

Sgravio della A2 al Gottardo tramite il trasbordo dei TIR nella galleria ferroviaria di base

Rapporto finale, 1° febbraio 2011

Iniziativa delle Alpi

metron

Elaborazione

*Peter Marti
Jonas Bubenhofer*

*Casella postale 480
Stahlrain 2
CH 5201 Brugg*

*Dr. oec. publ., Economista/SVI
lic. phil. Ricercatore sociale*

*T 056 460 91 11
F 056 460 91 00
info@metron.ch
www.metron.ch*

Immagine di copertina: modello delle formazione di colonne

Indice

1 Situazione di partenza e obiettivi	2
1.1 Situazione di partenza	2
1.2 Obiettivi di uno „studio sugli ingorghi“	2
2 Modo di procedere	3
2.1 Formazione di colonne	3
2.2 Conseguenze degli ingorghi	4
3 Dati	6
3.1 Fonti	6
3.2 Elaborazione dei dati	6
3.3 Panoramica dei dati	7
3.3.1 Carichi per sezioni trasversali	7
3.3.2 Eventi con formazione di colonne	8
4 Risultati: formazione di colonne	12
4.1 Probabilità delle congestioni	12
4.2 Formazione di colonne senza traffico pesante	13
5 Risultati: conseguenze degli ingorghi	16
6 Riassunto	18
Allegato 1: definizioni	20

1 Situazione di partenza e obiettivi

1.1 Situazione di partenza

Dopo l'apertura della galleria di base del Gottardo si porrà mano al risanamento della galleria stradale del Gottardo - con importanti conseguenze per il traffico stradale al Gottardo per un periodo di tempo piuttosto lungo.

Si pensa di mettere a disposizione un servizio di trasbordo per il traffico pesante sulla tratta Erstfeld-Bodio per il tempo necessario ai lavori di risanamento.

Uno studio di fattibilità ha mostrato che, sulla base dei 650'000 camion che potranno ancora transitare su strada dalle Alpi svizzere secondo il dettato costituzionale, una tale autostrada viaggiante (RoLa) è fattibile. Questo anche mantenendo il previsto, normale svolgimento del traffico ferroviario delle persone e delle merci.

Si pone quindi la domanda se questa RoLa non possa diventare una soluzione duratura. Una tale soluzione dovrebbe tuttavia essere motivata diversamente rispetto alla giustificazione data durante i lavori di risanamento.

- L'utilità di una RoLa attraverso la galleria di base del Gottardo durante i lavori di risanamento è evidente: le alternative sarebbero lunghi tragitti d'aggiramento su altri assi di transito attraverso le Alpi (rispettivamente il trasferimento sul traffico combinato non accompagnato o sul traffico merci a carri completi)
- Dopo il risanamento della galleria stradale del Gottardo bisogna fare un confronto costi/benefici fra il tragitto Erstfeld - galleria stradale del Gottardo - Bodio e la RoLa Erstfeld - Bodio.

I vantaggi sono facilmente riconoscibili anche senza un'analisi approfondita:

- Maggior sicurezza: riduzione del numero degli incidenti, del numero delle persone ferite o morte e dei danni materiali.
- Diminuzione del carico fonico in Leventina e nella parte superiore della Valle della Reuss Urana
- Riduzione dell'inquinamento atmosferico
- Minore formazione di colonne ai portali della galleria.

1.2 Obiettivi di uno „studio sugli ingorghi“

Qui si esamina unicamente l'ultimo degli effetti summenzionati. Le domande da esaminare sono:

- Qual'è l'effetto di uno sgravio di traffico al Gottardo sulla formazione di colonne ai portali del tunnel?
- Qual'è l'effetto di uno sgravio di traffico al Gottardo sulla lunghezza e sulla durata delle colonne (conseguenze degli ingorghi)?

L'Iniziativa delle Alpi ha incaricato la Metron Pianificazione del Traffico SA di esaminare questi aspetti.

2 Modo di procedere

2.1 Formazione di colonne

Idea di base

Si tratta di stimare gli effetti di un trasferimento completo del traffico pesante utilizzando **calcoli di simulazione** per gli ultimi due anni disponibili. Prima domanda: come sarebbe stata la formazione di colonne negli ultimi due anni se nella galleria stradale del Gottardo non fossero transitati mezzi pesanti? Erano disponibili tutti i valori orari dal 1.6.2008 al 31.5.2010, complessivamente 17'516 valori orari.

La base di calcolo sono i carichi delle sezioni trasversali osservati, cioè gli afflussi e i deflussi orari di veicoli registrati come unità-auto (con un camion che corrisponde a tre veicoli leggeri). Per il caso senza traffico pesante, quest'ultimo è stato dedotto dal carico complessivo. Il caso ipotetico così simulato è poi stato esaminato quanto alla possibile formazione di congestioni di traffico.

Questo modo di procedere astrae dal fatto che, in assenza di traffico pesante, l'afflusso di veicoli leggeri sarebbe stato un po' maggiore.

Metodo

Studi precedenti hanno mostrato che la formazione di colonne al Gottardo non può essere spiegata con un limite di capacità preciso. Ci sono carichi orari di 800 o 900 veicoli sulla rampa d'accesso che bastano affinché si formi una colonna e ci sono carichi orari di 1300 veicoli sulla via d'accesso che non portano alla formazione di colonne. Perciò si è fatto ricorso a un modello probabilistico.

Si analizzano le **ore di formazione di colonne**. La probabilità di formazione di colonne è calcolata come segue in base ai valori osservati per la densità del traffico e per l'ingorgo:

- Numero degli eventi: per ogni ora in cui si è formata una colonna si rilevano gli afflussi di traffico (equivalenti auto per ora), che sono assegnati a una categoria di capacità (in sezioni di 100 veicoli da 500-599 fino a 2000 e più)
- Numero dei casi possibili per la formazione di una colonna: numero di tutti i carichi orari senza ore di colonna assegnati alle stesse categorie di carico

Per ogni categoria di carico la probabilità di formazione di un ingorgo risulta dal calcolo del primo valore diviso per il secondo.

Questa probabilità è in seguito stata applicata ai valori di carico, dai quali è stato dedotto il traffico pesante.

2.2 Conseguenze degli ingorghi

Idea di base

Mentre per la formazione di colonne interessa la probabilità, rispettivamente la frequenza della formazione di colonne con e senza automezzi pesanti, nel caso delle conseguenze degli ingorghi si considerano la durata e la lunghezza delle colonne.

Si è visto che la durata e la lunghezza della colonna può difficilmente essere calcolata in base ad altri parametri, come per esempio il carico stradale durante l'ora di formazione della colonna, la categoria giornaliera o il periodo dell'anno, poiché la durata e la lunghezza della colonna non sono correlate con una di queste variabili. Per la stima delle conseguenze degli ingorghi si è dunque dovuto scegliere un altro approccio.

Questo approccio si basa sul confronto di due modellizzazioni che, partendo da presupposti identici, calcolano le conseguenze della formazione di colonne da un lato tenendo conto dei carichi orari effettivi e dall'altro dei carichi orari senza il traffico pesante. La scelta degli eventi con formazione di ingorghi nell'ambito dei due anni considerati (come calcolati nel capitolo 2.1) è stata effettuata impiegando un modello teorico. Il modello è stato calibrato considerando i carichi orari effettivi e la statistica degli ingorghi. In seguito la stessa metodica è stata applicata ai valori di carico stradale ridotti.

Metodo

Ci siamo basati su un modello teorico per la formazione delle colonne che considera che, a partire dal momento della formazione della colonna (ora di formazione della colonna), la somma di tutti i carichi orari successivi (afflusso) che superano la capacità stradale della galleria del Gottardo devono in seguito essere di nuovo smaltiti, prima che l'ingorgo si sciolga (cfr. grafico 1).



Illustrazione 1
Modello effetti delle colonne

Si parte dalla formazione di una colonna. Il carico stradale al momento della formazione dell'ingorgo oscilla all'interno di uno spettro molto ampio, come mostreremo in seguito. Nell'illustrazione 1, per esempio, l'ingorgo inizia nell'ora fra t e $t+1$ con un carico di traffico un po' inferiore alla capacità della galleria del Gottardo. Poiché l'afflusso nelle due o tre ore successive è superiore alla capacità della galleria, la colonna aumenta nella misura dell'eccesso di carico che supera la capacità della galleria. Dopo, per es., l'ora 3 l'afflusso

diminuisce e torna al di sotto della capacità della galleria, cosicché la colonna comincia a smaltirsi. L'ingorgo dura fino al momento $t+x$, quando la somma dell'eccesso di carico accumulato (A) è pari allo smaltimento dell'ingorgo (-A).

La capacità del tunnel si calcola sulla base del carico medio della galleria durante gli ingorghi. Si è osservato che questo carico di traffico orario nella galleria del Gottardo è piuttosto omogeneo: in direzione nord-sud 888 veicoli/ora con un coefficiente di variazione dell'8.7%; in direzione sud-nord 903 veicoli/ora con un coefficiente di variazione del 6.8%. Non appena si è formata una colonna, la galleria „inghiotte“ un numero abbastanza costante di veicoli. Questo metodo di calcolo trascura tuttavia l'influsso del sistema di dosaggio al Gottardo. Se il traffico pesante sarà trasferito sulla ferrovia e il sistema di dosaggio potrà essere abolito, si può considerare una capacità della galleria stradale del Gottardo un po' più alta. La riduzione delle conseguenze dell'ingorgo dovrebbe quindi essere tendenzialmente più alta di quanto calcolato.

Questo modello è stato calibrato con i dati empirici del periodo dal 01.06.2008 al 31.05.2010, in modo che il numero degli episodi con formazione di colonne e la durata degli ingorghi collimasse coi dati. Si è infatti osservato che, all'interno delle ore di colonna considerate (sulla base della statistica degli ingorghi), con le cifre per l'afflusso a Lavorgo ed Erstfeld la riduzione dell'ingorgo calcolata (capacità della galleria meno afflusso) risulta un po' minore rispetto al carico in eccesso (afflusso meno capacità del tunnel). È soprattutto il traffico (sconosciuto) con destinazione e origine sul lato nord (Göschenen/Andermatt/Oberalp/Furka) rispettivamente a sud (Airolo, Nufenen) che sfalsa questo bilancio. Si è quindi dovuto sottrarre il traffico con origine e destinazione nei settori delle rampe nord e sud. Lo si è fatto riducendo l'afflusso verso l'ingorgo finché, dati il numero degli eventi con formazione di colonne e la durata degli ingorghi, si raggiungesse un equilibrio fra il carico eccessivo (A) e lo smaltimento dell'ingorgo (-A). In questo modo è stato possibile identificare un 18% di traffico con origine e destinazione nel settore della rampa nord e un 15% sulla rampa sud.

Con il modello così calibrato è quindi stato possibile calcolare gli eventi con formazioni di colonna nella loro durata. Sulla base della durata degli eventi con formazione di colonna e della statistica degli ingorghi è infine stato possibile dedurre la lunghezza in chilometri delle colonne d'auto.

3 Dati

3.1 Fonti

Sono necessari i seguenti dati:

- Carichi orari
 - Sezioni trasversali: Erstfeld (Nr. 195), galleria autostradale del Gottardo (Nr. 150), Passo del Gottardo (Nr. 10), Lavorgo (Nr. 204)
 - Veicoli: autocarri, altri veicoli a motore (sulla base delle categorie Swiss 10)
- Dati sugli ingorghi
 - Inizio dell'ingorgo (anno, mese, giorno, ora)
 - Ora con colonna (sì, no) e quindi durata dell'ingorgo
 - Lunghezza massima della colonna di un ciclo d'ingorgo

I carichi orari sono stati messi a disposizione dall'USTRA.

I dati sugli ingorghi sono stati forniti dalle polizie cantonali di Uri e del Ticino.

3.2 Elaborazione dei dati

Considerati gli obiettivi prefissati, è stato necessario correggere in diversi modi i dati grezzi per i carichi stradali:

- Per la formazione degli ingorghi sono determinanti i **dati sull'afflusso** di traffico e non i dati presso o nel punto di formazione d'una colonna. Perciò non è stato possibile far capo ai carichi per sezione trasversale nella galleria stradale del Gottardo. Sono determinanti i carichi registrati a Erstfeld e Lavorgo. Poiché l'afflusso registrato in questi punti ha un effetto ritardato sui punti di formazione della colonna, è stato necessario calcolare un „equivalente Gottardo“ di questi afflussi. Sulla base dei dati disponibili (afflusso medio a Erstfeld/Lavorgo e alla galleria del Gottardo), il ritardo medio è stato stimato in 15 minuti (Erstfeld → galleria stradale del Gottardo), rispettivamente in 30 minuti (Lavorgo → galleria stradale del Gottardo) e i rispettivi valori d'afflusso sono stati conseguentemente corretti.
- Sottrazione del traffico sulla strada del Passo e del rimanente traffico che lascia la A2 dopo Erstfeld rispettivamente Lavorgo, ma prima del punto in cui si forma una colonna. Le inchieste effettuate hanno mostrato che il traffico attraverso il Passo del Gottardo e il traffico in direzione Nufenen (direzione Andermatt, Oberalp e Furka) abbandona la A2 prima del punto di formazione delle colonne. Ciò significa che non è determinante per la formazione degli ingorghi.
- Il Passo del Susten non è stato considerato quale raccordo all'A2 poiché, con 5'000 veicoli nei giorni di punta massima e quindi 2500 veicoli per giorno e direzione, il traffico sul passo è trascurabile. Inoltre, si può supporre che l'afflusso al Susten in provenienza dall'A2 è basso proprio quando si formano lunghe colonne.
- Poiché per questo studio interessano unicamente gli ingorghi causati da un eccessivo carico stradale (e non quelli con altra origine come incidenti, panne, incendi, ecc.), i dati della statistica degli ingorghi sono stati corretti togliendo questi altri fattori per la

formazione di colonne. Gran parte degli eventi con formazione di colonne risulta comunque riconducibile all'eccessivo carico di traffico (circa l'83% degli ingorghi o circa il 95% della loro durata).

3.3 Panoramica dei dati

3.3.1 Carichi per sezioni trasversali

L'illustrazione 2 mostra una panoramica dei carichi di traffico nelle sezioni trasversali di Erstfeld e Lavorgo per categorie di carico dal 2008 al 2010.

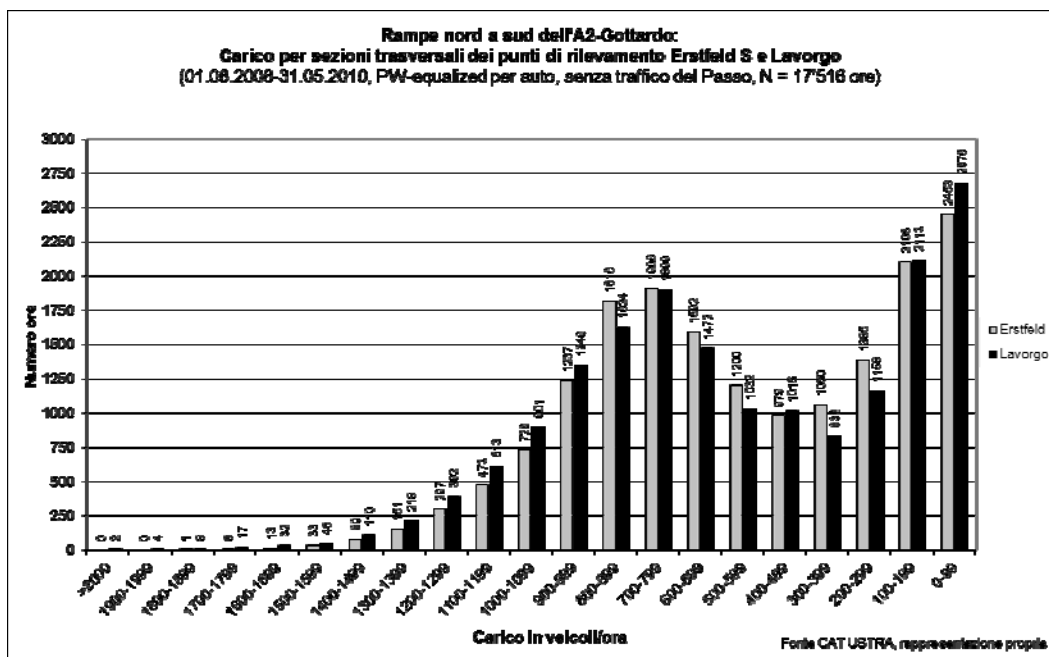


Illustrazione 2
Carichi per sezioni trasversali sulla rampa nord e sulla rampa sud

Mentre gran parte delle ore (soprattutto le ore marginali/notturne) registra solo carichi modesti (<400 veicoli/ora), la porzione principale delle ore mostra carichi fra 400 e 1100 veicoli all'ora. Carichi orari di traffico molto alti sono invece relativamente rari.

La percentuale del traffico pesante si situa in media attorno al 17%, con tuttavia circa il 22% da lunedì a venerdì (massimo il martedì col 26%), mentre al sabato scende all'8% e domenica all'1%.

Se la porzione del traffico pesante non è calcolata secondo i veicoli, ma secondo l'equivalente in unità-automobile (conversione cfr. Allegato 1: definizioni), la percentuale del traffico pesante si situa attorno al 30%, come mostra l'illustrazione 3. Si può quindi presupporre una forte riduzione dei carichi orari se il traffico pesante è trasferito sulla ferrovia, ciò che a sua volta avrebbe un effetto positivo sulla riduzione delle colonne al Gottardo.

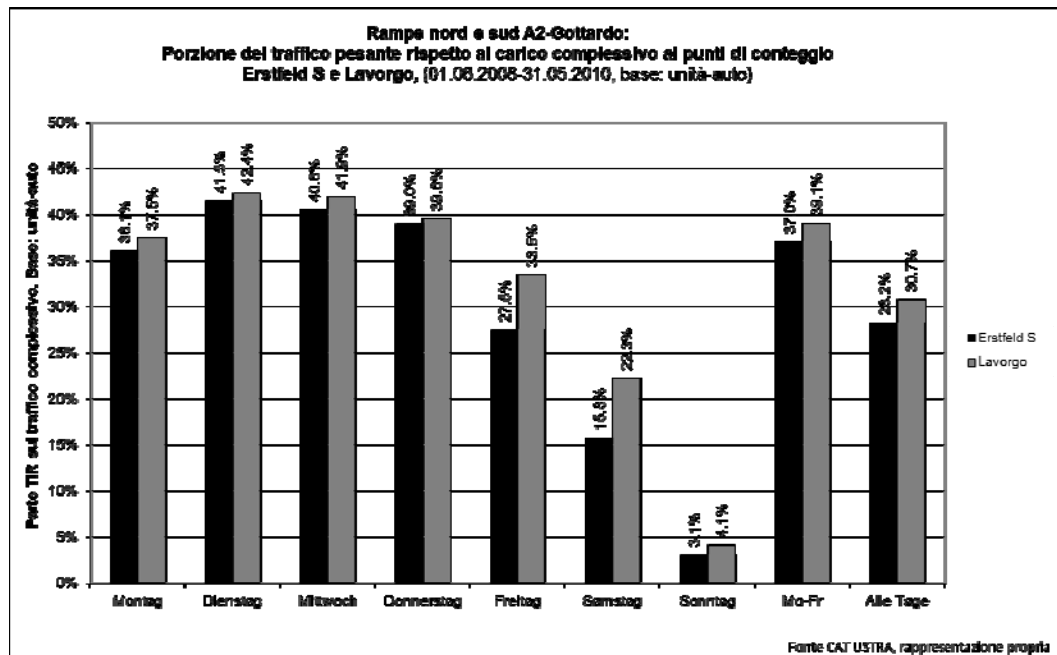


Illustrazione 3
 Parte di traffico pesante sulle rampe nord e sud dell'A2 al Gottardo (unità-auto)

3.3.2 Eventi con formazione di colonne

Nei due anni che sono stati valutati (01.06.2008-31.05.2010) la statistica degli ingorghi ha registrato 108 giorni con formazione di colonne dovute al sovraccarico di traffico sulla rampa nord e 236 giorni con ingorghi sulla rampa sud. La tabella 1 mostra alcuni valori caratterizzanti degli eventi con formazione di colonne.

	Rampa nord				Rampa sud			
	totale	lu-ve	sabato	domenica	Total	lu-ve	sabato	domenica
Numero giorni con ingorghi da sovraccarico								
giugno 08-maggio 09	53	24	23	6	107	47	29	31
	100%	45%	43%	11%	100%	44%	27%	29%
giugno 09-maggio 10	55	25	22	8	129	67	31	31
	100%	45%	40%	15%	100%	52%	24%	24%
Periodo complessivo	108	49	45	14	236	114	60	62
	100%	45%	42%	13%	100%	48%	25%	26%
Lunghezze delle colonne (km)								
Valore medio	5.3	4.3	6.4	4.6	4.1	3.7	5.7	3.3
Min (minimo)	2	2	2	2	1	1	1	1
Max (massimo)	24	10	24	12	20	11	20	12
Durata degli ingorghi (ore)								
Valore medio	8.0	8.6	7.6	5.7	8.8	8.0	10.6	8.6
Min (minimo)	1	1	2	1	1	2	3	3
Max (massimo)	34	34	22	10	21	20	21	17

Tabella 1:
 Valori caratterizzanti della statistica degli ingorghi per le rampe nord e sud

Si osserva che sulla rampa sud si registrano circa il doppio dei giorni con colonne rispetto alla rampa nord. E, sebbene questi ingorghi sulla rampa sud in media raggiungano meno chilometri di colonna, non di meno durano più a lungo che quelli sulla rampa nord.

Gli ingorghi al Gottardo variano molto a seconda delle stagioni. Mentre i mesi fra novembre e marzo non registrano quasi colonne, è soprattutto d'estate, rispettivamente in gene-

rale nei periodi delle vacanze, che il carico è maggiore. L'illustrazione 4 mostra le variazioni stagionali:

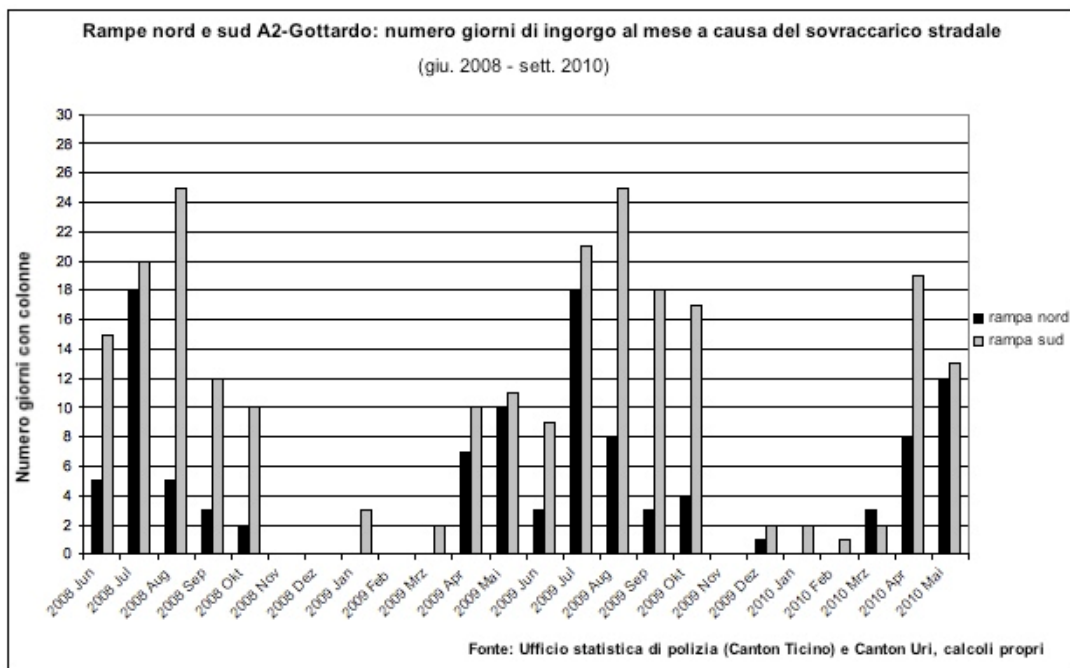


Illustrazione 4
Giorni al mese con colonne sulle rampe nord e sud del Gottardo

In particolare, durante le vacanze estive, sulla rampa sud si formano quasi giornalmente delle colonne. L'illustrazione 5 mostra esemplarmente un estratto dalla statistica degli ingorghi sulla rampa sud del Gottardo nel periodo delle vacanze estive.

Data	Giorni	H00	H01	H02	H03	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23
16.07.2009	Giovedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.07.2009	Venerdì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
18.07.2009	Sabato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
19.07.2009	Domenica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	0	0
20.07.2009	Lunedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	0	0	0
21.07.2009	Martedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0
22.07.2009	Mercoledì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
23.07.2009	Giovedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
24.07.2009	Venerdì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
25.07.2009	Sabato	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
26.07.2009	Domenica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
27.07.2009	Lunedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
28.07.2009	Martedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	0	0	0
29.07.2009	Mercoledì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
30.07.2009	Giovedì	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
31.07.2009	Venerdì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
01.08.2009	Sabato	2	2	2	2	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
02.08.2009	Domenica	2	2	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
03.08.2009	Lunedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0
04.08.2009	Martedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0
05.08.2009	Mercoledì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0
06.08.2009	Giovedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
07.08.2009	Venerdì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
08.08.2009	Sabato	2	2	2	2	2	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
09.08.2009	Domenica	2	2	2	2	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
10.08.2009	Lunedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0
11.08.2009	Martedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0
12.08.2009	Mercoledì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0
13.08.2009	Giovedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0
14.08.2009	Venerdì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15.08.2009	Sabato	2	2	2	2	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
16.08.2009	Domenica	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
17.08.2009	Lunedì	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Illustrazione 5
 Rampa sud A2-Gottardo direzione nord: ore di formazione delle colonne (1) e ore di colonna (2) durante il periodo delle vacanze (fonte: statistica degli ingorghi del Canton Ticino, rappresentazione propria)

Come già descritto prima, non esiste un limite chiaro per il carico stradale orario a partire dal quale si forma una colonna. La formazione degli ingorghi si situa all'interno di una fascia di carichi orari. L'illustrazione 6 mostra le porzioni delle ore senza colonna, delle ore di formazione d'una colonna e delle ore di colonna in rapporto ai carichi stradali orari sulla rampa nord.

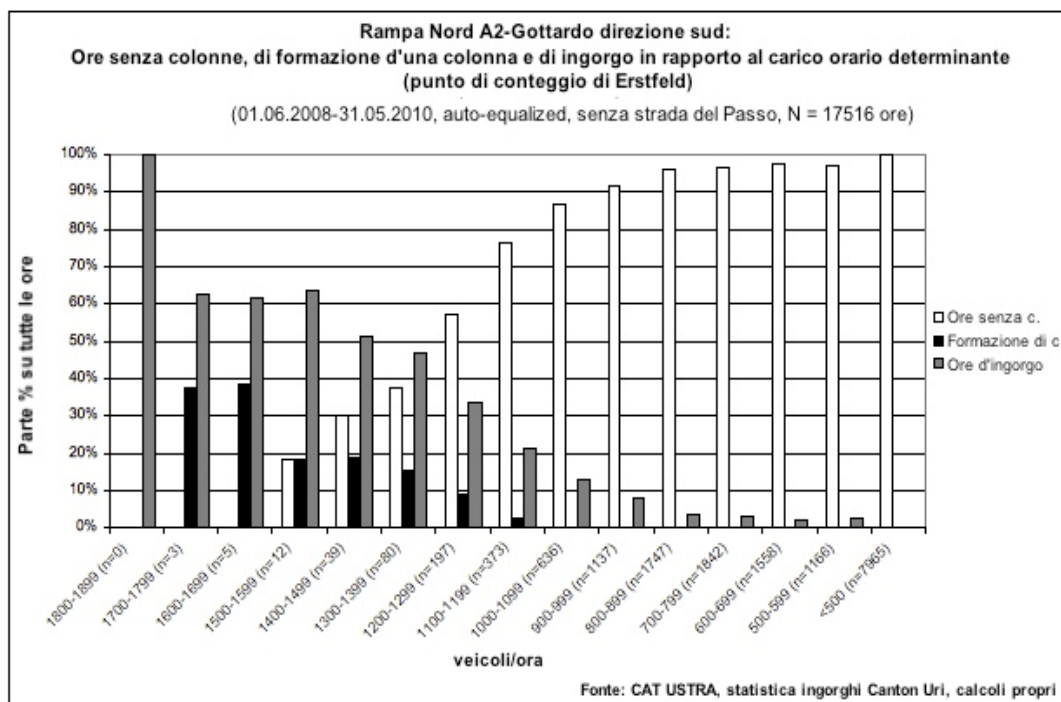


Illustrazione 6
 Porzioni di giorni senza colonne, di formazione d'un ingorgo e di ore di colonna sulla rampa nord del Gottardo in direzione sud

Ne risulta:

- che al di sopra di un carico stradale di 1600 veicoli all'ora non sono quasi più possibili ore senza ingorgo
- che le ore di formazione d'una colonna aumentano costantemente a partire da 1100 veicoli/ora
- che la formazione d'un ingorgo può verificarsi anche con carichi orari relativamente modesti

4 Risultati: formazione di colonne

4.1 Probabilità delle congestioni

Per il calcolo della formazione di colonne senza camion è stata dapprima calcolata la probabilità della formazione d'un ingorgo in rapporto al carico orario.

L'illustrazione 7 mostra il forte aumento della probabilità di formazione d'un ingorgo a partire da 1200 veicoli/ora sulla rampa nord del Gottardo in direzione sud.

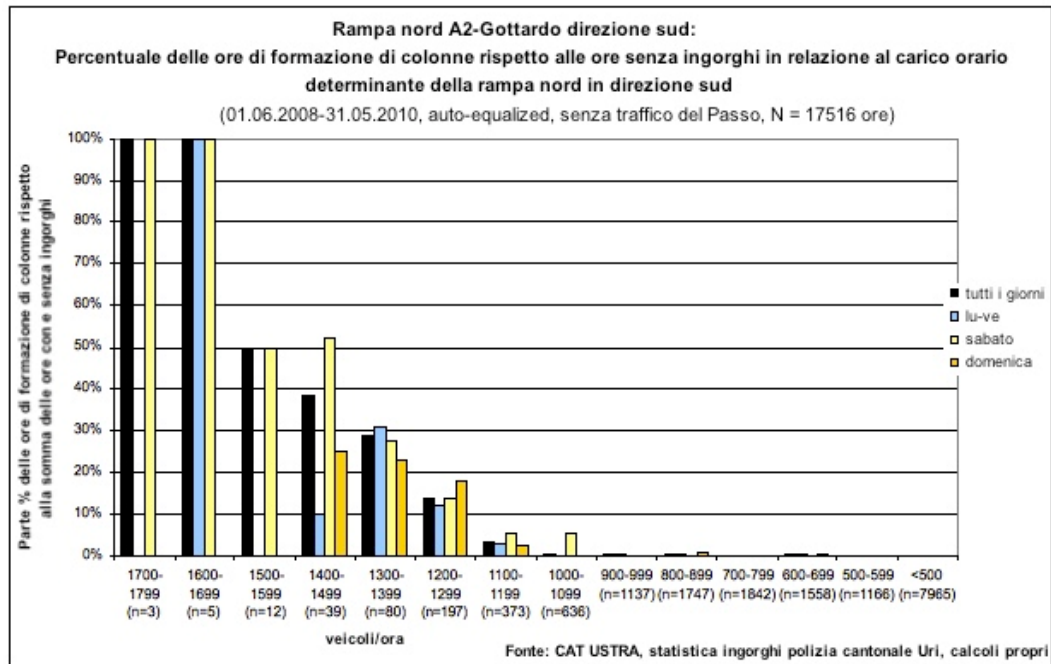


Illustrazione 7
 Probabilità di formazione di ingorghi in relazione al carico orario sulla rampa nord del Gottardo

La situazione è simile sulla rampa sud del Gottardo, dove tuttavia la probabilità di formazione di colonne aumenta già con carichi orari inferiori e più rapidamente. Ciò significa che sulla rampa sud gli ingorghi sono più frequenti e che le colonne si formano già con carichi di traffico minori (cfr. illustrazione 8).

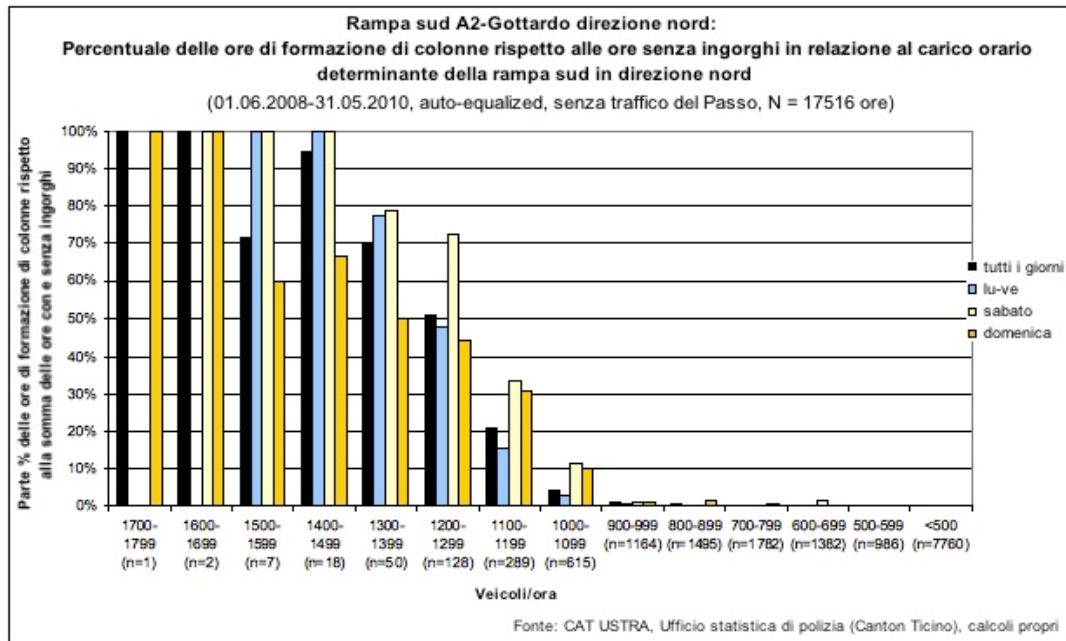


Illustrazione 8
 Probabilità di formazione di ingorghi in relazione al carico orario sulla rampa sud del Gottardo

4.2 Formazione di colonne senza traffico pesante

Per il paragone della formazione di colonne con e senza traffico pesante si sono applicate le probabilità per la formazione d'un ingorgo (secondo categoria giornaliera) sul carico orario diminuito del traffico dei mezzi pesanti.

In questo contesto sono stati fatti due differenti paragoni:

- **Vere e proprie** ore di formazione di colonne: si tratta del calcolo delle **prime ore** di formazione degli ingorghi. Quante sono le ore in cui bisogna considerare la possibilità che **nasca un ingorgo**? Se in una determinata ora, in base alla probabilità, una volta si è formata una colonna, questa giornata viene eliminata quale „giornata d'ingorgo“ dagli ulteriori calcoli probabilistici, poiché le ore successive non possono più essere ore di **formazione** d'una colonna, ma solo ore d'ingorgo.
- Ore d'ingorgo **potenziali**: in questo caso le ore successive alla formazione d'una colonna non vengono più eliminate. Ciò significa che ogni ora ottiene la „possibilità“ di essere un'ora di formazione d'un ingorgo. „New hour – new game“.

Nell'illustrazione 9 sono rappresentati entrambi i valori per la rampa nord, le vere e proprie ore di formazione di colonne (corrispondenti a giorni d'ingorgo) („ore di formazione d'una colonna“) e le ore d'ingorgo potenziali („ore d'ingorgo“). Ne risulta in seguente quadro:

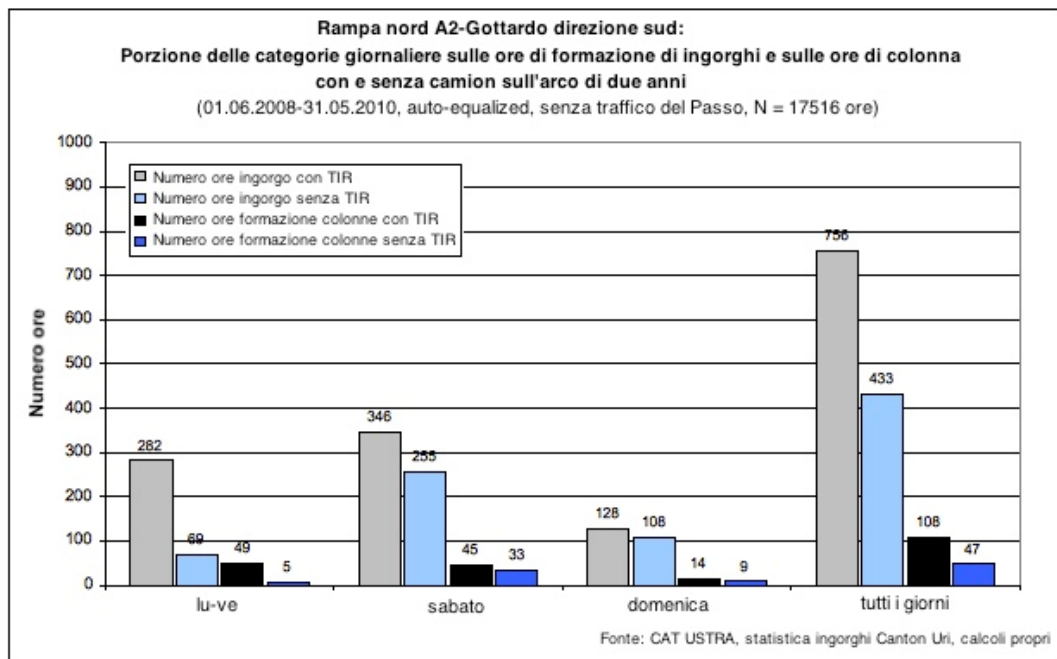


Illustrazione 9
 Confronto delle ore di formazione delle colonne e delle ore d'ingorgo con e senza traffico pesante sulla rampa nord del Gottardo

Il numero degli eventi con formazione di colonne (ore con formazione di colonna) e la durata degli ingorghi (ore d'ingorgo) diminuiscono notevolmente. Com'è logico, la diminuzione è più forte nei giorni feriali, quando circola la maggior parte del traffico pesante. La diminuzione è minore sabato e domenica, ma sempre ancora percepibile.

Si rileva che la formazione di colonne sulla rampa nord

- nei giorni feriali diminuisce all'11% dei valori registrati col traffico pesante
- di sabato al 73%
- di domenica al 65%.

Che la diminuzione sia più marcata alla domenica rispetto al sabato non ostante la minore frequenza di traffico pesante è da ricondurre al fatto che di sabato la riduzione dei carichi di traffico grazie all'assenza di camion ha luogo a un livello di carico complessivo più alto, sicché la probabilità che si formi una colonna resta comunque alta. La domenica, invece, con la riduzione si raggiungono categorie di carico stradale la cui probabilità di formazione d'ingorghi è nettamente più bassa.

Sul complesso delle giornate si può raggiungere una riduzione al 43% dei valori registrati col traffico pesante. Ciò significa che è possibile ottenere un effetto notevole. Va tuttavia considerato che parte del traffico sul Passo torna sulla A2. Ciò non influenza comunque la formazione delle colonne, poiché questi veicoli deviano sul Passo solo quando l'ingorgo si è già formato.

Con questo metodo la stima delle „ore di colonna“ (vale a dire la durata dell'ingorgo) è un calcolo probabilistico ipotetico, non basato su un modello degli effetti delle colonne. Perciò queste cifre mostrano anzitutto una tendenza. Per una stima precisa degli effetti degli

ingorghi si è fatto ricorso a un modello di queste conseguenze, come descritto al capitolo 2. I risultati sono descritti al capitolo 5.

Per la rampa sud tendenzialmente si osserva pure una riduzione degli ingorghi, anche se in misura minore, vale a dire da 236 a 223 ore con formazione di colonne, rispettivamente eventi con ingorghi. Le ore di colonna si dimezzano comunque pressapoco, passando da 1837 a 988 ore. Vale a dire che senza i camion gli ingorghi sono nettamente più corti. Per la rampa sud i risultati non sono stati calcolati secondo categorie di giornate, ma solo per l'insieme dei giorni della settimana, poiché il calcolo per categorie di giornate non dava risultati consistenti. Una possibile spiegazione può essere l'esiguo numero di casi con alti carichi per categoria di giornate sulla rampa sud.

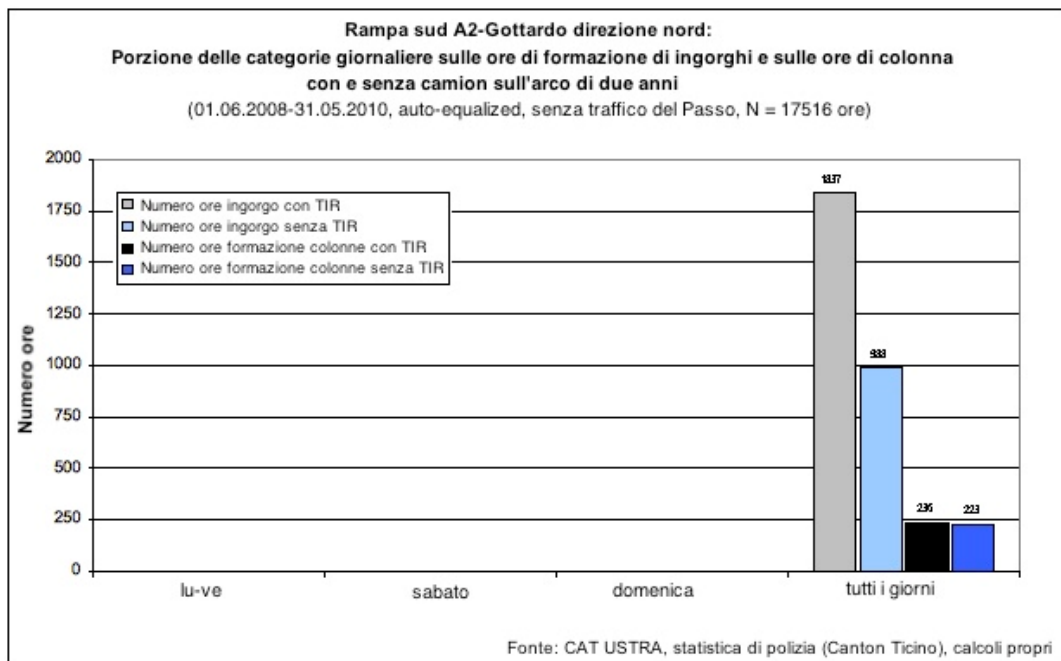


Illustrazione 10
 Paragone della formazione di colonne e delle ore d'ingorgo con e senza traffico pesante sulla rampa sud del Gottardo

5 Risultati: conseguenze degli ingorghi

Con il modello per gli effetti degli ingorghi descritto al capitolo 2 si è calcolato come si sarebbe presentata la situazione degli ingorghi sulla rampa nord e sulla rampa sud in assenza di traffico pesante fra il 01.06.2008 e il 31.05.2010.

La tabella 1 mostra per la rampa nord gli effettivi eventi con formazione di colonne (dalla statistica degli ingorghi), i valori calcolati con presenza di camion (risultato della calibrazione), i valori calcolati senza traffico pesante e la diminuzione rispetto alla situazione realmente registrata in percentuale.

Prognosi rampa nord, Periodo su due anni	Effettiva	Calcolata con TIR	Calcolata senza TIR	Diminuzione
Numero ore con formazione di colonne	108	108	47	-56.5%
Numero ore d'ingorgo	756	756	157	-79.2%
Durata totale ingorghi in ore	864	864	204	-76.4%
Lunghezza totale ingorghi in km	579	556	144	-74.1%
Lunghezza media per ingorgo	5.4	5.1	3.1	-40.5%
Durata media per ingorgo	8.0	8.0	4.3	-45.7%

Tabella 2:
Rampa nord: calibrazione del modello per gli ingorghi e calcolo degli effetti degli ingorghi senza traffico pesante

Sulla rampa nord la durata media delle colonne per ingorgo è quasi dimezzata. Sul complesso ciò significa che senza camion si forma solo ancora la metà degli ingorghi e che la loro durata si riduce a un quarto del valore originario. La lunghezza media delle colonne diminuisce pure notevolmente (-40%), il totale della lunghezza delle colonne del -74%.

Anche sulla rampa sud si ottiene una sensibile riduzione, anche se non in pari misura a quella della rampa nord. Però, anche se il numero degli ingorghi diminuisce solo di poco, la loro durata si riduce di oltre il 60% - la durata media per ingorgo è dimezzata.

Prognosi rampa sud, Periodo su due anni	Effettiva	Calcolata con TIR	Calcolata senza TIR	Differenza%
Numero ore con formazione di colonne	236	238	222	-6.7%
Numero ore d'ingorgo	1837	1822	572	-68.6%
Durata totale ingorghi in ore	2073	2060	794	-61.5%
Lunghezza totale ingorghi in km	968	1033	664	-35.7%
Lunghezza media per ingorgo	4.1	4.3	3.0	-31.1%
Durata media per ingorgo	8.8	8.7	3.6	-58.7%

Tabella 3:
Rampa sud: Calibrazione modello ingorghi e calcolo degli effetti delle colonne in assenza di traffico pesante

L'illustrazione 2 e l'illustrazione 3 rappresentano la distribuzione degli eventi con formazione di colonne in relazione alla loro lunghezza in chilometri. Si osserva che senza il traffico pesante si hanno soprattutto meno situazioni con colonne molto lunghe e che, sia sulla rampa nord sia su quella sud, si formano solo pochissime colonne con una lunghezza di oltre 7 km.

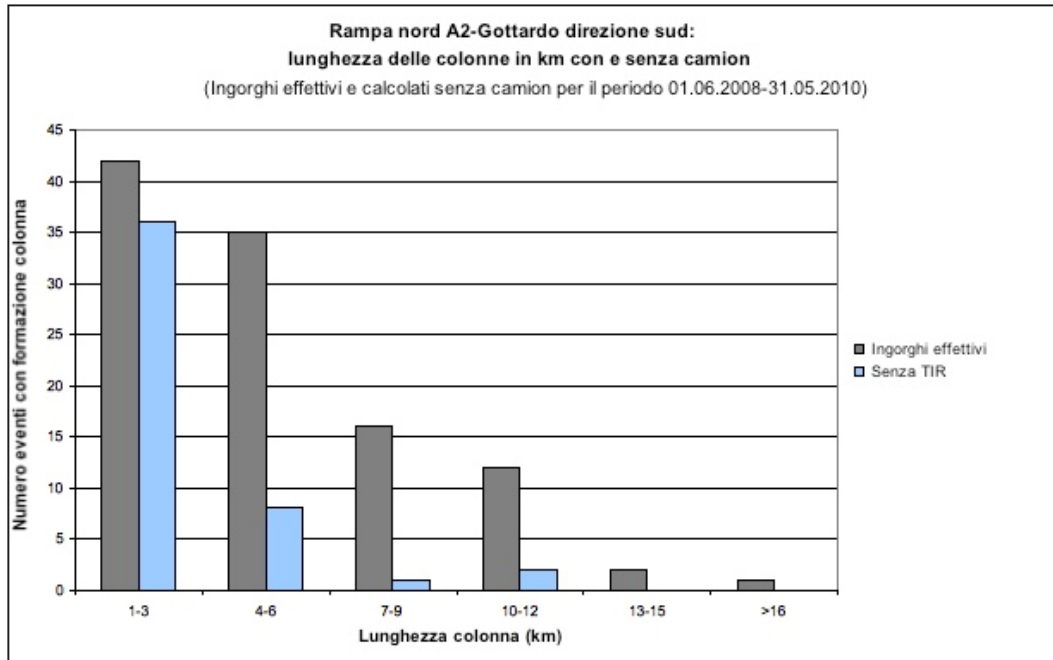


Illustrazione 11

Rampa nord A2-Gottardo: lunghezza colonne con e senza camion

Anche se il numero degli ingorghi sulla rampa sud si riduce solo di poco, la situazione migliora comunque sensibilmente perché si tratta soprattutto di ingorghi minori (lunghezza e durata).

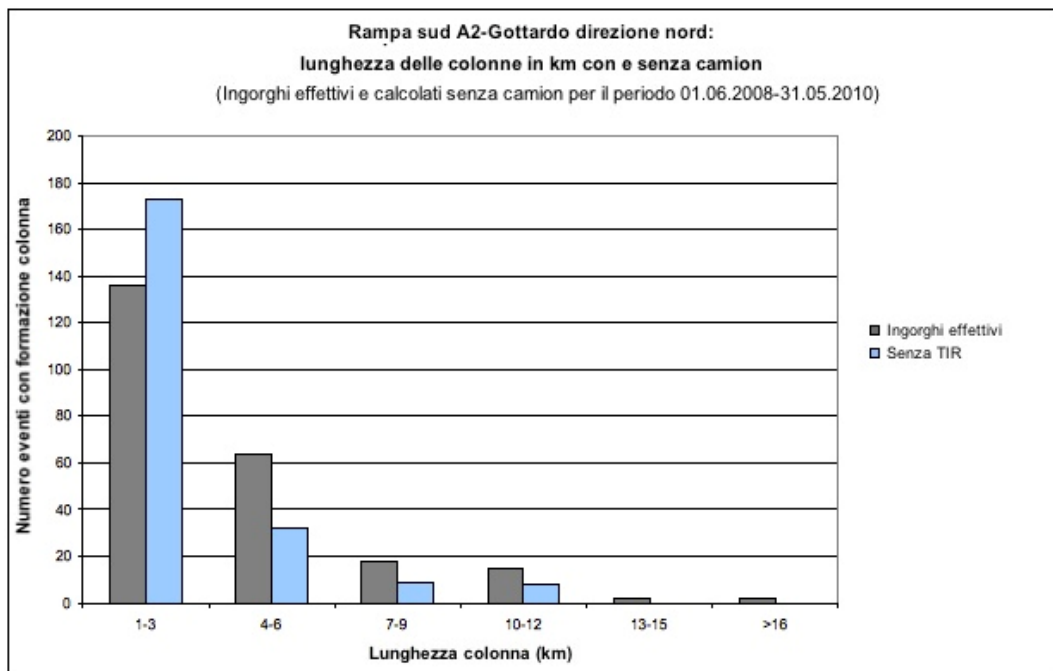


Illustrazione 12

Rampa sud A2-Gottardo: Lunghezza delle colonne con e senza camion

6 Riassunto

Uno studio di fattibilità ha mostrato che durante i lavori di risanamento della galleria stradale del Gottardo sarebbe possibile realizzare una RoLa capace di smaltire il traffico pesante in transito dal Gottardo. Si pone quindi la domanda se una tale soluzione non possa poi essere mantenuta durevolmente. Per la galleria stradale del Gottardo (di nuovo aperta per il traffico leggero), rispettivamente fra Bodio ed Erstfeld, verrebbe decretato un divieto di transito del traffico pesante, con eccezione per le consegne locali.

Oltre alla maggior sicurezza e alla riduzione dell'inquinamento fonico e atmosferico, l'utilità di una tale soluzione sarebbe una prevedibile riduzione degli ingorghi davanti ai portali del tunnel. Le **domande esaminate** con questo studio sono dunque: quali effetti ha uno sgravio del traffico al Gottardo in assenza di traffico pesante sulla formazione di colonne ai portali della galleria? E: quali effetti ha lo sgravio di traffico al Gottardo sulle conseguenze degli ingorghi: lunghezza delle code e durata delle colonne?

Gli effetti di un trasferimento completo del traffico pesante sulla ferrovia sono stati stimati con calcoli di simulazione per gli ultimi due anni per i quali si dispone dei dati. Domanda iniziale: come sarebbe stata la formazione di colonne negli ultimi due anni se nella galleria stradale del Gottardo non fosse transitato il traffico pesante? Erano disponibili tutti i valori orari dal 1.6.2008 al 31.5.2010, complessivamente 17516 valori orari.

Studi precedenti hanno mostrato che la formazione di colonne al Gottardo non può essere spiegata con un limite di capacità fisso. Perciò si è fatto ricorso a un modello di probabilità. È quindi stata calcolata la probabilità della formazione d'un ingorgo per categoria di capacità e applicata ai valori di carico stradale diminuiti del volume del traffico pesante. Per la stima delle conseguenze degli ingorghi è stato sviluppato un modello di questi effetti, col quale, sulla base dei dati disponibili per il carico stradale (rispettivamente del valore diminuito del traffico pesante), è stato possibile calcolare le durate e le lunghezze delle colonne.

I **risultati per la formazione degli ingorghi** mostrano che il numero degli eventi con formazione di code (ore con formazione di colonna) diminuisce marcatamente. Com'è logico, la riduzione è più forte nei giorni feriali, poiché in questi giorni si ha la maggior presenza di traffico pesante. La riduzione di sabato e domenica è invece minore, ma sempre ancora percettibile. Risulta che la formazione di colonne sulla rampa nord nei giorni feriali si riduce all'11% dei valori registrati col traffico pesante, di sabato al 73% e di domenica al 65%. Ciò significa che si ottiene un effetto notevole. Sulla rampa sud il numero degli ingorghi si riduce solo da 236 a 223. È chiaro che qui, anche senza traffico pesante, si raggiungono valori di carico stradale tali da causare la formazione di colonne quasi nello stesso numero di giorni che con il traffico pesante. Per le conseguenze degli ingorghi si dovrebbe invece avere un notevole miglioramento.

In relazione alle **conseguenze degli ingorghi** i risultati mostrano una marcata riduzione della durata degli eventi con formazione di colonne (ore di ingorgo). Senza i camion la durata complessiva degli ingorghi sulla rampa nord si riduce a un quarto del valore originario. La durata media delle colonne restanti si dimezza pressapoco da 8 a 4.3 ore. La lunghezza media delle colonne scende da 5.4 a 3.1 chilometri. La lunghezza complessiva di tutti gli eventi con formazione di colonne scende anch'essa a un quarto del valore originario.

metron

L'assenza di mezzi pesanti migliora soprattutto la situazione nei casi di lunghe colonne e, sia sulla rampa nord che su quella sud, si verificano soltanto ancora poche situazioni con code di oltre 7 km. Anche se sulla rampa sud il numero degli ingorghi scende solo di poco, si ha tuttavia un sensibile miglioramento della situazione, poiché si tratterebbe soprattutto di ingorghi brevi (lunghezza e durata).

Conclusioni: in relazione alla situazione degli ingorghi davanti ai portali della galleria stradale del Gottardo, l'utilità di uno sgravio dell'A2 al Gottardo tramite il trasferimento dei TIR nella galleria ferroviaria di base può quindi essere definita come notevole.

Allegato 1: definizioni

Auto-equivalente: Trasformazione di tutte le categorie di veicoli in unità-auto. In questo studio la categorizzazione Swiss 10 è stata applicata come segue:

Cat.	Definizione	Fattore	Fattore senza TIR
1	Car / Bus	3	3
2	Motocicletta	0	0
3	Automobile	1	1
4	Automobile con rimorchio	1.3	1.3
5	Furgone	1	1
6	Furgone con rimorchio	1.5	1.5
7	Furgone con semirimorchio	1.5	1.5
8	Autocarro	3	0
9	Autotreno	3	0
10	Autotreno con semirimorchio	3	0

Ingorgo (colonna): Un ingorgo si forma quando la capacità di un'opera stradale è raggiunta o superata. Normalmente la capacità è un valore più o meno fisso. Al Gottardo, tuttavia, il limite di capacità oscilla all'interno di una fascia relativamente ampia.

La norma svizzera SN 671 921 parla di ingorgo quando su strade principali o ad alta capacità al di fuori degli abitati la velocità dei veicoli scende sotto i 10 km/h durante almeno cinque minuti e il traffico si ferma spesso, rispettivamente quando sulle strade principali all'interno degli abitati, in presenza di snodi o strettoie, il tempo d'attesa è di almeno cinque minuti.

Per questo studio interessano unicamente gli ingorghi la cui origine è dovuta al sovraccarico di traffico (e non altre cause come incidenti, panne, incendi, ecc.).

Ora di formazione della colonna:

È l'ora in cui si è formato un ingorgo. È assegnata a una determinata ora in base al momento dell'inizio dell'ingorgo (orario) come registrato nella statistica degli ingorghi.

Ora di colonna:

Ora con colonna che non è l'ora di formazione della colonna. Si calcola in base al momento dell'inizio e della fine della colonna (orario) dalla statistica degli ingorghi.