorno (dell'ampiezza di 10-15 m a valle ed a monte). Questi dati sono necessari per le elaborazioni di progetto, come ad esempio il calcolo delle masse in scavo e riporto, l'individuazione delle sezioni ove è necessario il posizionamento delle opere di

sostegno ecc. L'ampiezza della fascia di terreno da rilevare è stabilita secondo un criterio di compromesso fra la necessità di avere la maggiore quantità possibile di informazioni nell'intorno della strada (soprattutto qualora si rendessero necessari spostamenti dell'asse stradale rispetto al tracciolino) e l'esigenza di contenere i costi delle attività di rilievo, che crescono in modo più che proporzionale alla superficie oggetto di rilievo, soprattutto nel caso si adotti il metodo per camminamento.

Il rilievo può avvenire con l'impiego di **strumenti a mano libera** oppure con **strumenti di precisione**, secondo il **metodo del camminamento** o quello delle **coordinate polari**. Per una serie di motivazioni di carattere teorico e pratico il rilievo con strumenti a mano libera viene eseguito generalmente per camminamento, mentre quello con strumenti di precisione su treppiede viene eseguito posizionando lo strumento in punti morfologicamente favorevoli e rilevando il terreno nell'intorno per coordinate polari.

Quale che sia il metodo adottato, il numero delle misurazioni è inversamente proporzionale all'uniformità del terreno attraversato; maggiore è l'accidentalità, più numerosi dovranno essere i punti di rilievo per avere un buon dettaglio della rappresentazione plano-altimetrica. Il rilievo deve appoggiarsi a uno o possibilmente più punti di coordinate note, determinate in vario modo, affinché possa essere facilmente georeferenziato. Entrambe i metodi di rilievo prevedono che i punti oggetto di posizionamento degli strumenti e delle stadiie vengono segnati, almeno in parte, in modo semipermanente per mezzo di picchetti o vernici.

Un accorgimento importante in questa fase è la numerazione progressiva, a vernice, dei punti iniziando dallo zero per il primo picchetto (situato in genere sul ciglio della strada da cui si dirama quella in progetto), in modo da avere corrispondenza fra numero di picchetto e numero di battuta. Tale accorgimento agevolerà sia eventuali modifiche di tracciato sia il picchettamento dell'asse stradale.

5.4.1.1 Metodo delle coordinate polari

Per questo metodo serve uno strumento ottico su treppiede a stazione fissa (teodolite, tacheometro, stazione totale) abbinato a stadiie graduate o munite di scopo per l'individuazione del punto di mira. Attualmente la strumentazione più diffu-

sa è la stazione totale con stadia a scopo riflettente che consente la misurazione diretta delle distanze da parte dello strumento. Molti strumenti hanno anche la possibilità di registrare su supporto magnetico i dati del rilievo in un formato compatibile con i software utilizzati per l'elaborazione ed il disegno, così da ridurre i tempi e le possibilità di errore nelle trascrizioni manuali.

Il rilievo può essere effettuato da una o poche stazioni di rilievo con due operatori, uno dei quali opera allo strumento e l'altro si sposta progressivamente sui punti da rilevare con palina falso scopo (o stadia). È necessario che gli operatori dispongano di radio ricetrasmittente per permettere le comunicazioni. L'addetto alla stadia percorre la fascia di terreno oggetto di rilievo, posizionandosi in punti significativi (cambio di pendenza, confine di proprietà, salto di rocce, ecc.). Egli porta con sé picchetti in ferro numerati che configge nel terreno al fine di poter ritrovare il punto. Per ogni punto l'addetto alla stazione registra, accanto alle coordinate di posizione fornite dallo strumento, i dati identificativi (tracciolino, ciglio scarpata, muretto a secco) ed eventuali note caratteristiche (fuoriuscita di acqua, possibile sbocco strada, ecc.). Con questo metodo si possono acquisire contemporaneamente dati topografici e annotazioni sul terreno. I vantaggi di questa tecnica sono i seguenti:

- buona precisione ed accuratezza del rilievo anche per grandi distanze tra stazione dello strumento e punto rilevato (in condizioni di visibilità ottimale si può arrivare fino a 200 m; normalmente non si superano i 40 - 50 m);
- discreta velocità del rilievo (che risulta comunque direttamente proporzionale alla visibilità e percorribilità dell'area);
- facoltà di ampliare, in caso di necessità, il rilievo su una fascia di terreno di maggiore estensione, con un incremento contenuto dei tempi di lavoro;
- nel caso di strumenti che prevedono la registrazione dei dati su supporto magnetico, velocità di trasferimento dei dati grezzi sul computer per le successive elaborazioni.

Gli svantaggi sono:

- costo di acquisto dello strumento piuttosto elevato; nel caso che non si disponga dello strumento la soluzione preferibile è quella di commissionare il rilievo a pro-



Figura 5.7 - Gli strumenti per il rilievo a mano libera hanno ingombro assai modesto: clisimetro (sotto) e clisimetro-bussola (sopra).

fessionisti terzi, presenziando comunque alle fasi di rilievo per annotare aspetti qualitativi complementari a quelli topografici;

- peso e ingombro dell'attrezzatura (strumento, treppiede, stadia, batterie con eventuali riserve) incidono sfavorevolmente sulla produttività dei rilievi quando si tratta di operare in luoghi poco accessibili e molto accidentati;
- difficoltà o impossibilità di operare in condizioni meteorologiche non ottimali (elevata umidità atmosferica per piogge fini o nebbia), nelle quali risulta ancora possibile il rilievo a mano libera;
- difficoltà operative in situazioni con fitta copertura di sottobosco, che obbliga a numerosi punti di stazione dello strumento e può rendere incerta la precisione della misurazione.

5.4.1.2 Metodo per camminamento

Con questo metodo si percorre il tracciato da rilevare. Facendo stazione in ogni vertice del tracciolino, si misura la pendenza, la lunghezza e l'azimut magnetico della congiungente con il vertice successivo. Il rilievo si effettua con 2 operatori, che sono posizionati su due vertici adiacenti e procedono lungo il tracciato³⁵ (AA.VV., 1974; Hafner, 1972).

Si utilizzano strumenti a mano libera, di peso ed ingombro modesti (figure 5.7 e 5.15), quali la

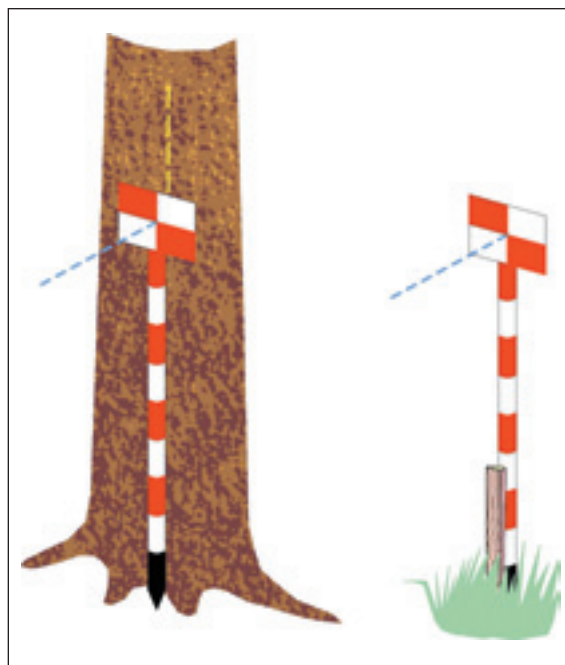


Figura 5.8 - Punti di mira sui vertici della poligonale nel rilievo per camminamento.

bussola topografica, il clisimetro e la rotella metrica (consigliabile da 50 m). Sono indispensabili almeno due paline topografiche. La distanza tra due vertici della poligonale di rilievo è stabilita in base alla visibilità ed all'uniformità del terreno: all'interno del bosco non conviene fare misurazioni di lunghezza superiore a 25 - 30 m. Le misurazioni devono essere effettuate tra punti alla stessa altezza dal suolo; qualora il vertice sia materializzato da un albero si riguarda l'asse del tronco all'altezza prestabilita alla quale è stato apposto un segno a vernice o una palina (figura 5.8); se il vertice è materializzato da un picchetto si pone accanto ad esso una palina munita di uno scopo posto all'altezza prefissata. Nella misurazione delle distanze il nastro va ben teso senza angoli nel piano orizzontale e verticale (Pestal, 1975).

Fra due vertici è sufficiente effettuare una sola misurazione di distanza e di pendenza; l'azimut invece deve essere misurato riguardando sia in avanti che indietro, al fine di evitare errori grossolani, dovuti ad un cattivo posizionamento dello strumento od alla presenza di masse metalliche nelle rocce circostanti, di anomalie magnetiche (non infrequenti nelle zone montane).

³⁵ Se il rilievo viene eseguito subito dopo il tracciamento si procede a ritroso rispetto alla direzione di tracciamento per ottimizzare il numero di volte con cui si percorre il tragitto.

Le misurazioni vengono registrate con un livello di accuratezza dipendente dallo strumento usato: normalmente le pendenze con l'approssimazione del punto percentuale, le distanze con quella del decimetro e gli azimut del mezzo grado sessagesimale.

Generalmente il camminamento non viene chiuso e quindi non è possibile compensare gli errori di rilievo con i metodi previsti per una poligonale chiusa. Assume pertanto notevole importanza il rilievo di punti di coordinate note per poter verificare ed eventualmente correggere in qualche modo eventuali errori di rilievo, che possono comportare errori di progetto significativi

soprattutto su tracciati lunghi e con pochi cambi di direzione. Rilievi di punti importanti o noti possono essere ripetuti lungo la poligonale.

Anche con il rilievo a mano libera viene eseguito il rilevamento congiunto del tracciato e della fascia di terreno adiacente ad esso. L'ampiezza della fascia di terreno rilevata è proporzionale alla larghezza che assumeranno le scarpate (e quindi della pendenza del terreno e del tipo di substrato) ed ai possibili spostamenti dell'asse stradale dalla poligonale di rilievo. In genere è sufficiente un'ampiezza di 20 m (10 m a monte e 10 m a valle del tracciolino).

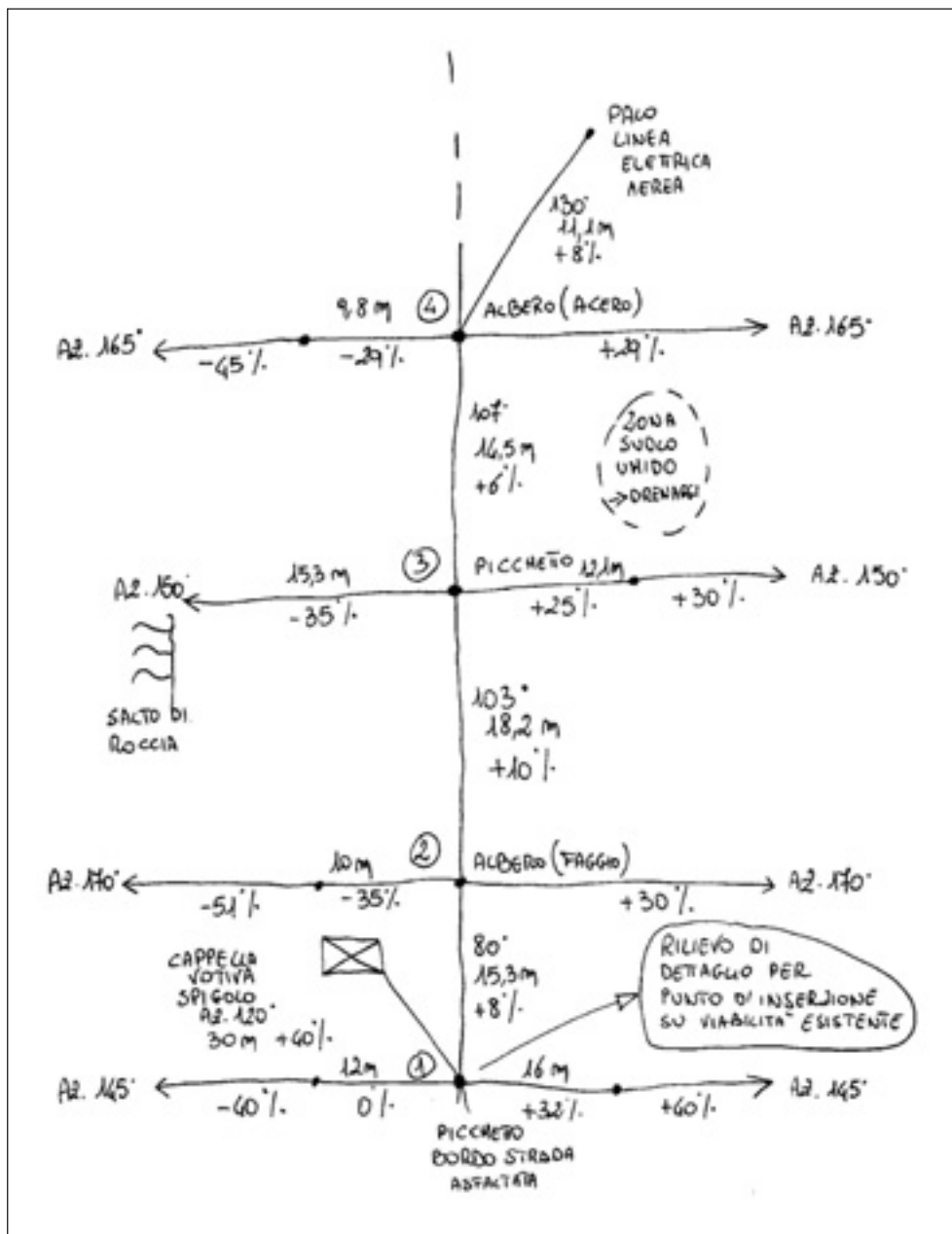


Figura 5.9 - Rilievo del tracciato per camminamento a mano libera – appunti di campagna.



Figura 5.10 - Esercitazioni nel rilievo di una strada esistente svolte dagli studenti della Facoltà di Scienze Forestali di Brno (Slovacchia).

La misura delle pendenze trasversali avviene analogamente a quanto fatto per la poligonale. Si rilevano la distanza e la pendenza per ogni punto del terreno con un operatore che rimane sul vertice della poligonale e l'altro che si sposta sui punti del terreno da rilevare procedendo lungo la linea di massima pendenza. Se la pendenza non è uniforme si rilevano separatamente i tratti a diversa pendenza. È necessario che le battute trasversali riferite ad uno stesso vertice siano disposte lungo un medesimo allineamento, il cui azimut è determinato come la bisettrice dell'angolo formato dalle due battute aventi vertice in comune.

In casi particolari, come in corrispondenza dell'intersezione di due strade, al fine di conoscere il terreno in un intorno più ampio, si possono rilevare battute lungo più di una direzione, procedendo per coordinate polari.

In figura 5.9 è rappresentato un esempio di foglio di campagna per la registrazione dei dati del rilievo a mano libera; il profilo trasversale del terreno è rilevato in una fascia di almeno 10 m a destra ed a sinistra del tracciolino; se la pendenza del terreno risulta costante, è omesso il rilievo della distanza.

Una tecnica di rilievo trasversale, alternativa alle precedenti, è quella detta delle **coltellazioni** o a gradoni. Si effettua con triplometri e paline topografiche o stadie (figure 5.10 e 5.11). Si pone un'estremità del triplometro in corrispondenza del vertice della poligonale e si orienta l'asta nella direzione perpendicolare alla poligonale assicurandosi, osservando la bolla della livella, che essa sia orizzontale. Si pone una palina (o stadia) in posizione verticale all'altra estremità del triplometro e si legge il dislivello. Si procede in tal modo per più volte fino a coprire la distanza di

rilievo richiesta, curando di mantenere l'allineamento delle successive battute. Si ottengono dunque, a valle ed a monte del vertice, numero n tratti del profilo trasversale dei quali si conoscono la distanza planimetrica ed il dislivello di quota. La lunghezza della battuta è di norma pari a quella dello strumento e quindi di 3 m; può essere inferiore in corrispondenza di significative variazioni del profilo trasversale (presenza di massi, muretti a secco, ecc). L'accuratezza della misura è al cm.

L'uso del triplometro consente una precisione di rilievo maggiore rispetto a quello del clisimetro nel caso di terreni fortemente accidentati. Naturalmente richiede tempi più lunghi e è quindi consigliabile solo in questi casi o nei rilievi per lavori di ampliamento di strade esistenti.

I vantaggi del rilievo per camminamento con strumenti a mano libera sono:

- il costo contenuto degli strumenti;
- il modesto ingombro dell'attrezzatura che consente di raggiungere più facilmente luoghi poco accessibili e di muoversi con sicurezza durante il rilievo;
- nei terreni coperti da folta vegetazione questo metodo è più veloce rispetto al precedente, mentre in terreni con buona visibilità risulta più lento di un 20% circa;
- la possibilità di operare in condizioni meteorologiche non ideali, perché gli strumenti risentono in minore misura dell'umidità atmosferica.

Gli svantaggi sono:

- l'accuratezza della misura, sempre inferiore al metodo precedente, ma sufficiente per gli scopi del lavoro;
- la precisione della misurazione degli azimut deve essere sottoposta a continua verifica, soprattutto in zone con rocce magnetiche;
- in zone a morfologia accidentata o in presenza di alti muri di sostegno, il metodo per camminamento richiede il superamento di salti verticali da parte di uno dei due rilevatori, risultando scomodo e lungo.

5.4.2 Annotazioni sul terreno e paesaggio

Il rilievo della micromorfologia del terreno è finalizzato ad individuare e descrivere particolari del terreno utili per le successive fasi di elaborazione progettuale, fornendo informazioni non

direttamente ricavabili dai dati topografici. Tra i principali elementi da rilevare si citano i seguenti:

- le zone umide: annotare ogni informazione utile all'individuazione della tipologia ed al dimensionamento delle opere di drenaggio e consolidamento (le cause del dissesto, i punti di emergenza delle vene d'acqua, i punti idonei per far defluire le acque drenate, la presenza in loco di materiale idoneo per l'esecuzione delle opere di drenaggio e consolidamento ecc.);
- le rocce affioranti o salti di roccia: rilevare l'estensione e stimarne l'approfondimento nel terreno, al fine di quantificare i lavori di spacco o da mina ed il relativo costo;
- la presenza di aie carbonili, mulattiere o altri rilevati esistenti, in genere stabili o

- corredati da opere di sostegno, sui quali può convenire appoggiarsi con il corpo stradale per contenere i movimenti di terra;
- i punti favorevoli per l'attraversamento degli impluvi;
- muretti a secco, cippi o altri confini di proprietà;
- pietraie, siti idonei per il deposito o lo scavo di inerti.

In secondo luogo vi sono elementi del paesaggio che per la loro valenza debbono essere salvaguardati durante la realizzazione del tracciato. In fase di rilievo occorre annotarne caratteristiche e posizione al fine di salvaguardarli e rendere il tracciato funzionale per la loro valorizzazione. Fra gli altri si citano come di particolare valore le seguenti emergenze:

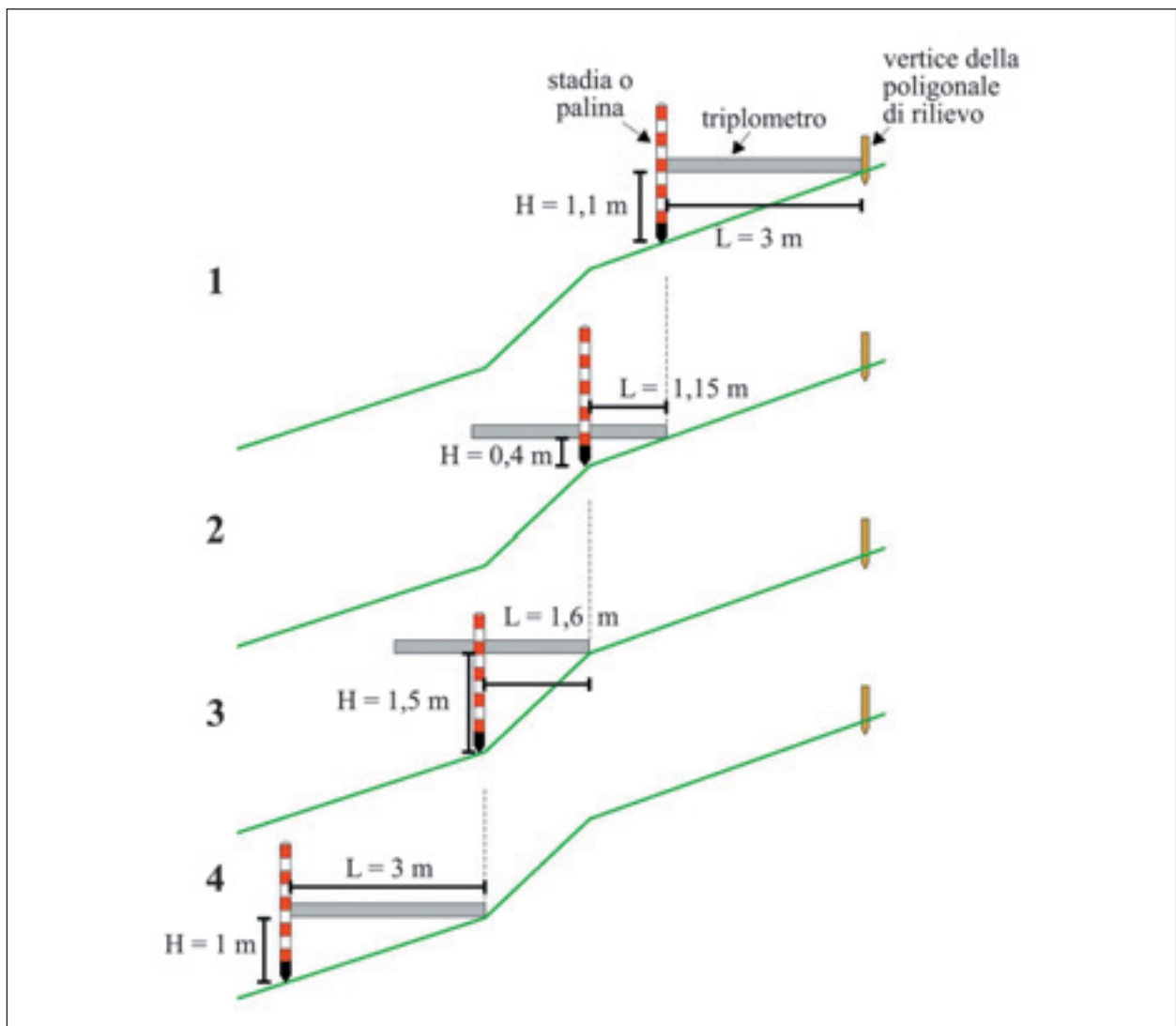


Figura 5.11 - Esempio di rilievo del terreno per coltellazione.



Figura 5.12 - Emergenze storico-culturali o naturali devono essere salvaguardate e possibilmente valorizzate dai lavori di apertura di nuova viabilità. A sx cappelletta votiva (Alta Valle Elvo – Bi), a dx trovante di grosse dimensioni del detrito di falda utilizzato in passato dai pastori come riparo e luogo di bivacco (in dialetto “Gias” o “Barma”) (Ala di Stura -To).

- esemplari arborei che spiccano per rarità, dimensioni e portamento sulla vegetazione circostante e possono avere particolare rilevanza come portaseme, elemento di biodiversità, di caratterizzazione del paesaggio, o in veste di testimoni della storia del bosco;
- costruzioni di interesse patrimoniale, storico o culturale (piloni votivi, cippi di confine, costruzioni militari, sentieri e mulattiere) (figura 5.12);
- massi erratici o sporgenze rocciose di forma particolare (figura 5.12);
- zone umide o aride con vegetazione caratteristica.

5.4.3 Rilievi forestali

La quantità di legname che ricade al taglio nell'apertura della strada ed il relativo valore di macchiatico devono essere determinati per ogni progetto di viabilità forestale, indipendentemente dal fatto che le particelle attraversate dalla strada siano o non oggetto di interventi selvicolturali.

Se le piante ricadenti al taglio sono di alto fusto³⁶, il loro assegno e misurazione sono richiesti anche per la redazione dell'istanza di autorizzazione ai sensi della normativa sul vincolo idrogeologico, dato che tale autorizzazione ha in questo caso la doppia valenza per il movimento terra e per il taglio piante (cfr. § 7.1).

Nei boschi cedui si può stimare l'entità del prelievo, rapportando la provvigione, stimata in via speditiva, all'area di occupazione del corpo stradale, prestando attenzione ad eventuali matricine che devono essere considerate come piante di alto fusto e quindi martellate singolarmente.

Il calcolo del valore di macchiatico viene svolto come differenza fra il valore del legname portato a bordo strada camionabile ed i costi di utilizzazione forestale. In base alle caratteristiche della specie, alle dimensioni e portamento delle piante e alla presenza di difetti si possono determinare gli assortimenti ritraibili ed il relativo valore. Nei cantieri stradali i costi di utilizzazione forestale sono più alti che nelle normali condizioni operative: la ditta incaricata dell'abbattimento deve infatti operare in modo che non rimangano

³⁶ Per pianta d'alto fusto si intende la definizione valida ai sensi delle Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale. Per la Regione Piemonte si veda D.G.R. n. 66-884 del 18 settembre 2000 recente titolo “Istruzioni tecnico-amministrative e chiarimenti per l'applicazione delle vigenti Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale e della L.R. n. 57/79.”



Figura 5.13 - Accatastamento temporaneo di legna da ardere durante le fasi di apertura di una pista (Valle Maira – Cn).



Figura 5.14 - Abbattimento direzionale in perticaia di abete rosso, preliminare all'apertura di una strada. L'esbosco avverrà per avvallamento con canalette in polietilene (foresta demaniale di Ossiach – Austria).

tronchi a terra lungo il tracciato nel raggio di azione dell'escavatore. Poiché l'abbattimento viene eseguito prima della costruzione della piattaforma stradale, il materiale dovrà essere allontanato da tali zone operando con abbattimenti direzionati e verricelli portatili. Il valore di macchiatico delle piante in piedi lungo la traccia risulta quindi minore rispetto alle condizioni normali e può assumere in casi particolari anche valori negativi. In tale evenienza l'operazione di taglio della traccia deve essere inserita nel computo metrico come voce di costo (figure 5.13 e 5.14).

5.5 Strumenti e materiali per il tracciamento e rilievo

In tutte le operazioni sul terreno è bene che gli operatori indossino **abbigliamento a colori vivaci** per essere facilmente visibili, sia per ragioni di sicurezza sia per agevolare le operazioni di traguardo durante l'uso degli strumenti di misurazione; in condizioni di bosco fitto e/o cielo coperto la visibilità è modesta anche a brevi distanze. Gli operatori debbono inoltre disporre di **attrezzi di taglio** (quali roncole, pennati, ecc.) per aprirsi la strada nella vegetazione o sramare piante di ostacolo alla linea di vista durante la misurazione. Nelle operazioni di rilievo della viabilità agrosilvopastorale possono essere utilizzati gli strumenti descritti brevemente nel seguito.

Il **clisimetro** è indispensabile nella fase di perlustrazione preliminare, durante il tracciamento e per il rilievo plano-altimetrico a mano libera. Con tutti i modelli (ad esempio *Meridian*, *Suunto e Silva*) traguardando con un occhio all'interno dello strumento e l'altro all'esterno verso l'obiettivo, è possibile misurare la pendenza del terreno con accuratezza del mezzo punto percentuale. Per rendere più preciso il sistema di misura, ed evitare errori sistematici o casuali dovuti a imprecisioni di mira dei rilevatori, il clisimetro può essere fissato ad una palina topografica ad un'altezza predeterminata, avendo cura di posizionare alla stessa altezza un segno (meglio una tavoletta di mira in legno opportunamente verniciata) sulla palina utilizzata dal secondo rilevatore. In tal modo la misura della pendenza viene eseguita sempre alla stessa altezza dal terreno (figura 5.15). Nel caso che si utilizzino contemporaneamente più strumenti occorre verificare l'omogeneità di misurazione dei diversi strumenti.

Durante le fasi preliminari di scelta del tracciato può essere utile anche il **topofilo**³⁷. La precisione della misura è assai modesta a causa degli ostacoli sul terreno che determinano deviazioni del filo e di una certa elasticità dello stesso. Tuttavia la lettura può essere utile in zone dalla morfologia molto accidentata, dove una stima

³⁷ Il topofilo è un filo di fibra naturale biodegradabile avvolto su rocchetto e contenuto in una scatola che può essere fissata alla cintura. Prima di uscire dalla scatola il filo è avvolto intorno ad un contagiri tarato per dare la distanza in metri. Per misurare le distanze con il topofilo l'operatore fissa il capo del filo in corrispondenza di un estremo del tratto; giunto alla fine legge la misura e quindi taglia il filo, che viene abbandonato sul terreno.



Figura 5.15 - Paline topografiche cui è stata applicata una tavoletta di mira per facilitare il traguardo con strumenti a mano libera (sx) e un supporto per il clisimetro a pendolo (dx).

oculare delle distanze risulta ardua. In alternativa, per questi scopi può essere utilizzato un ricevitore GPS che, con pari semplicità, rapidità di lettura e sufficiente precisione, può visualizzare sul *display* le distanze percorse o le coordinate del punto di stazione (vedi oltre).

Per il solo rilievo per camminamento a mano libera occorre disporre anche di bussola topografica e rotella metrica.

La **bussola topografica** permette di determinare l'azimut magnetico. Vi sono diversi tipi di bussole topografiche a mano. Il disco graduato (che riporta i gradi ed il loro reciproco) nei modelli più moderni è immerso in un liquido chiuso in un involucro a tenuta stagna che ne riduce le oscillazioni; la lettura si fa attraverso un prisma o una lente. Per il rilievo a mano libera sono necessarie le bussole a traguardo.

La **rotella metrica** può essere in metallo o materiale plastico. Il metallo è preferibile per la maggiore resistenza, date le condizioni di notevole usura nell'uso in bosco. Anche se la lunghezza delle battute non supera in genere i 20-30 m, conviene utilizzare una rotella da 50 m per le

battute longitudinali ed una auto-avvolgente da 15 m per quelle trasversali. In alternativa alla rotella è possibile fare uso di un **distanziometro ottico portatile**. Tale strumento è analogo per concezione a quelli montati sulla stazione totale, ma non richiede l'utilizzo di un falso scopo. Il raggio luminoso è visualizzato con un punto luminoso sugli oggetti colpiti. Si tratta di uno strumento molto preciso (accuratezza di ± 5 mm) su distanze utili teoriche fino a 100 m, anche se all'esterno, a causa delle condizioni di luminosità, non si superano 20 m; le operazioni di misurazione risultano comunque veloci e agevoli. Accade tuttavia piuttosto spesso che in bosco e soprattutto negli spazi aperti (pascoli), le condizioni di elevata luminosità rendano difficile l'individuazione del punto di mira a tal punto da rendere incerta la determinazione della misura. Questo strumento può quindi essere complementare ma non sostitutivo della rotella metrica.

Per la misurazione delle sezioni trasversali alla poligonale di rilievo quando il profilo del terreno è caratterizzato da salti verticali, è preferibile ricorrere all'impiego di un **triplotometro** in alternativa al clisimetro e rotella metrica.

Qualora si proceda invece con rilievo per coordinate polari, per la misurazione degli angoli delle distanze vengono impiegati strumenti di precisione su treppiede. Si tratta di strumenti in grado di misurare angoli orizzontali e verticali (goniometri completi), muniti di un cannocchiale distanziometrico o di un distanziometro ad onde. Questi ultimi sono oggi quelli più comunemente diffusi e vengono chiamati **stazione totale**, in quanto sono in grado di eseguire le prime elaborazioni sui dati ai fini del calcolo delle coordinate x , y , z . Gli apparecchi con distanziometro ad onde necessitano di un prisma riflettente, il prisma è montato su un'asta che viene posizionata da un operatore sul punto da rilevare.

Meritano un cenno anche gli strumenti per il **rilievo geografico satellitare**, denominato comunemente **GPS** dal nome della costellazione satellitare statunitense “*Global Positioning System*”³⁸. Questi strumenti, benché con tolleranze e precisioni diverse a seconda del ricevitore utilizzato³⁹ e della modalità di trattamento dei dati, consentono di rilevare facilmente superfici (ad esempio particelle forestali), linee (tracciati viari) o punti (dislocazione di singoli alberi). I maggiori problemi per l'utilizzo in campo forestale sono la morfologia accidentata del terreno, che alle volte non consente di ricevere un numero sufficiente di satelliti e secondariamente la copertura delle chiome (Piedallou e Gogout, 2002). I sistemi GPS con precisione centimetrica sono molto costosi ed ancora poco diffusi e non vengono normalmente utilizzati in ambito forestale. I sistemi con precisione submetrica possono essere utili per georeferenziare il tracciato, determinando con precisione sufficiente le coordinate planimetriche del punto di partenza e di arrivo della strada. Non è consigliabile utilizzarli per il rilievo andante perché l'accuratezza di determinazione della quota sul livello del mare

non è adeguata per gli scopi del lavoro. La maggiore utilità quindi questi strumenti possono averla per la perlustrazione e verifica dei percorsi alternativi in fase di progettazione preliminare, risultando idonei anche i ricevitori meno costosi in formato palmare (che permettono di registrare il percorso eseguito e conoscere la posizione con accuratezza di $\pm(10 - 30) \text{ m}$)⁴⁰.

Nei rilievi sono infine necessari un **set di paline topografiche**, che dovrebbero essere in legno per evitare interferenze sulle misurazioni della bussola, picchetti in legno, nastri e vernici. I **picchetti** conviene che siano ben appuntiti, con almeno una porzione piana e regolare che permetta di scrivere agevolmente il numero di riferimento. Le dimensioni dipendono da quelle della vegetazione erbacea o arbustiva; sono sufficienti lunghezze comprese fra 50 e 100 cm per una sezione utile di 4 x 4 – 5 x 5 cm. La testa del picchetto deve essere verniciata in rosso per renderla facilmente visibile. Per un chilometro di rilievo in bosco possono occorrere da 5 a 10 picchetti. Su pascolo invece ne servirà un numero maggiore. Nel caso di rilievo con la stazione totale si utilizzano di preferenza picchetti in tondino di ferro lunghi 20 cm.

I **nastri** servono per la contrassegnatura temporanea delle piante disposte sulla poligonale di rilievo. Occorre che siano di colore ben visibile e possibilmente di un materiale degradabile naturalmente. Il nastro bicolore da cantiere va bene, ma essendo plastico occorrerà curarne la rimozione a fine d'uso. In fase di rilievo le segnalazioni con nastro vengono sostituite con quelle a vernice, che danno maggiori garanzie di permanenza. I nastri possono essere infatti strappati occasionalmente o volutamente da soggetti non informati circa il loro significato. Le **vernici** uti-

³⁸ È un sistema di radio-posizionamento basato su una costellazione di satelliti e uno o più ricevitori portatili a terra; tramite l'analisi delle posizioni relative dei satelliti e dell'intervallo di tempo intercorrente tra l'emissione di segnali elettromagnetici da parte del satellite e la ricezione del ricevitore terrestre, si ottiene una terna di coordinate che identificano il punto di stazionamento.

La strumentazione portatile è costituita da un ricevitore in grado di acquisire ed elaborare il segnale inviato dai satelliti in orbita, da un computer palmare (*palmtop o handheld*) che serve per controllare le funzioni del ricevitore ed eventualmente conservare i protocolli di rilievo. I modelli professionali utilizzano un software per la gestione ed elaborazione geotopografica dei dati sul personal computer. I dati elaborati possono essere esportati in formati compatibili con i principali sistemi GIS e CAD.

³⁹ Esistono ricevitori con diversi livelli di precisione (sub-metrica o centimetrica). Per avere i livelli più elevati di accuratezza di misurazione è indispensabile effettuare la correzione differenziale dei dati registrati dal ricevitore mobile (detto *rover*) con quelli rilevati da una base fissa (detta *base*) (correzione differenziale dei dati o *post processing*). Senza tale correzione l'errore di posizionamento del singolo punto di stazionamento può variare fra 5 e 100 m in funzione di numerosi altri fattori, fra i quali si citano principalmente il numero di satelliti visibili, la loro posizione geometrica rispetto al punto di rilievo, la copertura delle chiome degli alberi, ecc.

⁴⁰ Non mancano le applicazioni in tal senso per il rilievo della viabilità forestale esistente nell'ambito delle attività di censimento e pianificazione - cfr. § 3.2.1.

lizzate nel settore forestale sono di fabbricazione particolare sia per quanto riguarda il colorante che deve potersi vedere bene anche quando applicato a materiali assorbenti e poco riflettenti come la corteccia delle piante, sia per fattura della bomboletta dispensatrice. Quest'ultima deve avere un particolare dispositivo dosatore che non si rompe e non richiede tappo protettivo e che sia dotato di un ugello di spruzzo molto fine per permettere di scrivere sui tronchi con caratteri relativamente piccoli.

Per i rilievi forestali occorrono il **cavalletto dendrometrico** per la misura dei diametri a 1,30 m, un **ipsometro** per la stima delle altezze (all'occorrenza può essere utilizzato anche il clisimetro) ed eventualmente una **trivella di Pressler** per la misurazione dell'età e la stima di massima delle caratteristiche tecnologiche del legno.

Infine non è superfluo ricordare l'utilità di una buona **documentazione fotografica**, come memento in fase di progettazione a tavolino, come supporto per la redazione degli elaborati e come testimonianza documentale dello stato "*ex ante*" in caso di modificazioni non previste (frammenti, esecuzione di opere non conformi al progetto, ecc.).

L'equidistanza delle linee di livello deve essere tale da rappresentare il terreno con sufficiente dettaglio; può essere pari a 1, 2 o 5 m. La scala della carta deve parimenti rispettare il criterio della buona rappresentazione dell'opera in progetto: si utilizzano normalmente scale di 1:1.000 o 1:2.000. Per punti particolari quali l'inserzione sulla viabilità esistente o l'attraversamento di corsi d'acqua può risultare necessario disegnare planimetrie di dettaglio in scala 1:500 o superiori.

La planimetria è inoltre corredata di una legenda che specifica la scala della carta e l'equidistanza delle linee di livello, i tratti ed i colori utilizzati per i diversi elementi. Può essere utile per la consultazione anche una scala grafica.

I vertici dell'asse stradale sono individuati con una numerazione corrispondente a quella utilizzata per il profilo longitudinale e le sezioni trasversali, di cui si dirà più oltre. Tali vertici possono essere quelli della poligonale di rilievo oppure altri punti, scelti in seguito perché rappresentativi dell'opera. In quest'ultimo caso sarà opportuno in fase di realizzazione, riportare sul terreno un riferimento in loro corrispondenza, al fine di facilitare il controllo dell'opera durante l'esecuzione. In corrispondenza dei vertici della poligonale d'asse si riportano i raggi di curvatura.

6.1.1 Curve e tornanti

6.1.1.1 Sistemazione delle curve e calcolo del raggio di curvatura

I vertici dell'asse stradale individuano una spezzata costituita da rettili, che debbono essere raccordati con curve. Le curve sono definite interne (figura 6.2), quando il centro della curva si trova dal lato interno della poligonale e la curva si raccorda direttamente ai rettili. Quando invece l'angolo formato dai rettili da raccordare è piccolo, la sistemazione della curva deve essere fatta all'esterno della poligonale (ed il centro della curva può trovarsi anche all'esterno della poligonale). Si parla allora di curva esterna, o curva di risvolto, o tornante (figura 6.2). Le curve esterne non si raccordano direttamente ai rettili ma mediante controcurve.

Il raggio della curva si intende, se non diversamente specificato, in corrispondenza dell'asse stradale. Il raggio della curva non deve essere inferiore al raggio minimo di sterzata, che è una caratteristica del veicolo. Con la sistemazione a curva interna l'asse stradale risulta accorciato

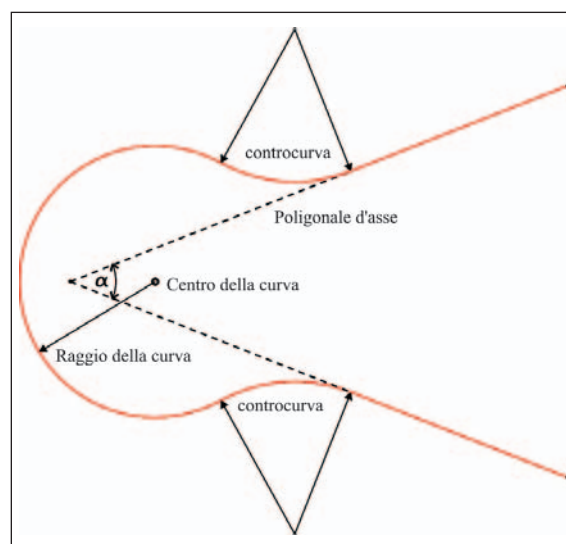
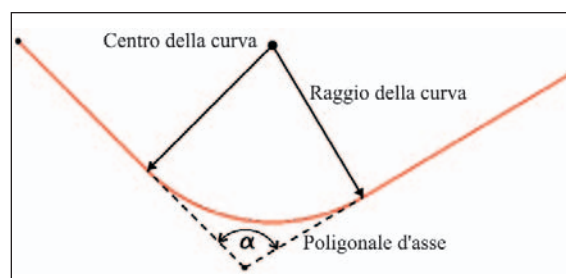


Figura 6.2 - Esempi di curva interna (sopra) ed esterna (sotto).

rispetto alla poligonale. Con la sistemazione a curva esterna l'asse risulta vice versa allungato. Ne consegue un aumento della pendenza longitudinale in curva nel primo caso ed una diminuzione nel secondo. Pertanto, a meno che i rettili da raccordare abbiano pendenza modesta, si ricorre alla curva esterna. Al fine di assicurare una pendenza contenuta in curva e comunque non superiore a quella dei rettili da raccordare, si ricorre a curve interne solo quando l'angolo α formato dai rettili è grande ed il raccorciamento non comporta un significativo aumento della pendenza.

Data una pendenza della livelletta dei due rettili, si può calcolare il valore limite dell'angolo α , superato il quale non è possibile prevedere una curva interna se non si vuole determinare un incremento della pendenza longitudinale dell'asse maggiore di 2 punti percentuali. Anche per questo motivo è opportuno mantenere la livelletta del tracciolino iniziale non superiore al 7-8%. Valori dell'incremento di pendenza in curva con raccordo a curva interna sono riportati in tabella 6.1 per valori discreti dell'angolo tra i rettili e

α°	PENDENZA DELLA LIVELLETTA				
	5%	6%	7%	8%	9%
30	9	11	13	15	17
40	6	7	9	10	11
50	4	5	6	7	8
60	3	6	5	5	6
70	2	3	3	4	4
80	2	2	3	3	3
90	1	2	2	2	2
100	1	1	1	2	2
110	1	1	1	1	1
120	1	1	1	1	1
130	0	0	0	1	1
140	0	0	0	0	0
150	0	0	0	0	0

Tabella 6.1 - Incrementi di pendenza dell'asse stradale con raccordo a curva interna.

della pendenza della livelletta; nella medesima tabella sono evidenziati i valori massimi accettabili di incremento di pendenza longitudinale per ogni classe di pendenza.

La sistemazione della curva all'esterno comporta una maggiore area di occupazione della strada, non sempre compatibile con la morfologia locale, in particolare nel caso di forte pendenza del terreno, a meno di ricorrere ad ingenti opere di sostegno delle scarpate. Tuttavia una buona impostazione del tracciato sul terreno, che abbia localizzato i vertici di cambio di direzione del tracciato nei punti favorevoli del terreno, tenuto conto del presumibile ingombro delle curve, e abbia contenuto la pendenza dei rettifili concorrenti in tale vertice, riduce i problemi di sistemazione della curva in fase di elaborazione progettuale.

6.1.1.2 Calcolo dell'allargamento della sezione in curva

Nell'affrontare una curva le ruote anteriori e posteriori degli automezzi non seguono lo stesso percorso, essendo in genere le prime sterzanti e le seconde no. Lo spazio occupato dalla sagoma dei veicoli quindi aumenta in corrispondenza delle curve e conseguentemente deve essere maggiore la larghezza della carreggiata in questi punti rispetto ai rettifili (figura 6.3). L'aumento di ingombro è

direttamente proporzionale al passo del veicolo ed inversamente al raggio di curvatura.

È possibile calcolare l'incremento di larghezza della carreggiata sulla base di parametri geometrici. Prendendo in considerazione le caratteristiche dei mezzi destinati a percorrere la strada (passo (p), distanza tra l'asse sterzante e l'estremità anteriore (a), larghezza (b)) e quelle della strada (larghezza della carreggiata (c) e raggio di curvatura (r) in corrispondenza dell'asse stradale), si possono individuare un raggio di curvatura interno (r_i) ed uno esterno (r_e) corrispondenti

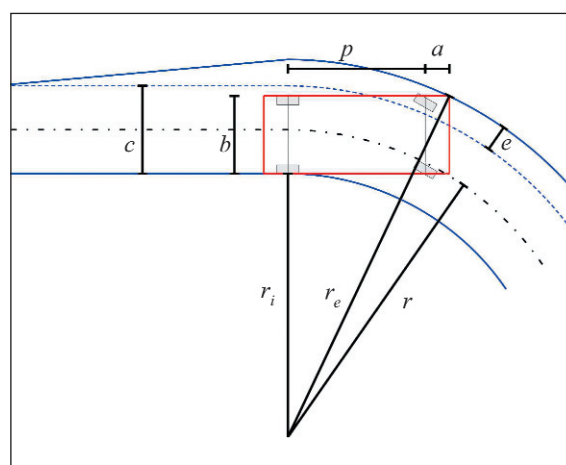


Figura 6.3 - Allargamento della carreggiata in curva per l'iscrizione di un veicolo.

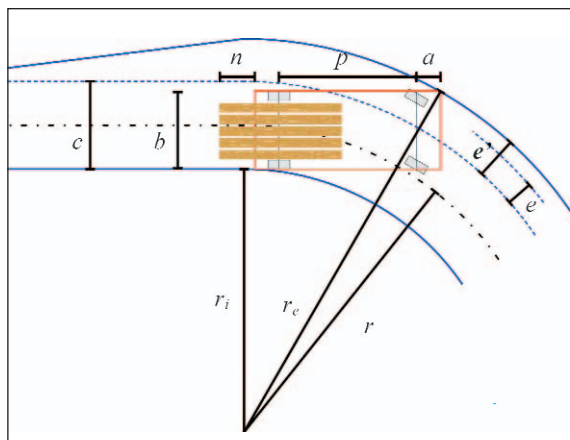


Figura 6.4 - Ingombro di un mezzo con carico sporgente e allargamento della carreggiata supplementare ($e' > e$).

ai margini interno ed esterno della carreggiata, secondo le seguenti formule:

$$6.1 \quad r_i = r - \frac{c}{2}$$

$$6.2 \quad r_e = \sqrt{(r_i + b)^2 + (p + a)^2}$$

Infine l'allargamento della carreggiata in curva (e) è calcolata come differenza fra il raggio esterno r_e e quello interno r_i :

$$6.3 \quad e = r_e - (r_i + c)$$

Nel caso di un autocarro a 3 assi che percorre una strada camionabile secondaria, consideran-

do $p = 5,7$ m, $a = 1,4$ m, $b = 2,5$ m, $c = 4$ m, $r = 10$ m, si può calcolare r_i pari a 8 m, r_e a 12,7 m, $e = 0,7$ m e la larghezza minima della carreggiata in curva pari a 4,7 m ($c + e$). Con un raggio di curvatura inferiore e pari a 6 m l'allargamento e risulterebbe maggiore e pari a 1,6 m.

Qualora vi sia un carico di tronchi sporgente dal mezzo che comporta un ingombro supplementare di n , in luogo del passo p si dovrà utilizzare il valore $p + n$. Analogamente si procede nel caso di automezzi con attrezzi montati anteriormente: in luogo di a si considera il valore $a + n$. Si otterranno un maggior valore del raggio esterno ed un maggior valore dell'allargamento della carreggiata $e' > e$ (figura 6.4). Nella tabella 6.2 si espongono i valori dell'allargamento della carreggiata e ricavati con le formule sopra esposte per gli standard costruttivi più frequenti nell'ambito della viabilità silvo-pastorale, in funzione della larghezza della carreggiata in rettilineo e delle caratteristiche dei mezzi di maggior ingombro per ciascun tipo costruttivo. (In particolare sono stati utilizzati per la viabilità trattorabile i valori $a = 0,8$, $p = 4$ e $b = 2$, per la viabilità camionabile secondaria i valori $a = 1,4$, $p = 5,7$ e $b = 2,5$).

Nella stessa tabella sono riportati anche i valori di allargamento minimo in curva della carreggiata previste dalle Norme 2001 (D.M. LL.PP. 5 novembre 2001), le quali prevedono per le strade ad uso pubblico un ampliamento pari a $\Delta = 45/r_e$ (dove Δ è l'incremento di sezione per ogni corsia di marcia ed r_e è il raggio esterno della corsia), mentre si può derogare ai parametri indicati quando si tratta di

Raggio di curvatura	VIABILITÀ CAMIONABILE (larghezza carreggiata 4 m)		VIABILITÀ TRATTORABILE (larghezza carreggiata 3 m)	
	Allargamento calcolato con formule geometriche	Allargamento calcolato secondo Norme 2001	Allargamento calcolato con formule geometriche	Allargamento calcolato secondo Norme 2001
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
4	/	/	1,1	4,1
6	1,6	2,8	0,6	3,0
8	1,1	2,3	0,3	2,4
10	0,7	1,9	0	2,0
12	0,4	1,6	0	1,7
15	0	1,3	0	1,4
20	0	1,0	0	1,0

Tabella 6.2 - Incremento di larghezza della carreggiata in corrispondenza di tornanti per strade camionabili e trattorabili.

strade di montagna e quelle agricole e forestali. I valori riportati in tabella sono dimezzati rispetto a quelli ottenuti con tale formula, come è consentito fare se non si ritiene probabile l'incrocio in curva di autocarri.

Vi sono inoltre formule empiriche che calcolano l'entità dell'allargamento in base al tipo di veicolo ed al raggio di curvatura dell'asse stradale; per un autocarro pesante l'allargamento (Δ) è dato da $\Delta = 16/r$ (dove Δ e r sono espressi in m). Per un autocarro con rimorchio la formula diventa $\Delta = 24/r$.

Infine la lunghezza del tratto di raccordo tra la sezione della curva (tipicamente un tornante) ed i rettifili, nel quale si passa gradatamente dalla larghezza tipo a quella maggiorata, assume valori che variano fra 10 e 20 m, a seconda del tipo di viabilità e dell'entità dell'allargamento necessario. Le Norme 2001 forniscono indicazioni per

una determinazione di tale lunghezza su base geometrica, che viene però richiesta solo nell'ambito di progetti di viabilità ad uso pubblico.

6.2 Profilo longitudinale

Il profilo longitudinale descrive l'andamento altimetrico dell'asse stradale (convenzionalmente in rosso); su questo elaborato si riporta anche il profilo originale del terreno (convenzionalmente in nero) in corrispondenza dell'asse stradale, in modo da evidenziare graficamente i tratti in scavo (aree determinate dall'intersezione delle due linee) e quelli in riporto. Il profilo utilizza una scala per le ascisse (in genere 1:000 o 1:2.000 per gli elaborati) ed una diversa (in genere decupla) per le ordinate, in modo da poter ben apprezzare anche graficamente le differenze di quota dell'asse (figura 6.5). Sulle ascisse sono

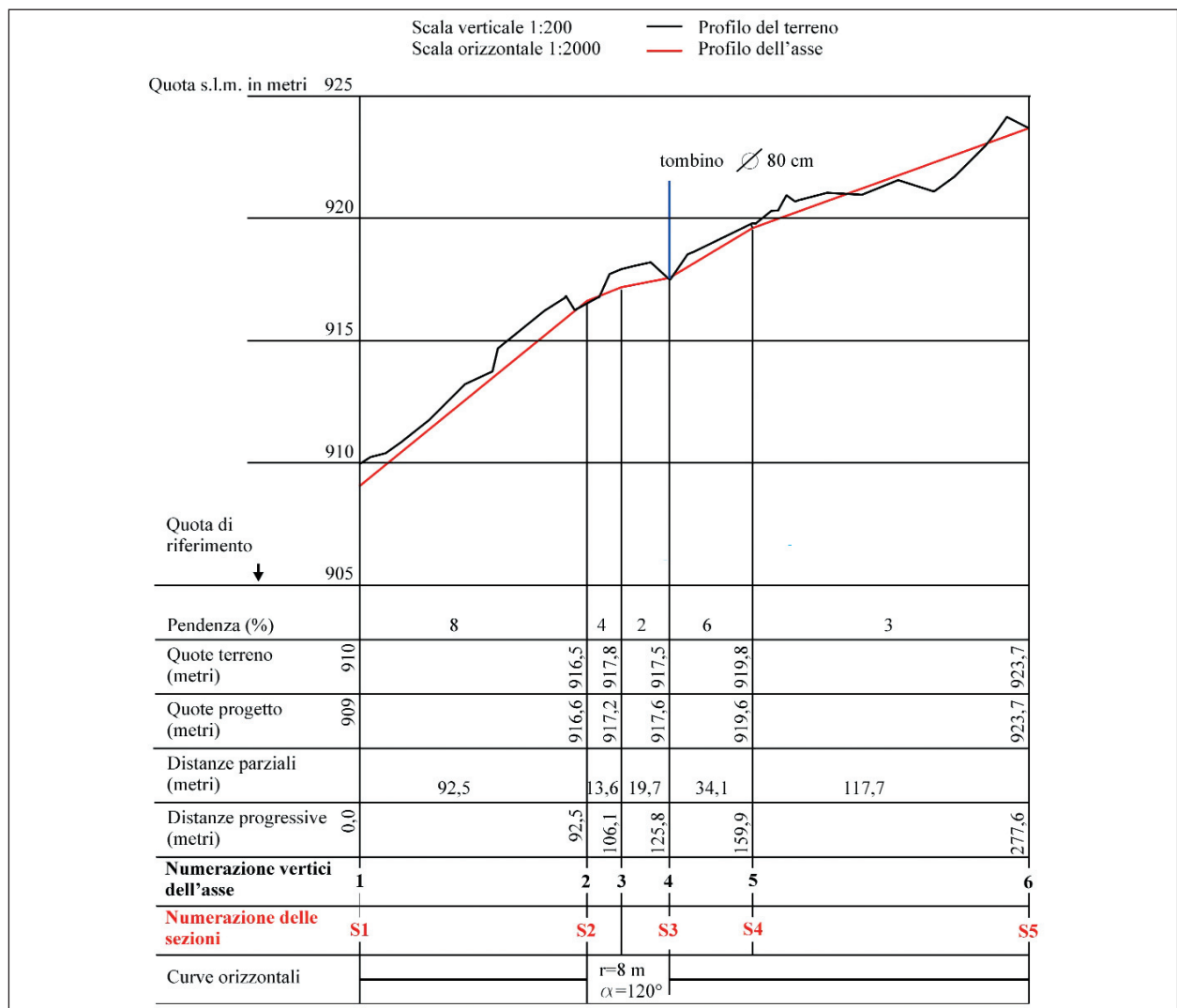


Figura 6.5 - Esempio di profilo longitudinale.

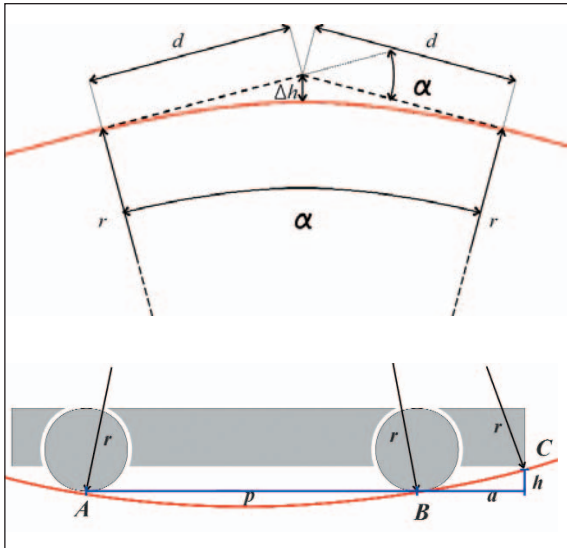


Figura 6.6 - Raccordo verticale di due livellette convergenti in un dosso (sopra) e in una sacca (sotto).

riportate le distanze planimetriche dal punto di inizio della strada, e sulle ordinate le quote assolute.

Per ogni vertice dell'asse sul profilo vengono riportati:

- numerazione del vertice, corrispondente a quella utilizzata per la planimetria e per le sezioni trasversali;
- quota dell'asse;
- quota originale del terreno;
- la distanza planimetrica progressiva dall'origine del tracciato.

Si indica inoltre con una retta parallela all'asse delle ascisse una quota di riferimento. Per ogni tratto tra due vertici si riporta la distanza parziale del tratto e la pendenza del tratto stesso. Se vi sono curve di raccordo verticali tra livellette si riportano i raggi di curvatura (vedi paragrafo seguente). Si può riportare la posizione delle opere d'arte stradale (opere di sostegno, tombini, ecc.) e la posizione delle curve orizzontali.

6.2.1 Curve di raccordo verticali

Sul profilo longitudinale debbono essere evitate brusche variazioni di pendenza tra due livellette che potrebbero creare difficoltà di percorrenza agli automezzi. Se ciò non è possibile la variazione di pendenza deve essere resa graduale con un raccordo verticale, di forma circolare o para-

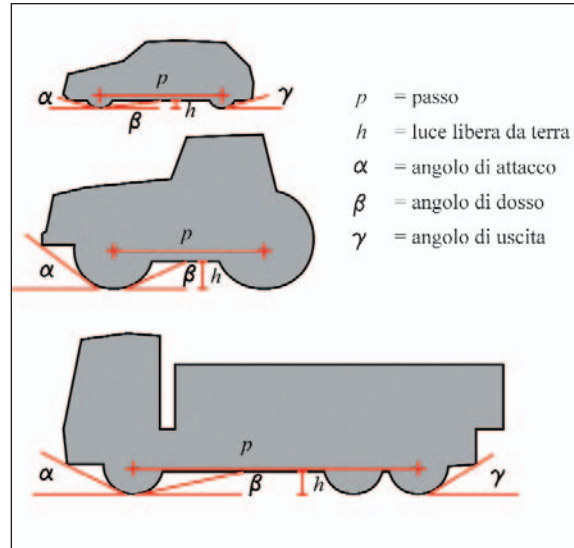


Figura 6.7 - Caratteristiche costruttive degli automezzi che determinano la capacità di superamento di dossi e sacche.

bolica, in corrispondenza del vertice in cui concorrono le due livellette.

Con un raccordo ad arco di cerchio la distanza tra un estremo del raccordo ed il vertice è data dalla relazione:

$$6.4 \quad d = r \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

dove d è la distanza di un estremo dell'arco di raccordo dal vertice, r è il raggio verticale del raccordo, α l'angolo verticale formato dalle due livellette. In prima approssimazione lo sviluppo planimetrico del raccordo può essere calcolato come il doppio della distanza d .

Nel caso di viabilità ad uso pubblico il raccordo va realizzato con archi di parabola, il cui valore minimo r è determinato in 20 m nel caso dei raccordi convessi (dossi) e 40 m nel caso dei raccordi concavi (sacche), al fine di garantire una visuale di sicurezza (Norme 2001).

Nel caso di viabilità agro-silvopastorale si possono adottare raccordi ad arco di cerchio e raggi di curvatura diversi, ma comunque tali da garantire che nessuna parte del veicolo (eccetto le ruote) abbia contatti con la superficie stradale. I valori del raggio minimo "r" sono funzione delle caratteristiche costruttive del veicolo (passo, angolo di attacco, di uscita e di dosso - figura 6.7 e tabella 6.3). Nel caso di un'autovettura utilitaria r risulta di circa 8 m, con differenze poco significative fra dossi e sacche. I procedimenti di calcolo grafico-analitico del raggio del raccordo

TIPO AUTOMEZZO	PASSO	ALTEZZA	ANGOLO DI ATTACCO	ANGOLO DI DOSSO	ANGOLO DI USCITA
	p	h	α	β	γ
	(m)	(m)	(°)	(°)	(°)
Autovettura	2,5	0,15	13	8	15
Trattore agricolo	2,3	0,45	37	24	-
Autocarro a 3 assi	5,3	0,40	26	13	30

Tabella 6.3 - Caratteristiche costruttive di tipi di automezzi in relazione alla capacità di superamento di dossi e sacche.

LUNGHEZZA DEL GUADO A CORDA MOLLA	AUTOVETTURA	AUTOCARRO A 3 ASSI	TRATTORE AGRICOLO
(m)	(cm)	(cm)	(cm)
2	10	30	40
3	10	30	50
4	20	30	50
5	30	40	60
6	30	40	70
7	30	50	70
8	40	60	70

Tabella 6.4 - Valori di freccia massima ammessa per attraversamenti a corda molla in funzione della lunghezza dell'opera per tipi standard di automezzo.

r^{41} vengono raramente utilizzati nella prassi progettuale e costruttiva della viabilità agro-silvo-pastorale, dove si lascia piuttosto mano libera all'operatore della macchina movimento terra di raccordare ad occhio eventuali angoli verticali fra le livellette contigue, pur nel rispetto delle quote di progetto dell'asse stradale.

In tabella 6.4 sono riportati i valori di freccia massima della corda molla in funzione della lunghezza, ottenuti graficamente facendo riferimento a caratteristiche standard di alcuni tipi di

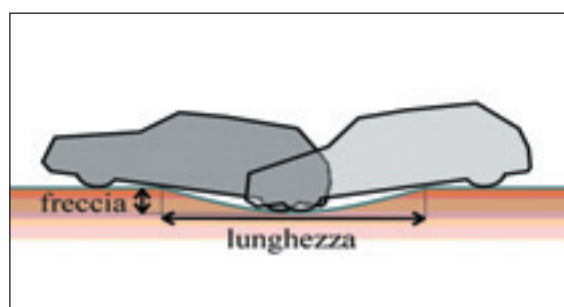


Figura 6.8 - Rappresentazione di un autovettura nell'attraversamento di un guado a corda molla.

⁴¹ Il valore di r può essere ricavato analiticamente risolvendo con un sistema l'equazione della circonferenza passante per i punti A, B, e C (figura 6.6) di coordinate cartesiane note (x e y), poiché determinate dagli elementi p , a ed h . Dall'equazione della circonferenza $x^2 + y^2 + kx + k'y + k'' = 0$ con k , k' e k'' coefficienti dell'equazione, si ricava il raggio con la formula:

$$6.5 \quad r = \sqrt{\frac{(k)^2}{4} + \frac{(k')^2}{4} - k''}$$

Le quote di progetto di dossi e sacche possono essere ricavate anche graficamente una volta disegnato il raccordo. La differenza di quota massima Δh si ha in corrispondenza del vertice in cui concorrono le livellette ed è data dalla formula:

$$6.6 \quad \Delta h = r \times \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} \right) - 1$$

Conoscere la quota minima nel caso di raccordo a sacca è importante in particolare nella realizzazione degli attraversamenti di corsi d'acqua a corda molla, ove la quota del tratto in alveo è predeterminata ed è sempre inferiore rispetto a quella dell'asse stradale prima e dopo tale punto.

automezzo. Per i trattori è bene adottare prudenzialmente i valori di freccia massima previsti per gli autocarri, onde evitare che, nel caso di impiego di rimorchi, il perno di connessione tra i due mezzi (timone rimorchio/campana trattore), che ha poco gioco nel piano verticale, non sia eccessivamente sollecitato. Per gli autocarri o altri mezzi a passo lungo, quando la corda molla ha lunghezza prossima a quella del veicolo, occorre verificare anche la compatibilità con l'angolo di uscita, soprattutto a mezzo carico.

6.3 Sezione tipo

La sezione tipo rappresenta lo standard costruttivo prescelto applicato ad un generico punto del tracciato rappresentativo delle condizioni medie del versante. Sulla sezione tipo sono indicate le caratteristiche (piano viabile orizzontale o inclinato, eventuali strati diversi del corpo stradale, presenza di banchine) e le dimensioni che deve avere la strada (larghezza della carreggiata, della banchina), i manufatti accessori (cunetta) e la pendenza che dovranno avere le scarpate di valle e di monte, in relazione a quella originale del versante.

Per le opere di un certo sviluppo possono essere rappresentate più di una sezione tipo: una per i rettilinei, una per i tornanti ed una per i punti con opere particolari. Ad esempio, nel caso in cui vi sia una parte del tracciato che attraversa pendii ripidi o comunque instabili, sarà illustrata la sezione tipo con opere di sostegno accanto a quella senza opere, genericamente riferita alla restante parte del tracciato.

È importante che nella sezione tipo vengano rappresentate le condizioni più frequenti delle scarpe del terreno effettivamente presenti lungo l'opera. Infatti spesso questo elaborato, seppur impropriamente, viene assunto a quello rappresentativo dell'opera nei procedimenti amministrativi per il rilascio di autorizzazioni di legge, e sulla base di esso vengono formulate prescrizioni costruttive.

Si riportano a titolo di esempio alcune sezioni tipo (figure 6.9, 6.10 e 6.11). Per la scelta dei parametri costruttivi della sezione tipo si rimanda al paragrafo 4.2.

6.4 Sezioni trasversali

Le sezioni trasversali sono ottenute applicando le caratteristiche della sezione tipo a piani verticali normali all'asse stradale in corrispondenza di un certo numero di punti del tracciato.

Le sezioni debbono essere in numero almeno pari ai punti di discontinuità indicati nel profilo e comunque sufficienti per garantire l'attendibilità dei risultati del calcolo dei movimenti di terra; debbono essere convenientemente estese a valle e a monte del solido stradale ed è consigliabile che il disegno indichi le inclinazioni trasversali (C.N.R., op.cit.).

I punti prescelti per la rappresentazione della sezione trasversale possono essere i vertici del-

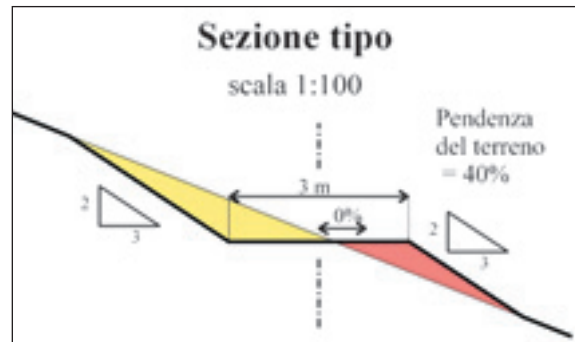


Figura 6.9 - Esempio di sezione tipo di pista trattorabile in terreni a pendenza moderata.

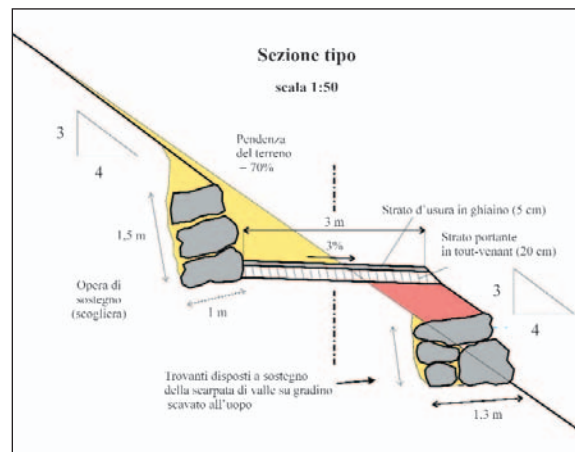


Figura 6.10 - Esempio di sezione tipo di strada trattorabile in terreni a forte pendenza.

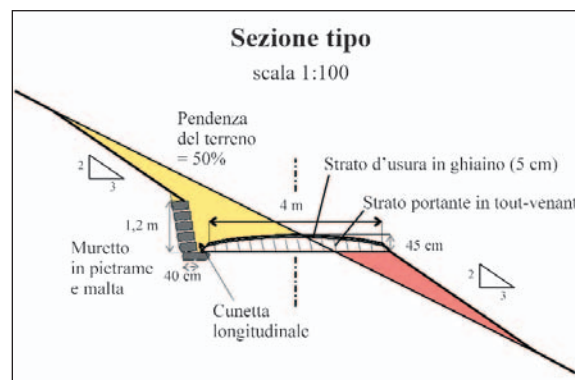


Figura 6.11 - Esempio di sezione tipo di strada camionabile in terreni a pendenza moderata.

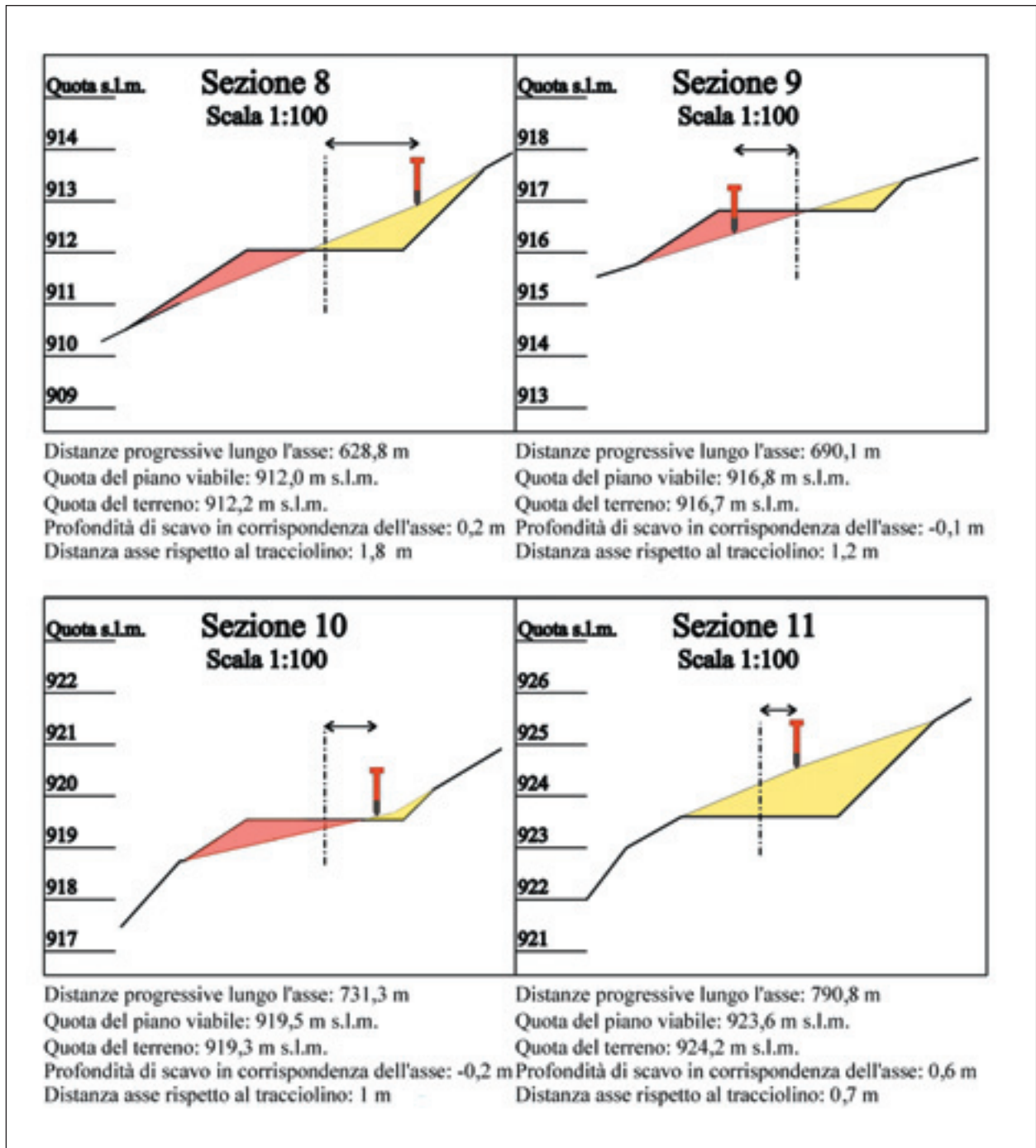


Figura 6.12 - Esempio di sezioni trasversali (si osservi che convenzionalmente il valore negativo della profondità di scavo significa piano viabile in riporto).

l'asse stradale come individuati dalla planimetria e dal profilo longitudinale, oppure stazioni scelte a distanze prefissate (una ogni 50 m o 100 m) o ancora punti rappresentativi del tracciato per condizioni di pendenza e geomorfologia del terreno. È opportuno che siano disegnate anche sezioni di punti particolari, quali ad esempio quelli in corrispondenza di spalle di ponti, attraversamenti a corda molla ecc.

Le sezioni trasversali, rappresentando il profilo di progetto e quello originale del terreno, possono evidenziare graficamente gli scavi ed i riporti (rappresentati rispettivamente in giallo ed in rosso). L'asse stradale è riportato come una linea verticale, a tratto e punto. Le altre linee del disegno sono a tratto continuo; il profilo di progetto viene convenzionalmente disegnato con tratto più spesso rispetto al profilo originale del terreno (figura 6.12).

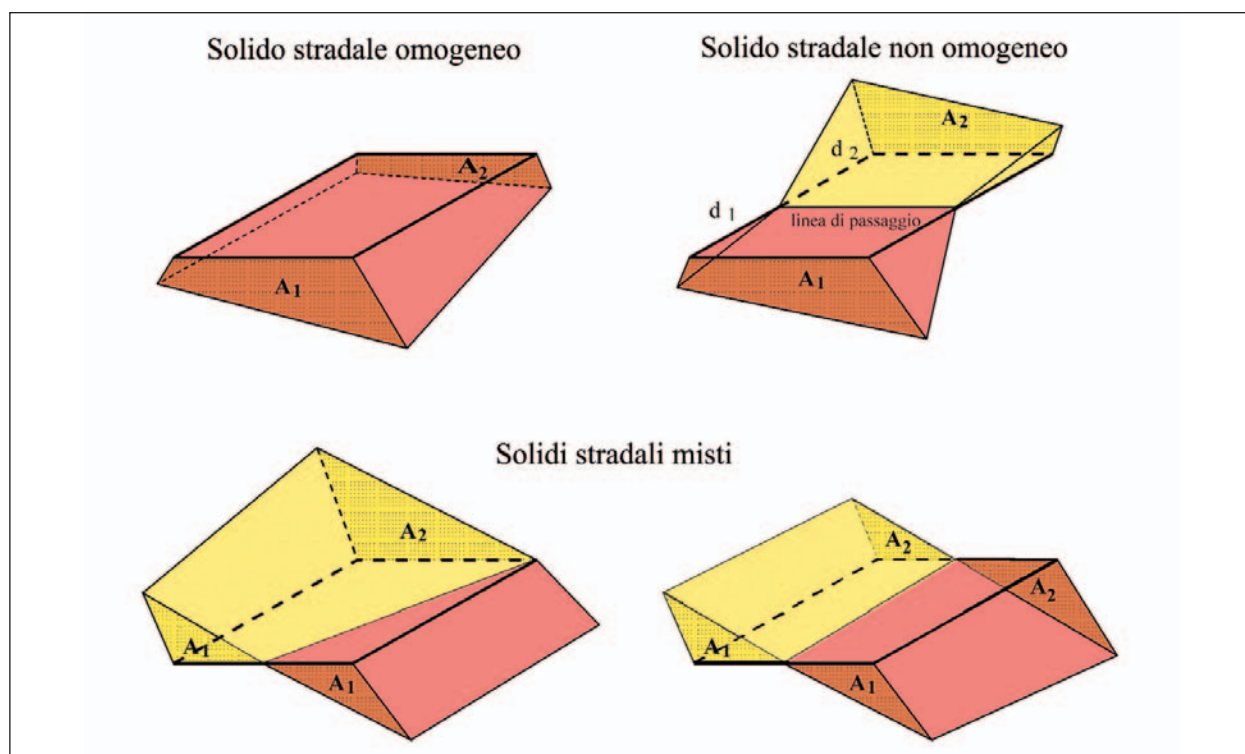


Figura 6.13 - Solidi stradali.

Su ogni sezione trasversale debbono essere quindi riportati:

- la numerazione della sezione, corrispondente alla numerazione riportata su planimetria e profilo longitudinale;
- la posizione del picchetto del tracciolino (che serve di riferimento per posizionare successivamente sul terreno il picchetto dell'asse stradale);
- la quota del piano viabile;
- la quota del terreno in corrispondenza dell'asse;
- la differenza di quota tra asse e profilo originale del terreno;
- eventualmente i diversi elementi del corpo stradale ed i manufatti.

La scelta della scala delle sezioni trasversali ottempera al criterio della chiarezza di rappresentazione. Normalmente una scala di 1:100 o di 1:200 permette di rappresentare adeguatamente la strada in sezione. Nella figura 6.12 sono illustrati esempi di sezione trasversale nel caso di una pista a fondo naturale senza opere di sostegno o altri manufatti. Le sezioni trasversali possono venire rappresentate su una stessa tavola in

sequenza secondo le distanze progressive dell'asse. Tale rappresentazione sinottica risulta assai utile per apprezzare in modo sintetico ed intuitivo l'impatto dell'opera sul versante.

6.5 Calcolo delle aree e dei volumi in scavo e riporto

Sulla base del confronto fra profilo del terreno e profilo di progetto applicato su un numero n di sezioni trasversali sufficientemente ampio⁴², è possibile calcolare i volumi in scavo ed in riporto. Si definisce solido stradale "il solido di terreno delimitato da scarpate, piattaforma stradale e piano di campagna compreso tra due sezioni contigue" (Tesoriere, 1990). I solidi stradali si definiscono *omogenei* se le sezioni sono entrambe in scavo o entrambe in riporto; *non omogenei* se le sezioni sono una in scavo e l'altra in riporto; *misti* se una o entrambe le sezioni sono in parte in scavo ed in parte in riporto (figura 6.13).

Il procedimento per il calcolo del volume dei solidi stradali omogenei utilizza la formula del Torricelli:

⁴² Nei procedimenti di calcolo manuale si considera sufficiente un numero di sezioni trasversali pari a $L/(20+30)$ dove L è la lunghezza del tracciato.

Numero sezione	Area in scavo	Area in riporto	Area media in scavo tra le sezioni	Area media in riporto tra le sezioni	Distanza tra le sezioni	Volume in scavo tra le sezioni	Volume in riporto tra le sezioni	Differenza tra scavi e riporti tra le sezioni	Differenza progressiva tra scavi e riporti
	m ²	m ²	m ²	m ²	m	m ³	m ³	m ³	m ³
1	4,5	2							
			4,3	2,1	11,3	48,0	23,7	24,3	24,3
2	4	2,2							
			3,8	2,3	21,0	78,8	47,3	31,5	55,8
3	3,5	2,3							
			4,3	2,0	18,5	79,6	36,1	43,5	99,3
4	5,1	1,6							
			4,1	2,4	24,0	97,2	57,6	39,6	138,9
5	3	3,2							
			3,6	2,8	9,3	33,0	25,6	7,4	146,3
6	4,1	2,3							
			4,3	2,2	20,6	88,6	45,3	43,3	189,6
7	4,5	2,1							
			4,8	1,1	26,1	124,0	27,4	96,6	286,1
8	5	0							
			4,8	1,0	18,4	87,4	17,5	69,9	356,1
9	4,5	1,9							
			5,3	3,1	15,7	82,4	48,7	33,8	389,8
10	6	4,3							

Tabella 6.5 - Calcolo dei volumi di scavo e riporto.

$$6.7 \quad V = \left(\frac{d}{6} \right) \times (A_1 + A_2 + 4 A_m)$$

dove A_1 ed A_2 sono le aree delle due sezioni, d è la loro distanza e A_m è l'area della sezione a metà distanza. Poiché normalmente non si conosce A_m si ricorre ad una formula semplificata (metodo delle sezioni ragguagliate) la quale, supponendo che la sezione nel tratto tra i due punti vari in modo lineare, considera:

$$6.8 \quad A_m = \frac{(A_1 + A_2)}{2}$$

e riduce la formula di Torricelli alla seguente:

$$6.9 \quad V = \left(\frac{d}{2} \right) \times (A_1 + A_2)$$

L'approssimazione dei risultati ottenuti con tale formula rispetto a quelli della precedente è tanto maggiore quanto più vicine sono le sezioni.

Nei casi in cui i solidi stradali siano non omoge-

nei o misti le formule sopra esposte non possono essere applicate direttamente, ma occorre eseguire una serie di operazioni grafico-numeriche per scomporre i solidi originali in solidi omogenei. Per ulteriori informazioni in merito si rimanda ad altri testi di progettazione stradale (Tesorriere, op. cit.; Bonfigli e Solaini, 1986). Tali procedimenti hanno interesse limitato per i fini di questo manuale: la maggior parte delle strade agro-silvopastorali infatti, avendo sviluppo a mezza costa con sezioni parte in scavo e parte in riporto, presentano solidi omogenei fra sezioni contigue; inoltre anche per queste opere si utilizzano oggi strumenti informatici che tengono conto nei loro procedimenti di calcolo di tali considerazioni in modo automatico.

Utilizzando la formula 6.8 si calcola l'area della sezione in scavo e di quella in riporto per ciascuna sezione trasversale. Calcolando il valore medio in scavo ed in riporto fra due sezioni successive si ottengono i volumi di scavo e riporto per il tratto stradale delimitato dalle due sezioni (tabella 6.5).

TIPO DI TERRENO	INCREMENTO DI VOLUME IN SEGUITO ALLO SCAVO	DECREMENTO DI VOLUME DOVUTO AL COSTIPAMENTO	INCREMENTO COMPLESSIVO DI VOLUME (SCAVO + COSTIPAMENTO)
Sabbia	5%	0-5%	0-5%
Terreni vegetali	10-20%	5-10%	5-10%
Rocce o argille mediamente compatte	25-50%	10-30%	15%
Rocce o argille molto compatte	50-70%	30-40%	15-20%

Tabella 6.6 - Coefficienti di espansione e costipamento per diversi tipi di terreno.



Figura 6.14 - Dalla natura dei terreni in scavo dipende la stabilità delle scarpate, la portanza del corpo stradale e la possibilità di movimentare il materiale di scavo nel cantiere (Aia di Stura - To).

Nel riportare i volumi si tiene conto del fatto che la stessa quantità di materiale, una volta scavato, presenta un volume superiore dovuto alla presenza di vuoti che si creano. Tale volume viene nuovamente ridotto con il costipamento, ma non sino al volume originale prima dello scavo; questo fenomeno è modesto per i terreni sabbiosi e notevole per i terreni argillosi e le rocce coerenti. Per tenere conto di questo si applicano appositi coefficienti di espansione al volume di scavo e coefficienti di costipamento al volume di riporto. Nella tabella 6.6 si riportano valori indicativi delle variazioni di volume dei terreni desunti dai coefficienti di uso generale (Kuonen, op. cit.; Dietz *et al*, op. cit.).

Nella pratica accade che vi siano perdite di materiale utile a causa di humus, radici e ceppaie, oltre che per il rotolamento a valle del materiale durante lo scavo. Tali perdite variano fra il 10 e 30% e compensano quindi ampiamente gli aumenti complessivi di volume del materiale

scavato e compattato. Concludendo, risulta opportuno tener conto di tali coefficienti soltanto per le terre per le quali i coefficienti assumono i valori maggiori o quando il materiale scavato non viene sistemato in loco ma è trasportato altrove.

È necessario quantificare i volumi di scavo e riporto separatamente per i diversi strati costituenti il profilo, qualora questi siano costituiti da materiali con caratteristiche fisiche differenti.

Le aree in scavo e riporto possono essere rappresentate mediante una linea spezzata definita **diagramma delle aree**. La curva riporta sulle ascisse lo sviluppo planimetrico dell'asse stradale e sulle ordinate le aree in riporto ed in scavo in corrispondenza delle sezioni considerate. Poiché tra le sezioni considerate si assume che scavo e riporto varino linearmente, la curva assume l'aspetto di una spezzata (figura 6.15). Convenzionalmente il riporto è indicato con ordinata negativa e lo scavo con ordinata positiva. Nel caso di sezioni totalmente in scavo il diagramma sarà completamente sopra l'asse delle ascisse, nel caso di sezioni esclusivamente in riporto il diagramma sarà interamente sotto detto asse. Nel caso di sezioni a mezza costa il diagramma sarà presente in entrambi i quadranti. Il diagramma delle aree permette di valutare l'entità e la localizzazione dei movimenti di terra offrendo le prime informazioni utili per studiare eventuali compensazioni tra scavi e riporti.

Le differenze tra scavo e riporto calcolate per ogni sezione vengono riportate nel **diagramma dei volumi** (o dei momenti di trasporto o diagramma di Brükner o profilo dei volumi eccedenti) (figura 6.15). In tale diagramma sull'ascissa sono riportate le distanze progressive del trac-

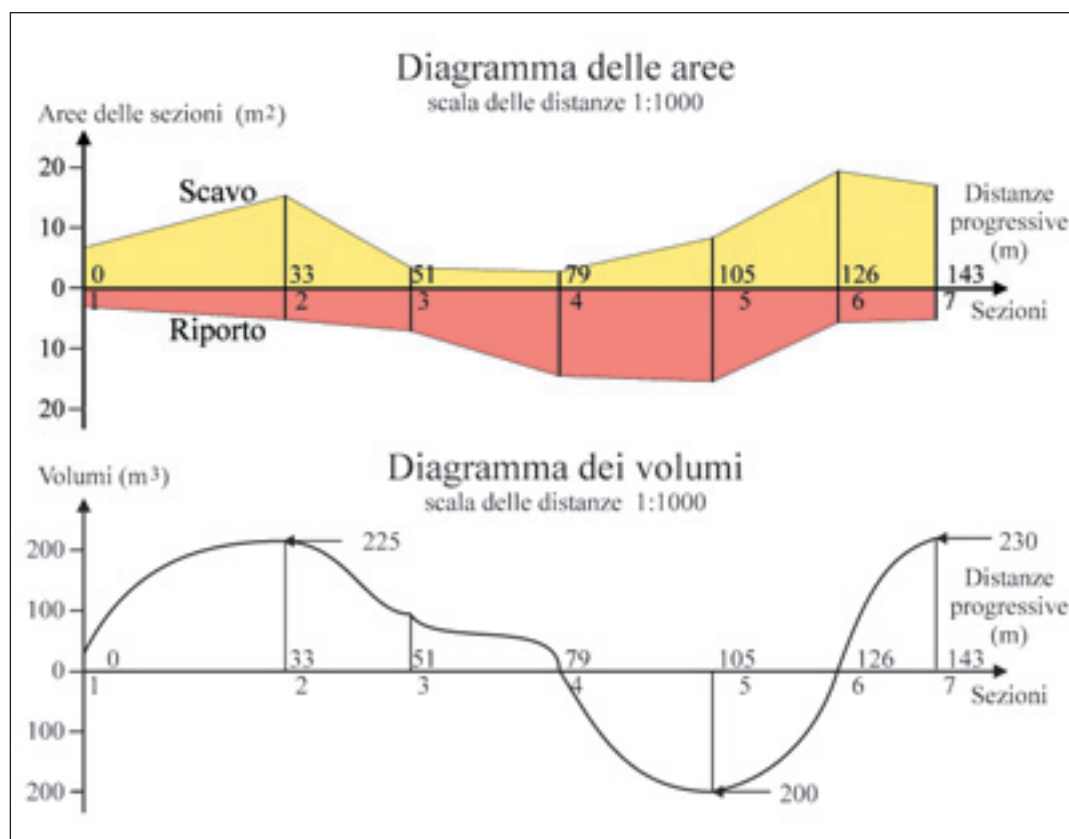


Figura 6.15 - Esempio di diagramma delle aree e relativo diagramma dei volumi (diagramma di Brükner) con compensazione delle masse in scavo e riporto lungo il tracciato.

ciato e sull'ordinata la somma algebrica dei volumi in scavo e riporto (considerando il volume in scavo positivo e quello in riporto negativo).

Il diagramma costituisce la curva integrale del diagramma delle aree. Un tratto discendente della curva rappresenta un tratto in rilevato, mentre un tratto ascendente rappresenta un tratto in scavo. Il punto di passaggio da un tratto in scavo ad uno di riporto è indicato da un incremento nullo della curva. Se il diagramma di Brükner termina sopra l'asse delle ascisse significa che vi è, nell'intero tracciato, un eccesso di scavo ed il materiale in esubero dovrà essere smaltito; se la curva termina sull'asse delle ascisse significa che vi è compensazione tra scavo e riporto; infine se la curva termina sotto tale asse significa che vi è più riporto che scavo e quindi occorre portare sul cantiere materiale inerte. Normalmente si verifica un eccesso degli scavi rispetto ai riporti.

I punti in cui la curva interseca l'asse delle ascisse sono i punti del tracciato in cui la somma pro-

gressiva degli scavi e dei riporti si annulla. Tra due punti di ordinata pari a zero vi è quindi un tratto di strada nel quale il materiale scavato è sufficiente per realizzare i rilevati; in questo caso si cerca allora di organizzare i trasporti del materiale entro tale segmento stradale per ottimizzare le distanze di trasporto nel cantiere⁴³.

In figura 6.15 è rappresentato il caso di un tracciato con possibilità di compensazione delle masse in scavo e riporto tra le sezioni 1 e 4 e tra le sezioni 4 e 6. In tali casi dal diagramma di Brükner è possibile calcolare la distanza media di trasporto \bar{d} del materiale entro ciascun tratto interessato dalla compensazione; tale valore è utile per stimare i costi di trasporto entro il cantiere. La distanza è data dalla formula:

$$6.10 \quad \bar{d} = \frac{A}{V_{\max}}$$

dove:

- A è l'area compresa tra la curva di Brükner e

⁴³ Si tenga presente che nelle strade di sezione ridotta, quali quelle agro-silvopastorali, la movimentazione del materiale di scavo in eccesso è sempre piuttosto difficoltosa ed onerosa rispetto al costo complessivo della strada. Inoltre è tecnicamente possibile effettuare compensazioni solo con trasporti in direzione contraria a quella di apertura, nei casi cioè in cui gli eccessi di scavo possano essere distribuiti lungo tratti aperti in precedenza dove è possibile o opportuno riportare terreno.

l'asse delle ascisse (calcolata graficamente o mediante un integrale) nel tratto interessato. Tale area (che può essere considerata come il prodotto di un volume per una distanza) viene definito “**momento di trasporto**”;

- V_{max} è l'ordinata massima (nel caso di un'area sopra l'asse delle ascisse) o minima (nel caso di un'area sotto l'asse delle ascisse) nel tratto e corrisponde al volume massimo da compensare nel tratto stesso.

Ad esempio nel tratto tra le sezioni 1 e 4 di figura 6.15 l'area A è pari a 10.250 m^4 ; l'ordinata massima V_{max} (in corrispondenza della sezione 2) è pari a 225 m^3 e rappresenta l'eccesso massimo di massa in scavo nel tratto considerato e quindi il volume complessivo da movimentare per la compensazione entro il tratto stesso. La distanza media di trasporto è data dall'applicazione della 6.10:

$$\bar{d} = \frac{10250 \text{ m}^4}{225 \text{ m}^3} = 46 \text{ m}$$

Nel tratto tra le sezioni 4 e 6 l'area A è pari a 6250 m^4 ; l'ordinata massima V_{max} (in corrispondenza della sezione 5) è pari a 200 m^3 ; la distanza media di trasporto è quindi calcolata come

$$d = 6250 \text{ m}^4 / 200 \text{ m}^3 = 31 \text{ m}$$

6.6 Elaborati per punti particolari del tracciato

Lungo il tracciato vi sono punti dove è richiesto l'allargamento della sezione al fine di rendere l'opera consona alle esigenze forestali. È il caso della realizzazione di piazzali per consentire la manovra dei mezzi o il deposito del legname, o dei punti di intersezione con altra viabilità. In questi casi non può essere assunta la sezione tipo come riferimento, occorre eseguire valutazioni di natura qualitativa e geometrica per definire le nuove caratteristiche dell'opera.

6.6.1 Piazzole di scambio e piazzali di manovra

Le piazzole di scambio servono per consentire l'incrocio di autovetture e trattori che percorrono la stesa strada in opposto senso di marcia. Non si realizzano piazzole di scambio per gli autocarri



Figura 6.16 - Apertura del tracciato con escavatore.

in quanto l'incrocio di tali mezzi sulla viabilità agro-silvopastorale non è previsto; nel caso di traffico contemporaneo di più autocarri (ad esempio nei cantieri forestali di grandi dimensioni) il traffico dovrà essere organizzato in modo da evitarne l'incrocio.

Le piazzole debbono quindi avere larghezza di 6 m e lunghezza di 10-12 m. Su un tracciato trattabile occorre raddoppiare la sezione, su uno camionabile è sufficiente un allargamento di 2 m. Le piazzole di scambio dovrebbero essere disposte su ogni tipo di viabilità agro-silvopastorale, possibilmente in vista una dall'altra, in pratica dove è possibile con una frequenza minima di una ogni 500 m.

I piazzali di manovra servono a consentire l'inversione di marcia ai mezzi pesanti che utilizzano il tracciato (trattori con rimorchio e autocarri). Teoricamente i piazzali di manovra dovrebbero avere dimensioni tali da consentire ai mezzi di invertire il senso di marcia senza manovre. Nella figura 6.17 si riporta il disegno di un piazzale a regola d'arte al termine di un tracciato camionabile.

Poiché ciò non è possibile in molti casi, comportando lavori di sbancamento troppo importanti, nel ridurre le dimensioni del piazzale bisogna considerare che il mezzo deve comunque poter invertire il senso di marcia con un numero limitato di manovre. Il piazzale deve allora avere una larghezza non inferiore a 10 m nel caso di percorsi trattabili e di 14 nel caso di vie camionabili (figura 6.18).

Se il tracciato è a fondo cieco (*cul de sac*) dovrà essere previsto sempre un piazzale di manovra al termine. Se il tracciato è piuttosto lungo conviene avere un piazzale di manovra almeno ogni

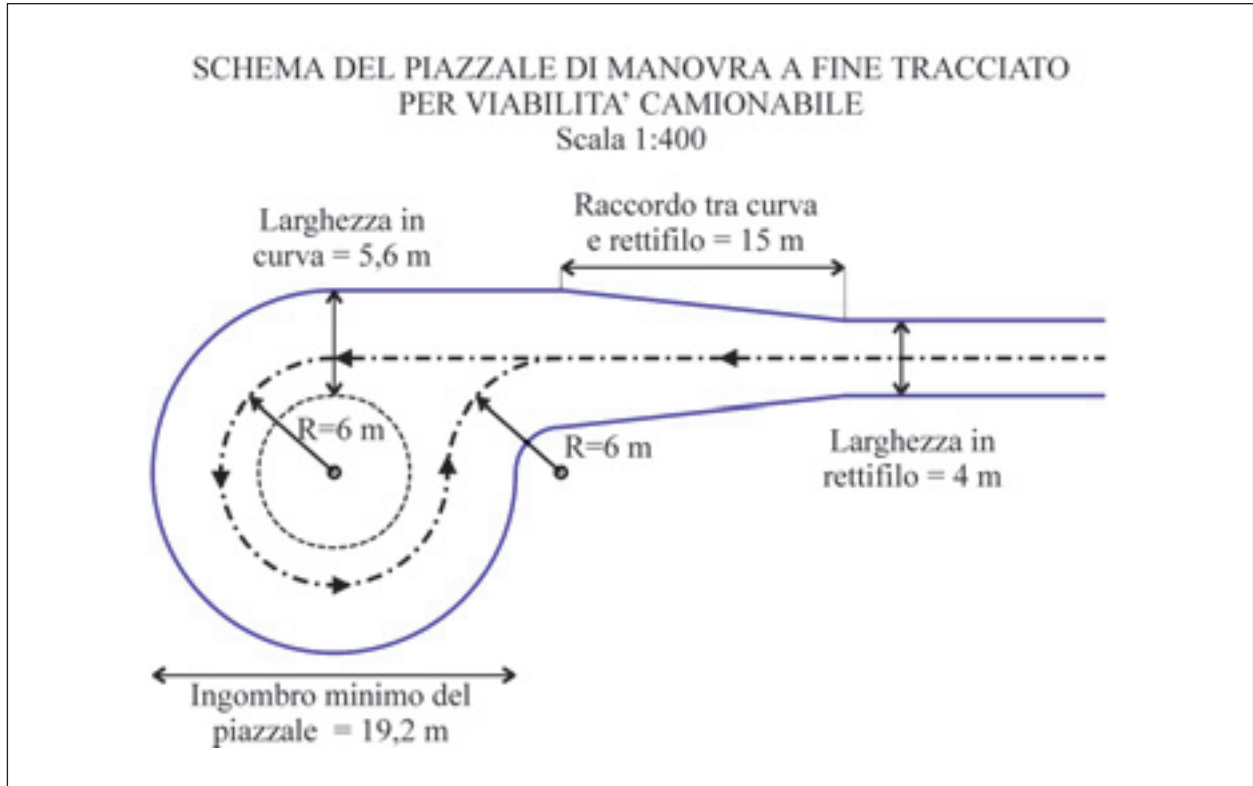


Figura 6.17 - Piazzale di manovra al termine di una pista a fondo cieco.

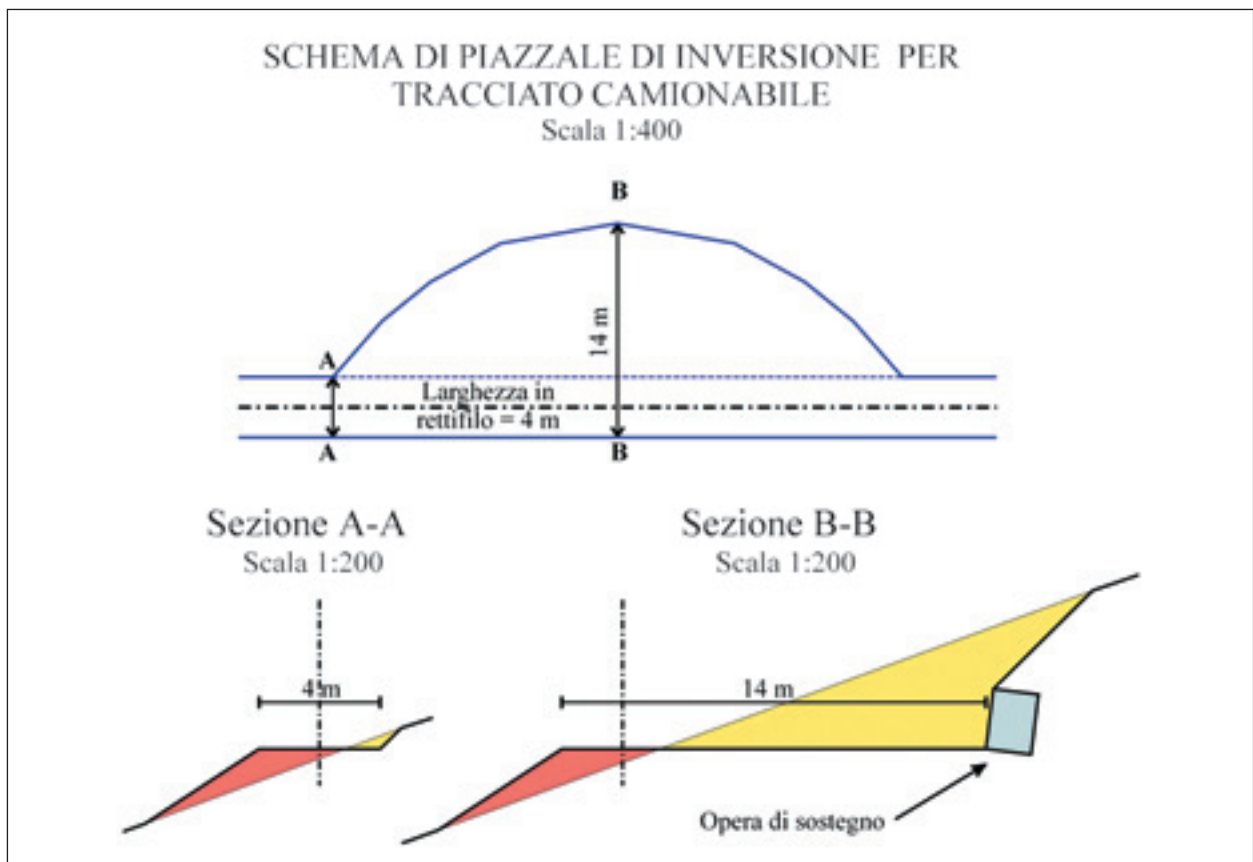


Figura 6.18 - Piazzale di manovra per viabilità camionabile.

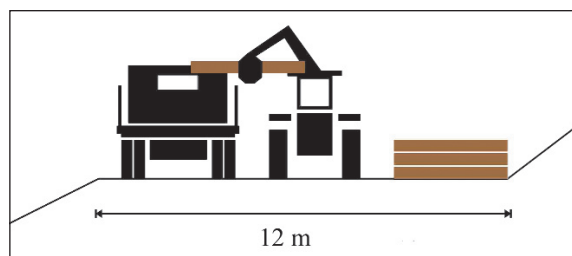


Figura 6.19 - Sezione minima di un piazzale su strada camionabile nel caso di assortimenti corti (2 m) caricati con trattore su autocarro.

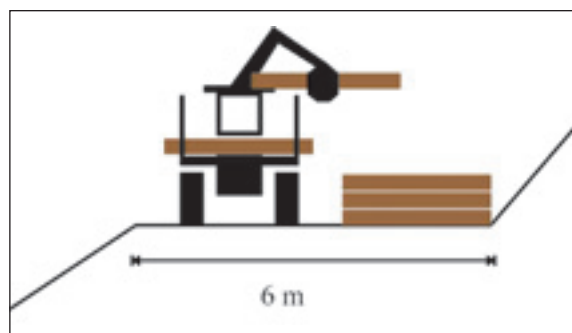


Figura 6.20 - Sezione minima del piazzale per assortimenti corti (2 m) e caricamento con trattore dotato di gru idraulica.

1.000-1.500 m. È possibile adibire a deposito temporaneo di legname le piazzole di scambio, non i piazzali di manovra per i mezzi pesanti.

6.6.2 Piazzali di deposito e lavorazione

I piazzali di deposito e lavorazione possono coincidere con i precedenti, anche se dimensioni e dislocazioni sono dettati in linea di principio da criteri differenti.

In primo luogo questo tipo di piazzali è da prevedersi soltanto lungo le strade principali che attraversano superfici forestali soggette a gestione attiva, allo sbocco delle vie di esbosco e delle piste trattorabili. La loro dislocazione deve essere quindi stabilita in base al ciclo di lavorazione del legname ed ai sistemi di esbosco utilizzati⁴⁴. Le **dimensioni** dei piazzali sono determinate in funzione delle dimensioni degli assortimenti legnosi ritraibili e dei macchinari impiegati per il caricamento e trasporto. Lungo le strade camionabili, nel caso si preveda l'esbosco di assortimenti di limitata lunghezza (fino a 4-5 m), la lar-



Figura 6.21 - Piazzale di deposito lungo una strada trattorabile. Il legname da lavoro richiede una larghezza del piazzale di almeno 5 m oltre alla normale sezione stradale (Kippel, Löttschental – CH).

ghezza del piazzale deve essere pari alla somma della larghezza della catasta, più la larghezza del trattore utilizzato per il carico, più la larghezza dell'autocarro più un franco di 2 m a formare una larghezza minima di 12 m⁴⁵ (figura 6.19). Nel caso di assortimenti lunghi per uso travatura la larghezza del piazzale deve essere maggiore per consentire di girare i tronchi alternando la disposizione delle testate sul pianale di carico e comunque non inferiore alla lunghezza degli assortimenti più un franco di manovra di 2-3 m. Lungo le strade trattorabili la larghezza minima dei piazzali può essere inferiore (6-8 m), avendo a disposizione un trattore in grado di caricare sul proprio rimorchio con un caricatore posteriore a braccio girevole (figura 6.20); se i trattori diffusi in zona sono equipaggiati con caricatore frontale a braccio fisso (detto "palo"), la larghezza del piazzale non può essere inferiore a 10 m. La lunghezza dei piazzali risponde alle medesime indicazioni fornite per la viabilità camionabile. Nel caso che si prevedano lavorazioni, quali la depezzatura, sramatura o sminuzzatura di piante intere la lunghezza del piazzale sarà in ragione di almeno 1,5 volte la lunghezza delle stesse.

La **capacità** dei piazzali che possono interessare un determinato cantiere boschivo deve essere tale avere da consentire il deposito di una quantità di materiale allestito corrispondente indicati-

⁴⁴ Se l'esbosco viene eseguito via fune i piazzali di raccolta del legname dovranno essere posizionati in prossimità di arrivo delle linee di gru a cavo per minimizzare la movimentazione del materiale ed i costi di lavorazione.

⁴⁵ L'impiego di autocarri attrezzati con gru consentirebbe di evitare l'uso del trattore e ridurre le dimensioni di progetto del piazzale di 2-3 m.

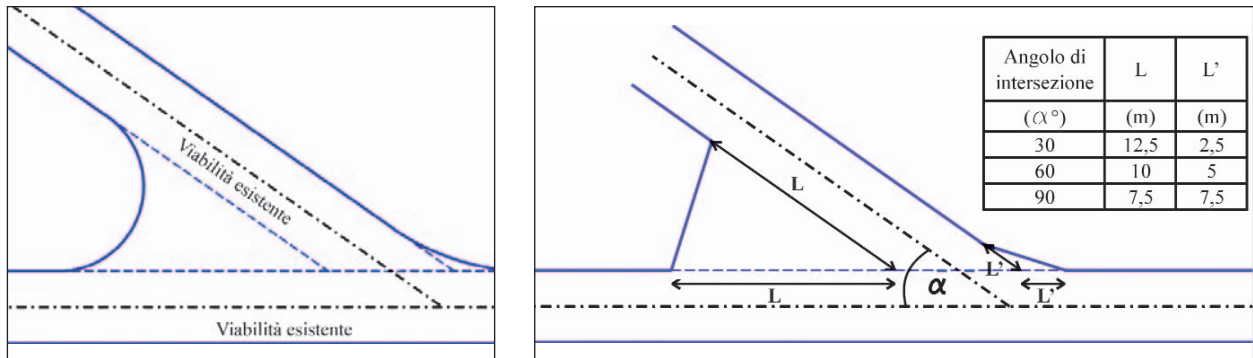


Figura 6.22 - Schema di intersezione con allargamento ad arco di cerchio.

vamente ad almeno due settimane di lavoro. Questo perché non è sempre possibile, per ragioni organizzative, commerciali e meteorologiche, l'immediato allontanamento del materiale lavorato. Si può stimare che in una settimana di lavoro, in un cantiere che vede l'impiego di 2-3 operai, siano esboscati sui piazzali da 50 (ceduo) a 100 (fustaia) metri cubi di legname, corrispondenti rispettivamente al carico di 5 o 10 autocarri. Pertanto, tenendo conto che in media occorrono 2 m² di piazzale per il deposito di 1 m³ di legname, occorrono indicativamente almeno 200 (ceduo) e 400 (fustaia) m² utili di piazzali (cioè al netto della carreggiata stradale) per cantiere boschivo. Il singolo piazzale deve in ogni caso, per ragioni di economicità, poter contenere una quantità di legname sufficiente al carico completo di un autocarro (circa 12 m³), avendo una superficie non inferiore a 25-30 m².

Per quanto riguarda le **tempistiche di realizzazione**, i piazzali di deposito e lavorazione possono essere costruiti al momento delle utilizzazioni forestali su terreni a pendenza inferiore al 50%, con un semplice lavoro di movimento terra, anche se è verosimile che ciò accada solo in presenza di interventi di utilizzazione di notevole entità e quindi in proprietà di grandi dimensioni (normalmente comunali). In terreni più ripidi i piazzali devono essere invece previsti e realizzati insieme alla strada, rendendosi necessarie opere di consolidamento e regimazione delle acque di una certa complessità, che non possono essere eseguite nell'ambito del cantiere boschivo. L'allargamento della sezione per la realizzazione dei piazzali comporta maggiori volumi di scavo e scarpate generalmente più alte rispetto alla sezione tipo, in misura via via maggiore al crescere della pendenza del terreno

(figura 6.18). È quindi importante una progettazione *ad hoc* per valutare attentamente il migliore posizionamento dei piazzali lungo il tracciato minimizzandone l'impatto idrogeologico e paesaggistico.

6.6.3 Intersezioni stradali

Il punto di intersezione del tracciato in progetto con la viabilità esistente deve essere tale da garantire un agevole passaggio e sufficiente visibilità ai mezzi in entrata e uscita dalla viabilità in progetto; ciò comporta un allargamento della carreggiata, possibilmente da entrambi i lati, in modo da permettere l'ingresso e l'uscita da e verso entrambe le direzioni. Poiché nell'intersezione i mezzi in uscita od in entrata percorrono una curva, l'allargamento della carreggiata deve essere calcolato secondo le modalità illustrate nel paragrafo 6.1.1.2. Se il terreno è poco acclive, l'allargamento può essere realizzato dal lato interno, come illustrato nella figura 6.22; la tabella riportata in questa figura permette di calcolare

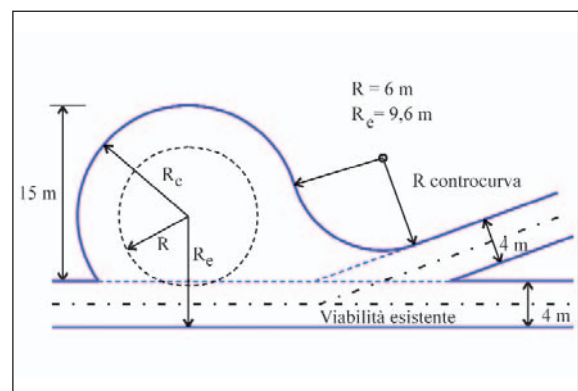


Figura 6.23 - Schema di intersezione per viabilità camionabile (sistemazione a curva esterna).

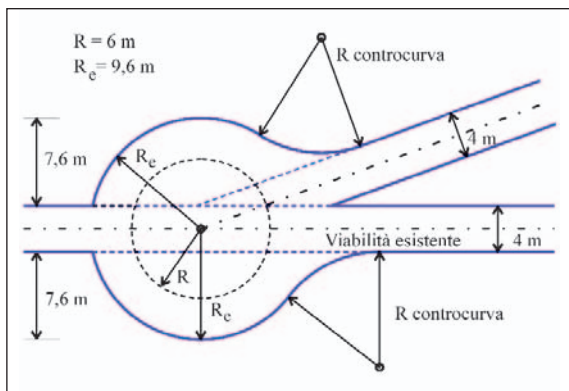


Figura 6.24 - Schema di intersezione per viabilità camionabile con possibilità allargamento della viabilità esistente.

l'ingombro della zona interessata dal raccordo (Dal Sasso e Pallara, 1994).

Nel caso di terreno acclive non è possibile eseguire l'allargamento dal lato interno ed occorre una sistemazione del tipo a curva esterna, raffigurata in figura 6.23, dove R è il raggio minimo della curva in corrispondenza dell'asse (relativo alle caratteristiche dei mezzi) ed R_e è il raggio esterno calcolato come indicato nel paragrafo 6.1.1.2. La sistemazione è asimmetrica in quanto l'allargamento non si esegue sulla viabilità esistente.

Tale sistemazione comporta una notevole altezza delle scarpate (l'altezza massima della scarpata in scavo risulta pari a 4,5 m con pendenza del terreno pari al 30% e pari a ben 9 m con pendenza del 60%) e conseguenti opere di



Figura 6.25 - L'assenza di piazzali di deposito obbliga a formare piccole cataste di legname in bosco, rendendo più lungo e costoso il ciclo di lavorazione del legname (Val Tanaro - Cn) (foto Gottero).

sostegno e consolidamento assai onerose e difficilmente proponibili.

Se si ha la possibilità di eseguire l'allargamento della sede stradale interessando anche la viabilità di partenza, il materiale scavato può andare a riempire le opere di sostegno eseguite a valle e la sistemazione diventa meno impattante e costosa anche in terreno acclive (figura 6.24).

Se non è possibile realizzare allargamenti significativi l'ingresso e l'uscita dei mezzi potrà avvenire da e verso una sola direzione, che preferibilmente dovrà essere quella di trasporto del legname esboscato. Nel caso di intersezioni a raso con viabilità ad uso pubblico il Codice della strada prescrive aree di visibilità la cui ampiezza è determinata in base all'art. 16 c.2 dello stesso Codice.

7 LEGISLAZIONE E ASPETTI AMMINISTRATIVI

Il corpo normativo che interessa la progettazione e realizzazione delle opere di viabilità agro-silvopastorale è piuttosto articolato. Esso si rifà alle disposizioni per le opere edili e di ingegneria civile, che in alcuni casi possono prevedere opzioni o procedimenti amministrativi particolari per le piste/strade silvopastorali. In generale si possono individuare i seguenti principali gruppi di norme, esposte secondo un ordine logico che va dalla scelta del sito alla progettazione e realizzazione dell'opera:

- norme sull'uso e difesa del suolo, assetto del territorio, tutela dei beni ambientali;
- disposizioni sulle caratteristiche costruttive delle strade e delle opere d'arte;
- normativa sulle opere pubbliche;
- adempimenti per la sicurezza nei cantieri.

Per le funzioni amministrative e legislative di competenza regionale (uso e assetto del territorio, urbanistica, beni ambientali, ecc.) si possono rilevare differenze, alle volte anche significative agli effetti pratici, fra una Regione e l'altra, nella prassi amministrativa anche se i principi di legge fanno capo a norme nazionali comuni. Per tali aspetti il manuale riporta i riferimenti alla legislazione della Regione Piemonte⁴⁶.

Non sono state prese in considerazione le norme che regolamentano l'utilizzo della pista o strada agro-silvopastorale, in genere di origine regionale, né quelle che trattano del regime di manutenzione, che fanno riferimento principalmente al Codice della Strada per le opere di uso pubblico e alle norme del Codice civile per quelle vicinali e consortili. Per queste ultime infine vi possono essere leggi speciali e regolamenti locali.

7.1 Norme sull'uso e difesa del suolo, assetto del territorio, tutela dei beni ambientali

Gli interventi di nuova costruzione e manutenzione straordinaria di viabilità agro-silvo-

pastorale sono soggetti alla richiesta delle autorizzazioni ai sensi del *vincolo idrogeologico*, del *vincolo ambientale*, e, se di iniziativa privata, del *permesso di costruire (concessione edilizia)*, secondo i modi previsti dalla legge. Gli **interventi di manutenzione ordinaria** non richiedono autorizzazioni.

7.1.1 Vincolo idrogeologico

Gli interventi che comportano modificazioni o trasformazioni d'uso del suolo nelle zone soggette al vincolo idrogeologico ex R.D. 30/12/1923 n. 3267 (individuate su carta tecnica regionale o carta catastale a scala non inferiore a 1.10.000) sono disciplinati da apposita normativa. Poiché le competenze in materia furono trasferite alle Regioni in base D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616, la disciplina è di origine regionale.

Nella Regione Piemonte vige la **L.R. 9 agosto 1989, n. 45**, secondo la quale l'apertura di viabilità agro-silvopastorale rientra nelle attività soggette ad autorizzazione secondo il seguente schema:

- Nella categoria a) rientrano le opere comportanti modificazioni o trasformazioni su aree non superiori a 5.000 m² o volumi in scavo non superiori a 2.500 m³ e che non usufruiscono di contributo regionale; in questo caso le funzioni autorizzative sono delegate ai Comuni. L'ufficio comunale istruttore si può avvalere dei pareri dell'Organo forestale⁴⁷ e del Settore regionale competente per il rischio idrogeologico⁴⁸.
- Nella categoria b) sono comprese le opere comportanti aree di intervento o volumi di scavo superiori ai predetti valori. In questo caso le funzioni autorizzative restano in capo alla Regione, che opera sulla base dei pareri del Settore regionale competente per il rischio idrogeologico e dell'Organo forestale.
- Per la categoria c), in cui ricadono gli interventi a contributo regionale, i lavori pubblici di importo superiore a 250 MLit (circa 129.114 euro), quelli che interessa-

⁴⁶ Per altre Regioni si può fare riferimento, almeno per un primo elenco delle principali disposizioni, all'articolo "Legislazione sulla viabilità forestale" (Postiglione e Troiani, 2001).

⁴⁷ In Regione Piemonte opera il Corpo Forestale dello Stato sulla base di un'apposita convenzione.

⁴⁸ In Regione Piemonte le funzioni amministrative sono di competenza dell'ARPA (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale) in base alla L.R. Piemonte 20 novembre 2002, n. 28 "Ampliamento delle attività dell'Agenzia regionale per la protezione ambientale (ARPA), a seguito del decreto legislativo 30 luglio 1999, n. 300. Modifiche alla legge regionale istitutiva 13 aprile 1995, n. 60" e alla D.G.R. n. 37-8397 del 10/02/2003.



Figura 7.1 - Le scarpate di monte costituiscono uno degli aspetti che richiede maggior cura nella realizzazione di opere di viabilità silvo-pastorale. Il loro mancato rinverdimento può essere causa di innesco di fenomeni erosivi e rende la visuale dell'opera meno gradita. (Alta Valle Elvo– Bi).

no più di un Comune e alcune categorie particolari di interventi (piste da sci ecc.), è parimenti previsto il provvedimento autorizzativo con determinazione dirigenziale del Settore regionale competente. Qualora l'intervento sia di competenza regionale o realizzato con contributo regionale l'istruttoria tecnica è svolta dal Settore regionale competente sui lavori, che si può eventualmente avvalere del parere del Settore competente per il rischio idrogeologico (ARPA).

L'autorizzazione all'intervento costituisce anche autorizzazione al taglio delle piante arboree presenti sull'area interessata. La legge prevede l'obbligo di rimboschimento ovvero il versamento di un corrispettivo in denaro; si deroga tuttavia da tale obbligo nel caso di interventi finalizzati all'esclusiva valorizzazione agro-silvopastorale.

Le opere di viabilità agro-silvopastorale autorizzate a norma della L.R. n. 45/89 debbono avere all'imbocco un cartello di divieto di passaggio ai non autorizzati con la dicitura "divieto di passaggio" (art. 2).

Per l'ottenimento dell'autorizzazione viene richiesto un progetto esecutivo redatto in conformità della circolare esplicativa della L.R. 45/89⁴⁹ e del D.M. 11 marzo 1988⁵⁰. Con specifico riferimento alla viabilità agro-silvopastorale,

la relazione geologica è a discrezione dell'Ufficio istruttore per i casi sub a), e sub c), obbligatoria per quelli sub b). Per le opere di modesta rilevanza (movimento di terra inferiore a 100 m³) può essere sufficiente e sostitutiva del progetto, a discrezione dell'organo istruttore, una perizia asseverata rilasciata da professionista esperto in problemi di assetto idrogeologico e stabilità dei versanti (geologo, dottore forestale, ingegnere idraulico).

Secondo la norma regionale non richiedono autorizzazione i seguenti interventi:

- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria di viabilità silvo-pastorale purché non prevedano rettifiche del tracciato o ampliamenti della sezione;
- lavori di mera manutenzione fondiaria a scopi agricoli o forestali effettuati da conduttori agricoli con movimenti di terra inferiori a 50 m³ (spianamenti funzionali alle attività selvicolturali di limitatissima entità).

Le funzioni amministrative ai sensi della L.R. 45/90 che interessano la viabilità silvo-pastorale sono state delegate alle province in base agli artt. 63 e seguenti della **L.R. 44 del 26 aprile 2000** "Disposizioni normative per l'attuazione del decreto legislativo del 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli Enti locali, in attuazione del Capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59", fatta eccezione dei procedimenti che prevedono un contributo regionale, per i quali l'autorizzazione rimane in capo al Settore regionale competente.

7.1.2 Vincolo beni ambientali (Galasso) e norme Aree protette

La tutela del paesaggio e dell'ambiente ha origine in Italia con la legge 29 giugno 1939, n. 1497, dal titolo "Protezione delle bellezze naturali". A tale legge, in tempi più recenti, si è affiancata la legge 8 agosto 1985, n. 431, nota anche col nome di "legge Galasso". Queste due leggi statali sono state accorpate nel D. Lgs. 29 ottobre 1999, n. 490, nel quale convivono, senza che siano stati pienamente integrati, i due testi originari ed i due regimi di tutela ambientale da essi previsti:

⁴⁹ Circolare del Presidente della Giunta Regionale del 31 gennaio 1990, n. 2/AGR (B.U. n. 6 del 7/2/90).

⁵⁰ Vedi anche Circolare esplicativa del Presidente della Giunta Regionale del 18 maggio 1990, n. 13/PRE (B.U. n. 21 del 23/5/90).

- La L. 1497/39 indica determinati beni o categorie di beni, secondo il primitivo concetto di immobili o complessi di immobili aventi singolarità estetiche. Tali beni sono tutelabili mediante la specifica imposizione di un vincolo attraverso una complessa procedura amministrativa mediante D.M. (artt. 139-145 D.Lgs. 490/99) (comprendono anche i cosiddetti Galassini).
- La legge Galasso invece tutela, *ope legis*, intere categorie di beni, per le quali si presume un valore paesaggistico indipendentemente dal loro reale stato e valore (art. 146). Fra questi beni si ricordano i seguenti:
 - a) i territori oltre 1600 m di quota s.l.m. sulle Alpi e 1200 m sull'Appennino;
 - b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
 - c) i fiumi, i torrenti ed i corsi d'acqua classificati come acque pubbliche ed iscritti negli elenchi del R. D. 11-12-1933, n. 1775, e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;
 - f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
 - g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento⁵¹;
 - h) le terre gravate da usi civici.

All'art. 151, c. 2, si prescrive che i proprietari, possessori o detentori a qualsiasi titolo dei beni sottoposti a vincolo paesaggistico *“hanno l'obbligo di sottoporre alla Regione i progetti delle opere di qualunque genere che intendano eseguire, al fine di ottenerne la preventiva autorizzazione”*. Tuttavia, come precisa il successivo

art. 152, l'autorizzazione non è richiesta *“per gli interventi inerenti l'esercizio dell'attività agrosilvopastorale che non comportino alterazione permanente dello stato dei luoghi con costruzioni edilizie ed altre opere civili, e sempre che si tratti di attività ed opere che non alterino l'assetto idrogeologico del territorio”* (punto b) e *“per il taglio colturale, la forestazione, la riforestazione, le opere di bonifica, antincendio e di conservazione da eseguirsi nei boschi e nelle foreste indicati alla lettera g) dell'articolo 146, purché previsti ed autorizzati in base alle norme vigenti in materia”*.

Anche in questo settore il già ricordato D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616, ha trasferito alle Regioni le funzioni amministrative che concernono *“la disciplina dell'uso del territorio comprensiva di tutti gli aspetti conoscitivi, normativi e gestionali riguardanti le operazioni di salvaguardia e di trasformazione del suolo, nonché la protezione dell'ambiente”* (art. 80), e delegato quelle relative *“alla protezione delle bellezze naturali per quanto attiene alla loro individuazione, alla loro tutela e alle relative sanzioni”* (art. 82).

In Regione Piemonte vige a questo scopo la **L.R. 3 aprile 1989, n. 20**, dal titolo *“Norme in materia di tutela di beni culturali, ambientali e paesistici”*. All'art. 12 si precisa che *“non sono soggetti ad autorizzazione regionale i rimboschimenti, l'arboricoltura da legno, le operazioni di fronda e di potatura necessarie per le attività agricole, i lavori di difesa forestale, le attività agricole e pastorali che non comportino alterazioni permanenti dello stato dei luoghi, gli interventi previsti nei piani di assestamento forestale e nei piani naturalistici dei parchi e riserve naturali diretti alla conservazione, alla tutela e al ripristino della flora e della fauna, gli interventi selvicolturali previsti dalle P.M.P.F., eccetto il taglio a raso”*. **Le piste e strade silvopastorali non sono considerate nel novero di tali opere e viene dunque richiesta l'autorizzazione per il**

⁵¹ Per la definizione di “bosco” si fa riferimento al D.Lgs. 18 maggio 2001, n. 227, dal titolo *“Orientamento e modernizzazione del settore forestale, a norma dell'articolo 7 della legge 5 marzo 2001, n. 57”*. All'articolo 2 questo testo recita: *“Entro dodici mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto legislativo le Regioni stabiliscono per il territorio di loro competenza la definizione di bosco...”* (comma 2). Al comma 6, in base al principio di sussidiarietà, la stessa norma stabilisce che *“nelle more dell'emanazione delle norme regionali di cui al comma 2 e ove non diversamente già definito dalle regioni stesse si considerano bosco i terreni coperti da vegetazione forestale arborea associata o meno a quella arbustiva di origine naturale o artificiale, in qualsiasi stadio di sviluppo, i castagneti, le sugherete e la macchia mediterranea, ed esclusi i giardini pubblici e privati, le alberature stradali, i castagneti da frutto in attualità di coltura e gli impianti di frutticoltura e d'arboricoltura da legno di cui al comma 5. Le suddette formazioni vegetali e i terreni su cui esse sorgono devono avere estensione non inferiore a 2.000 metri quadrati, larghezza media non inferiore a 20 metri e copertura non inferiore al 20 per cento, con misurazione effettuata dalla base esterna dei fusti”*. Sono altresì assimilati a bosco i fondi gravati dall'obbligo di rimboschimento per le finalità di difesa idrogeologica del territorio, qualità dell'aria, salvaguardia del patrimonio idrico, conservazione della biodiversità, protezione del paesaggio e dell'ambiente in generale, nonché le radure e tutte le altre superfici d'estensione inferiore a 2000 metri quadri che interrompono la continuità del bosco”.



Figura 7.2 – Un’adeguata progettazione e realizzazione dell’opera rende minimo l’impatto ambientale della viabilità silvo-pastorale, che diviene elemento stesso del paesaggio (Altopiano del Cansiglio – BL).

vincolo beni ambientali, sia in Aree protette che al di fuori.

Le funzioni autorizzative sono delegate ai Comuni (se dotati di piano regolatore ai sensi della legge regionale n. 56 del 1977) nel caso di interventi previsti dai seguenti strumenti: piani paesistici, piani d’area - piani naturalistici - piani di assestamento forestale - piani d’intervento di parchi e riserve naturali regionali, piani parco per aree protette nazionali (l’Amministrazione comunale delegata richiede all’Ente Parco un parere di conformità dell’opera al piano). Diversamente l’autorizzazione è richiesta all’Ufficio regionale competente⁵².

La documentazione da allegare all’istanza di autorizzazione non è rigidamente determinata, e varia da una tipologia all’altra di opera. Si tratta comunque di elaborati assimilabili a quelli di un progetto definitivo o esecutivo a seconda dei casi, corredati da un’esauriente documentazione fotografica. In particolare la norma regionale cita i seguenti elaborati:

- estratto del P.R.G. con precisa localizzazione dell’intervento ed indicazione delle norme di attuazione;
- elaborati grafici quotati dello stato di fatto e dello stato di progetto (planimetrie, profili, sezioni);
- elaborati grafici di dettaglio ove opportuni;
- relazione descrittiva dell’intervento;
- documentazione fotografica attestante la situazione dei luoghi (sulla quale è bene evidenziare il tracciato in progetto).

Trattando il caso particolare della materia del vincolo ambientale nelle aree protette, il testo normativo di riferimento è la **legge 6 dicembre 1991, n. 394**, dal titolo “**Legge quadro sulle aree protette**”. Tale legge, detta “*principi fondamentali per l’istituzione e la gestione delle aree naturali protette, al fine di garantire e promuovere, in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese*”. Si tratta di una legge che indica i principi fondamentali ai quali la normazione di dettaglio ed in particolare quella regionale deve uniformarsi e coordinarsi. Ai fini delle attività agricole che possono essere svolte all’interno di una area protetta, ha rilevanza il primo comma dell’art. 12 della predetta legge, il quale prescrive che nella redazione del “Piano del parco” siano disciplinati “*l’organizzazione generale del territorio e sua articolazione in aree o parti caratterizzate da forme differenziate di uso, godimento e tutela*” (punto a), i “*vincoli, destinazioni di uso pubblico o privato e norme di attuazione relative con riferimento alle varie aree o parti del piano*” (punto b) e gli “*indirizzi e criteri per gli interventi sulla flora, sulla fauna e sull’ambiente naturale in genere*” (punto e).

La legge indica nella Comunità del Parco (per i parchi nazionali), o nell’Ente Parco (per i parchi regionali), il soggetto che è deputato ad elaborare un “*Piano pluriennale economico e sociale per la promozione delle attività compatibili, individuando i soggetti chiamati alla realizzazione degli interventi previsti eventualmente anche attraverso accordi di programma*” (art. 14, c. 2. e art. 25, c. 3). Inoltre all’art. 15, c. 2, si prevede la possibilità di indennizzare i titolari di attività agro-silvo-pastorali, ritenute compatibili

⁵² Il rilascio di tale autorizzazione non rientra fra le funzioni delegate alle province in base alla già citata L.R. 44/2000.

con il parco, che abbiano subito uno ‘svantaggio’ dai vincoli derivanti dal piano pluriennale economico e sociale menzionato.

In Piemonte la **L.R. 22 marzo 1990 n. 12** “*Nuove norme in materia di aree protette*” vieta, nelle aree individuate nel piano regionale dei Parchi e delle Riserve naturali e classificate come Parchi, Riserve naturali ed Aree attrezzate *di costruire nuove strade ed ampliare le esistenti se non in funzione delle attività agricole, forestali e pastorali fino all’entrata in vigore delle leggi istitutive delle singole aree protette*. Le leggi istitutive delle singole aree protette piemontesi hanno poi ripreso tal quale il citato divieto di costruire nuova viabilità, se non in funzione delle attività agricole, forestali e pastorali.

Per contro la stessa legge prevede che i piani d’area, i piani di assestamento forestale, i piani naturalistici ed i piani d’intervento debbono tenere in conto prioritario, al fine di consentire la continuità delle attività agricole e qualificare e valorizzare le attività silvo-pastorali, **la possibilità di aprire od ampliare le strade finalizzate alle attività agricole e silvo-pastorali. Se non prevista da uno dei piani dell’area protetta, la costruzione di nuova viabilità, pur con funzioni specificamente silvo-pastorali, ottiene difficilmente il parere favorevole degli Enti gestori**. In questo senso la mancata adozione e approvazione del piano d’area impedisce ogni intervento di nuova viabilità.

Infine occorre ricordare che il vincolo ambientale grava anche sui proposti Siti della **Rete Natura 2000**, SIC (Siti di Interesse Comunitario) e ZPS (Zone di Protezione Speciale), individuati rispettivamente ai sensi della Direttiva 92/43/CEE “Direttiva Habitat” e 79/409/CEE “Direttiva Uccelli” e dei relativi DPR attuativi⁵³. In tali zone, in assenza di un apposito Piano di Gestione, è richiesta la Valutazione di Incidenza dell’opera (classificabile come nulla, sopportabile o richiedente misure di compensazione) sugli habitat elencati negli allegati della Direttiva “Habitat” e sul ciclo biologico e riproduttivo delle specie animali e vegetali elencate negli allegati delle Direttive “Habitat” e “Uccelli”, ivi inclusi gli ambienti in cui dette specie vivono. Gli ambienti e le specie finora segnalate all’interno dei differenti Siti Natura 2000 proposti sono elencati nelle rispettive schede dei siti.

⁵³ In particolare D.P.R. n. 120 del 12/3/2003, pubblicato sulla G.U. 124 del 30/5/2003.

⁵⁴ L’art 30 della L.R. 56/77 prevede l’inedificabilità assoluta dei boschi d’alto fusto soggetti a vincolo idrogeologico, fatta eccezione per la nuova costruzione di strade agro-silvopastorali ed estrattive. Di conseguenza i P.R.G. normalmente consentono nelle aree agricole e forestali la costruzione di tale viabilità, in qualche caso prevedendo limiti dimensionali o vietando l’impiego di conglomerati bituminosi per la realizzazione del piano viabile.

7.1.3 *Vincolo urbanistico e normativa edilizia*

La realizzazione di viabilità permanente è assimilabile ad “intervento di nuova costruzione” in quanto realizzazione di infrastrutture che comportano la trasformazione in via permanente di suolo inedificato, secondo la normativa di riferimento che è il **D.P.R. 6/06/2001 n. 380** “*Testo unico delle disposizioni legislative in materia di edilizia*”.

Secondo tale norma la realizzazione di viabilità permanente è subordinata, al rilascio del **permesso di costruire** (già concessione edilizia) da parte del competente Ufficio comunale. L’intervento di costruzione deve essere compatibile con gli strumenti urbanistici vigenti.

Secondo la legge urbanistica (L. 17 agosto 1942 N. 1150, L. 28 gennaio 1977 N. 10) il Piano Regolatore Generale Comunale (**P.R.G.C.**) aveva il compito di disciplinare solo l’assetto e l’incremento edilizio dei centri abitati. Tale impostazione si è ampliata nel tempo e, soprattutto con il trasferimento delle competenze alle Regioni, il P.R.G.C. ha acquisito il ruolo di strumento conoscitivo, normativo e gestionale riguardanti le operazioni di salvaguardia e di trasformazione del suolo, nonché di protezione del paesaggio.

Nella Regione Piemonte la materia è disciplinata dalla **L.R. n. 56 del 5 dicembre 1977 e s.m.i.** Tra gli scopi della legge vi è la salvaguardia e la valorizzazione del patrimonio naturale e dei beni ambientali e culturali e la piena e razionale utilizzazione delle risorse, con particolare riferimento alle aree agricole ed al patrimonio insediativo e infrastrutturale esistente. L’uso del territorio è pianificato mediante la formazione di Piani Territoriali a livello regionale e provinciale e mediante la formazione di Piani Regolatori Generali a livello comunale. Questi possono prevedere prescrizioni e vincoli anche per gli usi del suolo ai fini agricoli condizionando direttamente le tecniche di coltivazione. Va detto però che in genere i P.R.G.C. si interessano poco della “*componente rurale del territorio*” e nelle zone extraurbane si limitano a recepire e riportare le prescrizioni dei Piani Territoriali, i vincoli presenti e le eventuali limitazioni derivanti dall’indagine geologica⁵⁴.



Figura 7.3 - In alcune aree alpine la viabilità silvo-pastorale serve anche per la fruizione di case per le vacanze realizzate mediante il recupero di vecchi edifici rurali. Per tale utilizzo, che può assumere anche un'importanza economica prevalente rispetto alla stessa gestione silvo-pastorale, occorre ancora trovare adeguate forme di regolamentazione, a tutela di una corretta fruizione del territorio e a garanzia della sicurezza del traffico veicolare (Valle del Sempione - Vb).

Il rilascio del permesso di costruire comporta la corresponsione di un contributo (la cui entità è stabilita dalla legge suddetta) da parte del richiedente. **Il contributo non è dovuto per interventi da realizzare nelle zone agricole per la conduzione dei fondi** e le esigenze degli imprenditori agricoli, e per le opere pubbliche.

La domanda per il rilascio deve essere corredata dagli elaborati progettuali richiesti dal Regolamento edilizio e corrisponde normalmente ad una relazione corredata di elaborati grafici assimilabili a quelli del progetto definitivo ai sensi della normativa sui lavori pubblici (cfr. § 7.3).

7.2 Disposizioni sulle caratteristiche costruttive delle strade e delle opere d'arte

Il già citato D.P.R. 380/2001 stabilisce che tutte le costruzioni, pubbliche e private, debbano essere realizzate (e di conseguenza progettate) in osservanza delle norme tecniche determinate con appositi decreti ministeriali. Tali norme definiscono tra l'altro:

- i criteri generali tecnico-costruttivi per la progettazione;
- i carichi e sovraccarichi e loro combinazioni, anche in funzione del tipo e delle modalità costruttive e della destinazione dell'opera;

- i criteri generali per la verifica di sicurezza;
- le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate;
- i criteri generali e le precisazioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- i criteri generali e le precisazioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di opere speciali, quali ad esempio i ponti.

In materia di viabilità esistono norme C.N.R. del 1980 "Istruzioni per la redazione di progetti di strade" che definiscono la natura degli elaborati progettuali, dei procedimenti di calcolo e alcuni parametri costruttivi per la viabilità ad uso pubblico. Tale disposizione è però superata dall'attuale normativa sui lavori pubblici (Merloni) per quanto attiene la descrizione degli elaborati progettuali (vedi paragrafo successivo) e da più recenti disposizioni tecniche sui criteri di realizzazione e progettazione stradale, raccolti nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (Norme C.N.R. approvate con D.M. LL.PP. 5 novembre 2001). Queste norme si riferiscono alle opere di viabilità ad uso pubblico come classificate dal Codice della strada e non possono essere applicate per le strade agricole e forestali, per le quali nella stessa norma è prevista una "deroga per inapplicabilità per i parametri velocità di progetto e dalle indicazioni dimensionali della piattaforma stradale".

Per quanto riguarda i manufatti stradali si citano i dispositivi che hanno più diretta attinenza con le opere di viabilità agro-silvopastorale:

- "Norme tecniche sulle indagini riguardanti i terreni e le rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" (D.M. LL.PP. 11/03/1988).
- "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (L. 5/11/1971, n. 1086).
- "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. LL.PP. 9/01/1996).

- “*Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo dei ponti stradali*” (D.M. LL.PP. 4/05/1990); “*Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali*” (Circ. Min, LL.PP. 25/02/1991 n. 34233).

7.3 Normativa sui lavori pubblici

Quando i lavori e le opere di viabilità agro-silvopastorale sono realizzati dalle Amministrazioni dello stato, dagli Enti pubblici, dagli Enti e Amministrazioni locali (e loro consorzi ed associazioni) o da altri organismi di diritto pubblico, assumono il carattere di **lavori pubblici**: in tale caso tutte le fasi dell’opera, dalla programmazione, alla progettazione, affidamento, esecuzione e collaudo sono regolamentate dalla legge **11 febbraio 1994, n. 109 e s.m.i.** avente titolo “*Legge quadro in materia di lavori pubblici*”, nota come “**Legge Merloni**”, e dal relativo regolamento di attuazione (D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554).

È opportuno ricordare che per quanto riguarda le tipologie di lavori oggetto della legge, all’art. 2 c.1 vengono citate “*le attività di costruzione, demolizione, recupero, ristrutturazione, restauro e manutenzione....., anche il presidio e difesa ambientale e di ingegneria naturalistica*”. I lavori forestali dunque di viabilità, come di miglioramento boschivo o di sistemazione idrogeologica, risultano pienamente compresi nell’ambito di applicazione della legge.

La normativa sui lavori pubblici è stata redatta con il fine di assicurare programmazione, trasparenza e qualità alle opere pubbliche, puntando soprattutto sulla valorizzazione e responsabilizzazione delle attività di progettazione e su un sistema di qualificazione delle imprese appaltatrici. La mente del legislatore nel redigere tale corpo normativo era rivolta prevalentemente alle opere pubbliche di una certa rilevanza e con particolare attenzione a quelle edili e di ingegneria civile. Può accadere allora che l’impegno amministrativo richiesto dalla legge e dal suo regolamento applicativo per lavori di limitata entità, ad esempio quelli di importo inferiore a 150.000 euro⁵⁵, appaia eccessivo, soprattutto per le forze che le Amministrazioni dei Comuni più piccoli possono mettere in gioco, anche se alcune sem-

plificazioni sono state introdotte dalla L. 166/2002. Parimenti la concatenazione delle fasi progettuali e gli elaborati richiesti non sempre corrispondono con il procedimento di analisi più opportuno per gli interventi nel settore forestale, in cui i fattori ambientali esterni sono spesso preponderanti e condizionanti rispetto all’opera stessa. In tali casi la completa definizione progettuale dell’opera, proprio perché non è fine a se stessa, ma si inserisce in un ambiente complesso e difficile, non è possibile a priori per la sua interezza, ma riserva margini di indeterminazione definibili solo a cantiere aperto, salvo destinare alle fasi progettuali un impegno di risorse assai elevato e non compatibile con l’entità dell’opera stessa.

Sulla base di tali considerazioni, nel seguito della trattazione si offre una lettura ragionata del disposto della legge Merloni cercando di interpretare il più fedelmente possibile i principi in essa contenuti alle peculiarità del progetto di viabilità agro-silvopastorale. Occorre ricordare che il Responsabile del procedimento, per giustificati motivi, ha la facoltà di stabilire eventuali deroghe alle disposizioni del regolamento applicativo in termini di numero e tipo degli elaborati richiesti. Per quanto riguarda le fasi della progettazione si rimanda direttamente al testo del D.P.R. 554/99 che recita “*la progettazione ha come fine fondamentale la realizzazione di un intervento di qualità e tecnicamente valido, nel rispetto del rapporto migliore fra benefici e i costi globali di costruzione, manutenzione e gestione*” (art. 15 c.1), e “**Il progetto è redatto secondo tre progressivi livelli di definizione: preliminare, definitivo ed esecutivo. I tre livelli costituiscono una suddivisione di contenuti che tra loro interagiscono e si sviluppano senza soluzione di continuità.**” (art. 15 c. 2).

7.3.1 Progetto preliminare

Il progetto preliminare identifica le linee guida cui si ispira l’esecuzione dell’opera. Gli elaborati, che comprendono già in forma essenziale tutti gli elementi caratteristici dei livelli successivi, devono permettere di identificare le dimensioni economiche, la tipologia e categoria dell’intervento.

⁵⁵ Tale cifra corrisponde all’importo delle opere, sotto al quale la normativa prevede un regime di monitoraggi e controlli diretti da parte dell’Autorità di Vigilanza sui lavori pubblici.

Studi di settore riportano che l'80% dell'esito di un'opera pubblica dipende dalle scelte effettuate a livello di progetto preliminare. Ciò è particolarmente valido nel caso della viabilità in zone di montagna, dove la scelta del tracciato determina la stabilità, funzionalità e durata nel tempo della strada. Poiché questo documento viene spesso richiesto come allegato per le istanze di contributo, la sua importanza può essere fraintesa ed interpretata solo in funzione dell'ottenimento del finanziamento, non essendovi ancora certezza di eseguire l'opera. Tale comportamento è dannoso, anche perché accade che in sede di progettazione definitiva non si ponga rimedio alle trascuratezze del progetto preliminare, proseguendo su scelte non sufficientemente meditate. In questo senso è particolarmente importante la fase di **verifica** del progetto preliminare previsto dalla legge da parte dell'Amministrazione committente (art. 46 regolamento).

Il progetto preliminare di un'opera di viabilità agro-silvopastorale ha i seguenti obiettivi:

- identificare la localizzazione dell'opera in ragione di criteri di priorità ed opportunità di intervento, soprattutto in assenza di strumenti di pianificazione della viabilità;
- individuare il migliore tracciato **anche con perlustrazioni sul terreno** (cfr. § 2.2);
- stabilire lo standard costruttivo più consona alla geomorfologia ed alle esigenze del traffico; valutare in linea di massima l'entità delle opere d'arte più costose e di maggiore impatto ambientale (opere di sostegno delle terre, ponti, ecc.).

Esso si deve quindi comporre dei seguenti elaborati:

- relazione illustrativa;
- relazione forestale e di prefattibilità ambientale;
- relazione tecnica;
- schemi grafici;
- calcolo sommario della spesa (che si articola in un computo metrico estimativo di massima e nel quadro economico per gli Enti pubblici).

La **relazione illustrativa** è l'elaborato principale e di sintesi e coordinamento dei diversi elementi del progetto.

Essa descrive l'opera nelle sue caratteristiche funzionali, costruttive e territoriali. Riporta in sintesi i risultati delle analisi forestali e di prefat-

tibilità ambientale ed espone i benefici attesi dall'opera anche con quantificazioni in termini numerici (di tipo economico o tecnico). Riporta la classificazione dell'opera in base della funzione prevalente (forestale, pastorale, cfr. § 4.2).

Sulla base delle suddette considerazioni e dei vincoli esistenti la relazione motiva la scelta del tracciato e dello standard costruttivo prescelti e ne illustra funzionalità ed economicità (costruttiva e di manutenzione); indica interventi di ripristino ambientale, compensazione o mitigazione dell'intervento (ad esempio inerbimento artificiale delle scarpate stradali).

Nella relazione non può mancare l'accertamento in ordine alla disponibilità delle aree da utilizzare e le relative eventuali modalità di acquisizione. Essa riferisce infine circa i tempi di esecuzione (cronoprogramma), le forme di finanziamento e copertura della spesa e l'eventuale articolazione in lotti.

La **relazione forestale e di prefattibilità ambientale** riporta le risultanze delle analisi espone ai paragrafi 2.3 e 5.1. e richiede il contributo del dottore agronomo o forestale.

In primo luogo devono essere analizzate le motivazioni gestionali che richiedono/giustificano la realizzazione della pista/strada. Nel caso di opere al servizio dei pascoli deve essere illustrata la consistenza delle superfici pascolate, dei fabbricati d'alpe e del numero di capi monticati, con un commento sulla razionalità del regime di gestione attuale e indicazione su quello auspicabile. Deve essere altresì chiaramente identificato il tipo di produzione (latte, carne, mista) ed il tipo di traffico veicolare previsto.

Se l'opera svolge principalmente funzioni di servizio a comprensori forestali, occorre in primo luogo descriverli da un punto di vista vegetazionale, selvicolturale e dendrocronoauxometrico. Sulla base delle previsioni dei Piani Forestali Territoriali e/o dei Piani di assestamento forestale devono essere individuate le necessità di accesso e di esbosco, delimitando le superfici forestali per cui sono previsti interventi selvicolturali. Segue la descrizione dello stato di servizio, anche con valutazioni di tipo numerico, in base a parametri quali il **QS** (quota parte di superficie servita rispetto alla superficie sottoposta a gestione attiva) ed il **DV** (indice di densità viabile espresso in m/ha) prima e dopo l'intervento in progetto (ex ante ed ex post). L'analisi deve consentire a questo livello della progetta-



Figura 7.4 - Nelle aree alpine la viabilità pubblica in alcuni casi deve essere costruita secondo un percorso ardito e con dovizia di opere di sostegno e barriere di protezione (Valle del Sempione – Vb). Il rispetto dei requisiti previsti dalla normativa tecnica è allora un passaggio obbligato nell'iter progettuale dell'opera (cfr. § 7.2). La viabilità agro-silvopastorale, che in genere affronta percorsi meno problematici da un punto di vista costruttivo e geomorfologico, può derogare da tali norme, che rimangono tuttavia un punto di riferimento.

zione di stabilire se l'esbosco sarà eseguito con trattori, gru a cavo o avvallamento e conseguentemente l'ampiezza della fascia di terreno servita dalla strada⁵⁶. Le risultanze di tali analisi devono essere rappresentate anche graficamente su apposita cartografia (vedi oltre). Passando agli aspetti di compatibilità ambientale, la cui valutazione è strettamente connessa a quelli forestali, occorre una descrizione delle zone interessate dal tracciato, che illustri la morfologia dei versanti, l'idrografia e la natura dei terreni e indichi la presenza di ostacoli rilevanti alla realizzazione (salti di roccia, impluvi incassati, ecc.). Le indagini geologiche ed idrogeologiche sono in questa fase di carattere preliminare. Se vi è certezza di finanziamento dell'opera può essere conveniente redigere subito la relazione geologica. Tale relazione specialistica costituisce un riferimento fondamentale per il progettista, che sulla base di essa formula o conferma le proprie scelte sul percorso, sull'esecuzione di riporto del materiale scavato, sulla pendenza imposta alle scarpate, sulla necessità ed entità delle opere di sostegno e drenaggio.

⁵⁶ Si ricorda che l'ampiezza della fascia servita da una strada/pista varia in funzione del sistema di esbosco adottabile, che dipende a sua volta principalmente dalla pendenza ed accidentalità del terreno, dalle dimensioni degli assortimenti e dalla direzione di esbosco (verso monte o verso valle) (cfr. § 2.3).

Particolare attenzione deve essere data infine agli aspetti naturalistici (piante monumentali, zone umide, ecc.) e storico-culturali, soprattutto nel caso di interventi di manutenzione straordinaria o adeguamento (ampliamento della sezione) di tracciati esistenti di origine storica.

In sintesi lo studio deve contenere gli elementi che permettono di individuare i benefici (servizio per l'accesso e l'esbosco) e gli eventuali rischi connessi all'opera (turbativa dell'assetto idrogeologico, impatto visivo). Quest'ultima parte dell'elaborato può avere sviluppo ed approfondimento variabile in relazione all'entità dell'opera ed alla sensibilità ambientale della zona d'intervento (cfr. capitolo 2).

Infine, ma non ultimo per importanza, deve essere verificata la compatibilità dell'intervento con i vincoli esistenti.

La **relazione tecnica** riporta lo sviluppo, sia pure in prima approssimazione, degli studi tecnici connessi alla tipologia dell'opera ed indica i requisiti per l'esecuzione. Essa deve contenere le seguenti informazioni tecniche minime:

- dati sul tracciato: sviluppo planimetrico, dislivello superato, pendenza media; pendenza massima (questi dati si riferiscono al tracciolino);
- stima dell'entità degli scavi espressi in m³/m lineare;
- stima del rapporto fra scavi in terra ed in roccia;
- pendenza di progetto delle scarpate di monte e valle;
- standard costruttivo adottato e relativi parametri;
- stima dello sviluppo lineare e volumetrico delle opere di contenimento.

Gli **schemi grafici** debbono essere redatti "in scala opportuna" in relazione all'intervento. Soprattutto quando il progetto preliminare viene eseguito all'interno dell'Amministrazione, mentre le fasi successive vengono affidate all'esterno, in fase preliminare si devono indicare le scale da adottare per le fasi successive della progettazione. La viabilità è da considerarsi tipicamente "un'opera a rete" e pertanto sono da prevedersi i seguenti elaborati:

La corografia ha la funzione di inquadrare il tracciato in progetto nella situazione esistente, come prevedono le norme CNR 2001. Poiché i dettagli emergono dalla planimetria, tale elaborato deve essere realizzato basandosi su una carta a scala 1:25.000 (non inferiore né superiore), con indicazione dell'andamento planimetrico della strada e rispetto alla viabilità esistente, le superfici forestali, i comprensori di pascolo ed ogni altro elemento infrastrutturale, orografico o di altro tipo di particolare interesse in merito alle scelte progettuali. Tale planimetria deve essere di formato idoneo (comunque non inferiore ad A3) per apprezzare lo sviluppo della rete stradale e delle superfici soggette a gestione silvo-pastorale. La cartografia forestale- ambientale illustra graficamente le considerazioni effettuate nello studio forestale e di fattibilità ambientale. La stessa riporta la delimitazione delle superfici servite dalla viabilità esistente e da quella di progetto. Può riportare facoltativamente per questo livello di progettazione anche le vie di esbosco e la dislocazione più opportuna dei piazzali di accatastamento del legname. Se presenti deve riportare le emergenze naturalistiche e le aree di sensibilità idrogeologica. Scala 1:10.000.

Stralcio cartografico di strumento urbanistico sul quale debbono essere riportati i tracciati di progetto. Tale elaborato ha lo scopo di situare il tracciato rispetto agli strumenti urbanistici vigenti (Piano regolatore generale) evidenziando la conformità con la destinazione urbanistica dell'area e la sussistenza o meno di vincoli. Lo stralcio è corredato da una legenda che richiama le disposizioni relative alle zonizzazioni interessate dal tracciato. Tale cartografia non è necessaria per i progetti proposti dalle Amministrazioni Comunali che ricadono nel solo territorio di propria competenza. La conformità di destinazione deve essere comunque certificata nella relazione illustrativa.

La planimetria di dettaglio può essere redatta in scala 1:5.000. Poiché non si può richiedere per questa fase della progettazione un rilievo plan-altimetrico della fascia di terreno interessata dalla strada, la planimetria di dettaglio del progetto preliminare potrà essere derivata da cartografie o rilievi esistenti. Nel caso in cui le cartografie di base siano a scala minore (come nel caso delle carte tecniche regionali a scala 1:10.000), la sca-

la 1:5.000 ha una motivazione eminentemente grafica, ovvero quella di consentire una rappresentazione graficamente chiara di tutti gli elementi necessari. Occorre quindi ricordare, anche con apposite menzione sull'elaborato, che la precisione delle informazioni non è conforme a quella della scala utilizzata.

Sulla planimetria di dettaglio dovranno comparire i seguenti elementi:

- andamento del tracciato con precisa localizzazione dei punti di partenza e arrivo e di altri punti salienti del tracciato;
- elementi del terreno di peculiare importanza (affioramenti rocciosi, impluvi, corsi d'acqua, innesti sulla viabilità esistente, infrastrutture quali acquedotti con condutture interrate);
- posizionamento indicativo delle principali opere d'arte (ponticelli, opere di sostegno, ecc.);
- sezioni trasversali in punti rappresentativi, a distanze non inferiori a 500 m in numero comunque non inferiore a 3 per tracciato⁵⁷;
- informazioni sulle pendenze longitudinali del tracciato.

Su questo elaborato, oltre all'indicazione del fattore di scala, è conveniente inserire una scala grafica.

Sezioni tipo della viabilità e delle eventuali opere (tombini di attraversamento, muri di sostegno) in scala non inferiore a 1:100.

Il **calcolo sommario della spesa** può essere redatto o per le opere ed i lavori utilizzando costi standardizzati determinati dall'Osservatorio dei lavori pubblici, ovvero redigendo un computo metrico estimativo di massima con prezzi unitari ricavati dai prezziari ufficiali vigenti nell'area interessata. Per gli Enti Pubblici occorre redigere anche il quadro economico (cfr. § 7.3.4).

7.3.2 Progetto definitivo

Mentre la progettazione preliminare si occupa di accertare le esigenze di viabilità e di individuare il tipo di opera che meglio le soddisfa in termini di localizzazione, tracciato e standard costruttivi

⁵⁷ Le sezioni possono essere derivate dalla cartografia tecnica regionale purché ne sia verificata la corrispondenza di massima con il profilo reale del terreno.

vo, valutando le diverse componenti del contesto territoriale ed ambientale, il progetto definitivo ha come obiettivo l'individuazione del tracciato definitivo sulla base di rilievi topografici, geomorfologici e geologici. L'analisi si concentra quindi sugli "elaborati tecnici fondamentali" del progetto stradale, come descritti nel capitolo 6 e sulle analisi geologiche. Comunque anche per quanto attiene gli aspetti forestali occorre integrare i rilievi individuando nel dettaglio il migliore tracciato in funzione delle vie di esbosco e della dislocazione dei piazzali di raccolta e lavorazione del legname.

La progettazione definitiva viene redatta sulla base delle indicazioni del progetto preliminare e di eventuali valutazioni eventualmente espresse su di esso dalla conferenza dei servizi (o da parte degli Uffici competenti per l'istruttoria ai fini del rilascio di contributi pubblici). Il progetto definitivo deve contenere tutti gli elementi necessari all'ottenimento delle autorizzazioni richieste per l'esecuzione dei lavori. Per opere di viabilità agro-silvopastorale esso è costituito dai seguenti elaborati:

- la relazione descrittiva;
- la relazione geologica (ed eventualmente quella geotecnica o idrologica);
- rilievi plano-altimetrici e gli elaborati grafici derivati;
- eventuali calcoli preliminari per strutture (ad esempio per la costruzione di ponti);
- il piano particellare di esproprio (ove si preveda esproprio);
- il computo metrico estimativo;
- il quadro economico.

La **relazione descrittiva** riprende la relazione illustrativa del progetto preliminare e ne approfondisce i contenuti. Rimandando all'art. 26 del D.P.R. 554/99 per l'elencazione completa dei contenuti di questo elaborato, si rammentano i seguenti punti di particolare interesse:

- fornisce indicazioni sui luoghi di estrazione o deposito degli eventuali inerti (non rinvenibili, utilizzabili o allocabili entro il cantiere);
- contiene le motivazioni che hanno indotto

ad apportare variazioni alle indicazioni del progetto preliminare;

- aggiorna il cronoprogramma.

La **relazione geologica** è obbligatoria nei casi previsti dalla normativa sul vincolo idrogeologico (cfr. § 7.1.1). Essa risulta comunque utile nei tracciati di montagna. Le relazioni geotecnica ed idrologica hanno un carattere specialistico e possono essere necessarie in casi particolari. Occorre comunque che le valutazioni sul merito di redigere o meno tali studi siano prese di comune accordo fra progettista e responsabile del procedimento e non siano condizionate da esigenze di risparmio sulle spese progettuali, che si possono facilmente tradurre in successivi maggiori costi per varianti ed opere connesse.⁵⁸

L'**analisi idrologica** ha carattere maggiormente specialistico e può contribuire a risolvere particolari quesiti sul dimensionamento delle opere di regimazione o di attraversamento dei corsi d'acqua. In zone montane riveste in quest'ambito molta importanza la stima o calcolo del trasporto solido, che nella parte alta dei bacini può comportare la movimentazione di colate detritiche di notevole massa o di massi di grandi dimensioni. La relazione idrologica può essere richiesta a livello di progettazione definitiva, ma già in fase preliminare potrebbe essere utile per stimare correttamente i costi di eventuali opere di attraversamento dei corsi d'acqua.

I **rilievi plano-altimetrici** possono venir condotti secondo le modalità descritte nel § 5.4 e permettono la produzione degli elaborati fondamentali del progetto stradale, come descritti nel capitolo 6 e qui di seguito riepilogati:

Planimetria in scala non inferiore a 1:2000, con linee di livello aventi equidistanza non superiore ad 1 m⁵⁹ recante indicazione del tracciato definitivo e delle opere complementari. La planimetria in caso di situazioni particolari (incroci, superamento di zone franose o barriere rocciose, ecc.) è integrata da planimetrie di dettaglio a scala maggiore.

Profilo longitudinale del tracciato in scala plani-

⁵⁸ Il progettista deve tener conto che eventuali scelte errate causate da una non sufficiente conoscenza dei fenomeni idrogeologici possono essere a lui addebitate ai sensi dell'art. 26 della L. 109/94.

⁵⁹ I rilievi devono avere accuratezza per permettere costruire un modello del terreno piuttosto dettagliato e rappresentabile anche con curve di livello con equidistanza di 1 m. Si ritiene tuttavia che per comodità della rappresentazione grafica (per contenere le dimensioni dell'elaborato), possono essere rappresentate le curve di livello anche con valori di equidistanza maggiori e fino a 5 m.



Figura 7.5 - Opere di consolidamento e di sostegno del corpo stradale realizzate con differenti soluzioni costruttive (sopra strada palificate a doppia parete, sotto strada scogliere) lungo una strada di pubblico transito in ambiente pedemontano (“tracciolino” – Bi).

metrica non inferiore a 1:2.000 e scala altimetrica non inferiore a 1:200.

Sezioni trasversali in scala non inferiore a 1:100 in numero sufficiente (almeno una ogni 50 m) e comunque qualificato in base all’andamento del terreno lungo il tracciato.

Sezioni dei manufatti e di tutte le opere riconducibili ad opere puntuali, per le quali possono essere omessi i particolari costruttivi in questo livello di progettazione.

Calcolo delle masse in scavo ed in riporto: diagramma delle aree e diagramma di Brükner. Questi elaborati forniscono i dati quantitativi sulle masse di terra movimentate nei lavori, permettendo di valutare anche la necessità di trasporto in discarica degli inerti eccedenti piuttosto che il loro riutilizzo in cantiere. In zone di montagna questo elaborato è indispensabile per una completa e corretta definizione tecnico-economica del cantiere.

Lo stralcio dello strumento urbanistico è da richiedersi solo nel caso in cui il tracciato definitivo diverga significativamente da quello preliminare.

I calcoli preliminari delle strutture sono richiesti nella misura in cui essi servono per dimensionare le opere e quantificarne le quantità a progetto. Essi sono svolti tipicamente per le opere di sostegno controterra e per i quelle di attraversamento dei corsi d’acqua.

Il **piano particellare di esproprio** è redatto solo qualora si impongano l’espropriazione (o l’occupazione) di terreni di proprietà diversa dal soggetto committente. Viene redatto sulla base delle mappe catastali aggiornate, su cui sono riportate le superfici interessate da occupazioni temporanee ed espropri (corpo stradale e fascia di pertinenza) o asservimento (fascia di rispetto). Il piano è corredato dall’elenco delle ditte che a catasto risultano proprietarie delle superfici suddette, con l’indicazione di tutti i dati catastali, delle superfici interessate e delle indennità determinate in base alle norme vigenti.

Il **computo metrico estimativo** è un computo degli importi dei lavori per la realizzazione dell’opera in progetto; i costi possono essere indicati per opera compiuta, lavorazione o voci di costo elementari (materiali, noleggi, manodopera). Per ogni importo così esplicitato (voce) il computo indica il prezzo unitario, un riferimento all’elaborato o agli elaborati che descrivono in dettaglio i prezzi utilizzati (elenco prezzi, analisi prezzi), l’unità di misura, la quantità ed il costo previsti. Sommando gli importi delle diverse voci si determina l’importo totale dei lavori per la realizzazione dell’opera in progetto. Nel computo sono distinti i costi di realizzazione dell’opera da quelli specifici della sicurezza⁶⁰, che possono essere stimati a questo livello di progettazione. Il computo metrico deve essere organizzato logicamente, per fasi e categorie di lavoro successive; saranno quindi riportate, nell’ordine, le seguenti voci:

- lavori di pulizia della traccia quali ad esempio il taglio ed allestimento della vegetazione arborea, ripulitura dalla vegetazione arbustiva che ostacola la visibilità dei picchetti, ecc; tali lavori possono essere eseguiti in economia al di fuori del contratto di appalto;
- movimenti di terra per l’apertura del tracciato (scavi e riporti, eventualmente con l’uso di attrezzature particolari, o con il trasporto del materiale entro il cantiere o il conferimento dell’eccesso di scavo in discarica);
- opere di sgrondo e regimazione delle acque dal corpo stradale;

⁶⁰ Per la distinzione tra oneri specifici e oneri diretti cfr. § 7.4.



Figura 7.6 - Esempio di sezione tipo per guado a corda molle.

- opere di attraversamento di corsi d'acqua (tomboni, cordemolli, ponticelli);
- opere di sostegno (muri, palificate, scogliere, gabbionate);
- opere di rinverdimento e consolidamento superficiale delle scarpate o di mitigazione dell'impatto (semina della copertura erbosa, palizzate od altre tecniche proprie dell'ingegneria naturalistica);
- opere di sistemazione idrogeologica di carattere particolare (consolidamento di tratti di versante dissestati che potrebbero causare danni alla viabilità in progetto, regimazione dei corsi d'acqua attraversati dalla strada in progetto, ecc.);
- opere attinenti alla realizzazione della massicciata o di un fondo migliorato;
- opere di finitura ed opere accessorie (segnaletica stradale, barriere di protezione, sbarre, opere per la fruizione, ecc);
- oneri specifici per la sicurezza (cfr. § 7.4).

Il quadro economico (cfr. § 7.3.4).

7.3.3 Progetto esecutivo

Nella progettazione esecutiva si definiscono i particolari di ogni opera e lavorazione. Per quanto riguarda i lavori di movimento terra, essendo ormai stabilito il tracciato in via definitiva, in questa fase vengono illustrate le modalità operative di lavoro, anche in ragione di prescrizioni

del Piano di sicurezza e coordinamento ex art. 4 D.Lgs. 494/96 come mod. dal D. Lgs. 528/99. Per quanto attiene le opere d'arte, invece, il progetto esecutivo fissa ogni particolare costruttivo e strutturale, svolgendo gli approfondimenti più significativi in relazione alla migliore dislocazione lungo il tracciato, il dimensionamento e le modalità costruttive.

Il progetto esecutivo viene redatto nel rispetto del progetto definitivo e delle prescrizioni dettate in sede di rilascio di autorizzazioni da parte delle Autorità competenti. Esso è costituito dai seguenti elaborati, esposti nell'ordine che si ritiene più logico per lettura degli elaborati:

- relazione generale;
- relazioni specialistiche (eventuali);
- elaborati grafici e calcoli esecutivi delle opere ove necessari;
- piano di sicurezza e coordinamento;
- computo metrico estimativo definitivo;
- elenco dei prezzi unitari ed eventualmente analisi prezzi;
- quadro economico;
- cronoprogramma;
- schema di contratto e capitolato speciale d'appalto;
- piano di manutenzione dell'opera.

La **relazione generale** tralascia le scelte progettuali a grande scala, già sviluppate nelle fasi precedenti; descrive invece i criteri utilizzati per le

scelte (particolari esecutivi, procedure operative, ecc.) effettuate “*per trasferire sul piano contrattuale e sul piano costruttivo le soluzioni spaziali, tipologiche, funzionali e tecnologiche previste dal progetto definitivo approvato*” (art. 36 del regolamento applicativo della Merloni). Indica pure le indagini ed i rilievi effettuati al fine di ridurre la possibilità di imprevisti in corso di esecuzione. Contiene inoltre una schematica pianificazione delle lavorazioni.

Fra le **relazioni specialistiche** è obbligatoria la relazione idraulica qualora si costruiscano ponti⁶¹ o manufatti in alveo potenzialmente soggetti all'azione di trascinamento delle acque⁶².

Gli **elaborati grafici** sviluppano quelli del progetto definitivo ed in particolare quelli relativi alle opere d'arte. La normativa prevede che gli elaborati siano redatti in scala doppia rispetto agli analoghi del progetto definitivo: tuttavia da questa norma si può derogare quando la scala sia comunque tale da consentire all'esecutore una sicura interpretazione. Tra gli elaborati grafici figurano i **particolari costruttivi**, che sono le illustrazioni a grande scala di dettagli tecnici dell'esecuzione e si riferiscono in genere a manufatti (muri di sostegno, cunette, segnaletica, pozzetti, barriere, ecc.). Per alcune opere può essere opportuno realizzare anche prospetti che diano una chiara visione d'insieme dell'opera finita.

I **calcoli esecutivi** sono richiesti per il dimensionamento delle opere di sostegno (scogliere, palificate vive, muri in calcestruzzo armato, ponticelli) e le verifiche statiche⁶³ e idrauliche. La relazione di calcolo deve contenere riferimento all'eventuale normativa, la specifica delle caratteristiche meccaniche dei materiali, l'analisi dei carichi ed i risultati dei calcoli di verifica.

I **piani di sicurezza e coordinamento** sono obbligatori nei casi previsti dalla legge (D.Lgs. 494/96 come modificato dal D.Lgs. 528/99). Per una sintetica descrizione dei contenuti dei piani e delle disposizioni di legge cfr. § 7.4.

Per quanto riguarda il **computo metrico estimativo**, che prende nome di “definitivo” per questa fase della progettazione, con un bisticcio terminologico da cui non bisogna farsi trarre in inganno, valgono le considerazioni esposte nel paragrafo precedente. In questa fase, se non fatto in precedenza, occorre però definire per ciascuna voce (o gruppo di voci) del computo se si tratta di opere affidate a corpo o a misura o svolte in economia, individuando la categoria dei lavori secondo l'elenco dell'allegato A del D.P.R. 25 gennaio 2000, n. 34⁶⁴. Tali informazioni serviranno per la redazione dello schema di contratto e del bando di gara. Per le opere di viabilità non vi sono in genere particolari motivazioni per non ricorrere all'affidamento a corpo. Il computo metrico estimativo e soprattutto il capitolato dovranno essere organizzati in modo da permettere la contabilizzazione dei lavori a metro lineare, facilitando così le operazioni di verifica durante i lavori ed evitando contestazioni su quantità di lavoro presumibilmente svolte non facilmente misurabili (ad es. volumi di terra o roccia).

L'**elenco dei prezzi unitari** è un elenco che contiene tutti i prezzi utilizzati nel computo metrico con riferimento sia a lavorazioni o opere complete date in opera (ad esempio palificata a doppia parete) sia a voci elementari per materiali (ad esempio ghiaia di una determinata pezzatura), noli di attrezzature o manodopera. I prezzi sono desunti dai prezziari ufficiali disponibili (pubblicati dalle Regioni, dalle Camere di Commercio o da altri Enti pubblici). Il ricorso a prezziari ufficiali è obbligatorio per opere pubbliche ed opere di committenza privata da eseguire con contributo pubblico. Tuttavia, in assenza di prezzi contenuti negli elenchi ufficiali per determinati materiali il progettista può fare ricorso ai prezzi correnti del materiale indicando nell'elenco prezzi del progetto la voce “prezzo di mercato”. Qualora invece le voci di prezzo dei prezziari ufficiali mal si adattino ad una particolare lavorazione, per le caratteristiche dell'opera stessa o delle condizioni ambientali in cui si opera, il progettista redige un'analisi prezzi.

⁶¹ Si veda Circolare Min. LL.PP. 25/2/1991, n. 34233 “Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali”.

⁶² Istruzioni per la redazione dei progetti di strada vedi § 6.15. B.U. C.N.R. 5 maggio 1980, N. 77.

⁶³ Sono obbligatorie per opere di attraversamento con luci superiori a 2 m. B.U. C.N.R. 5 maggio 1980, N. 77 § 6.16.

⁶⁴ Le categorie generali di lavori al solito interessate dal tipo di lavori in esame sono la OG3 “Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, metropolitane”, o preferibilmente la OG8 “Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica” e la OG13 “Opere di ingegneria naturalistica”.



Figura 7.7 - *Danni per il passaggio dei mezzi di esbosco su una pista trattorabile. Tali danni sono in parte contenibili vietando la circolazione dei trattori nei giorni successivi a precipitazioni atmosferiche. Se le attività di esbosco hanno una certa rilevanza e continuità occorre prevedere i costi di ripristino della pista al termine delle utilizzazioni (Acceglio – Cn).*

L'**analisi prezzi** è il computo metrico della singola lavorazione o opera, calcolato per una unità di misura. Nel redigere l'analisi prezzi si deve sempre fare riferimento, nella misura del possibile, a voci elementari di prezzo. Il ricorso a prezzi unitari derivanti da analisi prezzi specifiche permette di meglio calibrare il reale costo dell'opera alla situazione in cui essa viene realizzata. Nei cantieri di montagna difficilmente accessibili i materiali e le lavorazioni hanno spesso costi assai superiori a quelli di pianura e di facile accesso e perciò accade che senza adeguate analisi dei costi, svolte a priori, la stima dei costi non sia congrua con il tipo di intervento a progetto.

Il **piano di manutenzione** dell'opera si articolerebbe secondo la normativa in 3 elaborati, che nel caso della viabilità forestale si ritiene possano essere ridotti ad uno, che può integrare i contenuti del *manuale di manutenzione* e del pro-

gramma di manutenzione. Nella prima sezione (manuale) esso descrive le operazioni da eseguire, le localizza graficamente ed indica le risorse necessarie. La seconda (il programma) stabilisce una scaletta di controlli e di interventi. Il piano di manutenzione non è obbligatorio e può essere omissso a discrezione del Responsabile del procedimento (art. 40 c.6 sub d. del regolamento). Tuttavia, poiché la manutenzione delle opere di viabilità agro-silvopastorale è in genere assai carente e viene svolta comunque in forma episodica dopo il verificarsi del danno, si ritiene assai opportuno che attraverso questo elaborato venga evidenziata alle Amministrazioni committenti la necessità di tale attività per la salvaguardia dell'opera stessa e del territorio. Come tutte le misure preventive la manutenzione risulta nel medio e lungo termine più conveniente della filosofia di intervenire solo nei casi di urgenza.

Il **cronoprogramma** stabilisce il calendario presuntivo dei lavori e può essere redatto sotto forma di tabella (le intestazioni di colonna rappresentano le settimane dell'arco temporale interessato dai lavori, le intestazioni di riga recano le lavorazioni e opere previste, eventualmente accorpate tra loro), o di diagramma di Janut, diagramma di flusso o grafo di P.E.R.T.⁶⁵. È opportuno richiedere ed esigere dalla ditta aggiudicataria dell'appalto la presentazione di un programma dei lavori per iscritto. A tal fine si può inserire questa richiesta come clausola del capitolato d'appalto.

Lo **schema di contratto** contiene le clausole destinate a regolare i rapporti tra il soggetto pubblico realizzatore (stazione appaltante) ed il soggetto che, in seguito a gara od altre procedure di affidamento, assume l'onere della realizzazione materiale (impresa). Lo schema di contratto fa in particolare riferimento ai termini di esecuzione, alle penali, alle eventuali sospensioni, riprese e proroghe del termine di ultimazione dei lavori, agli oneri a carico dell'impresa ed alle modalità di contabilizzazione e collaudo dei lavori (si veda art. 45 D.P.R. 554/99). Tale elaborato conviene sia redatto in forma succinta, in quanto deve contenere gli elementi che non siano già specificati nella normativa vigente, ovvero nel-

⁶⁵ Anagramma di *Project Evaluation Review Technics*.

l'ordine la L. 109/94, il D.P.R. 554/99 ed il D.M. 19 aprile 2000 n. 145 (capitolato generale d'appalto). È opportuno specificare quali sono gli elaborati progettuali che fanno parte integrante del contratto e quali invece vengono consegnati alla ditta a titolo informativo-illustrativo, ma non possono essere fatti oggetto di negoziazione contrattuale.

Il **capitolato speciale d'appalto** riguarda le prescrizioni tecniche ed economiche del contratto. Nella prima parte contiene una *“compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche ad integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto esecutivo”*, descrivendo le diverse lavorazioni oggetto dell'appalto, i relativi importi e le modalità di affidamento (a corpo o a misura). Nella seconda parte illustra minutamente le norme generali da tenere nella condotta dei lavori, i requisiti di accettazione dei materiali, le modalità e l'ordine di esecuzione dei lavori e quelle di misurazione ai fini della contabilità (ad esempio può essere richiesto che per una data lavorazione venga utilizzato l'escavatore a cucchiaio rovescio in luogo dell'apripista cingolato a lama anteriore, oppure può essere specificato che le spese di smaltimento dei materiali inerti in discarica vengono riconosciute previo presentazione delle bolle di trasporto, ecc.). Nel redigere il capitolato (soprattutto per quanto riguarda la prima parte) bisogna tenere presente che questo sarà probabilmente l'unico documento progettuale di cui l'impresa prenderà visione prima di formulare la propria offerta.

7.3.4 Quadro economico

Con riferimento all'art. 17 del Regolamento di attuazione, i quadri economici degli interventi *“sono predisposti con progressivo approfondimento in rapporto al livello di progettazione al quale sono riferiti”* e prevedono la seguente articolazione del costo complessivo:

- Lavori a misura ed a corpo.
- Somme a disposizione per la stazione appaltante per:
 - lavori in economia previsti nel progetto ed esclusi dall'appalto (ad esempio per il

- taglio della vegetazione lungo la traccia);
- rilievi, accertamenti, indagini, (relazione geologica, indagini geotecniche);
- imprevisti (ad esempio opere di drenaggio per la presenza di vene d'acqua; rottura di tubazioni sotterranee durante i lavori);
- acquisizione di aree;
- spese tecniche per progettazione, direzione lavori e coordinamento della sicurezza;
- spese per pubblicità ove previsto;
- I.V.A.

L'importo dei lavori deve essere suddiviso fra esecuzione delle lavorazioni ed importo per l'attuazione dei piani di sicurezza.

Una corretta valutazione delle somme a disposizione è particolarmente importante in sede di progettazione preliminare, dove si ricorda di non dimenticare le somme per indennità di espropriazione ed occupazione temporanea se un'opera pubblica attraversa proprietà private, e di prevedere un accantonamento per lavori in economia, da eseguirsi prima, dopo o durante i lavori in appalto, secondo le procedure dell'art. 88 D.P.R. 554/99⁶⁶.

7.4 Adempimenti in materia di sicurezza

I cantieri di apertura e manutenzione della viabilità agro-silvopastorale sono soggetti alla direttiva cantieri (D.Lgs. 494/96 come modificato dal D. Lgs. 528/99), che ha lo scopo di assicurare la sicurezza nei cantieri mobili e temporanei.

Infatti l'allegato I del D.Lgs 528/99 specifica gli ambiti di applicazione della legge e cita *“... solo per la parte che comporta lavori edili o di ingegneria civile, le opere di bonifica, sistemazione forestale e sterro.”* Risultano invece esclusi dalla normativa i lavori di utilizzazione forestale (taglio boschivo) e rimboschimento.

La legge prevede che il committente o responsabile dei lavori sia il soggetto cui fa capo la responsabilità della sicurezza sul cantiere di lavoro. Nel caso di opere pubbliche il responsabile dei lavori è il responsabile del procedimento, mentre in quelle privati è il committente o un responsabile dei lavori da lui designato che può essere un professionista iscritto all'albo oppure anche il titolare dell'impresa esecutrice (vedi anche paragrafo successivo).

⁶⁶ Si veda anche Determinazione N.9/2001 del Consiglio dell'Autorità per la Vigilanza sui Lavori Pubblici recante titolo *“Ambito oggettivo di applicazione della disciplina contenuta nell'art. 88 del D.P.R. 554/99”*.

Primo obbligo per tali soggetti è quello di verificare, sulla base di elaborati tecnici, se sia necessario nominare, contestualmente all'affidamento dell'incarico di progettazione, un coordinatore per la sicurezza⁶⁷, il quale è incaricato di redigere un piano di sicurezza e coordinamento in fase di progettazione e di farlo rispettare in fase di esecuzione dei lavori.

Sono soggetti all'obbligo del coordinamento della sicurezza i seguenti cantieri:

- *cantieri in cui è prevista la presenza di più imprese, anche non contemporanea, nei quali la durata presunta dei lavori sia superiore a 200 uomini giorno;*
- *cantieri in cui è prevista la presenza di più imprese, anche non contemporanea, nei quali sono presenti rischi particolari elencati nell'allegato II del citato decreto⁶⁸.*

Poiché nell'opera di viabilità forestale quasi sempre vi sono almeno due imprese (ditta boschiva per il taglio della traccia, impresa edile per la costruzione stradale, eventuale impresa specializzata per le opere di ingegneria naturalistica), emerge la necessità di verificare, possibilmente già a livello di progetto preliminare, l'incidenza della manodopera nei costi delle singole lavorazioni unitarie e di calcolare, applicando un costo medio giornaliero della manodopera, il numero di uomini giorno previsti nel cantiere⁶⁹. A titolo del tutto indicativo si può calcolare un'incidenza media della manodopera del 50% per le opere di ingegneria naturalistica, del 20% per i lavori di movimento terra e realizzazione di scogliere in massi ciclopici, del 40% per manufatti in muratura o cls armato. Adottando un costo giornaliero della manodopera di circa 150 euro, nel caso di una pista a fondo naturale su terreni mediamente ripidi si può calcolare indicativamente da 1,5 a 2,5 uomini giorno per ogni 1.000 euro di importo lavori, in funzione dell'incidenza delle opere d'arte sul totale delle opere.

Se si prevede che operi una sola impresa (cosa che si verifica in realtà raramente), oppure qualora il cantiere non superi i 200 giorni uomo di lavoro e non comporti lavori pericolosi di cui al predetto elenco, gli adempimenti previsti dalla legge si riducono ad una comunicazione agli organi competenti della Pubblica Amministrazione individuati dalla legge per il controllo (ASL e Ispettorato del Lavoro); tale prassi è chiamata *notifica preliminare*. La notifica preliminare è necessaria anche quando vi è il Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC).

Per i contenuti di tale Piano si rimanda all'art 12 del D.Lgs 494, che recita: *"Il piano contiene l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi, e le conseguenti procedure, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori, nonché la stima dei relativi costi"*. In estrema sintesi il piano è costituito da elaborati sotto forma di relazioni, schemi grafici e schede, nei quali vengono descritte ed analizzate le lavorazioni sotto il punto di vista del rischio di incidenti e malattie professionali. L'obiettivo del piano è soprattutto quello di mettere in luce i possibili rischi nel cantiere correlati alla presenza contemporanea di più imprese e/o lavorazioni e/o a fattori ambientali particolari, e di prescrivere adeguati provvedimenti per limitare tali rischi al minimo possibile. Il piano deve contenere inoltre le prescrizioni e procedure che permettano di verificare che ciascuno dei soggetti responsabili esegua ogni attività materiale, di controllo e di comunicazione di propria competenza atta a garantire la sicurezza sul cantiere. Per quanto attiene al calcolo degli oneri della sicurezza, occorre ricordare che questi riguardano le procedure, apprestamenti ed attrezzature atti a garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute

⁶⁷ La legge stabilisce anche i requisiti professionali e formativi richiesti al coordinatore per la sicurezza.

⁶⁸ Fra i lavori citati nell'allegato si riportano quelli che si ritiene possano interessare più frequentemente le opere di viabilità:

- Lavori che espongono i lavoratori a rischi di seppellimento o di sprofondamento a profondità superiore a m 1,5 o di caduta dall'alto da altezza superiore a m 2, se particolarmente aggravati dalla natura dell'attività o dei procedimenti attuati oppure dalle condizioni ambientali del posto di lavoro o dell'opera.
- Lavori in prossimità di linee elettriche aeree a conduttori nudi in tensione.
- Lavori comportanti l'impiego di esplosivi.
- Lavori di montaggio o smontaggio di elementi prefabbricati pesanti.

⁶⁹ I criteri di calcolo sono specificati nella Determinazione n. 37/2000 (luglio 2000) dell'Autorità per la Vigilanza sui Lavori Pubblici *"Calcolo degli oneri di sicurezza e dell'incidenza della manodopera in attesa del regolamento attuativo"*.

COMUNE DI

PROGETTO DEFINITIVO PER APERTURA E ADEGUAMENTO DI VIABILITA' FORESTALE LOC. MONTEROSSO E KARFEN

ai sensi della misura 1 azione 2d del Piano di Sviluppo Rurali 2000-2006 della Regione Piemonte

QUADRO ECONOMICO		
TOTALE LAVORI A PROGETTO		
Importo opere a corpo per interventi di adeguamento viabilità forestale	Euro	80.631,48
Importo opere a corpo per interventi di apertura viabilità forestale	Euro	82.666,23
Oneri specifici per la sicurezza	Euro	6.000,00
Arrotondamenti	Euro	2,29
IMPORTO A BASE D'ASTA	Euro	169.300,00
SOMME A DISPOSIZIONE		
I.V.A. sui lavori	Euro	16.930,00
Spese tecniche per Prog., Direzione Lavori e Certif. Lavori e per il Coordinamento Sicurezza (ex L. 494/96)*	Euro	24.910,00
Relazione ed indagini geologiche	Euro	2.000,00
Contributo E.P.A.P. (2%)	Euro	538,20
Totale I.V.A. sulle spese professionali	Euro	5.489,64
Somme a disposizione per lavori imprevisti ed indennità di occupazione ed esproprio	Euro	5.000,00
arrotondamento	Euro	0,16
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	Euro	54.868,00
TOTALE PROGETTO	Euro	224.168,00
Spesa massima ammissibile ai sensi della misura 12d PSR (4,52 km x 41.000 Euro)	Euro	185.320,00
RISORSE		
Finanziamento richiesto (I.V.A. compresa) pari al 80% della spesa massima ammissibile ed al 66% dell'importo totale del progetto	Euro	148.256,00
Risorse dell'Amministrazione di cui legname ricavato durante i lavori	Euro	75.912,00
somme in denaro	Euro	5.000,00
	Euro	70.912,00

*) comprensive di rimborso spese e sconto Enti pubblici

Torino, aprile 2003

Figura 7.8 - Esempio di quadro economico per interventi di viabilità forestale cofinanziati dall'Amministrazione regionale.

sui luoghi di lavoro. Tali oneri possono essere distinti in **oneri specifici ed aggiuntivi (OS)** (ad esempio barriere temporanee per proteggere persone o cose dall'eventuale rotolamento del materiale movimentato, gruppi semaforici per l'interruzione della viabilità pubblica interessata dai lavori, ecc.), che sono calcolati in misura supplementare alle opere e lavorazioni previste, ed in **oneri diretti (OD)** cioè considerati già all'interno delle predette voci (ad esempio recinzioni di cantiere, dispositivi di protezione individuale, riunioni aziendali sulla sicurezza, ecc.). Per stimare l'entità di queste ultime si ricorre a specifiche analisi volte a disarticolare le voci dei prezziari nelle componenti elementari (materiali, noli, manodopera, spese amministrative e generali, utile d'impresa e costi della sicurezza) secondo linee guida indicate dall'Autorità di

Vigilanza sui lavori pubblici⁷⁰. In linea di massima i costi della sicurezza incidono sui costi complessivi delle lavorazioni fino all'8%, in misura variabile da voce a voce e da progetto a progetto. In letteratura esistono numerosi manuali e pubblicazioni sull'argomento, ai quali si rimanda per ulteriori approfondimenti (Flores e Conti, 2000).

Con particolare riferimento ai lavori di scavo e protezione ed agli interventi di stabilizzazione si richiamano le seguenti norme di riferimento per la redazione del PSC nei lavori stradali:

- D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul luogo di lavoro". Capo III: Scavi e fondazioni;
- D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali

⁷⁰ Vedi nota precedente.

e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;

- ENV 1977 – I Eurocode 7 *Geotechnical Design*.

Infine è bene ricordare che oltre alla direttiva cantieri, in materia di sicurezza vige un corpo normativo piuttosto ampio, cui si deve attenere ogni attività produttiva, soprattutto se prevede l'impiego di lavoratori dipendenti. Tale corpo normativo fa capo ad un unico disposto, il **D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626** (recante titolo “Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”), che integra e coordina o semplicemente richiama altre norme, preventive o di contenuto specifico. Questo decreto legislativo introduce un sistema di procedure, valutazioni, misure di informazione e formazione organizzate secondo una logica di prevenzione globale che vede il datore di lavoro quale principale responsabile della sicurezza e salute dei lavoratori. Esso si pone come norma di carattere generale e richiama la produzione legislativa precedente per aspetti puntuali e specifici. Le ditte individuali senza dipendenti sono considerate solo come soggetti passivi della legge, ovvero sono oggetto dell'attenzione del legislatore, al pari dei privati, quando operano per conto di ditte di maggiori dimensioni. Altrimenti esse non hanno obblighi specifici. Le imprese con meno di 10 dipendenti godono di un regime semplificato, non dovendo ad esempio produrre un documento di valutazione dei rischi sul luogo di lavoro, ma solo un'autodichiarazione che tale valutazione è stata condotta. Le imprese con più di 10 dipendenti devono possedere una specifica organizzazione aziendale volta ad assicurare la prevenzione degli incidenti e la tutela della salute. È obbligatorio inoltre il **“Documento per la valutazione del rischio e la tutela salute sul luogo di lavoro”**, per la cui redazione ed aggiornamento sono previste la valutazione dei rischi nelle singole lavorazioni, verifiche periodiche dello stato di salute dei lavoratori, attività di formazione ed informazione.

Infine si ricorda che le stazioni appaltanti possono richiedere un “*Piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori*”, ai sensi dell'art. 8 della **L. 19 marzo 1990, n. 55**. Tale piano oggi può ancora venire richiesto per quei cantieri i cui lavori esclusi dall'ambito di applicazione del D.Lgs. 494/96 (ad esempio di rimboschimento). Il responsabile per l'applicazione di tale piano è il direttore tecnico di cantiere dell'impresa appaltatrice.

7.5 Iter amministrativo per la realizzazione delle opere di viabilità agro-silvopastorale

7.5.1 Opere pubbliche

La realizzazione di una strada o pista agro-silvopastorale da parte di un Ente pubblico assume la caratteristica di opera pubblica; le fasi che portano alla sua realizzazione sono stabilite da un corpo normativo piuttosto imponente, noto come “Norme sui lavori pubblici”, trattato nei precedenti paragrafi per quanto attiene le disposizioni sulla progettazione. Il diagramma di flusso dell'iter di realizzazione è illustrato in figura 7.9. L'attività di realizzazione di opere pubbliche avviene sulla base di programmi triennali, aggiornati annualmente. Nell'ambito del programma sono individuate le esigenze dell'Ente, gli interventi in grado di rispondere a tali esigenze e la loro priorità. Gli interventi previsti sono inseriti in elenchi annuali⁷¹. Quando l'Ente committente matura l'iniziativa di realizzare l'opera di viabilità, nomina un responsabile del procedimento. Il responsabile è generalmente un tecnico abilitato all'esercizio della professione (in alcuni casi può essere un funzionario dell'Ente committente; per importi complessivi del progetto inferiori a 300.000 euro ed in Comuni con meno di 3.000 abitanti è il responsabile dell'Ufficio Tecnico o della struttura corrispondente). Le fasi di progettazione, affidamento ed esecuzione sono eseguite sotto la diretta responsabilità e vigilanza di questa figura.

Il responsabile redige un documento preliminare all'avvio della progettazione che serve di base

⁷¹ Programma ed elenchi debbono essere redatti in base al D.M. LL.PP. 21 giugno 2000. Inoltre in base alla L. 166/2002 i lavori di importo sino a 100.000 euro sono esclusi dall'obbligo di inserimento nel programma triennale di realizzazione dei lavori pubblici. Parimenti per i lavori di importo superiore nel programma vi deve essere una priorità obbligata: nell'ordine manutenzione, recupero del patrimonio esistente, completamento lavori già iniziati, realizzazione di progetti esecutivi approvati, interventi per i quali ricorre la possibilità di finanziamento con capitale privato maggioritario. L'inserimento in elenco di lavori di importo inferiore a 1.000.000 di euro richiede soltanto l'approvazione di uno studio di fattibilità. Per i lavori di importo superiore occorre l'approvazione di un progetto preliminare.

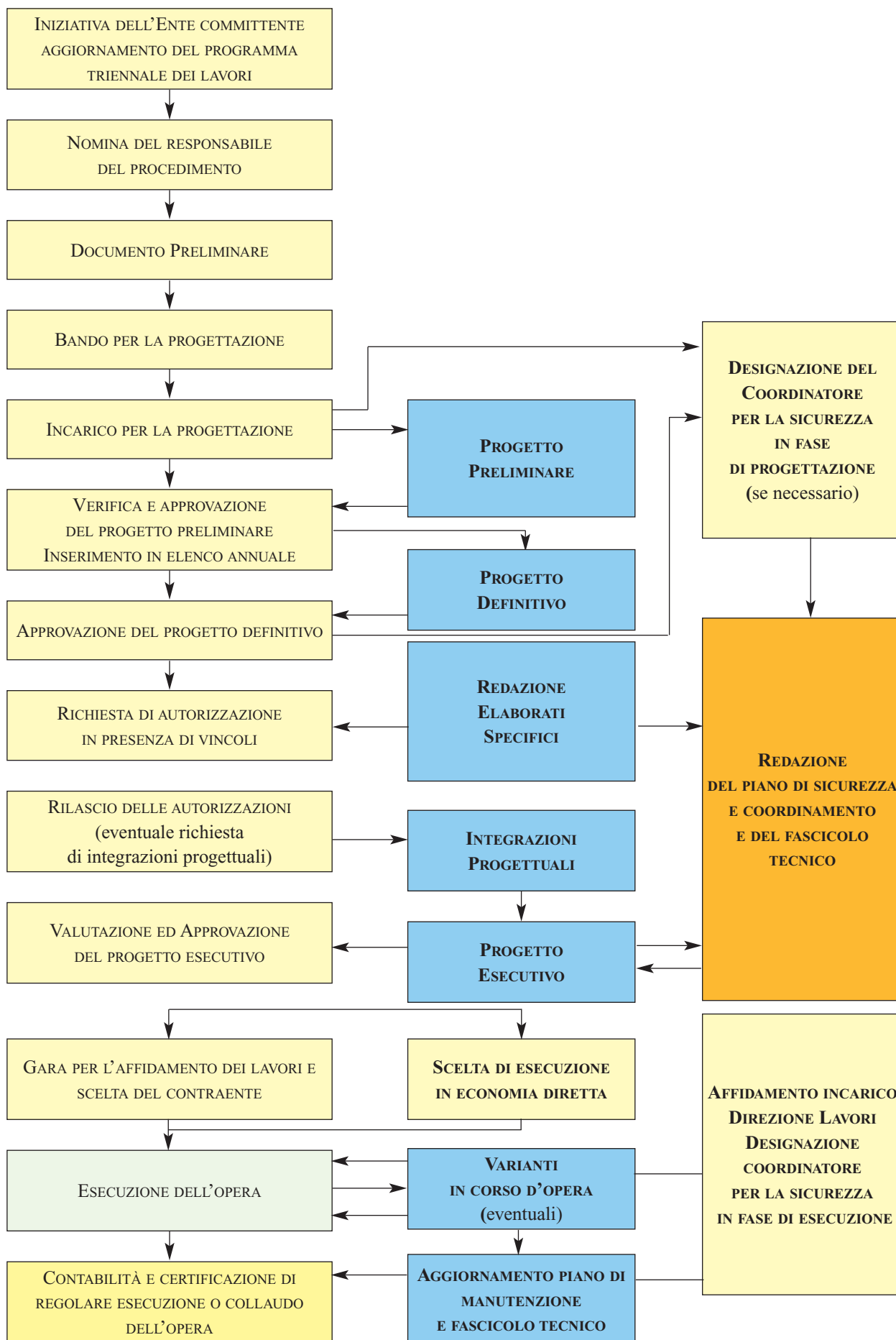


Figura 7.9 - Iter della realizzazione nel caso di committente pubblico.

all'Ente per meglio definire l'opera desiderata, che può talvolta avere carattere di studio di fattibilità ad integrazione delle indicazioni contenute in documenti di pianificazione territoriale (ad es. per le aree montane del Piemonte i Piani Forestali Territoriali). Sulla base di tale documento l'Ente avvia le procedure per affidare l'incarico della progettazione ad un professionista, nel caso in cui non disponga di personale qualificato nel proprio organico⁷². La progettazione, come visto nei paragrafi precedenti, si articola in tre fasi di successivo approfondimento, preliminare, definitiva ed esecutiva.

Il progettista di concerto con l'Ente, ed in particolare con il responsabile del procedimento, redige un progetto a carattere preliminare. Tale progetto è sottoposto a verifica da parte del responsabile del procedimento e deve essere approvato dai competenti Organi politici dell'Ente. La verifica ha lo scopo di accertare la corrispondenza delle scelte progettuali con gli obiettivi preposti dall'Ente e valutare l'impegno finanziario rispetto alle disponibilità di bilancio. Il progetto viene quindi approvato. L'approvazione consente di includere l'opera a progetto nel rispettivo elenco annuale della programmazione triennale ed il progettista redige gli elaborati del progetto definitivo.

Il progetto definitivo è sottoposto all'Ente per l'approvazione, che avviene normalmente sotto forma di determina del responsabile dell'Ufficio tecnico. L'Ente provvede inoltre, accertata la presenza di vincoli di legge che subordinano l'esecuzione dei lavori al rilascio preventivo di un'autorizzazione, a presentare ai competenti Uffici la relativa istanza corredata degli elaborati necessari all'istruttoria, che normalmente corrispondono in larga parte a quelli contenuti nel progetto definitivo. Tali Uffici possono richiedere integrazioni della documentazione e prescrivere, per giustificati motivi, modifiche al progetto al fine di garantire il rispetto dei principi di salvaguardia espressi dal vincolo (ad esempio di non superare determinati valori di pendenza nelle scarpate nel caso del vincolo idrogeo-

logico, o di utilizzare determinati materiali per la costruzione di opere di sostegno nel caso del vincolo ambientale).

In seguito all'approvazione del progetto definitivo da parte dell'Ente si passa alla redazione degli elaborati esecutivi. Il responsabile, in base al progetto preliminare o definitivo, valuta se sussistano le condizioni per nominare un coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, secondo quanto descritto nel § 7.4, che provvede a redigere il piano di sicurezza e coordinamento (PSC), in interlocutorio con il progettista.

L'affidamento congiunto delle tre fasi della progettazione e della successiva direzione e certificazione dei lavori è prassi comune, specie per opere di limitata entità; tuttavia l'Ente può affidare per giustificati motivi separatamente o a professionisti diversi gli incarichi relativi alle diverse fasi.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione può in linea di principio essere un soggetto differente dal progettista, mentre quello in fase di esecuzione dei lavori dovrebbe coincidere con la figura del direttore dei lavori.

Il progetto esecutivo è sottoposto a validazione dal responsabile del procedimento. La validazione ha lo scopo di verificare la conformità del progetto con la normativa vigente e con il documento preliminare alla progettazione. Si verifica tra l'altro la completezza degli elaborati e l'esistenza di tutte le autorizzazioni di legge necessarie.

Se la validazione ha esito positivo il progetto esecutivo è approvato dall'Ente, che stabilisce se eseguirlo in economia (in amministrazione diretta, con propri mezzi e personale) o affidarlo a ditte esterne mediante gara di appalto. Generalmente gli Enti locali non dispongono di mezzi e personale per eseguire lavori di questo tipo e ricorrono all'appalto.

La scelta da parte dell'Ente del contraente esecutore dei lavori avviene di norma mediante pubblico incanto o licitazione privata. Nel caso del **pubblico incanto** l'Ente redige e pubblica un bando di gara ed un avviso di gara⁷³. Sulla base

⁷² Per incarichi di importo inferiore a 100.000 euro il responsabile del procedimento può procedere all'affidamento a professionisti di fiducia previa verifica dell'esperienza e della capacità professionale e con motivazione della scelta in relazione al progetto da affidare. Per incarichi compresi tra 100.000 euro e la soglia di applicazione della disciplina comunitaria (circa 250.000 euro) le procedure di affidamento (in alternativa al pubblico incanto) sono disciplinate da apposito regolamento in modo da garantire la pubblicità all'affidamento, la trasparenza ed il buon andamento, garantendo la proporzionalità tra procedure e corrispettivo dell'incarico. Sopra la soglia comunitaria si applicano i decreti legislativi n. 157 e 158 del 1995.

⁷³ Gli oneri per la pubblicità dell'affidamento devono essere inserite dal responsabile del procedimento tra le somme a disposizione. Tra tali somme devono essere compresi anche eventuali oneri per la verifica degli elaborati progettuali, con modalità individuate da apposito regolamento del Governo (L. 166/2002).

degli elementi contenuti nel bando tutti i concorrenti che dispongono dei requisiti previsti dalla legge per la partecipazione possono presentare la propria offerta di ribasso sull'importo a base d'asta. Nel caso della **licitazione privata** non vi è avviso d'asta ma la gara è preceduta dalla formazione di un elenco di potenziali concorrenti ai quali l'Ente manda una lettera di invito per la partecipazione alla gara stessa. La licitazione privata consente di selezionare preventivamente i concorrenti che meglio rispondono alle caratteristiche di realizzazione dell'opera; sia per il pubblico incanto che per la licitazione privata il criterio di aggiudicazione è quello del prezzo più basso offerto.

Nel caso di importo complessivo dei lavori inferiori a 300.000 euro, e di importo superiore soltanto nel caso i lavori costituiscano interventi urgenti di ripristino di opere danneggiate da eventi calamitosi, è consentito ricorrere alla **trattativa privata**. La trattativa privata, con il concorrente che ha offerto le condizioni più vantaggiose, è preceduta da una gara informale alla quale l'Ente invita un numero di imprese selezionate, in genere inferiore rispetto al caso della licitazione privata, ma comunque stabilito dalla legge in almeno 15⁷⁴.

La Merloni limita fortemente il ricorso a questa forma di affidamento, ma nella prassi amministrativa essa non è infrequente, pur se riservata a casi particolari: ad esempio quando i precedenti tentativi di affidamento sono andati deserti, oppure le opere sono urgenti o hanno carattere altamente specialistico, per cui è necessario rivolgersi ad un numero selezionato di interlocutori.

In seguito all'aggiudicazione il responsabile nomina, se non lo ha fatto in precedenza, il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione ed il direttore dei lavori. In questo caso il coordinatore per la sicurezza potrà richiedere un adeguamento del progetto e/o del PSC.

L'impresa aggiudicataria dei lavori firma il contratto impegnandosi a rispettare un determinato cronoprogramma dei lavori; entro i successivi 45 giorni il direttore dei lavori provvede alla consegna dei lavori. I lavori sono eseguiti sotto il controllo del direttore che fa riferimento al responsabile del procedimento.

Durante la realizzazione il direttore dei lavori

può apportare variazioni alle previsioni progettuali solo di limitata entità. Tuttavia durante l'esecuzione per fattori imprevedibili e per un'ottimale riuscita dell'opera può verificarsi l'esigenza di modificare in modo significativo il tipo o la quantità delle opere in progetto, tali modifiche sono possibili previa redazione di **varianti al progetto** in corso d'opera. La legge pone precisi limiti al ricorso alle varianti e prevede che, nel caso queste siano attribuibili ad errori o omissioni di progettazione, sia il progettista a rispondere dei maggiori oneri, non solo di progettazione ma anche per l'esecuzione delle opere non previste (art. 25 L. 109/94). In tale senso può essere richiesta da parte dell'Ente Committente una specifica copertura assicurativa (art. 30).

In verità nelle opere di viabilità agro-silvopastorale non è sempre facilmente determinabile a priori la natura ed il comportamento dei substrati rocciosi oggetto di scavo. Le indagini di tipo geologico e/o geotecnico, quando presenti, sono limitate per motivi di ordine economico e tecnico. È quindi possibile che si trovino condizioni operative più facili o difficili del previsto, pur avendo ottemperato con la migliore diligenza in fase progettuale. Durante i lavori possono essere disposte **sospensioni e riprese dei lavori** quando condizioni diverse (in genere di tipo climatico) non ne consentano la regolare esecuzione. Sono anche possibili proroghe al termine dei lavori, ma solo per giustificati motivi.

Al termine dei lavori il direttore dei lavori redige il **certificato di regolare esecuzione** e la contabilità dei lavori, sulla base di dati ed osservazioni registrate su appositi documenti previsti dalla normativa in contraddittorio con la ditta esecutrice (secondo quanto normato dal Titolo XI del DPR 544/99 e per quanto non previsto da questo dalla L. 20 marzo 1865, n. 2248 Allegato F).

Se l'opera è oggetto di un contributo pubblico da parte di Provincia o Regione può seguire un atto di controllo da parte dei funzionari di questi Enti, che possono svolgere un controllo meramente formale sulla documentazione presentata oppure verificare la rispondenza delle opere alle previsioni progettuali ed ai dati della contabilità lavori. In quest'ultimo caso si può assimilare tale atto ad un collaudo definitivo dell'opera.

⁷⁴ Per importi inferiori a 40.000 euro la stazione appaltante può rivolgersi direttamente a soggetti di propria fiducia, verificandone naturalmente i requisiti. L'affidamento dei lavori a trattativa privata è possibile per importi lavori non superiori a 100.000 euro senza limitazioni, per importi superiori (fino a 300.000 euro) seguendo le prescrizioni previste all'art. 41 del R.D. 23 maggio 1924 n. 827.

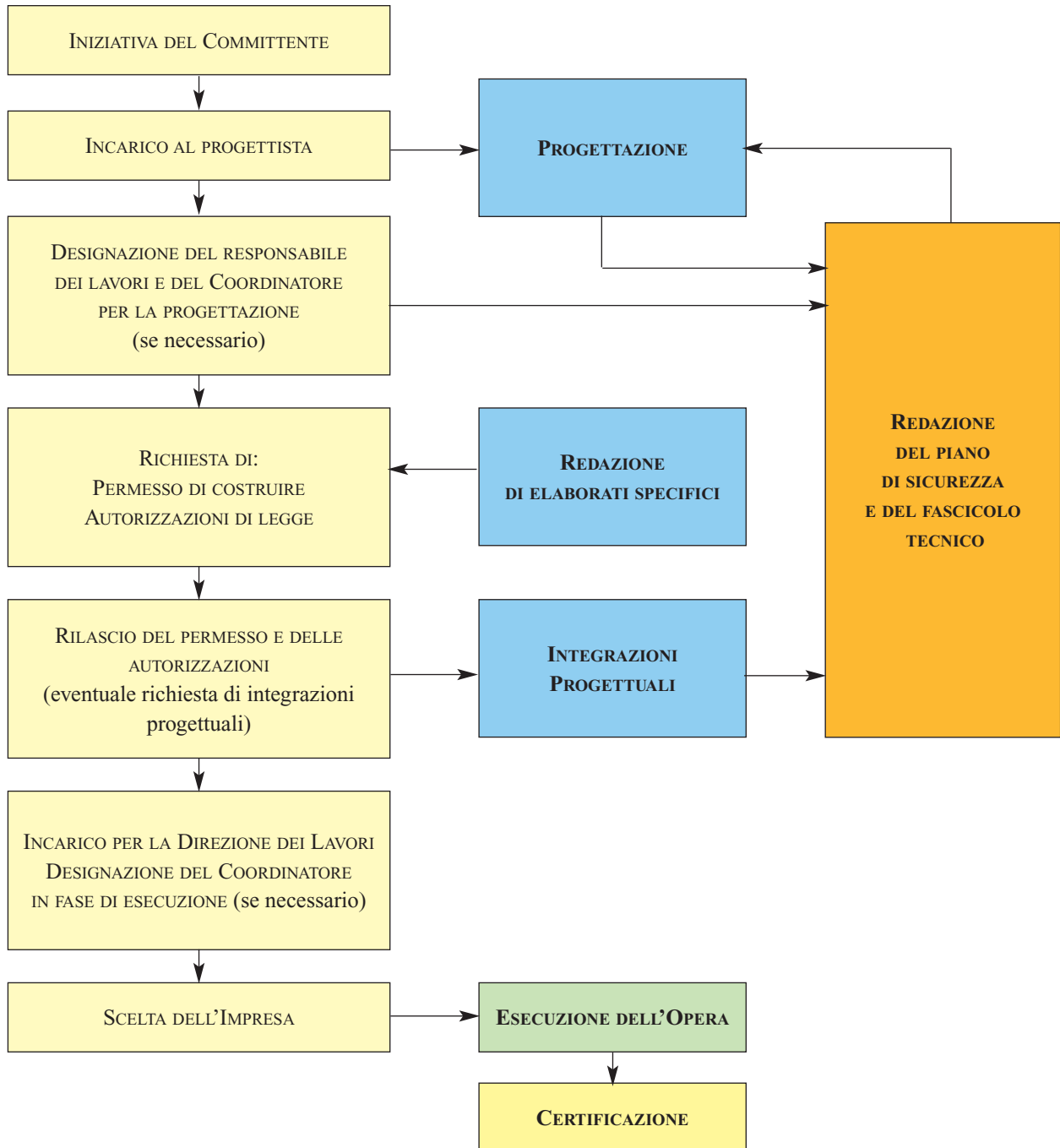


Figura 7.10 - Iter della realizzazione nel caso di committente privato.

7.5.2 Opere di committenza privata

Quando l'opera è di committenza privata, l'iter di realizzazione è semplificato (figura 7.10). Il committente sceglie il progettista e l'impresa che realizzerà l'opera su basi fiduciarie e/o economiche. La progettazione non deve necessariamente essere articolata in più fasi, ma deve essere conforme alle norme tecniche approvate dal ministero competente, valevoli sia per le opere

pubbliche che per quelle private (cfr. § 6.2). Il committente privato deve presentare domanda (al Comune competente per territorio), allegando gli elaborati progettuali richiesti dal regolamento edilizio per ottenere il permesso di costruire (già concessione edilizia). Il **permesso di costruire** viene concesso previa verifica della compatibilità dell'opera con gli strumenti urbanistici, il regolamento edilizio comunale e le norme vigenti. L'ufficio comunale può richiede-

re modifiche ed integrazioni al progetto per il rispetto della normativa e la conformità agli strumenti urbanistici.

Anche in questo caso, in presenza di vincoli che subordinano l'esecuzione dei lavori al rilascio preventivo di un'autorizzazione, il committente presenta ai competenti Uffici domanda di autorizzazione, corredata degli elaborati necessari all'esame della domanda. Se il committente non ha richiesto direttamente le autorizzazioni di legge in presenza di vincoli particolari spetta al competente ufficio comunale (Sportello unico per l'edilizia) acquisire le autorizzazioni, in assenza delle quali il permesso di costruire non può essere rilasciato.

In pratica viene di norma richiesto un progetto definitivo. Ad opera autorizzata deve essere comunicato l'inizio dei lavori per consentire eventuali controlli da parte degli Uffici Comunali e di altre Autorità competenti. Parimenti alle opere pubbliche occorrono una comunicazione di fine lavori ed un certificato di regolare esecuzione redatto da un professionista abilitato.

Poiché gli interventi di viabilità agro-silvopastorale di iniziativa privata sono normalmente di entità limitata, spesso non si rientra nei casi di applicazione della direttiva cantieri. Un'eccezione significativa è rappresentata dalle associazioni consortili, che in ambito montano realizzano e talvolta curano la manutenzione di tratti considerevoli di rete viabile al servizio delle loro proprietà. Similmente alla committenza pubblica, il soggetto privato deve designare il coordinatore per la sicurezza. Questi può però nominare anche come responsabile dei lavori il progettista o lo stesso titolare della ditta esecutrice dei lavori, delegando così parte delle incombenze previste dalla legge.

Nel caso in cui l'opera goda di un contributo pubblico vengono richieste da parte dell'Ente finanziatore procedure di progettazione e direzione lavori simili e quelle dei lavori pubblici. Possono essere inoltre imposti determinati standard costruttivi o l'impiego di materiali e tecniche costruttive a basso impatto ambientale (cfr. L.R. 45/89 Regione Piemonte).

BIBLIOGRAFIA

Opere citate

AA.VV., 1974 - *Tracé et construction des routes. Des instruments topographiques a main pour levés expédiés*. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent sur Marne, 1-6.

AA.VV., 1996 - *Cure minime per boschi con funzione protettiva*. Ed. Ufficio Federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP), Berna, 38 pp.+ allegati.

BALOCCO F., GUBETTI C., PEROTTO V., 1994 - *Piste o peste?* Ed. Pro Natura Torino, 50 pp.

BENGSTON D.N., FAN D.P., 1999 - The public debate about roads on the National Forests: an analysis of the news media, 1994-98. *Journal of Forestry*, 8, 4-10.

BONFIGLI C., SOLAINI L., 1986 - *Corso di Topografia*. Le Monnier, Firenze, Vol. III, 207-289.

BORTOLI P.L., 2001 - *La viabilità per la valorizzazione delle aree protette e della selvicoltura naturalistica*. Atti del Convegno internazionale U.N.I.F. "Viabilità forestale: aspetti ambientali, legislativi e tecnico-economici" Lago Laceno 2-3 ottobre 1998 (Av). Ed. A.G.R.A. s.r.l., Roma, 101- 128.

BOVIO G., 2001 - *La viabilità forestale e gli incendi*. Atti del Convegno internazionale U.N.I.F. "Viabilità forestale: aspetti ambientali, legislativi e tecnico-economici" Lago Laceno 2-3 ottobre 1998 (Av). Ed. A.G.R.A. s.r.l., Roma, 38-50.

C.N.R., 1980 - *Istruzioni per la redazione dei progetti di strade*. Bollettino ufficiale del CNR, Anno XIV, pt. IV, n. 77, 3-37.

CALVANI G., MARCHI E., PIEGAI F., TESI E., 1999 - *Funzioni, classificazione, caratteristiche e pianificazione della viabilità forestale per l'attività di antincendio boschivo*. L'Italia Forestale e Montana, 3, 109-125.

DAL SASSO P., PALLARA A., 1994 - *La viabilità rurale in area montana protetta*. *Genio rurale*, 3, 9-25.

DIETZ P., KNIGGE W., LOFFLER H., 1984 - *Walderschliessung*. Verlag Paul Parey- Hamburg und Berlin, 426 pp.

ENV, 1977 - *I Eurocode 7 Geotechnical Design*.

FABIANO F., MARCHI E., 1992 - *Pianificazione della viabilità forestale*. Atti del seminario U.N.I.F. "Il bosco e i suoi valori: esperienze e prospettive per la pianificazione forestale", Brasmone (BO), 196-201.

FLORES A., CONTI M., 2000 - *Manuale della sicurezza nel cantiere*. Gruppo editoriale Il Sole 24 Ore, 1168 pp.

GHERARDI L., LA MELA VECA D.S., MAETZKE F., VACANTE G., 1998 - *Rilievo GPS e tempi di lavoro nel demanio forestale "Acque Bianche" - Bivona (AG)*. Monti e Boschi, 3-4, 14-19. Ed. Edagricole, Bologna.

HAFNER F., 1972 - *Méthodes de levé applicables dans les travaux relatifs aux routes forestières*. Colloque sur les techniques de construction et d'entretien des routes forestières, Sopron (Hungary) September 1972 - CEE, FAO, ILO, 1-37.

HENTSCHEL S., 1996 - *GIS-gestützte Herleitung der flächenhaften Erschliessungswirkung von Wegenetzen am Beispiel von ARC/INFO*. Forsttechnische Informationen, 1-2, 9-13. Ed. Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e. V., Gross-Umstadt (G).

HÄYRINEN T., 1995 - *Forest road planning and landscaping*. Report of Finnish Forest and Park Service, Eastern Finland Park Area, Mikkelä, 10 pp. (vers. elettronica).

HIPPOLITI G., 1989 - *Lavoro in bosco e strade*. *Dendronatura*, 2, 15-17.

HIPPOLITI G., 1976 - *Sulla determinazione delle caratteristiche della rete viabile forestale*. *L'Italia Forestale e Montana*, 6, 241-255.

IPLA - REGIONE PIEMONTE, 2001 - *Norme tecniche regionali di pianificazione silvo-pastorale - i Piani Forestali Territoriali*. Regione Piemonte in corso di pubblicazione.

JOHANSSON S., GUNNARSSON P., 1994 - *Using GPS and GIS for Roas-Network*. Skog Forsk Results, Uppsala (S), 4 pp.

KUONEN V., 1983 - *Wald-und Güterstrassen*. Eigenverlag des Verfassers, Zurich, 743 pp.

LAURENT A., PETIT S., MAEKER V., 1996 - *Routes forestières, environnement et paysages*. *Forêt-Entreprise*, 110, 58-61.

LA ROCCA P., 1996 - *Il regime giuridico delle strade comunali e vicinali*. Maggioli Editore, Rimini, 533 pp.

LICINI F., TERZUOLO P. – *La pianificazione forestale in Piemonte*. Sherwood, 68, 5-12, 2001. Ed. Compagnia delle Foreste, Arezzo.

MARCHI E., SPINELLI R., 1997 - *L'impatto ambientale delle strade forestali*. L'Italia Forestale e Montana, LII, 4, 221-239.

PESTAL E., 1975 - *Projektierung von Forststraßen mittels Nullebene und Freihandpolygon*. Forstarchiv, 46, 9, 181-187.

PIEDALLOU C., GÉGOUT J.C., 2002 – *Étude de la précision di système GPS en milieu forestier*. Revue Foréstièrre Française, 5, 429-442.

POSTIGLIONE A., TROIANI L., 2001 – *La legislazione sulla viabilità forestale*. Atti del Convegno internazionale U.N.I.F. “Viabilità forestale: aspetti ambientali, legislativi e tecnico-economici” Lago Laceno 2-3 ottobre 1998 (Av). Ed. A.G.R.A. s.r.l., Roma, 54-72.

POZZATI A., CERATO M., 1984 - *Note pratiche sulla progettazione delle strade forestali (1ª parte)*. L'Italia Forestale e Montana, 263-274.

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO Servizio Foreste e Caccia, 1991 – *Progetto Legno - Studio per la valorizzazione della produzione legnosa*. 66 pp.

ROMANO D., 1989 - *La valutazione massima di un investimento in reti viarie forestali*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. 38, 333-400.

SANTACROCE C., CANTELE S., 1992 – *La strada carreggiabile Lanzo-Viù e l'evoluzione delle vie di comunicazione in valle*. Società Storica delle Valli di Lanzo, XLIII, 111 pp.

TAN J., 1992 - *Planning a forest road network by a spatial data handling-network routing system*. Acta Forestalia Fennica, Helsinki, 227, 7-85.

TESORIERE G., 1990 - *Strade ferrovie e aeroporti – il progetto e le opere d'arte*. Ed. UTET, Torino, Vol. I, 530 pp.

TRZESNIOWSKI A., 1990 - *Walderschließung im Gebirge Österreichs*. Forstarchiv, 61, 22-26.

Altri testi consultati

AA.VV., 1972 - *Construction standards of forest roads in relation to traffic intensity and vehicle type in the Nordic countries*. Symposium on forest road construction and maintenance

techniques, Sopron (Hungary) September 1972 CEE, FAO, ILO, 1-9.

ADAMOVICH A., 1971 - *Geometric design of forest roads: an aesthetic view*. Eight Canadian Road-side Development Conference held in Vancouver, 1-13.

ALLEGRINI C., 1996 - *Voirie forestière Réseau, entretien, coût*. Forêt-entreprise, 109, 21-22.

AMEGLIO B., PAPPALARDO G., 2002 - *Off Road 4x4 manuale tecnico di guida e viaggi in fuoristrada*. Edizioni Federazione Italiana Fuoristrada, 216 pp.

ANDRECS P., 1991 – *Ingenieurbiologische Böschungsbegrünungen mittels deckbauweise im Rahmen des Forststrassenbaues*. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Vienna, 116 pp.

ARNAUTOVIC R., 1979 - *Méthode d'optimisation de la distance moyenne de débardage*. Économie et Forêt, 31, 2, 141-149.

BAIOCCO F., 1996 – *Capitolato speciale tipo per appalti di lavori stradali*. Collana Pirola Appalti, Gruppo editoriale Il Sole 24 Ore, pp. 225.

BERNETTI G., 1965 – *La rete stradale forestale come problema di assestamento*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, 261-267.

BORTOLI P.L., 1980 - *Criteri tecnici, economici ed organizzativi per la programmazione, progettazione ed esecuzione della viabilità forestale. Prescrizioni*. Regione Friuli-Venezia-Giulia, Udine.

CAOLA E., 1980 - *Strade e smaltimento delle acque*. Terra Trentina, 534-537.

CASSANI G., 1997 – *Rilievi forestali e potenzialità operative del sistema G.P.S.*. Genio rurale, 2, 72-74.

CIELO P., MORERA A., PESCE F., 2001 - *La progettazione della viabilità forestale su computer: le possibilità di impiego di “Roadeng – Forest Engineering software”*. Atti del Convegno internazionale U.N.I.F. “Viabilità forestale: aspetti ambientali, legislativi e tecnico-economici” Lago Laceno 2-3 ottobre 1998 (Av). Ed. A.G.R.A. s.r.l., Roma, 201-203.

CROSETTI A., 1983 - *Codice delle leggi forestali*. Dott. A. Giuffrè Editore, Milano, 596 pp.

FAO, 1999 – *Environmentally sound road construction in mountainous terrain*. Forest Harvesting Case-Study n.10, 53 pp. (vers. elettronica).

GREULICH F. E., 1997 - *Optimal Economic Selection of Road Design Standards for Timber Harvesting Operations - A corrected analytical model*. Forest Science 43, 4, 589-594.

HIPPOLITI G., 1988 - *Precisazioni su alcune caratteristiche di strade e piste forestali*. Monti e Boschi, 6, 40-41.

HIPPOLITI G., 2003 - *Note pratiche per la realizzazione della viabilità forestale*. Ed. Compagnia delle Foreste, Arezzo, 96 pp.

LACROIX F., 1997 - *Des routes sur ordinateurs*. Forêt-Entreprise, 115, 63.

MACMAHON C. D., 1972 - *Forest road construction standards in relation to traffic intensity, vehicle type, and terrain conditions in Western and Central Europe*. Symposium on forest road construction and maintenance techniques, Sopron (Hungary) September 1972 CEE, FAO, ILO, 1-9.

MAZZUCCHI M., 1989 - *Selvicoltura naturalistica e sue esigenze*. Dendronatura, 2, 7-14. Associazione Forestale del Trentino, Trento.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, 1974 - *Protection des forêts méditerranéennes contre l'incendie*. Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts, N° 25 Note Technique, 1-24.

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE, 1991 - *Analisi costi-benefici e valutazione d'impatto ambientale della viabilità forestale*. Collana verde, 85, 129 pp.

ORDRE DES INGÉNIEURS FORESTIERS DU QUÉBEC, 2002 - *Manuel de Foresterie. Chapitre 26: Voirie forestière*, Presses de l'Université de Laval: 1109-1176.

PAMPANINI R., 1995 - *Viabilità rurale*. IRRES, Regione dell'Umbria, 75 pp.

POZZATI A., 1979 - *La viabilità nella gestione pianificata del bosco*. Terra Trentina, 1869-1879.

RANNER T., 1996 - *Anliegen des Naturschutzes bei der Walderschliessung*. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Vienna, 96 pp.

REUTEBUCH S.E., 1988 - *Routes: A Computer Program Preliminary Route Location*. General Technical Report PNW-GTR-216, Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 18 pp.

RIGO G., 1989 - *Viabilità e ambiente*. Dendronatura, 2, 31-34. Associazione Forestale del Trentino, Trento.

RITTER H., KÖNING B., 1968 - *Zur Planung von Rückewegenetzen*. Allgemeine Forst Zeitschrift, 23, 48, 823-825.

SCHMALZER G., 1995 - *Kostenuntersuchung im Forststrassenbau*. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Vienna, 116 pp.

SESSION J., YEAP Y. H., 1989 - *Optimizing road spacing and equipment allocation simultaneously*. Forest Products Journal, 39, 10, 43-46.

SCRINZI G., PICCI M., FLORIS A., 1999 - *Analisi in ambiente GIS per la valutazione del grado di infrastrutturazione viaria delle aree forestali*. Dendronatura, 2, 63-73. Associazione Forestale del Trentino, Trento.

STOLFINI G., VALLATI D., 1990 - *Considerazioni progettuali inerenti la viabilità montana di servizio. - I deviatori trasversali*, Brescia.

SWIFT L. W. jr., BURNS R. G., 1999 - *The three Rs of roads - Redesign Reconstruction Restoration*. Journal of Forestry, 97, 8, 40-44.

WIEST L., 1998 - *A landowner's Guide to Building Forest Access Roads*. U.S.D.A. Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry, 47 pp. (vers. elettronica).

Riferimenti legislativi

Norme Statali

Circ. Min. LL.PP. 25 febbraio 1991, n. 34233. *Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali.*

Decreto luogotenenziale 1 settembre 1918, n. 1446. *Facoltà agli utenti delle strade vicinali di costituirsi in Consorzio per la manutenzione e la ricostituzione di esse.*

D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285. *Nuovo codice della strada.*

D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626. *Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.*

D.Lgs. 19 marzo 1996, n. 242. *Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626. recante attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.*

D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494. *Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili.*

D.Lgs. 29 ottobre 1999, n. 490. *T.U. delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali.*

D.Lgs. 19 novembre 1999, n. 528. *Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494. recante attuazioni della direttiva 92/57/CEE concernente prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili.*

D.Lgs. 18 maggio 2001, n. 227. *Orientamento e modernizzazione del settore forestale, a norma dell'articolo 7 della legge 5 marzo 2001, n. 57.*

D.M. 19 aprile 2000, n. 145. *Capitolato generale d'appalto.*

D.M. LL.PP. 11 marzo 1988. *Norme tecniche sulle indagini riguardanti i terreni e le rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*

D.M. LL.PP. 4 maggio 1990. *Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali.*

D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996. *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle*

strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. LL.PP. 21 giugno 2000, n. 5374/21/65. *Modalità e schemi-tipo per la redazione del programma triennale, dei suoi aggiornamenti annuali e dell'elenco annuale dei lavori, ai sensi dell'articolo 14 della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni.*

D.M. LL.PP. 5 novembre 2001. *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.*

D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164. *Norme per la prevenzione degli infortuni sul luogo di lavoro. Capo III: Scavi e fondazioni.*

D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616. *Attuazione della delega di cui all'art. 1 della L. 22 luglio 1975, n. 382.*

D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554. *Regolamento di attuazione della legge 11 febbraio 1994, n. 109.*

D.P.R. 25 gennaio 2000, n. 34. *Regolamento recante istituzione del sistema di qualificazione per gli esecutori di lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 8 della legge 11 febbraio 1994, n. 109 e successive modificazioni.*

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380. *T. U. delle disposizioni legislative in materia di edilizia.*

L. 20 marzo 1865, n. 2248. *Legge sulle opere pubbliche. All. F Classificazione e regime giuridico delle strade pubbliche.*

L. 17 agosto 1942, n. 1150. *Legge urbanistica.*

L. 12 febbraio 1958, n. 126. *Disposizioni per la classificazione e la sistemazione delle strade di uso pubblico.*

L. 5 novembre 1971, n. 1086. *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.*

L. 28 gennaio 1977, n. 10. *Norme per la edificabilità dei suoli.*

L. 8 agosto 1985, n. 431. *Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 312/85.*

L. 19 marzo 1990, n. 55. *Nuove disposizioni per la prevenzione della delinquenza di tipo mafioso e di altre gravi forme di manifestazione di pericolosità sociale.*

L. 6 dicembre 1991, n. 394. *Legge quadro sulle aree protette.*

L. 11 febbraio 1994, n. 109. *Legge quadro in materia di lavori pubblici.*

L. 1 agosto 2002, n. 166. *Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti.*

L. 1 agosto 2003, n. 214. *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada.*

R.D. 29 giugno 1939, n. 1497. *Protezione delle bellezze naturali.*

Norme regionali

D.G.R. Lombardia 14 aprile 1987, n. 19653. *Definizione delle strade e piste forestali che rientrano nelle opere antincendio e in quelle di conservazione ed utilizzazione boschiva.*

L.R. Piemonte 5 dicembre 1977, n. 56. *Tutela ed uso del suolo.*

L.R. Piemonte 4 settembre 1979, n. 57. *Norme relative alla gestione del patrimonio forestale.*

L.R. Piemonte 2 novembre 1982, n. 32. *Norme per la conservazione del patrimonio naturale e dell'assetto ambientale.*

L.R. Piemonte 3 aprile 1989, n. 20. *Norme in materia di tutela di beni culturali, ambientali e paesistici.*

L.R. Piemonte 9 agosto 1989, n. 45. *Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici. Abrogazione legge regionale 12 agosto 1981, n. 27.*

L.R. Piemonte 22 marzo 1990, n. 12. *Nuove norme in materia di aree protette.*