



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale delle strade USTRA

DIRETTIVA

NODI SECONDARI

Linee guida di impostazione progettuale e operativa

Edizione 2018 V1.00

ASTRA 15020

Colophon

Autori/Gruppo di lavoro

Joseph Cédric (USTRA N-VIM, presidenza)
Sigrîd Pirkelbauer (USTRA, N-VIM)
Thomas Gasser (Rudolf Keller & Partner, Verkehrsingenieure AG, MuttENZ)
Kevin Zacher (Rudolf Keller & Partner, Verkehrsingenieure AG, MuttENZ)

Traduzione (fa fede la versione originale in tedesco)
Servizi linguistici USTRA (traduzione italiana e francese)

A cura di

Ufficio federale delle strade USTRA
Divisione Reti stradali N
Standard e sicurezza infrastrutture SSI
3003 Berna

Ordinazione

Il documento può essere scaricato gratuitamente all'indirizzo www.astra.admin.ch.

© USTRA 2018

Riproduzione consentita, salvo a fini commerciali, con citazione della fonte.

Prefazione

Le strade nazionali, originariamente progettate e costruite come arterie di scorrimento per la grande viabilità, assorbono oggi sempre più spesso anche il traffico di portata locale in corrispondenza delle principali aree urbane, contribuendo non solo a decongestionare le reti cittadine ma anche a collegare frazioni e quartieri oltre ad avvicinare i centri economici del Paese.

Il progressivo intensificarsi del traffico, ormai in crescita esponenziale sulla rete nazionale, si ripercuote sulle aree di svincolo, diventate veri punti nevralgici del sistema viario, dove si moltiplicano i disagi con code in autostrada causate da copiosi flussi in entrata o da ingorghi in uscita verso i nodi secondari intasati con conseguenze anche sul trasporto pubblico e sulla mobilità lenta. Sempre più spesso, progettare e perfezionare i sistemi viari significa quindi integrare requisiti e processi diversi nell'ambito di un'attività di pianificazione e gestione coordinata.

È possibile rimediare alla problematica riorganizzando la situazione agli svincoli con interventi adatti a ottimizzare il funzionamento dell'asse stradale e ripristinare una circolazione sicura e regolare. Intervenedo direttamente sulle aree di svincolo si contribuisce a mantenere scorrevole la circolazione sull'asse principale della rete stradale nazionale e a limitare le problematiche derivanti dall'afflusso di traffico in entrata e in uscita. In particolare, si sfruttano gli spazi di accumulo nelle aree di transizione verso la viabilità ordinaria per non compromettere le reti viarie periferiche.

La presente direttiva stabilisce i criteri di configurazione tecnica e operativa per la gestione dei nodi secondari. È da intendersi come linea guida per i committenti e i gestori delle strade nazionali nonché ai rispettivi progettisti e fornitori.

Ufficio federale delle strade

Jürg Röthlisberger
Direttore

Indice

	Colophon	2
	Prefazione	3
1	Introduzione	7
1.1	Scopo della direttiva	7
1.2	Campo d'applicazione	7
1.3	Destinatari	7
1.4	Entrata in vigore e cronologia redazionale.....	7
2	Delimitazioni	8
3	Obiettivi	9
4	Considerazioni generali e applicazione	10
5	Intersezioni non semaforizzate	11
5.1	Capacità	11
5.2	Direzionamento del traffico	11
5.2.1	Ripartizione più funzionale delle corsie.....	11
5.2.2	Separazione dei flussi TMP-TP.....	11
5.2.3	Direzionamento della mobilità lenta	12
5.3	Segnaletica.....	12
6	Intersezioni a rotatoria	13
6.1	Capacità	13
6.2	Direzionamento del traffico	13
6.2.1	Ripartizione più funzionale delle corsie.....	13
6.2.2	Separazione dei flussi TMP-TP.....	13
6.2.3	Direzionamento della mobilità lenta	14
6.3	Segnaletica.....	14
7	Intersezioni semaforizzate	15
7.1	Capacità	15
7.2	Direzionamento del traffico	15
7.2.1	Ripartizione più funzionale delle corsie.....	15
7.2.2	Separazione dei flussi TMP-TP.....	15
7.2.3	Direzionamento della mobilità lenta	15
7.3	Impianto esterno	16
7.3.1	Segnaletica.....	16
7.3.2	Rilevazione del traffico (rilevatori).....	16
7.3.3	Centralina di controllo	17
7.4	Criteri di base	18
7.4.1	Disposizioni generali	18
7.4.2	Tempi intermedi, transitori e minimi	18
7.4.3	Livello di regolazione macroscopico	18
7.4.4	Livello di regolazione microscopico	18
8	Altre misure	19
8.1	Predosaggio nel controllo accesso rampe	19
8.2	Display informativi	19

9	Monitoraggio	20
9.1	Considerazioni generali.....	20
9.2	Specifiche per intersezioni semaforizzate.....	20
	Allegati	21
	Acronimi	37
	Glossario	39
	Riferimenti normativi e bibliografici	40
	Cronologia redazionale	43

1 Introduzione

1.1 Scopo della direttiva

La presente direttiva indica come configurare, determinare e gestire in maniera uniforme i nodi secondari esistenti e pianificati ex novo nelle aree di svincolo delle strade nazionali svizzere. Il documento, parte integrante della raccolta di direttive per la gestione del traffico, specifica le prescrizioni della Direttiva ASTRA 15003 “Gestione del traffico sulle strade nazionali (Direttiva generale VM-NS)” [2] e va a integrare i requisiti delle normative svizzere vigenti.

1.2 Campo d’applicazione

La direttiva si applica alla progettazione e all’attuazione di misure di gestione tecnica del traffico in corrispondenza dei nodi secondari. Le prescrizioni sono destinate a uniformare gli interventi volti a ottimizzare la viabilità in presenza di nodi secondari congestionati o a ridurre al minimo eventuali carenze di sicurezza.

Le prescrizioni per le rampe nelle aree di svincolo sono oggetto di trattazione separata nella Direttiva ASTRA 15015 “Rampenbewirtschaftung” [3].

Esecuzioni tecniche (tracciato) e impianti (BSA), così come la programmazione di strumenti operativi dinamici, non sono oggetto della presente direttiva.

1.3 Destinatari

La direttiva è rivolta ai committenti e ai gestori delle strade nazionali e della rete stradale secondaria nonché ai rispettivi progettisti e fornitori. È altresì vincolante per i tecnici di viabilità chiamati a valutare e a pianificare l’applicazione di misure di gestione degli svincoli.

1.4 Entrata in vigore e cronologia redazionale

La presente direttiva “Nodi secondari (Edizione 2018)” entra in vigore in data 01.04.2018. La cronologia è riportata a pagina 43.

2 Delimitazioni

Il nodo secondario fa parte dell'anello di congiunzione di rete denominato "Svincoli e nodi secondari" della Direttiva USTRA 15003 "Gestione del traffico sulle strade nazionali (Direttiva generale VM-NS)" [2] e costituisce il punto di collegamento fra le strade principali (SP) della rete secondaria e gli ingressi nonché le uscite delle strade a grande capacità (SGC). In aggiunta alle aree d'intersezione con le strade nazionali di 1^a e 2^a classe, i contenuti della direttiva sono applicabili anche ai nodi delle strade nazionali di 3^a classe.

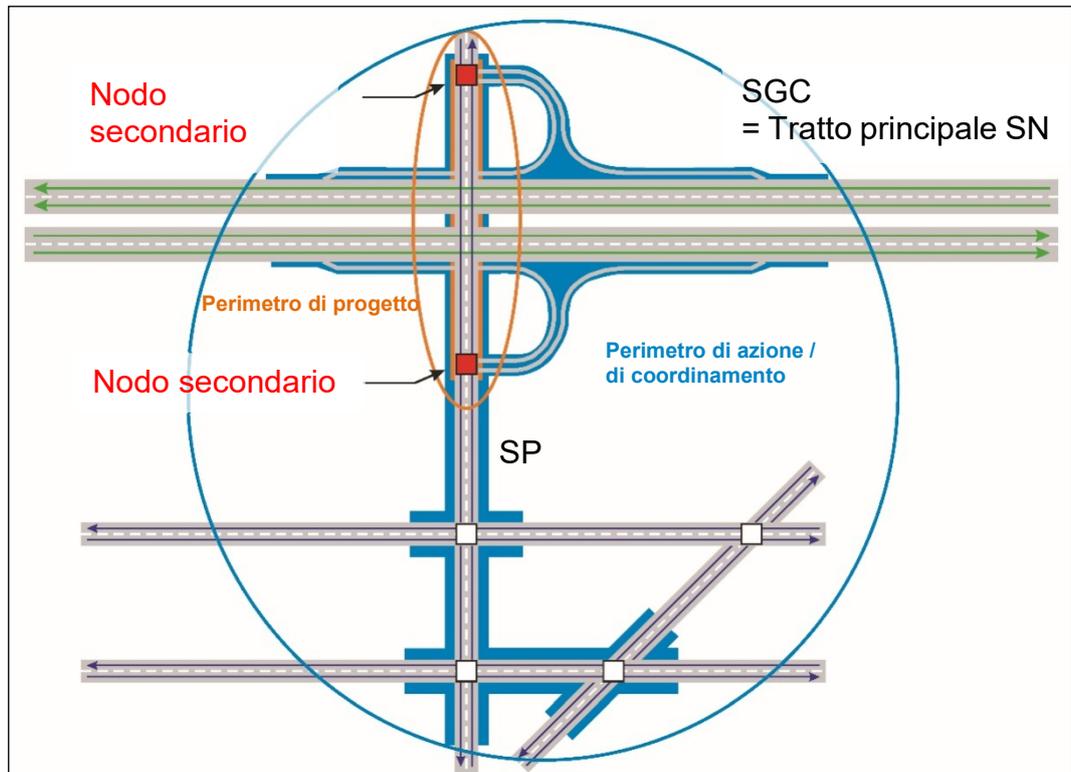


Fig. 2.1 Area d'influenza del nodo secondario

Di regola le attività tecniche e operative svolte nel perimetro di progetto rientrano nella competenza dell'USTRA. Il perimetro di azione e coordinamento invece, che comprende almeno il perimetro di progetto e include tutti gli altri elementi che incidono sulle condizioni di viabilità delle rampe o che ne sono influenzati – in particolare il tratto principale e le successive entrate/uscite – si estende abbracciando l'area condivisa con altri gestori e strutture (Cantone, città, centri commerciali, impianti per il tempo libero).

La direttiva descrive gli interventi operati sui nodi secondari (perimetro di progetto) tenendo conto delle interazioni esistenti con elementi contigui nel perimetro di azione e/o di coordinamento. Essi comprendono le strade principali (SP), gli accessi e le uscite delle strade a grande capacità e le SGC stesse.

3 Obiettivi

L'andamento poco fluido del traffico veicolare in corrispondenza del nodo secondario può generare incolonnamenti in uscita dalla SGC. Possono inoltre insorgere conflitti d'interesse con la mobilità lenta (ML) e rispetto alla necessità di privilegiare il trasporto pubblico (TP) nonché soccorsi e forze dell'ordine. Gli elementi che possono compromettere la viabilità mettendo a rischio la sicurezza vanno quindi evitati attraverso misure di ottimizzazione del flusso di traffico, senza tuttavia generare ulteriori fonti di pericolo.

Vengono quindi perseguite le seguenti finalità:

- Viabilità affidabile per il traffico motorizzato privato (TMP) nel nodo secondario:
 - mantenendo scorrevole la circolazione sulla SGC per ragioni di sicurezza e capacità;
 - evitando l'insorgere di incolonnamenti sull'asse principale SN in corrispondenza delle uscite;
 - cercando di mantenere stabile il flusso veicolare sulla SGC;
- Ritardi minimi sostenibili per il TP così da assicurare la stabilità degli orari;
- Tempi di attesa brevi, fermate limitate e percorsi diretti a livello sfalsato per la mobilità lenta:
 - tenendo in considerazione le raccomandazioni di Conferenza Bici Svizzera sul traffico ciclistico nelle aree di influenza delle strade a grande capacità ("Veloverkehr im Einflussbereich von Hochleistungsstrassen (HLS)" [27];
 - osservando inoltre le raccomandazioni concernenti l'edilizia priva di barriere architettoniche e adeguata alle esigenze delle persone disabili.

In caso di conflittualità fra gli obiettivi valgono le seguenti priorità:

- Priorità 1: viabilità stabile sull'asse principale SN;
- Priorità 2: ritardi minimi sostenibili per il TP;
- Priorità 3: tutti gli altri obiettivi.

4 Considerazioni generali e applicazione

Gli interventi di ottimizzazione ai fini degli obiettivi indicati al cap. 3 si intendono sia per i nodi secondari esistenti che per quelli pianificati ex novo. Differenziandosi a seconda dello schema di configurazione, sono così illustrati:

- Cap. 5: Intersezioni non semaforizzate
- Cap. 6: Intersezioni a rotatoria
- Cap. 7: Intersezioni semaforizzate
- Cap. 8: Altre misure

La procedura di verifica degli interventi necessari varia a seconda dei due seguenti casi:

- nei nodi secondari pianificati ex novo vanno ponderate tutte le misure ovvero le configurazioni dei nodi, al fine di determinare la variante più funzionale;
- per i nodi secondari già esistenti si verifica in primo luogo la possibilità di ottimizzare la configurazione presente. Solo in seconda battuta si prendono in considerazione schemi alternativi.

Tenendo conto degli interessi multimodali e dei diversi conflitti fra gli obiettivi sia per lo stato reale (Z0) che per quello pronosticato (Z0 + 15 anni), le operazioni necessarie si determinano applicando per tutte le corsie il livello di servizio (LdS) D o superiore (in termini di fluidità). Il flusso veicolare dev'essere mantenuto sia sull'asse principale SN (priorità 1) che sulla rete stradale secondaria (priorità 2). Occorre evitare la formazione di ingorghi nei nodi adiacenti e in particolare sull'asse principale SN. In caso contrario si dovranno prevedere modifiche strutturali o strategie di gestione del traffico al fine di creare e sfruttare opportuni spazi di accumulo. È altresì necessario ridurre al minimo i tempi di attesa e il numero di fermate di tutti gli utenti della strada.

Vanno privilegiate in particolare le linee TP e i veicoli di soccorso e forze dell'ordine attraverso percorsi di emergenza definiti (specie in presenza di impianti semaforici). Sui nodi secondari con linee TP vanno previsti ritardi minimi sostenibili per i mezzi pubblici, al fine di garantire la stabilità degli orari.

Inoltre, occorre attivarsi al fine di assicurare una gestione semplice e sicura della mobilità lenta, secondo quanto raccomandato da Conferenza Bici Svizzera sul traffico ciclistico nelle aree di influenza delle strade a grande capacità ("Veloverkehr im Einflussbereich von Hochleistungsstrassen (HLS)" [27]).

Oltre all'analisi del flusso veicolare, è necessario garantire la sicurezza sul nodo. Si consiglia l'utilizzo dell'applicazione tecnica VUGIS predisposta dall'USTRA per identificare i tratti a rischio incidente, da illustrare in fase di progettazione descrivendo le soluzioni necessarie.

A tale proposito occorre sempre inquadrare l'intero perimetro d'azione ovvero di coordinamento, ragionando in un'ottica complessiva, oltre il perimetro di progetto.

La pianificazione dei lavori richiede un coordinamento interdisciplinare fra urbanistica (studio del problema e dell'impatto) e ingegneria stradale.

5 Intersezioni non semaforizzate

5.1 Capacità

Per valutare un'intersezione non semaforizzata occorre dimostrare la capacità richiesta sulla base del calcolo riportato nella norma SN 640 022 "Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten ohne Lichtsignalanlage" [6] o mediante una simulazione dei flussi veicolari.

5.2 Direzione del traffico

Qualora non sia possibile soddisfare i criteri di applicazione secondo il cap. 4 e la capacità secondo il cap. 5.1 si dovranno prendere in considerazione ulteriori misure:

- Scarsa efficienza del nodo o coda causata da un'intersezione a monte:
 - ripartizione più funzionale delle corsie (cap. 5.2.1)
 - riconfigurazione dello schema di intersezione: a rotatoria (cap. 6) o con semaforo (cap. 7)
 - ulteriori misure sulla rete stradale secondaria
- Ritardi TP non sostenibili:
 - separazione più efficace dei flussi TMP-TP (cap. 5.2.2)
 - riconfigurazione dello schema di intersezione: a rotatoria (cap. 6) o con semaforo (cap. 7)
- Problemi di sicurezza o tempi di attesa e/o di attraversamento elevati per la ML (cap. 5.2.3):
 - separazione più efficace dei flussi di TMP-ML
 - gestione chiara e semplice della mobilità lenta
 - riconfigurazione dello schema di intersezione: a rotatoria (cap. 6) o con semaforo (cap. 7)

5.2.1 Ripartizione più funzionale delle corsie

Qualora la capacità di un'intersezione non semaforizzata sia insufficiente, occorre dapprima verificare se è possibile risolvere il problema ottimizzando la ripartizione delle corsie. A tal fine esistono diverse possibilità: da un lato è possibile modificare l'attribuzione delle corsie, utilizzando la superficie di circolazione esistente e predisponendo, ad esempio, una corsia riservata per la svolta a sinistra al posto di una corsia mista. Dall'altro è possibile modificare la priorità dei flussi di traffico (ad es. flusso in uscita dall'asse principale della SN come direzione principale anziché secondaria).

Se l'introduzione di misure semplici non è sufficiente, occorre analizzare in seconda battuta il possibile ampliamento dello spazio di accumulo, prolungando a tal fine le singole corsie o predisponendo corsie supplementari.

5.2.2 Separazione dei flussi TMP-TP

Se un nodo secondario genera ritardi eccessivi sulle linee TP, si dovrà valutare come separare meglio i flussi di TMP e TP. A titolo esemplificativo si possono analizzare le seguenti misure:

- corsia per bus separata
- corsia per bus abbinata a corsia di preselezione
- regolazione semaforizzata per esigenze specifiche (ad es. sistemi di dissuasori mobili per riservare il transito agli autobus)

5.2.3 Direzionamento della mobilità lenta

Un direzionamento inadeguato della ML nei nodi secondari può generare problemi in termini di capacità e di sicurezza. Per evitare situazioni di questo tipo è possibile ricorrere alle seguenti soluzioni:

- svolta a sinistra indiretta
- corsie di preselezione separate per il traffico ciclistico
- pavimentazione colorata delle aree di transito ciclistico per una maggiore riconoscibilità dei punti di conflitto e dei corridoi ciclabili
- corsie ciclabili, event. corridoi separati per il traffico ciclistico
- ciclopista
- corsie riservate a biciclette e TP
- spostamento di strisce pedonali
- sottopassaggio pedonale

Sono possibili ulteriori misure per la separazione TMP-ML, volte a garantire in primo luogo la sicurezza di ciclisti e pedoni (vedi anche le raccomandazioni di Conferenza Bici Svizzera sul traffico ciclistico nelle aree di influenza delle strade a grande capacità "Veloverkehr im Einflussbereich von Hochleistungsstrassen (HLS)" [27]). Raramente si rende necessaria una separazione totale per questioni di capacità.

5.3 Segnaletica

Di regola l'aspetto, la disposizione e l'installazione dei segnali nelle intersezioni non semaforizzate devono essere conformi a quanto previsto dalla "Ordinanza sulla segnaletica stradale (OSStr)" [1] (RS 741.21) e dalla norma svizzera SN 640 846 "Signale; Anordnung an Haupt- und Nebenstrassen" [19]. Occorre inoltre osservare gli standard cantonali e le condizioni locali, uniformandosi alle particolarità specifiche del Cantone di riferimento.

6 Intersezioni a rotatoria

6.1 Capacità

Per valutare un'intersezione a rotatoria occorre dimostrare la capacità richiesta sulla base del calcolo riportato nella norma SN 640 024 ("Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Knoten mit Kreisverkehr") [8] o mediante una simulazione del flusso veicolare.

6.2 Direzione del traffico

Qualora non sia possibile soddisfare i criteri di applicazione secondo il cap. 4 e la capacità secondo il cap. 6.1, si dovranno prendere in considerazione ulteriori misure:

- Scarsa efficienza del nodo o coda causata da un'intersezione a monte:
 - direzionamento ottimizzato del traffico ad es. tramite by-pass, turbo-rotatorie, premistamento ottimale per mezzo di indicatori di direzione (cap. 6.2.1)
 - riconfigurazione dello schema di intersezione: a rotatoria o con semaforo (cap. 7)
 - ulteriori misure sulla rete stradale secondaria
- Ritardi TP non sostenibili:
 - separazione più efficace dei flussi TMP-TP (cap. 6.2.2)
 - riconfigurazione dello schema di intersezione: a rotatoria o con semaforo (cap. 7)
- Problemi di sicurezza o tempi di attesa elevati per la mobilità lenta (cap. 6.2.3):
 - riduzione della velocità di avvicinamento del TMP
 - ampiezza e lunghezza del restringimento adeguate prima della rotatoria
 - carreggiata della rotatoria ampia, allestimento di una corsia interna, deviazione attraverso il centro della rotatoria
 - allestimento di un by-pass ciclabile
 - riconfigurazione degli attraversamenti pedonali
 - riconfigurazione dello schema di intersezione: a rotatoria o con semaforo (cap. 7)

6.2.1 Ripartizione più funzionale delle corsie

Qualora la capacità di un'intersezione a rotatoria sia insufficiente, occorre dapprima verificare se è possibile risolvere il problema applicando semplici misure. Se lo schema geometrico del nodo lo consente, la rotatoria può essere contrassegnata e trasformata (eventualmente con adeguamento delle isole) in turbo-rotatoria¹. In questo caso occorre prestare particolare attenzione al direzionamento della ML. Su corsie d'immissione congestionate e con un elevato numero di veicoli che svoltano a destra va ipotizzata l'introduzione di un by-pass. In generale è possibile ampliare gli ingressi congestionati delle rotatorie a due corsie, mentre per motivi di sicurezza si devono evitare le uscite a doppia corsia.

Se le misure illustrate non sono sufficienti, occorre prendere in esame la modifica dello schema di configurazione.

6.2.2 Separazione dei flussi TMP-TP

Se su un nodo secondario una o più linee TP registrano ritardi eccessivi, si dovrà valutare come separare meglio i flussi TMP-TP. È possibile prendere in esame le seguenti misure:

- corsia per bus separata prima della rotatoria con precedenza
- corsia per bus abbinata a corsia di preselezione
- regolazione semaforizzata per esigenze specifiche

¹ Tipologia di rotatoria in cui le doppie corsie sono aperte a spirale verso l'esterno con elevati angoli di ingresso in modo da evitare la possibilità di intersecazione tra flussi veicolari paralleli.

6.2.3 Direzionamento della mobilità lenta

Un direzionamento inadeguato della ML nei nodi secondari può generare problemi in termini di capacità e di sicurezza. Per evitare situazioni di questo tipo è possibile ricorrere alle seguenti soluzioni:

- spostamento delle strisce pedonali
- attraversamento a livello sfalsato per pedoni e ciclisti

Sono possibili ulteriori misure per la separazione TMP-ML, volte a garantire in primo luogo la sicurezza di ciclisti e pedoni (vedi anche le raccomandazioni di Conferenza Bici Svizzera sul traffico ciclistico nelle aree di influenza delle strade a grande capacità “Veloverkehr im Einflussbereich von Hochleistungsstrassen (HLS)” [27]). Raramente si rende necessaria una separazione totale per questioni di capacità.

6.3 Segnaletica

Di regola l'aspetto, la disposizione e l'installazione dei segnali nelle intersezioni a rotatoria devono essere conformi a quanto previsto dalla “Ordinanza sulla segnaletica stradale (OS-Str)” [1] (RS 741.21) e dalla norma svizzera SN 640 847 “Signale; Anordnung an Kreisverkehrsplätzen” [20]. Occorre inoltre osservare gli standard cantonali e le condizioni locali, uniformandosi alle particolarità specifiche del Cantone di riferimento.

7 Intersezioni semaforizzate

7.1 Capacità

Per valutare un'intersezione semaforizzata occorre dimostrare la capacità richiesta sulla base del calcolo riportato nella norma SN 640 023a "Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten mit Lichtsignalanlagen", [7] o mediante una simulazione del flusso veicolare.

7.2 Direzione del traffico

Qualora non sia possibile soddisfare i criteri di applicazione secondo il cap. 4 e la capacità secondo il cap. 7.1 si dovranno prendere in considerazione ulteriori misure:

- Scarsa efficienza del nodo o coda causata da un'intersezione a monte:
 - ripartizione più funzionale delle corsie (cap. 7.2.1)
 - misure sulla rete stradale secondaria
 - ritardi TP non sostenibili:
 - separazione più efficace dei flussi TMP-TP (cap. 7.2.2)
- Problemi di sicurezza o tempi di attesa e/o di attraversamento elevati per la mobilità lenta (cap. 7.2.3):
 - separazione più efficace dei flussi TMP-ML
 - gestione chiara e semplice della mobilità lenta

7.2.1 Ripartizione più funzionale delle corsie

Qualora la capacità di un'intersezione semaforizzata sia insufficiente, occorre dapprima verificare se è possibile risolvere il problema ottimizzando la ripartizione delle corsie. A tal fine si può modificare l'attribuzione delle corsie, utilizzando la superficie di circolazione esistente (ad es. predisponendo una corsia riservata per la svolta a sinistra al posto di una corsia mista).

Se l'introduzione di misure semplici non è sufficiente, occorre analizzare in seconda battuta il possibile ampliamento dello spazio di accumulo, prolungando a tal fine le singole corsie o predisponendo corsie supplementari.

7.2.2 Separazione dei flussi TMP-TP

Se su un nodo secondario una o più linee TP registrano ritardi eccessivi si dovrà valutare come separare meglio i flussi di TMP e TP. È possibile prendere in esame le seguenti misure:

- corsia per bus separata
- corsia per bus abbinata a corsia di preselezione

7.2.3 Direzione della mobilità lenta

Un direccionamento inadeguato della ML nei nodi secondari può generare problemi in termini di capacità e di sicurezza. Per evitare situazioni di questo tipo è possibile ricorrere alle seguenti soluzioni:

- svolta a sinistra indiretta del traffico ciclistico
- corridoio ciclistico separato per l'attraversamento del tratto di preselezione sulla SN
- linee d'arresto avanzate per una migliore percezione/riconoscibilità
- isoletta spartitraffico per ciclisti: disposizione a monte di una seconda serie di semafori collegati in parallelo (circa 50 m) per consentire ai ciclisti di effettuare più cambi di corsia durante la fase di rosso senza interferire sulla viabilità

- pavimentazione colorata dell'area di transito ciclistico per una maggiore riconoscibilità dei punti critici e dei corridoi ciclabili
- corsie ciclabili, event. corridoi separati per il traffico ciclistico
- ciclopista
- corsie riservate a biciclette e TP
- spostamento delle strisce pedonali
- attraversamento a livello sfalsato per pedoni e ciclisti

Sono possibili ulteriori misure per la separazione TMP-ML volte a garantire in primo luogo la sicurezza della ML (vedi anche le raccomandazioni di Conferenza Bici Svizzera sul traffico ciclistico nelle aree di influenza delle strade a grande capacità "Veloverkehr im Einflusbereich von Hochleistungsstrassen (HLS)" [27]). Raramente si rende necessaria una separazione totale per questioni di capacità.

7.3 Impianto esterno

7.3.1 Segnaletica

Di regola l'aspetto, la disposizione e l'installazione dei segnali devono essere conformi a quanto previsto dalla "Ordinanza sulla segnaletica stradale (OSStr)" (RS 741.21) [1] e dalla norma svizzera SN 640 836 "Gestaltung der Signalgeber" [11]. Occorre inoltre osservare gli standard cantonali e le condizioni locali, uniformandosi alle particolarità specifiche del Cantone di riferimento.

Per la segnalazione del TMP vengono impiegati semafori con campo luminoso di diametro compreso tra 200 e 300 mm. Di regola tutti i semafori per veicoli posizionati sopra la carreggiata e tutti quelli disposti lateralmente vanno realizzati con un diametro da 300 mm in caso di velocità massima > 50 km/h. Se la sagoma limite non permette di installare semafori di dimensioni maggiori, in via eccezionale è possibile prevedere lateralmente anche dispositivi da 200 mm.

Per la segnalazione del traffico ciclistico si possono utilizzare anche semafori con un campo luminoso del diametro di 100 mm da installare lateralmente. La luce rossa dev'essere posizionata a un'altezza di 1,80 metri al di sopra della corsia.

Per segnalare il tempo di via libera ai soggetti ipovedenti e con difficoltà di deambulazione è possibile prevedere anche segnali acustici e tattili. Gli impianti di segnaletica luminosa devono soddisfare i criteri previsti dalla norma SN 640 836-1 "Lichtsignalanlagen Signale für Sehbehinderte" [12] ed essere utilizzati in base alle disposizioni locali.

Per la segnalazione del TP (bus o tram) è possibile utilizzare semafori dotati di simboli corrispondenti oppure semafori speciali provvisti di 4 o 5 luci bianche di regola con un campo luminoso del diametro di 200 mm.

7.3.2 Rilevazione del traffico (rilevatori)

I singoli gruppi di utenti della strada vengono registrati mediante differenti sensori che servono principalmente a segnalare l'ingresso di veicoli e a determinare le fasi di verde regolando la viabilità del nodo in funzione del traffico. Attraverso i sensori è inoltre possibile effettuare conteggi, privilegiare il passaggio di veicoli particolari (ad es. veicoli di emergenza o del trasporto pubblico) oppure controllare gli spazi di accumulo.

Nello snodo la segnalazione d'ingresso e d'uscita dei veicoli TP avviene attivamente e può essere impiegata anche per soccorsi e forze dell'ordine. Il tipo di sensore installato viene definito in base alle prescrizioni specifiche dei gestori e all'equipaggiamento dei veicoli. I sensori servono a privilegiare il passaggio dei veicoli TP nello snodo e quindi a ridurre i ritardi. Per intervenire nel ciclo di segnalazione, ogni linea TP deve disporre di almeno un punto di segnalazione d'ingresso (segnalazione principale) all'entrata dello snodo e uno di uscita immediatamente dopo la linea di arresto. La posizione della segnalazione principale all'entrata dello snodo dev'essere calcolata in base alla dinamica di guida e dipende dal

tipo di priorità assegnato nella regolazione microscopica (vedi cap. 7.4.4). Affinché i mezzi TP ricevano il via libera in modo tempestivo, puntuale e prioritario, possono rendersi necessari ulteriori espedienti come presegnalazioni d'ingresso e sensori di contatto porta allo scopo di:

- attivare fasi di predisposizione (ad es. sgombero dell'area di accesso per raggiungere la fermata prima del nodo)
- segnalare la disponibilità a partire dalle fermate
- segnalare ritardi nell'orario così da favorire ulteriormente le logiche prioritarie impostate

I pedoni comunicano l'intenzione di attraversare tramite i pulsanti di richiesta. Le persone ipovedenti e con difficoltà di deambulazione dovrebbero poter segnalare la propria presenza attraverso un pulsante supplementare, così da prolungare la fase di verde.

Sui nodi delle strade nazionali vanno impiegati e posizionati rilevatori di regolazione e passaggio veicoli secondo le seguenti modalità:

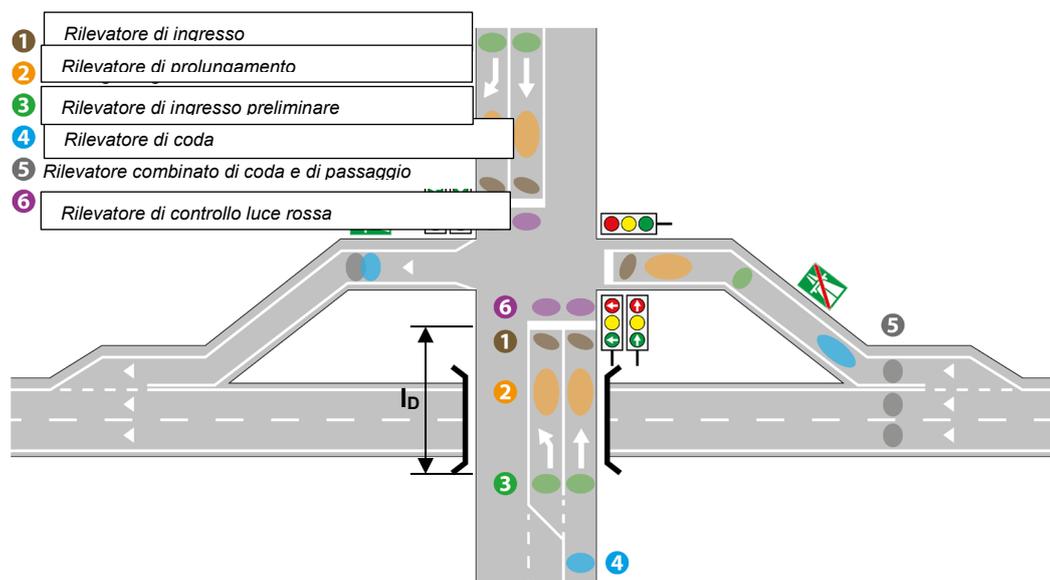


Fig. 7.1 Schema dei rilevatori ISL

In merito al posizionamento e alla geometria dei rilevatori (posizione della sezione/area di registrazione agli accessi e alle uscite) l'USTRA fornisce unicamente valori indicativi che possono differire dalle disposizioni cantonali e urbane.

I punti di misurazione devono essere posizionati in base alle prescrizioni, indipendentemente dal tipo di sensore che va comunque impostato in base alle circostanze locali e alle indicazioni specifiche del costruttore.

Nell'allegato I sono descritte le funzioni dei rilevatori e specificati i criteri di posizionamento.

7.3.3 Centralina di controllo

Le centraline per gli ISL della rete nazionale devono essere di tipo modulare ed espandibile. Tutti i componenti hardware devono essere facilmente accessibili e sostituibili. Vanno inoltre garantite la semplicità di utilizzo e la sicurezza operativa secondo le prescrizioni nazionali SN 640 844-3/ EN 12675 «Regolatori semaforici; requisiti di sicurezza funzionale» [18] nonché SN EN 50556 «Sistemi semaforici per la circolazione stradale» [22]. Slot di riserva per l'installazione di ulteriori componenti e il successivo ampliamento dell'impianto vanno definiti nel progetto e opportunamente previsti. Inoltre la centralina di controllo va progettata tenendo presente che nuove tecnologie e moduli (ad es. Car2X-Units) dovranno poter essere installati e azionati attraverso il bus dati interno.

Va altresì previsto l'impiego di un pannello sinottico, costituito in genere da un quadro in alluminio dotato di LED, pulsanti e commutatori a levetta per riprodurre la situazione del nodo e lo stato del piano semaforico.

La registrazione dei dati grezzi del segnale e del rilevatore dev'essere assicurata per la durata di una settimana.

7.4 Criteri di base

7.4.1 Disposizioni generali

Criteri di base e disposizioni generali sono oggetto di esame già in fase di progettazione sia per quanto riguarda i programmi di segnalazione forniti localmente che per le unità di controllo sovraordinate. Vanno inoltre definite le caratteristiche di capacità che possono essere verificate solo dopo la messa in servizio dell'ISL, in quanto parte integrante della gestione tecnica nonché dei controlli annuali nell'ambito della qualità (vedi cap. 9 Monitoraggio).

Se nel perimetro di azione del nodo secondario sono presenti altri sistemi, come sistemi di regolazione del traffico SN, impianti adiacenti nella rete stradale secondaria ecc., sarà necessario prevedere un'attività di coordinamento.

7.4.2 Tempi intermedi, transitori e minimi

In linea di principio, per ogni impianto semaforico nuovo o sostituito occorre ora calcolare i tempi intermedi secondo quanto previsto dalla norma SN 640 838 [14] anche in caso di misure di ampliamento o di ottimizzazione di minore entità, introdotte nell'ambito della gestione del traffico non appena viene modificata la segnaletica stradale (e in particolare la posizione delle linee d'arresto). Indipendentemente da questo, i tempi intermedi contestuali a una misura vanno sempre ricalcolati ogni volta che la norma viene rielaborata rispetto alla versione precedente. La stessa procedura vale per i tempi transitori e minimi (vedi SN 640 837 [13]). Il calcolo dei tempi intermedi va sempre fatto verificare da una seconda persona e può essere richiesto dall'USTRA in qualsiasi momento durante la progettazione.

Le distanze di sgombero e di ingresso dei mezzi TP possono essere calcolate, nel rilevamento dei tempi intermedi, in funzione della dinamica di guida. A seconda della posizione delle fermate, possono quindi diventare determinanti gli spazi di accelerazione (ingresso) o di frenata (sgombero). Esempi di calcoli di queste dinamiche si possono ricavare dalle direttive RiLSA "Lichtsignalanlagen – Lichtzeichenanlagen für den Strassenverkehr" [29].

7.4.3 Livello di regolazione macroscopico

Il livello di regolazione macroscopico viene descritto nell'allegato II e comprende i seguenti argomenti:

- attivazione dei programmi di segnalazione
- modalità operative
- comandi di nodi parziali
- programmi di segnalazione

7.4.4 Livello di regolazione microscopico

Il livello di regolazione microscopico viene descritto nell'allegato III e comprende i seguenti argomenti:

- procedure di controllo
- separazione delle fasi
- fasi di verde minime
- fasi di verde massime
- coordinamento di flussi di traffico e tratti stradali
- priorità del trasporto pubblico
- gestione delle uscite
- coinvolgimento della mobilità lenta
- fasi di emergenza per soccorsi/forze dell'ordine

8 Altre misure

8.1 Predosaggio nel controllo accesso rampe

Il dosaggio preliminare per il controllo semaforico delle rampe può avvenire con tutti i tipi di intersezione a condizione che sia presente uno spazio di accumulo sufficiente.

In assenza di tale presupposto e laddove il dosaggio sia tuttavia necessario, occorre effettuare le opportune verifiche (vedi Direttiva ASTRA 15015 “Rampenbewirtschaftung” [3]).

8.2 Display informativi

I display informativi sulle SP consentono di regolare il traffico e/o diffondere informazioni così da poter intervenire in via preventiva o reagire tempestivamente all’insorgere di eventi significativi per la viabilità. Essi possono contribuire a innalzare il livello di sicurezza stradale, stabilizzare i flussi di traffico e ridurre l’inquinamento ambientale.

Diversamente da quanto previsto per le SGC, non esistono ancora norme o raccomandazioni sull’impiego di segnalazioni dinamiche per le strade principali. Nel lavoro di ricerca “Dynamische Signalisierung auf Hauptverkehrsstrassen” [26] si è studiato in che modo e in quali condizioni è possibile pianificarle e implementarle.

Le segnalazioni dinamiche si possono suddividere come segue:

- segnali locali di percorso
- cartelli di direzione
- pannelli informativi

Contestualmente alla gestione degli svincoli trovano impiego sulla rete subordinata i display informativi sulla viabilità (segnali dinamici di percorso), unitamente all’applicazione delle misure di chiusura temporanea di entrate nonché di segnalazione di code e indicazione di uscite consigliate come previsto dalla direttiva generale USTRA “Gestione del traffico sulle strade nazionali” [2]. I display informativi sulla viabilità servono a segnalare la presenza di code sull’asse principale (SN) e a indicare i tempi di percorrenza su eventuali percorsi alternativi nell’ambito di un piano regionale di gestione del traffico.

Nel caso in cui i display siano collocati al di fuori del perimetro SN, è necessario coordinarsi con i proprietari delle strade interessate.

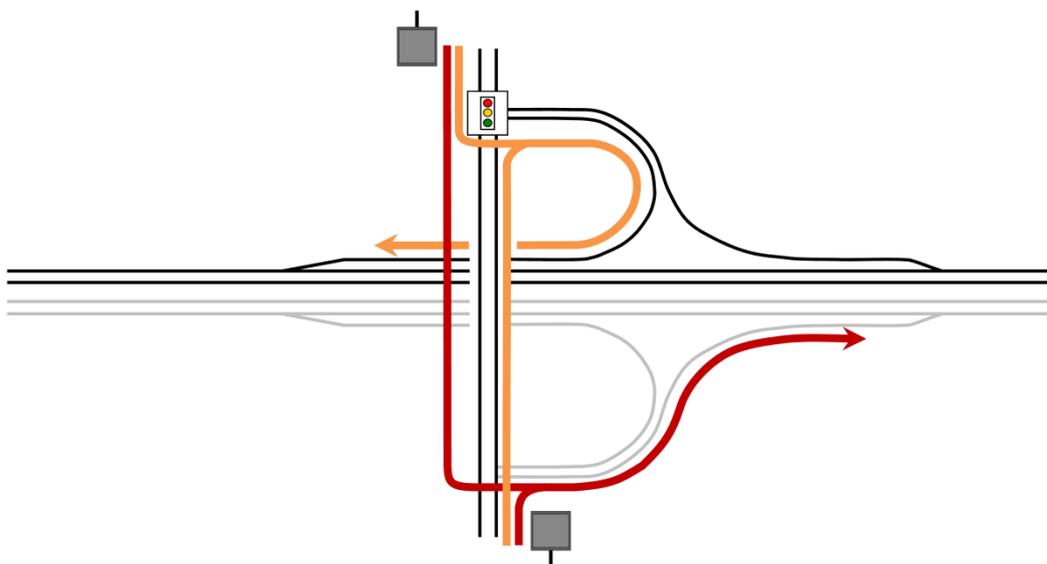


Fig. 8.1 Impiego di display informativi nell’area di svincolo per entrambi i sensi di marcia

9 Monitoraggio

Il monitoraggio serve a verificare la qualità del traffico e la lunghezza degli incolonnamenti sul nodo secondario in fase operativa.

9.1 Considerazioni generali

La verifica di monitoraggio dovrebbe essere effettuata su ogni nodo secondario entro sei mesi dalla messa in servizio e può essere ripetuta secondo necessità, al più tardi in presenza di riscontrate anomalie.

9.2 Specifiche per intersezioni semaforizzate

Le intersezioni semaforizzate dispongono di una più ampia dotazione di strumenti operativi che consentono il rilevamento automatico di dati. La necessità di un monitoraggio è maggiore rispetto alle intersezioni non semaforizzate o a rotatoria.

L'attività di monitoraggio può essere di due tipi.

- Monitoraggio di base

Il monitoraggio di base prevede il controllo degli ISL sul piano tecnico e dal punto di vista della viabilità. L'osservazione di tutte le correnti di traffico (TMP, TP, ML), della frequenza d'incolonnamento e del coordinamento con gli impianti adiacenti fornisce le basi per la valutazione della qualità del traffico e lo sviluppo di proposte migliorative. Le principali modifiche apportate al sistema di controllo vengono documentate così come gli incidenti e le anomalie degli impianti nonché i reclami. Le mansioni che rientrano nel monitoraggio di base vengono disciplinate a livello contrattuale con i Cantoni (ISL ML).

- Monitoraggio secondo necessità

Per valutare approfonditamente la qualità del traffico e poter effettuare ulteriori analisi, è necessario disporre di informazioni dettagliate. A tale scopo l'USTRA ha bisogno soprattutto di dati relativi agli ISL (dati di processo, esercizio, alimentazione ecc.) e, in caso di necessità, di ulteriori dati ricavati dal perimetro di azione. La trasmissione avviene in base ad accordi bilaterali stipulati tra USTRA e Cantone.

I partner contrattuali concordano quindi il tipo e l'entità delle opzioni, la predisposizione automatizzata e il finanziamento.

Allegati

I	Rilevazione del traffico (rilevatori)	23
I.1	Rilevatore di ingresso.....	23
I.2	Rilevatore di prolungamento	23
I.3	Rilevatore preliminare di ingresso.....	23
I.4	Rilevatore di coda	24
I.5	Rilevatore combinato di coda e di passaggio	27
I.6	Rilevatore di controllo luce rossa	28
II	Livello di regolazione macroscopico	29
II.1	Attivazione dei programmi di segnalazione	29
II.2	Modalità operative.....	29
II.3	Regolazione dei nodi parziali	29
II.4	Programmi di segnalazione.....	29
III	Livello di regolazione microscopico	31
III.1	Procedure di comando	31
III.2	Separazione delle fasi.....	31
III.3	Fasi di verde minime	31
III.4	Fasi di verde massime	32
III.5	Coordinamento di flussi di traffico e tratti stradali	33
III.6	Priorità del trasporto pubblico	34
III.7	Gestione delle uscite.....	34
III.8	Coinvolgimento della mobilità lenta.....	35
III.9	Fasi di emergenza per soccorsi/forze dell'ordine.....	35

I Rilevazione del traffico (rilevatori)

Per la regolazione e il conteggio del traffico l'ASTRA prevede l'impiego di rilevatori da posizionare come segue:

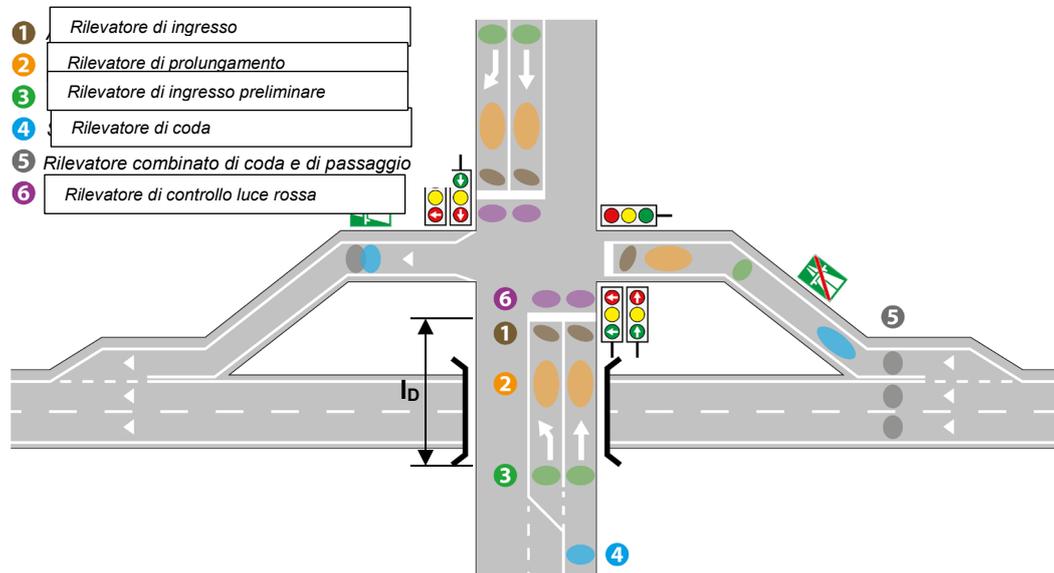


Fig. I.1 Schema dei rilevatori ISL

Di seguito sono descritte le funzioni dei rilevatori e specificati i criteri di posizionamento.

I.1 Rilevatore di ingresso

Il **rilevatore di ingresso 1** serve a richiedere il via libera e a rilevare i veicoli in attesa sulla linea di arresto che si trova ad una distanza di 1 metro. In caso di guasto al rilevatore, l'unità di analisi segnala un'occupazione permanente.

I.2 Rilevatore di prolungamento

Il **rilevatore di prolungamento 2** per la determinazione della fase di verde si trova in posizione direttamente antistante a quella del rilevatore di ingresso. Esso rileva la presenza di veicoli nell'area di accesso precedente. La distanza dal rilevatore di ingresso è pari a 1 metro. Durante l'occupazione, è possibile prolungare la fase di verde. In caso di guasto al rilevatore, l'unità di analisi non deve trasmettere un'occupazione permanente.

I.3 Rilevatore preliminare di ingresso

Il **rilevatore preliminare di ingresso 3** va installato nell'area di accesso precedente in funzione dei valori dell'intervallo di tempo e della velocità segnalata. Esso consente ai veicoli di attraversare l'intersezione, nelle ore di traffico meno intenso, senza fermate e a una velocità uniforme. Inoltre serve a determinare le fasi di verde (prolungamento o interruzione della fase di verde in base agli intervalli di tempo), con funzione quindi ridondante rispetto al rilevatore di prolungamento. In caso di guasto al rilevatore, l'unità di analisi non deve trasmettere un'occupazione permanente. La distanza tra il rilevatore e la linea di arresto si ricava come segue:

Tab. I.2 Distanze del rilevatore l_D in base all'intervallo di tempo.

V	Distanza rilevatore con	
	VT = 2 s	VT = 3 s
30 km/h	15 m	25 m
40 km/h	20 m	35 m
50 km/h	30 m	40 m
60 km/h	35 m	50 m
70 km/h	40 m	60 m

I.4 Rilevatore di coda

Di regola i **rilevatori di coda** ④ vanno previsti dove il 95-esimo percentile dell'incolonnamento, al termine della fase di rosso, raggiunge o supera la fine dello spazio di accumulo disponibile nell'area di accesso. In questo modo si può evitare che la coda aumenti sulla rispettiva corsia, circostanza che si può verificare – soprattutto nelle ore di punta – in presenza di corsie di svolta brevi o distanze tra nodi ravvicinate. I rilevatori di coda sono elementi fondamentali sulle rampe di uscita di svincoli SN, poiché consentono di registrare la durata e il grado di occupazione. In caso di guasto al rilevatore, l'unità di analisi non deve trasmettere un'occupazione permanente. La segnalazione di guasto è obbligatoria e la riparazione va eseguita con la massima priorità.

Vanno assolutamente evitati accumuli sulle rampe di uscita che si estendano, oltre la cuspidi geometrica (vedi SN 640 854a "Markierungen; Anordnung auf Autobahnen und Autostrassen" [21]), alle corsie di decelerazione. A tal fine occorre obbligatoriamente prevedere, per ciascuna corsia, dei rilevatori di coda tra la linea di arresto e l'inizio della cuspidi fisica. Il loro posizionamento va ricavato attraverso una procedura di calcolo iterativa, oppure basandosi sugli standard vigenti a livello locale.

Gli step della procedura di calcolo iterativa sono descritti qui di seguito. A tal proposito fanno fede i parametri target relativi al calcolo iterativo delle sezioni d_1 e d_2 , definiti come segue:

- d_1 = distanza dalla cuspidi geometrica al rilevatore di coda = spazio di accumulo ST_1
- d_2 = distanza dal rilevatore di coda alla linea di arresto = spazio di accumulo ST_2

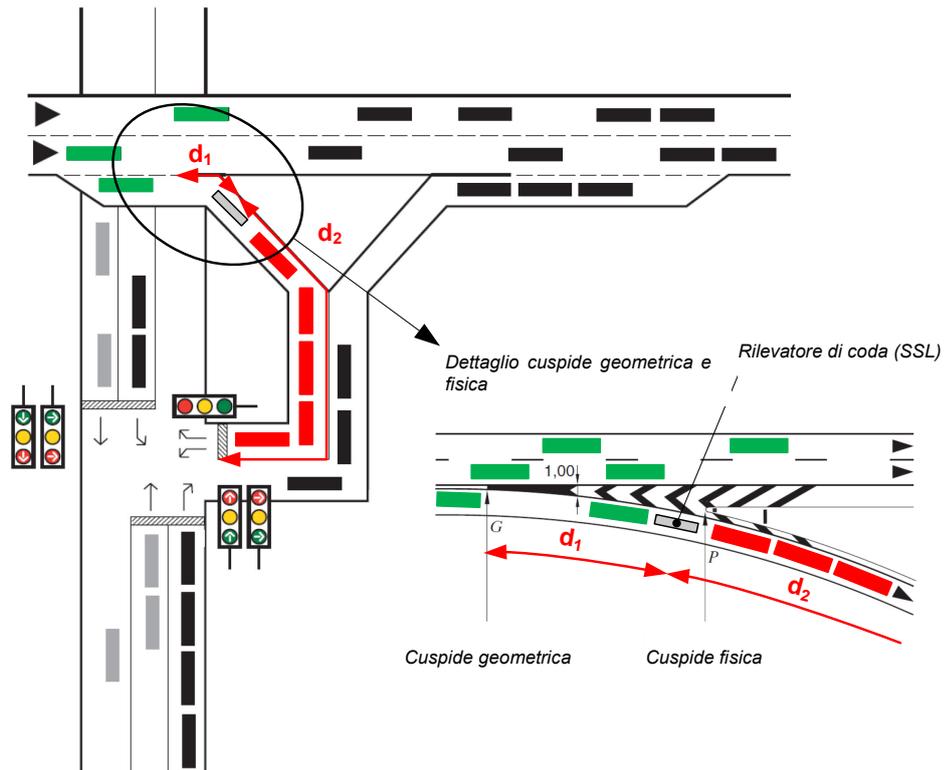


Fig. I.3 Spazi di accumulo sulla rampa di uscita e posizionamento dei rilevatori di coda

La somma delle due distanze d_1 e d_2 corrisponde allo spazio di accumulo massimo della rampa d_{ges} . Occorre evitare la formazione di congestionamenti sulla rampa d_{ges} . Da ciò si ricava la condizione target dell'iterazione:

$$d_{ges} \cong d_1 + d_2 \text{ [m]}$$

Come parametro di partenza per d_2 è consigliabile utilizzare la distanza tra la linea di arresto e la cuspidine fisica. Da d_2 è possibile ricavare il numero di veicoli che si trovano nello spazio di accumulo espresso in veicoli equivalenti di lunghezza pari a 6 metri. Supponendo che ogni veicolo si metta in movimento dal momento in cui scatta il verde, con uno sfasamento temporale t_v di 0,75-1,25 s (tempo di reazione e azione) rispetto al veicolo antistante, è possibile calcolare il tempo totale di efficacia del deflusso sulla sezione trasversale del rilevatore di coda. È possibile ipotizzare un tempo di sfasamento t_v di 1 secondo. In tal caso si ricava il tempo totale di sfasamento $t_{2.1}$.

$$t_{2.1} = \text{numero di veicoli} * t_v \text{ [s]}$$

A $t_{2.1}$ si devono sommare la durata di occupazione $t_{2.2}$, definita come valore soglia per soddisfare il criterio di coda, e l'intervallo $t_{2.3}$ che trascorre fino all'inizio della fase di disimpegno della rampa.

Per $t_{2.2}$ è consigliabile impostare il seguente valore:

$$t_{2.2} = 4 \text{ s}$$

La durata di occupazione è la condizione sufficiente per il criterio di coda a cui si deve aggiungere come condizione necessaria il valore soglia del grado di occupazione livellato (vedi cap. 7.4.4). Esso dev'essere raggiunto o superato entro un intervallo di tempo parametrizzabile e va registrato come modificabile.

Per $t_{2.3}$ è consigliabile impostare il seguente valore:

$$t_{2.3} = 15 \text{ s}$$

L'intervallo di 15 secondi tiene conto del fatto che, all'insorgenza della coda, devono ancora trascorrere due cambi di fase e i tempi minimi di verde prima di poter avviare la fase di disimpegno.

In tal modo si ricava la seguente durata complessiva, dal momento di rilevamento della coda a quello in cui si attiva il deflusso sulla sezione del rilevatore di coda:

$$t_2 = t_{2.1} + t_{2.2} + t_{2.3} \text{ [s]}$$

Attraverso la durata t_2 si può determinare la lunghezza dello spazio di accumulo d_1 . Il calcolo avviene ipotizzando che nello stesso intervallo di tempo ($t_1 = t_2$) altri veicoli provenienti dalla rete vadano a riempire lo spazio di accumulo a monte. Ipotizzando un afflusso uniforme, il valore nel quarto d'ora di picco dell'intensità di traffico in entrata q_{zu} viene convertito in veicoli equivalenti/s. Se non si hanno a disposizione dati esatti sul quarto d'ora di picco, l'intensità oraria di traffico misurata viene moltiplicata per il fattore 1,2. Moltiplicando t_2 per q_{zu} e per la lunghezza del veicolo (6 metri) si ottiene la lunghezza dello spazio di accumulo d_1 ovvero ST_1 .

$$d_1 = t_2 * q_{zu} * 6 \text{ [m]}$$

Le iterazioni vanno ripetute fino a soddisfare la condizione target $d_{ges} \cong d_1 + d_2$. Se $d_1 \geq 100$ m, dopo 80 m è necessario disporre un rilevatore di coda supplementare mediante il quale è possibile aumentare gradualmente la fase di verde massima.

Ai sensi della norma SN 640 854a "Markierungen; Anordnung auf Autobahnen und Autostrassen" [21], in corrispondenza delle uscite in un punto situato 30 metri prima della cuspide geometrica viene realizzata una doppia linea segnaletica che comprende una linea di sicurezza (LS) e una linea di margine. Negli svincoli fortemente trafficati la doppia linea può essere prolungata sulla corsia di decelerazione, dovendo però in questo caso installare anche una separazione materiale tra il tratto principale e la corsia di decelerazione (ad es. sistema Vario-Guard). In questo caso il rilevatore di coda va collocato in modo fisso sulla cuspide geometrica. L'ulteriore rilevamento code avviene tramite il rilevatore di passaggio posto sulla corsia di decelerazione.

Se nell'area di entrata o di uscita della SN è presente una sezione trasversale completa dotata di sensori (ad es. dosaggio rampe, impianti GHGW ecc.), i rispettivi valori d'impulso e di occupazione dovranno essere trasmessi in parallelo e in tempo reale alla centralina ISL. In alternativa si può trasmettere anche il segnale "coda", sempre che questa venga calcolata attraverso un corrispondente algoritmo di controllo nella centralina di sezione o in una di livello superiore. In casi eccezionali i rilevatori sulla SN possono essere anche collegati direttamente alla centralina ISL e analizzati al suo interno. La coda verrà rilevata secondo i criteri di cui al cap. 7.4.4.

Se si rileva una coda sulla SN prima che la cuspide geometrica venga congestionata, è possibile contenere il deflusso di veicoli dalla strada nazionale verso il nodo secondario onde evitare lo spostamento di traffico nella rete stradale secondaria.

Per vigilare sullo spazio di accumulo nella rete stradale secondaria (specie quello delle uscite dal nodo verso le direzioni principali) così come sulla rampa di entrata alla SN, sulle corsie critiche dove gli spazi di accumulo sono limitati è possibile impiegare ulteriori rilevatori di coda. Essi vanno definiti in fase di progettazione e posizionati all'uscita del nodo, in modo tale da poter identificare tempestivamente un incolonnamento prima che il nodo secondario venga congestionato.

I.5 Rilevatore combinato di coda e di passaggio

I rilevatori combinati di coda e di passaggio  vanno previsti laddove, oltre alla registrazione del fine coda, si debbano conteggiare anche i veicoli. In aggiunta al semplice conteggio è possibile che si renda necessaria anche una classificazione dei veicoli in relazione ai punti di misurazione del Censimento svizzero del traffico stradale. La funzione di coda corrisponde a quelle dei rilevatori di coda. Di regola, il rilevatore combinato di coda e di passaggio viene impiegato nella corsia di decelerazione e all'inizio della rampa di accesso.

Nello specifico deve essere posizionato sulla corsia di decelerazione di lunghezza variabile, a una distanza di 30 metri dall'inizio della doppia linea e installato in modo tale da poter registrare la velocità. Configurazione e geometria di questo tipo di rilevatore si basano sulle specifiche indicate nelle schede tecniche del Manuale tecnico BSA dell'USTRA [24].

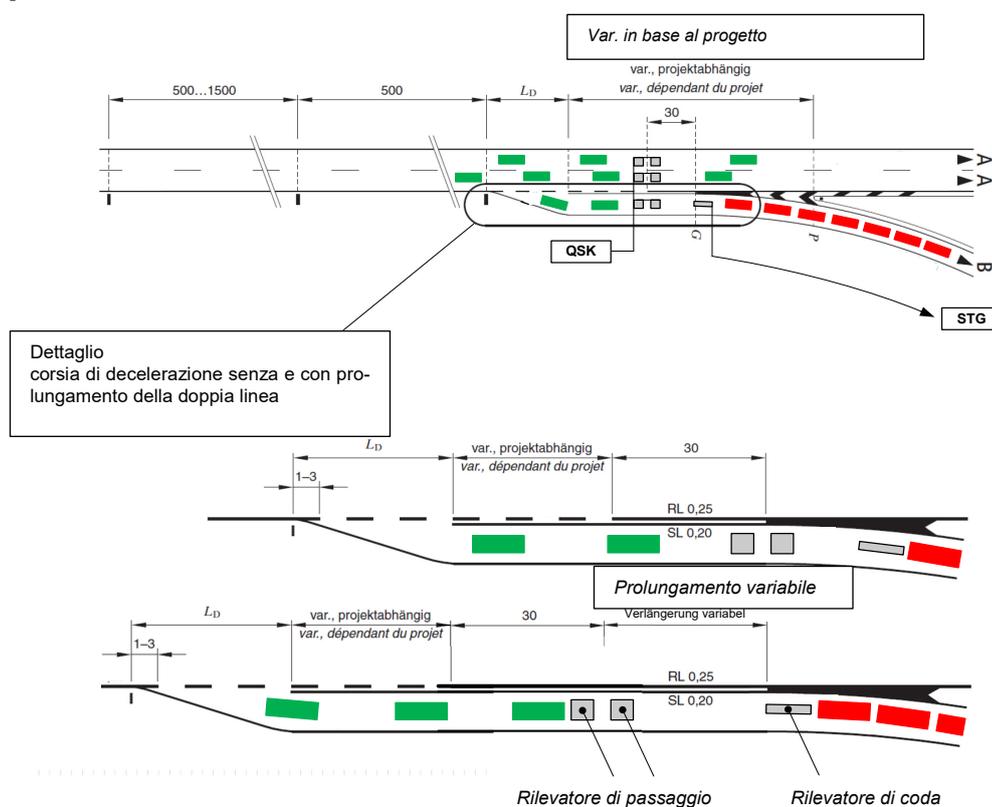


Fig. I.4 Posizionamento del rilevatore di coda e del rilevatore combinato di coda e di passaggio sulla corsia di decelerazione

I rilevatori vanno utilizzati sia per la registrazione dei dati sul traffico che per il rilevamento di incolonnamenti sulla SN. I dati grezzi di rilevamento vengono trasmessi online anche alla Centrale nazionale di gestione del traffico VMZ-CH. I dati devono poter essere impiegati a fini statistici anche per il monitoraggio della circolazione. L'analisi delle code avviene direttamente nella centralina ISL.

In caso di impianti o postazioni di conteggio (come nel controllo accesso rampe o negli impianti GHGW nella zona d'ingresso o di uscita), i dati grezzi vanno trasmessi in tempo reale.

Sulla rampa di accesso vanno previsti rilevatori combinati di coda e di passaggio per ciascuna corsia di marcia da posizionare all'inizio della rampa di accesso, nel punto della sezione in cui si raggiunge la larghezza standard della corsia continua.

I.6 Rilevatore di controllo luce rossa

Rilevatore di controllo luce rossa : di regola tutte le corsie vanno dotate di rilevatori di controllo luce rossa da installare dopo la linea di arresto. Essi svolgono due funzioni: registrano i veicoli in entrata nel nodo dopo che è scattata la luce rossa e li memorizzano nella centralina o nel traffic server (VR) per il rilevamento del flusso veicolare sul nodo.

Il rilevatore di controllo luce rossa va posizionato nell'area compresa tra la linea di arresto e il semaforo. La distanza minima dalla linea di arresto è di 1 metro. Se in questo punto sono necessari rilevatori di uscita per veicoli di emergenza, il rilevatore di controllo luce rossa va posizionato nel senso di marcia, immediatamente dopo il rilevatore di segnalazione d'uscita per veicoli di emergenza. Anche in questo caso va rispettata la distanza minima di 1 metro. Se i veicoli che eseguono la svolta a destra sia in entrata che in uscita non sono segnalati, va opportunamente previsto un rilevatore avente la stessa configurazione, le cui funzionalità dovranno essere assicurate rispetto all'unità di analisi tenendo conto delle condizioni locali.

Nel posizionamento occorre considerare che il rilevatore registra solo i veicoli della corsia corrispondente. Nel caso in cui veicoli che svoltano in entrata o in uscita possano entrare nel campo di registrazione in una relazione di marcia tangenziale, dovrà essere installato un secondo rilevatore di controllo luce rossa per il riconoscimento della direzione. La necessità di un secondo rilevatore va dimostrata con la verifica delle curve tratrici. Come parametro per il dimensionamento si dovrà utilizzare un autoarticolato.

II Livello di regolazione macroscopico

II.1 Attivazione dei programmi di segnalazione

L'azionamento dei programmi di segnalazione installati localmente può avvenire in funzione dell'orario o del traffico. Nel primo caso occorre configurare i tempi di attivazione e commutazione come modalità settimanale e/o annuale (JAUT/WAUT), mentre nel secondo caso vengono analizzati i dati aggiornati sulla circolazione.

II.2 Modalità operative

Secondo la norma SN 640 842 "Lichtsignalanlagen – Inbetriebnahme und Betrieb" [17] la centralina deve consentire l'attivazione delle tre seguenti modalità operative: esercizio normale, luci gialle lampeggianti e luci spente. L'esercizio normale prevede l'attivazione manuale o automatica di programmi di segnalazione. La modalità manuale deve poter essere azionata a livello locale o a distanza (dalla centrale di calcolo del traffico).

Le luci gialle lampeggianti possono essere impiegate nell'esercizio normale a seguito di una disattivazione intenzionale, ad esempio in caso di lavori di manutenzione o durante la notte oppure possono scattare in caso di determinati guasti.

La modalità di esercizio con luci spente si può attivare su richiesta o in seguito a un grave guasto. In questo caso si deve poter disattivare l'alimentazione dell'impianto esterno attraverso un apposito dispositivo di sicurezza.

La centralina di controllo deve reagire in funzione del guasto, in base alle prescrizioni delle norme SN 640 844-3 (EN 12675) [18] e SN EN 50556 [22], con la disattivazione immediata, con il passaggio a uno stato sicuro di esercizio e segnalazione o solo con l'invio di un messaggio di guasto mantenendo la modalità operativa in corso.

Quando si passa dall'esercizio normale alla luce lampeggiante gialla (programma di disattivazione), occorre tenere presente che il disinserimento si avvia solo a partire dalla fase di direzione principale². In questo caso tutti i flussi veicolari con obbligo di precedenza, quindi non prioritari, devono essere regolati sul rosso. Una volta trascorsa una fase minima di verde di 10 secondi, inizia il passaggio da luce spenta a giallo lampeggiante.

Nella procedura di attivazione va considerato che il tempo intermedio massimo tra i flussi veicolari antagonisti dovrà essere garantito nel passaggio dalla fase di giallo fisso alla prima fase di verde.

II.3 Regolazione dei nodi parziali

I nodi parziali sono opportuni laddove l'ISL può continuare a funzionare indipendentemente dal guasto ovvero dall'avaria di singoli nodi parziali contribuendo così a innalzare il livello di sicurezza del traffico. Si possono considerare nodi parziali, ad esempio:

- due semi-svincoli
- sbocchi ubicati in zone esposte, aree di intersezione, passaggi pedonali ecc.
- dosaggi in entrata e uscita (controllo accesso rampe)

II.4 Programmi di segnalazione

Per ogni nodo vanno pianificati e impiegati programmi a intervalli fissi e programmi di segnalazione in funzione del traffico. I primi vanno forniti come programmi d'emergenza da attivare, ad esempio, in caso di guasto ai sensori. Per ogni programma in funzione del

² Direzione principale in base alla regola della precedenza

traffico occorre configurare nella centralina di controllo un programma a intervalli fissi attivabile manualmente o automaticamente in caso di guasto.

Un'anomalia dipendente dal traffico si verifica quando una richiesta non ottiene il via libera entro un intervallo di tempo parametrizzabile (impostazione base: 2x tempo di ciclo). In tal caso occorre poter attivare il corrispondente programma a intervalli fissi per almeno 5 cicli. Successivamente si passerà alla modalità di esercizio dipendente dal traffico. Se lo stesso caso si verifica più volte durante il controllo del ciclo, il programma a intervalli fissi rimarrà attivo fino alla riparazione del guasto. Anche il valore soglia per questo conteggio dev'essere parametrizzabile. In un primo momento esso può essere implementato con il valore 3.

Nella centralina di controllo, oltre al programma fisso di attivazione e disattivazione, occorrono almeno i seguenti programmi di segnalazione in funzione del traffico:

- programma mattutino (copertura dell'OPM)
- programma serale (copertura dell'OPS)
- programma diurno (orari di circolazione normali)
- programma notturno (orari di basso afflusso veicolare)

In caso di situazioni particolari e periodiche di viabilità caratterizzata da picchi di traffico (ad es. in prossimità di luoghi dedicati a manifestazioni quali fiere, arene sportive ecc.), è possibile prevedere l'attivazione di programmi speciali con tempi di ciclo di più elevati. Essi possono essere attivati in modo automatico o semi-automatico dai servizi del traffico o dalla Polizia, a livello centralizzato o sul posto (ad es. selezione manuale delle fasi).

Il programma notturno può essere definito esclusivamente in funzione del traffico. In assenza di richieste, occorre fornire un'immagine di stand-by sotto forma di fase "tutto rosso". Se la situazione del nodo lo permette in termini di volume di traffico, campi visivi nonché criticità e numero di conflitti dei flussi veicolari con obbligo di precedenza, l'impianto di notte può essere commutato nello stato "spento – luce gialla lampeggiante". Per i nodi secondari regolati da ISL non è necessario prevedere la commutazione "buio/spento" o modalità stand-by.

Per i programmi di segnalazione al di fuori degli orari di basso afflusso veicolare, il tempo di ciclo viene rilevato in funzione della capacità e della qualità del traffico (i criteri sono: tempi di attesa e lunghezza degli spazi di accumulo). Il tempo di ciclo ottimale per coordinare un tratto o una rete stradale può essere conteggiato online anche attraverso un traffic server e attivato in maniera adattiva nella rete. A tale scopo è determinante il grado di sfruttamento ideale di tutti gli impianti coordinati, che non deve superare il valore di 0,85. Per garantire un sufficiente livello di servizio è inoltre opportuno che il tempo di ciclo massimo non superi 120 secondi.

Come ambiente di prova per testare il software di regolazione di nodi complessi e coordinati è preferibile impiegare un programma di modellazione e simulazione. Per valutare il livello di servizio attraverso i tempi di attesa e i tempi persi, vanno effettuati almeno 10 cicli di simulazione durante le ore di picco (OPM e OPS). Per compensare la varianza la valutazione del nodo sarà effettuata sulla base del valore medio dei risultati. Tutti i file necessari per la modellazione e la simulazione in questi programmi devono essere messi a disposizione dell'USTRA. La funzionalità e la qualità dei programmi di segnalazione possono essere verificate anche nell'ambito del test di fabbrica delle centraline. A tal proposito vanno visualizzati tramite laptop lo stato del segnale e l'occupazione del rilevatore. Dev'essere altresì possibile registrare e salvare i dati. Prima del test di fabbrica occorre definire una serie di casi con cui poter verificare le specifiche delle condizioni logiche e temporali (vedi cap. 7.4.4 Livello di regolazione microscopico).

III Livello di regolazione microscopico

III.1 Procedure di comando

L'implementazione di nuovi file dei programmi di segnalazione o l'adeguamento di singoli parametri dei programmi deve poter essere effettuata in loco o tramite il server di gestione del traffico.

III.2 Separazione delle fasi

Nella misura in cui la capacità del nodo lo consenta, occorre pianificare una separazione completa delle fasi ai sensi della norma SN 640 834 [9] per tutti i programmi di segnalazione. Per verificare se i flussi veicolari con obbligo di precedenza e svoltanti a sinistra vengono gestiti in tutta sicurezza nell'ambito di una fase distinta, converrebbe effettuare un calcolo basato sui capitoli S4.4.4 e S4.4.5 del manuale "Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen (HBS 2015)" [25].

Se il numero di conflitti tra flussi veicolari con e senza diritto di precedenza è > 3 , questi vanno gestiti obbligatoriamente all'interno di una fase separata. I veicoli svoltanti su doppie corsie vengono sempre segnalati come non soggetti a conflitto. Se, per effetto delle strutture di programma necessarie (ad es. in caso di posizione sfavorevole del punto di intersezione nel coordinamento), le fasi di verde non sono più sufficienti per questi flussi veicolari, si può disporre un'interruzione temporanea o permanente di direttrici di marcia.

III.3 Fasi di verde minime

Secondo la norma SN 640 837 "Lichtsignalanlagen; Übergangszeiten und Mindestzeiten" [13], la fase minima di verde di 4 secondi dev'essere rispettata per tutti i gruppi di traffico. A livello di regolazione essi corrispondono al parametro t_{Gmin1} e nel contempo sono registrati permanentemente nei dati di sicurezza della centralina di controllo. Al di sotto di questa soglia minima l'impianto si disattiva, a meno che durante l'esercizio non venga effettuata una correzione. Una seconda fase minima di verde t_{Gmin2} è definita come tempo minimo tecnico di via libera alla circolazione e dovrà essere selezionata come segue in funzione della velocità prescritta:

Tab. III.1 Fase minima di verde relativa alla circolazione t_{Gmin2}

V	t_{Gmin2}
< 50 km/h	4 s
50-60 km/h	7 s
> 60 km/h	10 s

III.4 Fasi di verde massime

In linea di principio, nei programmi di segnalazione dipendenti dal traffico la richiesta e la determinazione della fase di verde di tutti i flussi veicolari è regolata da rilevatori conformi a quanto previsto dal cap. 7.3.2. Il prolungamento della fase di verde per ciascun ciclo (Z) può avvenire in base al principio di misurazione dell'intervallo di tempo (valore 2-3 s) o alla durata e al grado di occupazione. I valori dei rilevatori devono essere implementati sotto forma di parametri variabili. I massimi prolungamenti possibili vanno definiti nel progetto come fasi di verde massime e sono ugualmente configurati come parametro all'interno della centralina. La loro durata si calcola in funzione dell'intensità di traffico misurata dei singoli flussi veicolari e degli spazi di accumulo disponibili agli accessi. Ogni regolazione dipendente dal traffico deve presentare almeno le tre fasi di verde minime di seguito descritte.

t_{Gmax1}

Al termine di questo intervallo la fase di verde può interrompersi malgrado vi sia una richiesta di prolungamento. L'interruzione può avvenire attraverso la segnalazione d'ingresso di un flusso veicolare antagonista o di un veicolo con priorità (TP). Il tempo va rilevato in funzione della frequenza oraria di veicoli con priorità. A tal proposito occorre determinare i tempi persi e recuperati in base alla capacità dimostrata secondo la NS 640 023a [7]. La fase di verde con cui si raggiunge un livello di servizio (LdS) D corrisponde a t_{Gmax1}.

t_{Gmax2}

Nel caso in cui il rilevatore di coda non identifichi nessun incolonnamento, la fase di verde deve essere obbligatoriamente interrotta al termine di questo intervallo. Il tempo dovrà essere calcolato a partire dall'intensità di traffico misurata. Nei programmi coordinati esso corrisponde al termine assoluto della finestra di verde.

t_{Gmax3}

Non appena il rilevatore registra un incolonnamento, occorre obbligatoriamente innalzare la fase di verde massima a t_{Gmax3}. Il passaggio alla fase di deflusso del traffico dalla SN deve svolgersi nel più breve tempo possibile. In caso di ISL singoli senza coordinamento con ISL adiacenti, il cambio di fase (salto di fase) può essere attivato subito dopo il termine della fase di verde minima t_{Gmin1}. Negli ISL coordinati il passaggio di fase va attivato al più presto, in un momento compatibile con il flusso di traffico coordinato. A tale scopo deve essere possibile prolungare il tempo di ciclo o sospendere brevemente il piano di segnalazione di riferimento durante il coordinamento. Il deflusso di veicoli sulla rampa di accesso nella rete viaria secondaria dev'essere in linea di massima garantito.

t_{Gmax1} e t_{Gmax2} possono essere interrotti in qualsiasi momento, se non sussiste più alcuna richiesta di prolungamento, t_{Gmax3} invece no. L'inizio della fase di verde viene specificato esclusivamente in funzione del traffico o attraverso il piano di riferimento.

Il seguente calcolo delle fasi di verde massime t_{Gmax2} e t_{Gmax3} è esemplificato sulla base di un traffico in deflusso dalla SN. Le condizioni si possono applicare anche a tutti gli altri flussi di traffico.

t_{Gmax2} va determinato – in funzione dell'intensità di traffico misurata sulle singole corsie di marcia (FS) della rampa di uscita Q_{FS, Rampe} – in PW/h e in funzione del valore di tempo necessario t_B in s/PWE. t_{Gmax2} viene calcolato come segue:

$$t_{Gmax2} = Q_{FS, Rampe} * Z/3600 * t_B [s]$$

L'esatto valore di tempo necessario t_B va rilevato sul posto. Nei progetti di nuova costruzione lo si può calcolare sulla base della norma SN 640 835 [10]. t_B corrisponde alla saturazione S [PWE/h] della corsia. Con il valore calcolato t_{Gmax2} occorre dimostrare, in funzione del tempo di ciclo, un tempo medio di attesa w_m che corrisponda come da norma SN 640 023a [7] a un livello di servizio (LdS) D o superiore.

Non appena si rileva una coda sulla rampa, bisogna attivare la fase di verde massima più elevata t_{Gmax3}. Il criterio di coda si basa sulla durata di occupazione (condizione sufficiente),

così come sul grado di occupazione (condizione necessaria). Entrambe le condizioni devono essere configurate come parametri modificabili nella centralina di controllo.

Per l'implementazione base della durata di occupazione occorre impostare 4 secondi, che corrispondono al tempo di passaggio su una curva lunga di 5 metri da parte di 1 veicolo equivalente (6 m) alla velocità di 19 km/h. Se la durata di occupazione viene già raggiunta da mezzi pesanti, rallentati dalla topologia (pendenza) e dalla geometria della rampa (raggi stretti), occorrerà innalzare questo valore. Per evitare che il criterio di coda venga innescato da singoli veicoli, si deve superare – come condizione necessaria – anche il valore soglia superiore di un determinato grado di occupazione. Il grado di occupazione B_{AG} va calcolato attraverso il seguente metodo di livellamento:

$$B_{AG} = [(B_G * GF) + (B_A * (100 - GF))]/I_T \text{ [%]}$$

B_{AG} :	attuale grado di occupazione livellato
B_G :	ultimo grado di occupazione livellato
B_A :	attuale grado di occupazione dell'ultimo intervallo
GF :	coefficiente di livellamento (0-100)
I_T :	intervallo di tempo

Come impostazione di base è possibile parametrizzare per l'intervallo di tempo un valore di 20 secondi. Il valore soglia superiore per B_{AG} va impostato su 50%. La condizione necessaria per il criterio di coda è soddisfatta fintanto che B_{AG} non supera un determinato valore. Questo secondo parametro (valore soglia inferiore) può essere fissato a 20%.

La fase di verde $t_{G_{max3}}$ si ricava dal numero massimo di veicoli equivalenti (PWE) nello spazio di accumulo d_2 e dal valore di tempo necessario t_B :

$$t_{G_{max3}} = d_2 / PWE * t_B \text{ [s]}$$

Se sulla rampa di uscita sono presenti altri rilevatori di coda (vedi cap. 7.3.2), si può innalzare la fase di verde massima attraverso un livello intermedio supplementare $t_{G_{max}}$.

Con $t_{G_{max3}}$ l'intera rampa viene sgombrata. In questo caso si può estendere il tempo di ciclo nei semafori coordinati fino a 120 secondi e ignorare il piano di segnalazione. Una volta trascorso il tempo $t_{G_{max3}}$ si può ritornare alla fase di partenza nei singoli semafori.

I seguenti due eventi possono causare un'interruzione anticipata di tutte le fasi di verde massime ($t_{G_{max1-3}}$):

- segnalazione d'ingresso di veicoli d'emergenza
- incolonnamento nella rete stradale secondaria

Le fasi con via libera delle rampe di uscita possono essere ugualmente disattivate in caso di evento critico (ad es. evacuazione obbligata di una galleria SN ubicata direttamente davanti all'uscita) fino a quando non riprendono manualmente.

III.5 Coordinamento di flussi di traffico e tratti stradali

In linea di principio il flusso veicolare in uscita dalla SN a livello di nodo secondario va integrato nel coordinamento (onda verde) della rete stradale secondaria. Se l'asse di traffico principale nella rete stradale secondaria è già coordinato in base al metodo delle riserve ai sensi della norma SN 640 840 [16], il flusso veicolare in uscita dalla SN va possibilmente integrato nell'onda verde come sfasamento iniziale.

Nel caso di un ISL coordinato il grado di sfruttamento non deve superare il valore di 0,85. Al coordinamento, e quindi al flusso veicolare sull'asse principale tra le rampe di accesso e di uscita, va riservata una priorità maggiore rispetto alla viabilità trasversale.

III.6 Priorità del trasporto pubblico

I sistemi di priorità del trasporto pubblico possono essere impiegati su richiesta delle aziende di trasporto e dei loro operatori. Di regola, occorre dimostrare in fase di progettazione quali ripercussioni avranno sul livello di qualità del servizio (LdS) (vedi anche SN 640 839 [15]). Gli interventi del TP non devono comportare il peggioramento e il declassamento al livello F della qualità del traffico di singole corsie. Se gli accessi vengono specificatamente utilizzati come spazi di accumulo in ottemperanza alle linee guida di gestione del traffico, è possibile derogare a tale prescrizione.

Il tipo di priorità è basato sul livello di servizio (LdS) delle singole corsie sul nodo secondario. Fino al livello C sono consentiti tutti i tipi di priorità (post-instradamento + fase intermedia + pre-instradamento). A partire dal livello D è opportuno attivare solo pre- e post-instradamenti soft di fasi con TP. Lo stesso nel caso in cui il grado di sfruttamento del nodo raggiunga o superi il valore di 0,85. Flussi veicolari coordinati del TMP non devono essere interrotti. Il flusso veicolare sull'asse principale della rete stradale secondaria, specie all'interno degli ingressi e delle uscite, va mantenuto sulla base delle linee guida di gestione del traffico.

La priorità del trasporto pubblico deve poter essere automaticamente disattivata non appena soddisfatto il criterio di coda sulla rampa di uscita (vedi cap. 7.3.2). Nel caso di una coda sulla SN che non sia stata causata da un incolonnamento sul nodo secondario (vedi cap. 7.3.2), può invece rimanere attiva.

L'accorciamento della fase di verde risultante da una priorità del trasporto pubblico dovrà essere assegnato principalmente a quei flussi di traffico che a loro volta, in virtù di tale priorità, possono recuperare in tempi di ciclo successivi. Qualora ciò non sia possibile, tale accorciamento va spalmato uniformemente su tutti i flussi di traffico, cercando di distribuirli in modo proporzionale. Ciò significa che non devono risultare svantaggi unilaterali e gravi a scapito di altri utenti della strada. Per i flussi veicolari che non beneficiano di recuperi di fase verde, questa, secondo la norma SN 640 023a, [7] dovrà essere aumentata già in fase di pianificazione.

Di regola i mezzi TP effettuano attivamente la segnalazione d'uscita subito dopo aver oltrepassato la linea di arresto. Per le segnalazioni d'ingresso in attesa, si dovrà attivare una segnalazione d'uscita obbligatoria al più tardi dopo un'attesa di 240 secondi. Questo valore temporale dev'essere impostabile come parametro.

III.7 Gestione delle uscite

La gestione delle uscite avviene in genere sul nodo secondario e richiede un coordinamento tra la Confederazione e il Cantone o la città. La regolazione del deflusso veicolare può agire in entrambe le "direzioni": per evitare incolonnamenti sulla SN e per impedire lo spostamento di traffico dalla rete SGC alla SP.

Fondamentalmente si possono distinguere i seguenti tipi di scenario:

- uscita obbligatoria/deflusso del traffico (necessità di un programma speciale negli impianti semaforici)³
- dosaggio I (senza coda sulla SN): impedire il deflusso non regolamentato sulla rete stradale secondaria, necessità di uno spazio di accumulo sulla corsia di uscita, video-sorveglianza e sensori nonché eventuali informazioni sul traffico necessarie (causa scatenante: rete stradale secondaria)
- dosaggio II (in caso di coda sulla SN): impedire il deflusso non regolamentato sulla rete stradale secondaria (causa scatenante: strada nazionale)

³ In determinati casi la deviazione in uscita obbligata può essere segnalata anche manualmente dalla Polizia in caso di evento (blocco) o chiusura di una strada nazionale, specie prima di una galleria.

III.8 Coinvolgimento della mobilità lenta

I tempi di attesa medi per i pedoni e i ciclisti devono essere ridotti possibilmente al minimo. Per assicurare un livello di servizio sufficiente (LdS), non devono superare 30 secondi per i pedoni e 45 secondi per i ciclisti.

Se in una stessa fase veicoli del TMP che svoltano con obbligo di precedenza vengono attivati parallelamente a flussi veicolari con diritto di precedenza della ML (ciclisti o pedoni), il sistema di regolazione deve fare in modo che la ML raggiunga l'area di conflitto comune prima del TMP attivando uno sfasamento temporale. La sicurezza dei pedoni deve essere tutelata da un lampeggiante alternato fino a completo sgombero dell'area di conflitto.

In presenza di attraversamenti pedonali consecutivi vanno possibilmente attivati un inizio e una fine comune per la fase di verde. In linea di principio pedoni e ciclisti dovrebbero poter oltrepassare la carreggiata con un solo attraversamento anche se non sempre questo è possibile, soprattutto se i flussi veicolari principali sono coordinati. Se gli utenti della ML sono costretti ad attendere regolarmente stazionando su uno spartitraffico, questo dovrà avere una profondità minima di 2,00 metri e una larghezza minima di 4,00 metri. Se i ciclisti condividono lo stesso attraversamento pedonale, la larghezza dello spartitraffico dovrà essere di almeno 2,5 metri.

La fase minima di verde relativa alla circolazione t_{Gmin2} va scelta in modo tale che i pedoni circolanti a una velocità di 1,2 m/s raggiungano almeno $\frac{2}{3}$ della lunghezza dell'attraversamento ovvero superino di 1 metro lo spartitraffico. Scolari e persone con difficoltà di deambulazione possono prolungare la fase di verde minima grazie a un pulsante di richiesta separato. Il calcolo della durata della fase di verde minima è pertanto basato su una velocità di 0,8-1,0 m/s.

III.9 Fasi di emergenza per soccorsi/forze dell'ordine

I sistemi di priorità per veicoli di pronto intervento possono essere impiegati su richiesta delle organizzazioni di soccorso/forze dell'ordine e dei loro operatori. In fase di pianificazione occorrerà dimostrarne la necessità e i vantaggi effettivi.

Acronimi

Voce	Significato
BSA	Impianti elettromeccanici (in precedenza: equipaggiamenti di esercizio e sicurezza – EES)
FS	Corsia
GHGW	Limitazione dinamica della velocità e segnalazione pericoli
ISL	Impianto di segnaletica luminosa (impianto semaforico)
LdS	Livello di servizio
LW	Autocarro
MISTRA	Sistema informativo per la gestione delle strade e del traffico
ML	Mobilità lenta
OPM	Ora di punta mattutina
OPS	Ora di punta serale
OSStr	Ordinanza sulla segnaletica stradale
PGT	Piano di gestione del traffico
PWE/h	Veicolo equivalente per ora
QSK	Scatola di comando sezione
SGC	Strada a grande capacità (autostrada)
SN	Strade nazionali
SN	Norma svizzera
SP	Strada principale
ST _{RE95}	95-esimo percentile dell'incolonnamento al termine della fase di rosso
TFM	Intensità media del traffico giornaliero feriale
TGM	Intensità media del traffico giornaliero
TMP	Traffico motorizzato privato
TOD	Traffico orario determinante
TP	Trasporto pubblico
USTRA	Ufficio federale delle strade
VM	Gestione del traffico
VM-CH	Gestione del traffico in Svizzera
VMZ-CH	Centrale nazionale svizzera di gestione del traffico
VR	Traffic server
VSS	Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti
VT	Tecnica dei trasporti
VUGIS	Applicazione tecnica USTRA/MISTRA per gli incidenti stradali – analisi mediante GIS

Glossario

Voce	Definizione
Nodo secondario	Punto di convergenza tra strada a grande capacità e strada principale.
Percorso alternativo	Itinerario alternativo al percorso di base che resta comunque praticabile.
Percorso di base	Percorso segnalato in cui lo stato operativo corrisponde allo stato di base..
Percorso di deviazione	Deviazione da un percorso di base. Il percorso di base non è più percorribile, o il ritardo è maggiore rispetto a una strada più lunga su un percorso di deviazione disponibile.
Strade nazionali di 1 ^a classe:	Strade nazionali riservate esclusivamente ai veicoli a motore accessibili solo in determinati punti di collegamento. Presentano carreggiate separate in entrambi i sensi di marcia e sono prive di intersezioni a raso.
Strade nazionali di 2 ^a classe:	Tutte le altre strade nazionali riservate esclusivamente ai motoveicoli e accessibili solo in determinati punti di collegamento, generalmente prive di intersezioni a raso.
Strade nazionali di 3 ^a classe:	Strade nazionali aperte anche ad altri utenti della strada. Ove possibile, occorre evitare l'attraversamento di abitati e le intersezioni a raso.

Riferimenti normativi e bibliografici

Ordinanze

- [1] Confederazione Svizzera (1979), “**Ordinanza sulla segnaletica stradale del 5 settembre (OSStr)**”, RS 741.21, www.admin.ch.

Istruzioni e direttive USTRA

- [2] Ufficio federale delle strade USTRA (2016), “**Gestione del traffico sulle strade nazionali (Direttiva generale VM-NS)**”, Direttiva ASTRA 15003, V2.00, www.astra.admin.ch.
- [3] Ufficio federale delle strade USTRA (2018), “**Rampendosierung**”, Direttiva ASTRA 15015, V1.00, www.astra.admin.ch.

Norme

- [4] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1988), “**Verkehrserhebungen; Verkehrszählungen**”, SN 640 002.
- [5] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1999), “**Massgebender Verkehr**”, NS 640 016a.
- [6] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1999), “**Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten ohne Lichtsignalanlage**”, SN 640 022.
- [7] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2008), “**Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten mit Lichtsignalanlagen**”, SN 640 023a.
- [8] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2006), “**Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten mit Kreisverkehr**”, SN 640 024a.
- [9] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1996), “**Lichtsignalanlagen; Phasentrennung, inkl. Beilage**”, SN 640 834.
- [10] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1997), “**Lichtsignalanlagen; Abschätzen der Leistungsfähigkeit**”, SN 640 835.
- [11] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1994), “**Gestaltung der Signalgeber**”, NS 640 836.
- [12] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2000), “**Lichtsignalanlagen Signale für Sehbehinderte**”, SN 640 836-1.
- [13] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2015), “**Lichtsignalanlagen; Übergangszeiten und Mindestzeiten**”, SN 640 837.
- [14] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1992), “**Lichtsignalanlagen; Zwischenzeiten**”, NS 640 838.
- [15] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2003), “**Lichtsignalanlagen; Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs an Lichtsignalanlagen**”, SN 640 839.
- [16] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1971), “**Lichtsignalanlagen; Koordination in Strassenzügen mit der Methode der Teilpunktreserven**”, SN 640 840.
- [17] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2015), “**Lichtsignalanlagen – Inbetriebnahme und Betrieb**”, SN 640 842.
- [18] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2001), “**Steuergeräte für Lichtsignalanlagen – Funktionale Sicherheitsanforderungen**”, SN 640 844 -3.
- [19] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1995), “**Signale; Anordnung an Haupt- und Nebenstrassen**” SN 640 846.
- [20] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1999), “**Signale; Anordnung an Kreisverkehrsplätzen**”, SN 640 847.
- [21] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2009), “**Markierungen; Anordnung auf Autobahnen und Autostrassen**”, SN 640 85°.
- [22] Comitato Elettrotecnico Svizzero CES (2011), “**Sistemi semaforici per la circolazione stradale**”, SN EN 50556.

Manuale tecnico USTRA

- [23] Ufficio federale delle strade USTRA (2016), “**Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza**”, *Manuale tecnico ASTRA 23001, V3.10*, www.astra.admin.ch.
- [24] Ufficio federale delle strade USTRA (2016), “**Sistemi di rilevamento del traffico tipo Marksman**”, *Scheda tecnica ASTRA 23001-11450, V1.10*, www.astra.admin.ch.
-

Documentazione

- [25] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen FGSV (2015), “**Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen (HBS)**”.
- [26] Forschungsbericht VSS 2008/304, “**Dynamische Signalisierungen an Hauptverkehrsstrassen**”, *ottobre 2012*.
- [27] Conferenza Bici Svizzera, “**Veloverkehr im Einflussbereich von Hochleistungsstrassen (HLS)**”, *giugno 2012*, www.velokonferenz.ch.
- [28] Conferenza Bici Svizzera, “**Handbuch Veloverkehr in Kreuzungen**” *in preparazione*
- [29] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen FGSV (2010), “**RILSA – Richtlinien für Lichtsignalanlagen – Lichtzeichenanlagen für den Strassenverkehr**”.
-

Cronologia redazionale

Edizione	Versione	Data	Operazione
2018	1.00	01.04.2018	Entrata in vigore edizione 2018 (versione originale in tedesco)

