

3M Science.
Applied to Life.™

Visibilità sul bagnato, quando non puoi farne a meno.

Aiuta gli automobilisti a tornare a casa in sicurezza con la segnaletica orizzontale visibile sul bagnato.

Visibile di giorno, salvavita di notte.

Lo sapevi che in media solo il 25% dei viaggi stradali si effettua di notte, eppure il 50% delle morti per incidenti stradali avviene dopo il tramonto? ¹ Lo sapevi che se si aggiunge la pioggia, le probabilità di fare un incidente aumentano?

Ecco perché il tipo di segnaletica orizzontale è importante. La segnaletica orizzontale tradizionale non riflette la luce ai conducenti di notte quando è coperta dalla pioggia, praticamente scomparendo. Ma non deve essere necessariamente così: oggi è disponibile una soluzione che consente agli automobilisti di vedere la segnaletica in condizioni di buio e di pioggia.

Questo eBook vi aiuterà a comprendere i vantaggi della segnaletica orizzontale retroriflettente sul bagnato rispetto a quella standard, e a capire come, alla fine, la scelta sia chiara e il momento di agire sia adesso.

Indice dei contenuti

Definire il problema	3
Il costo della negligenza	5
L'impatto sulla sicurezza	6
La tecnologia	8
Metodi di prova	10
Specifiche prestazionali	11
Conclusioni	12
Fonti e letture consigliate	13

Perché la segnaletica orizzontale visibile è importante.

La differenza tra segnaletica orizzontale retroriflettente bagnata e non bagnata.

È facile vedere la segnaletica orizzontale in una giornata luminosa e soleggiata. Anche i segnali più vecchi e usurati possono fornire agli automobilisti indicazioni sufficienti in circostanze ideali. Ma di notte? Durante un temporale, quando l'acqua ricopre le strade? In queste condizioni, la segnaletica orizzontale retroriflettente molto spesso scompare, riducendo la visibilità del conducente, creando maggiori difficoltà per i conducenti³, rendendo i sistemi autonomi di mantenimento in corsia meno efficaci^{4,5} e incrementando il rischio di incidenti⁸. Ecco perché il tipo di segnaletica stradale utilizzato è fondamentale per garantire la sicurezza dei conducenti sia nelle giornate di sole che nelle notti buie e tempestose, soprattutto se si tiene conto dei cambiamenti demografici dei conducenti, come l'aumento del numero di conducenti meno giovani con tempi di risposta meno rapidi.

Tra il 2014 e il 2016, il Dipartimento dei Trasporti della Georgia ha osservato una tendenza sorprendente.

«Abbiamo assistito a un'impennata del numero di incidenti mortali in tutto lo Stato della Georgia. Quando abbiamo esaminato i dati, abbiamo visto che un numero molto elevato di questi incidenti mortali si era verificato in condizioni di bagnato e di notte lungo

tutte le strade dello Stato, quindi sapevamo che dovevamo introdurre prodotti che contrastassero efficacemente questa tendenza per cercare di ridurre questi numeri» ha dichiarato Andrew Heath, ingegnere del traffico dello Stato del GA DOT.

Molte delle autorità stradali mirano ad avere le proprie strade in sicurezza, con zero morti, comprendere la correlazione tra le condizioni di buio e di bagnato e gli incidenti è della massima importanza.

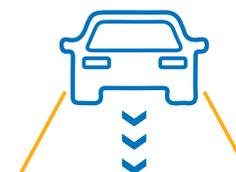
Di notte, in condizioni di pioggia, la segnaletica orizzontale non retroriflettente sul bagnato scompare, comportando:



Riduzione della visibilità del conducente³



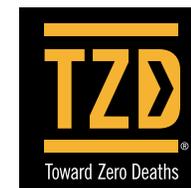
Maggiori difficoltà per i conducenti³



Sistemi autonomi di mantenimento in corsia meno efficaci^{4,5}

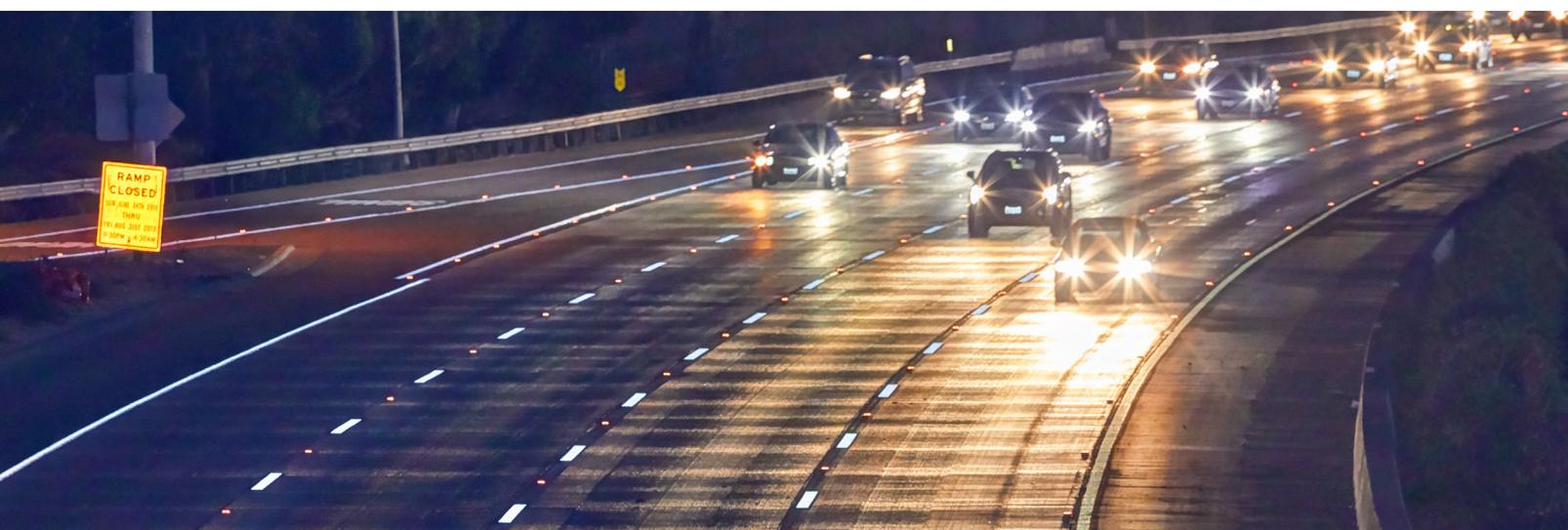


Aumento del rischio di incidenti⁸



Per saperne di più, guardate il video dello studio di caso della Georgia

► [Guarda il video](#)



“... un numero elevato di vittime si è verificato in condizioni di bagnato e di notte...”

Andrew Heath, GA DOT State Traffic Engineer



La differenza è il giorno e la notte ma soprattutto la pioggia notturna.

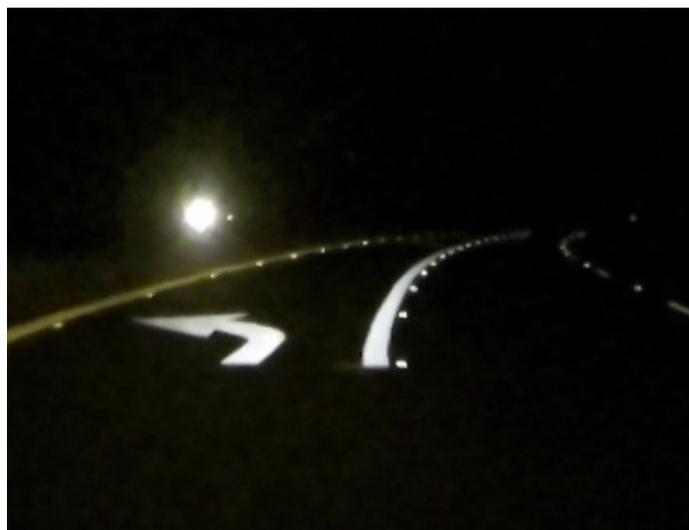
È possibile descrivere le differenze delle diverse segnaletiche orizzontali quando piove ed è buio, ma è meglio mostrarle.

Cosa vedono i guidatori:



Di giorno

Sono visibili, in bianco, sia il simbolo che la linea centrale, così come la linea di bordo gialla.



Di notte

Sono visibili, in bianco, sia il simbolo che la linea centrale, così come la linea di bordo gialla.



Di notte, mentre piove

Mentre sia il simbolo che la linea centrale spariscono, la linea di bordo gialla, retroriflettente sul bagnato e in condizioni di pioggia, è visibile.

È facile intuire che la scomparsa della segnaletica orizzontale bianca, non visibile sul bagnato e in condizioni di pioggia, rende impossibile il riconoscimento di un'imminente svolta a sinistra.

Con la presenza di guidatori meno pronti a reagire, veicoli con guida assistita e automatizzata e conducenti inesperti, è di fondamentale importanza disporre una segnaletica stradale visibile sia all'occhio umano che alle telecamere, in ogni condizione.

Su quale tratto di strada preferiresti guidare?

Scopri quanto è importante la segnaletica orizzontale visibile in ogni condizione

► [Guarda il video](#)

Dati statistici.

La posta in gioco è alta: ecco le cifre.

Nel 2017 negli Stati Uniti, 6.952 persone sono morte a causa di incidenti stradali mentre pioveva. Anche se solo il 25% dei viaggi avviene durante la notte, uno sconcertante 55% (o 3.811 persone) di questi decessi si è verificato di notte o in condizioni di scarsa illuminazione.⁶

Le condizioni di pioggia e di scarsa illuminazione aumentano i rischi di incidente in maniera esponenziale. Uno studio del 2015 condotto in Texas ha analizzato la variabilità temporale e spaziale del rischio relativo di incidenti dovuto alle condizioni di pioggia, analizzando diverse strade in tutto lo Stato. I ricercatori hanno riscontrato che le precipitazioni aumentano il rischio di incidente di circa il 57%, mentre la notte lo aumenta fino all'80%.²



1.25 milioni

vite perse globalmente ogni anno a causa di incidenti stradali

Fonte: WHO. Road Traffic Injuries, Jan., 2018.

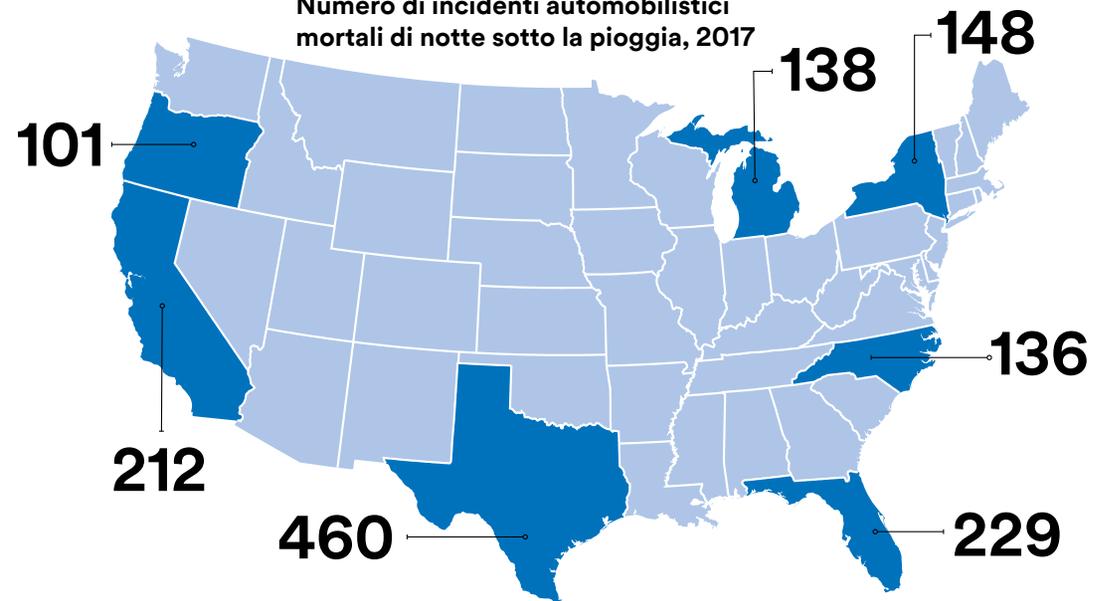


49% di incidenti mortali

accade di notte, anche se la maggior parte del traffico è di giorno.

Fonte: Forbes. Most Dangerous Times to Drive, Jan., 2009.

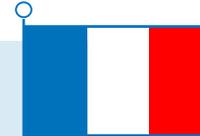
Numero di incidenti automobilistici mortali di notte sotto la pioggia, 2017



Studio francese sugli incidenti

In Francia sono stati condotti studi analizzando i dati relativi agli incidenti negli ultimi 12 anni. L'analisi statistica, considerando la densità media del traffico in Francia (il 90% del traffico avviene durante il giorno), ha dimostrato che guidare di notte aumenta il rischio di incidenti con lesioni di 3,5 volte e il rischio di incidenti mortali di 6 volte (rispetto alla guida diurna). Di notte, se si aggiunge la pioggia, questi valori salgono rispettivamente a 7,7 e 10 volte.⁷

È stato dimostrato che una maggiore visibilità della segnaletica orizzontale, soprattutto in condizioni di buio, pioggia e bagnato, riduce gli incidenti.⁸ Le statistiche dimostrano che i conducenti hanno molte più probabilità di essere coinvolti in un incidente di notte o su strade bagnate e piovose. Migliorare le strade per aiutare i conducenti a gestire meglio queste condizioni può portare a una riduzione degli incidenti, dei feriti, dei morti e dei costi.



Guidare di notte in caso di pioggia lieve o intensa aumenta il rischio di incidenti con feriti di

7,7 volte.

e il rischio di incidenti mortali di

10 volte

rispetto alla guida diurna

Fonte: BAAC (French road traffic database, government open data).

Studi svolti da parti terze comprovano che la segnaletica visibile in condizioni di bagnato riduce gli incidenti.

I guidatori si avvalgono ogni giorno di una segnaletica orizzontale efficace e continueranno a farlo anche in futuro.

Oltre la metà delle auto vendute negli Stati Uniti negli ultimi anni è stata dotata di sistemi a guida autonoma, come l'avviso di superamento di corsia, ma i veicoli sono ancora in gran parte gestiti dai guidatori. Qualsiasi soluzione per la segnaletica orizzontale deve continuare a essere visibile in tutte le condizioni atmosferiche, per contribuire alla sicurezza dei guidatori e di tutti gli altri utenti della strada.

Nel 2015, l'Autorità Federale per le Autostrade degli Stati Uniti ha condotto un'analisi scrupolosa dei valori presenti prima e dopo la sostituzione della propria segnaletica con segnaletica visibile sul bagnato lungo le strade del Minnesota, North Carolina e Wisconsin, avendo lo scopo di riformulare i parametri vigenti sull'incidentalità. Il parametro sull'incidentalità con lesione su strade a più corsie è di 0,595 e sulle superstrade è di 0,881, la nuova segnaletica orizzontale visibile sul bagnato ha portato ad una riduzione rispettivamente del 40% e del 12% di questi parametri.⁸

Valutazione della sicurezza della segnaletica orizzontale in caso di strade bagnate

Riparametrizzazione dell'incidentalità raccomandata dall'FHWA: incidenti con feriti.



Analogamente, uno studio effettuato negli anni 2018-2019 dal Texas A&M Transportation Institute ha valutato l'efficacia della segnaletica orizzontale in caso di pioggia nel distretto TxDOT di Atlanta. Lo studio ha esaminato specificamente gli incidenti notturni causati dalla pioggia su circa 1.014 km di strada in cui era presente la segnaletica orizzontale visibile sul bagnato. Lo studio dimostra che la segnaletica orizzontale visibile sul bagnato ha ridotto gli incidenti notturni sul bagnato di circa il 30% e gli incidenti mortali di circa il 50%.⁹

Infine, secondo uno studio condotto dall'Unione Europea "Rainvision: the impact of road markings on driver behaviour" la presenza di una segnaletica retroriflettente sulla carreggiata ha avuto un effetto positivo sulla sensazione soggettiva di sicurezza e comfort dei guidatori, soprattutto in condizioni meteorologiche avverse. In condizioni di guida notturna e di pioggia, la segnaletica retroriflettente ha garantito una traiettoria chiara del percorso, fornendo ai guidatori i giusti tempi di risposta. Al contrario, gli errori commessi dai conducenti sono aumentati del 70% quando la segnaletica orizzontale era meno visibile.³

Tabella A: Effetti sulla sicurezza della segnaletica orizzontale in caso di strade bagnate

Stime sulla riduzione percentuale degli incidenti utilizzando una segnaletica orizzontale visibile sul bagnato		
Metodo	Di notte sul bagnato*	Incidenti mortali di notte sul bagnato*
Bayes empirico (EB)	28%	53%
Bayes completo (FB)	32%	49%

*Risultati statisticamente significativi con una confidenza del 95%.



Sicurezza mirata per i veicoli automatizzati e integrati.

Come per i guidatori, la segnaletica orizzontale visibile sul bagnato favorisce anche una visione artificiale più efficace.

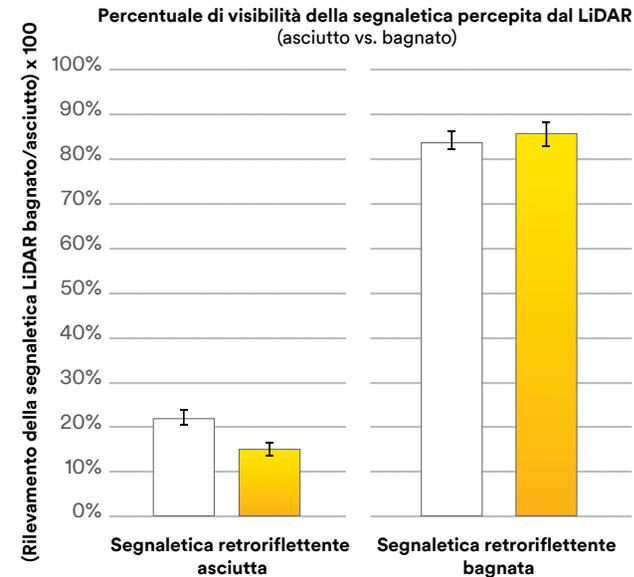
Sia che si tratti di sistemi di telecamere ottiche presenti sui veicoli di oggi, sia che si tratti di LiDAR che saranno presenti sui veicoli di domani, gli studi più recenti hanno dimostrato che la segnaletica visibile sul bagnato migliora anche la visibilità per gli ADAS (Sistemi Avanzati di Assistenza alla Guida) e i CAV (Sistemi di guida Automatizzati e Integrati).

Nello studio "Effects of Wet Retroreflectivity and Luminance of Pavement Markings on Lane Departure Warning in Nighttime continuous Rain with and without Glare Sources", pubblicato sulla rivista Society of Automotive Engineers, i ricercatori di 3M hanno analizzato gli effetti della retroriflettenza e della visibilità della segnaletica bianca e gialla sul bagnato utilizzando un sistema di rilevamento Mobileye LDW in condizioni di pioggia notturna continua.⁵

I ricercatori hanno scoperto che la percentuale di visibilità della segnaletica, a determinati livelli di confidenza, era correlata alla proprietà di retroriflettività diffusa e continua sul bagnato. Questa percentuale, a determinati livelli di confidenza, potrebbe avere una reale correlazione con le proprietà di retroriflettività diffusa e continua sul bagnato.

Un altro studio ha analizzato specificamente le prestazioni sul rilevamento della segnaletica da parte dei visori artificiali e dei sistemi LiDAR, in condizioni di strada continuamente bagnata. La Tabella B riporta la percentuale di rilevamento della segnaletica del LiDAR in condizioni di pioggia notturna, nel caso della segnaletica visibile sul bagnato e di quella non visibile. I risultati preliminari di questo studio hanno dimostrato che la segnaletica visibile sul bagnato è preferibile sia per i sistemi di visione artificiale che per la tecnologia LiDAR.⁴

Tabella B



“In condizioni di pioggia notturna, sulle strisce gialle le microsfere in ceramica retroriflettenti sul bagnato consentono il rilevamento a distanze maggiori rispetto alle microsfere di vetro.”*

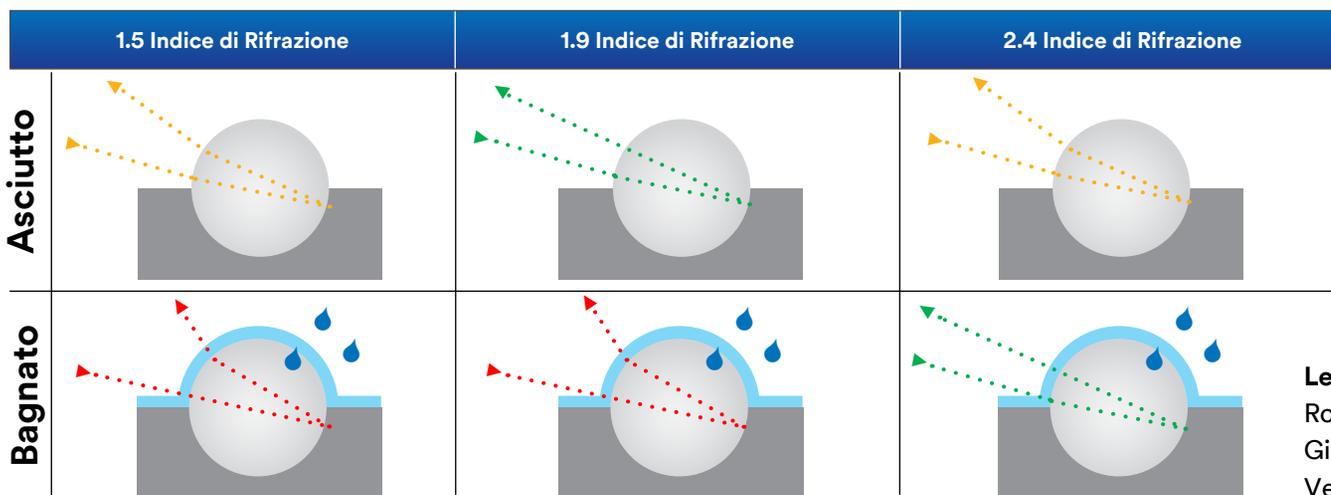
*Basato su test condotti congiuntamente con Continental Automotive Systems Inc. nel dicembre 2017 a Brimley, Michigan, USA. I prodotti testati comprendevano linee di corsia gialle LPM, contenenti microsfere di vetro o ceramiche 3M, in zone di guida convenzionali e pioggia notturna.



Non tutte le microsfere sono uguali.

La tecnologia alla base della retroriflettività visibile sul bagnato.

In generale, la segnaletica orizzontale è visibile di notte grazie alla retroriflettività delle microsfere che restituiscono al conducente la luce dei fari del veicolo. Tuttavia, ogni condizione atmosferica necessita di una specifica microsfera per restituire al meglio la luce al conducente. Non è possibile che la stessa microsfera sia la migliore in condizioni di asciutto e di bagnato.



Legenda - Indice di rifrazione:
 Rosso - ritorno di luce non ottimale
 Giallo - ritorno di luce medio
 Verde - ritorno di luce ottimale



► [Guarda il video](#)

Le microsfere con indice di rifrazione 2,4 sono visibili in condizioni di bagnato, altri indici di rifrazione non permettono la stessa visibilità. Questo vale anche per i sistemi di visione artificiale basati su telecamere ottiche. Guardate il video per saperne di più sulle differenze nella segnaletica orizzontale.

Come testare un prodotto *prima* di applicarlo.

Il test Cup Brightness (luminosità in tazza) fornisce un'indicazione dei coefficienti di luminanza.

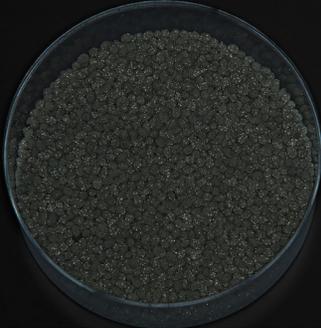
Prima dell'applicazione su strada di un prodotto, è meglio verificarne la visibilità in diverse condizioni. Per questo motivo è consigliabile utilizzare il test di Cup Brightness in situazioni specifiche, soprattutto di bagnato continuo.

Mentre il test ASTM sul bagnato continuo (vedi pagina successiva) è la metodologia di prova raccomandata per la retroriflettenza sul bagnato, ma è molto difficoltoso effettuare il test lungo tutte le nostre strade.

Specificando il test di Cup Brightness in aggiunta al test ASTM sul bagnato continuo si garantisce che le strade soddisfino il livello di visibilità desiderato. Il test di Cup Brightness può essere eseguito prima dell'installazione del prodotto direttamente in laboratorio.

Per ulteriori informazioni su questo metodo, consulta la pagina 2 del bollettino tecnico dei prodotti 3M™ Connected Roads All Weather Elements™.

► [Scarica il file in PDF](#)

Confronto delle prestazioni dei profili con indice di rifrazione 1,9 e 2,4 in asciutto vs. completamente immerso in acqua		
Indice di rifrazione delle microsfele	Asciutto	Sommerso in acqua
1.9 Indice delle microsfele		
2.4 Indice delle microsfele		

Il test sul bagnato non è uguale al test sul bagnato continuo (condizione di pioggia).

La comparazione dei test dimostra che c'è una grande differenza tra le condizioni di pioggia e quelle di bagnato.

La maggior parte degli automobilisti ha vissuto un viaggio straziante su un'autostrada buia e sconosciuta durante un acquazzone. Potreste aver pensato che la segnaletica orizzontale fosse vecchia e sbiadita e che dovesse essere sostituita. Ma la verità molto probabilmente è che non è stata testata e progettata per funzionare in condizioni di bagnato continuo. Se la segnaletica avesse passato i test di visibilità in condizioni di bagnato continuo, sarebbe stata visibile a prescindere da quanto fosse vecchia o nuova. La segnaletica orizzontale visibile sul bagnato non è detto che sia visibile in caso di pioggia (bagnato continuo).

A livello mondiale, esistono due tipi di metodi di prova utilizzati per misurare la riflettività sul bagnato della segnaletica orizzontale: i metodi di bagnatura continua - che simulano la riflettività a umido di una segnaletica orizzontale durante la pioggia - e i metodi di recupero sul bagnato - che simulano la riflettività a umido di una segnaletica orizzontale dopo che ha smesso di piovere e la segnaletica si sta asciugando e l'acqua sta drenando (si veda la Tabella A qui di seguito per una panoramica delle due metodologie di prova retroriflettenti a umido disponibili).

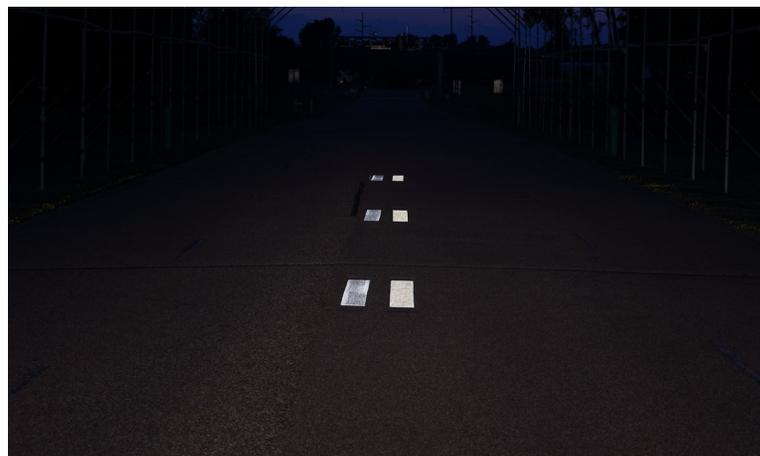
Tabella A

Tipo	Bagnatura continua	Recupero sul bagnato
ASTM	E2832	E2177
EN	EN1436 Annex B7	EN1436 Annex B6

Quale tipo di metodo di prova è più realistico?

In generale, i metodi di bagnatura continua forniscono un risultato più paragonabile all'esperienza reale del guidatore in caso di pioggia moderata rispetto ai metodi di recupero sul bagnato. Questo perché simulano il livello di retroriflettenza sul bagnato vissuto dal conducente durante la pioggia, mentre i metodi di recupero sul bagnato lo simulano solo nel momento successivo alla cessazione della pioggia.

Recupero sul bagnato vs. segnaletica in condizioni di asciutto



Recupero sul bagnato vs. segnaletica in condizioni di pioggia



► [Per saperne di più sui metodi di prova](#)

Cosa si deve considerare quando si definisce una specifica.

Ecco a cosa dovrebbero pensare gli ingegneri del traffico quando definiscono uno standard o una specifica per la segnaletica orizzontale.

Gli ingegneri del traffico si chiedono spesso quale sia il valore di retroriflettenza continua umida raccomandata da inserire in una specifica o in uno standard per la segnaletica orizzontale. I dati preliminari di una ricerca del Texas Transportation Institute (TTI) di prossima pubblicazione, condivisi in occasione di un recente workshop di formazione e training in ATSSA, aiutano a rispondere a questa domanda. In collaborazione con il Dipartimento dei Trasporti del Minnesota, il TTI ha condotto uno studio sui fattori umani per determinare la distanza di rilevamento della segnaletica orizzontale in funzione di diversi valori di retroriflettenza sul bagnato. I risultati preliminari, discussi durante un workshop regionale ATSSA, indicano che 50 mcd/m²/lux sul bagnato continuo è una soglia appropriata per la segnaletica orizzontale, ma si tratta di un valore minimo, ben lontano da quello ottimale.

Perché 50 mcd/m²/lux sono tutt'altro che ottimali?

50 mcd/m²/lux forniscono 1,9 secondi di tempo di preavviso ai conducenti che viaggiano a circa 90 km/h. Gli studi sui simulatori di guida riportati in COST 331, uno studio dell'UE11, incaricato di raccomandare una progettazione ottimale della segnaletica orizzontale, hanno dimostrato che il tempo di preavviso minimo assoluto per una guida sicura è di 1,8 secondi; in caso contrario, i conducenti avranno difficoltà a mantenere una guida sicura. Gli autori hanno sottolineato che questo è il minimo indispensabile e che si dovrebbe usare un valore più alto. Il rapporto COST 331 ha stabilito un tempo minimo di preavviso raccomandato di 2,2 secondi.

La FHWA statunitense ha condotto uno studio simile ¹² nel 1998, i cui risultati hanno portato l'ente statunitense a raccomandare per le condizioni di guida estreme a breve distanza, un tempo di preavviso di 2 secondi, raccomandato indicandolo come limite minimo di sicurezza accettabile, che consente al conducente di comprendere e reagire alla segnaletica orizzontale in condizioni di pericolo.

Livelli più elevati di retroriflettenza sul bagnato sono migliori.

La Tabella A mostra i livelli minimi di retroriflettenza sul bagnato raccomandati per diversi tempi di preavviso e velocità, e calcolati in base ai risultati preliminari dello studio TTI di prossima pubblicazione. Valori di retroriflettenza sul bagnato più elevati sono necessari per velocità o tempi di preavviso diversi. Sebbene sia raro che gli automobilisti di notte, durante i temporali, viaggino a 110 km/h, questa ricerca documenta la relazione tra valori sul bagnato più elevati e tempi di preavviso più lunghi.

Tabella A: Minimi di retroriflettenza sul bagnato matematicamente derivati dai risultati preliminari dello studio TTI.

	Tempo di preavviso di 1,8 secondi	Tempo di preavviso di 2,2 secondi
55 mph	50 mcd/m ² /lux	130 mcd/m ² /lux
70 mph	170 mcd/m ² /lux	970 mcd/m ² /lux

Figura 1: Cos'è il "tempo di preavviso"?

Posizione del veicolo in un istante preciso



La conclusione: La posta in gioco è alta.

La visibilità della segnaletica orizzontale è fondamentale di giorno e di notte, con la pioggia o con il sole.

L'applicazione della segnaletica orizzontale potrebbe essere una delle ultime cose che si progetta per il completamento di una strada, ma è il primo passo per contribuire a migliorarne la sicurezza, a ridurne i costi e a ridurne il traffico e per salvare vite umane. Avere la strada più bella del mondo non significa molto se non si può percorrere in sicurezza in condizioni di buio e pioggia.

Come avete letto, percorrere le strade di notte e/o in condizioni di pioggia aumenta gli incidenti, i feriti e gli incidenti mortali, accadimenti che potrebbero aumentare man mano che un numero sempre maggiore di veicoli si affida alle tecnologie di visione artificiale. È stata anche descritta la differenza tra la segnaletica orizzontale retroriflettente e visibile sul bagnato e sul bagnato continuo, compresa la tecnologia che ne sta alla base.

Ci saranno sempre situazioni che non si possono controllare, ma si può controllare il tipo di segnaletica orizzontale che si applica, e solo la segnaletica retroriflettente in modo continuo anche sul bagnato è visibile anche nelle circostanze più critiche.

Rivolgetevi agli esperti italiani di 3M per saperne di più sui nostri prodotti.

https://www.3mitalia.it/3M/it_IT/sicurezza-stradale/strade-autostrade/segnaletica-stradale-orizzontale-retroriflettente/



3M

Transportation Safety Division
3M Italia s.r.l.,
via Norberto Bobbio,21
20096 Pioltello MI
Italia

3M è un trademark di 3M.
© 3M 2019. Tutti i diritti sono riservati.

Fonti e letture consigliate

Per saperne di più sull'importanza della segnaletica orizzontale retroriflettente, si consiglia di consultare i seguenti studi e documenti citati in questo ebook.

1. US DOT National Highway Traffic Safety Administration. Passenger Vehicle Occupant Fatalities by Day and Night – A Contrast. May 2007, <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/810637>
2. Omranian, S., Sharif, H., Dessouky, S., Weissmann, J., “Exploring rainfall impacts on the crash risk on Texas roadways: A crash-based matched-pairs analysis approach.” Accident Analysis and Prevention, vol. 117, 2018, pp. 10-20
3. Konstandinos Diamandouros, and Michael Gatscha. “Rainvision: The impact of road markings on driver behavior – wet night visibility”. 6th Transport Research Arena, April 18-21, 2016. European Road Federation
4. Pike, A., Clear, S., Hedblom, T., and Whitney, J. “How Might Wet Retroreflective Pavement Markings Enable More Robust Machine Vision?” Transportation Research Record 1-6, 2019
5. Pike, A., Clear, S., Barrette, T., Hedblom, T. et al., “Effects of the Wet Retroreflectivity and Luminance of Pavement Markings on Lane Departure Warning in Nighttime Continuous Rain with and without Glare Sources,” SAE Technical Paper 2019-01-1014, 2019
6. US DOT National Highway Traffic Safety Administration, Fatality Analysis Reporting System (FARS). 2017 – Available from: <https://www.nhtsa.gov/research-data/fatality-analysis-reporting-system-fars>
7. 3M France, Combating Poor Road Safety – To Enhance the Safety of Road Users at Night and in All Weather Conditions. August 2019. Data collected from BAAC (Road Traffic Injury Database)
8. US DOT Federal Highway Administration. Safety Evaluation of Wet-Reflective Pavement Markings. Dec. 2015, FHWA-HRT-15-083
9. Park, ES., Carlson, P., Pike, A., “Safety Effects of Wet-Weather Pavement Markings.” Transportation Research Board 2019 Annual Meeting: Available from: <https://trid.trb.org/view/1572259>
10. Peterson, E., “Wet Pavement – Where are the Markings?!?” Northland American Traffic Safety Services Association, “How To” Training and Education Workshop, Mar. 2019
11. Requirements for Horizontal road Marking. COST 331. Luxembourg: office for Official Publications of the European Communities, 1999.
12. Freedman, M., L.K. Staplin, D.P. Gilfillan, and A.M. Brynes. Noticeability Requirements for Delineation on Non-Illuminated Highways. Report No. FHWA-RD-88-028, FHWA, US DOT, 1998