



Scheda informativa puntatori laser

1 In breve

Un puntatore laser è un dispositivo laser a uso manuale che permette di proiettare punti, linee e motivi ottici di altre forme.

I puntatori laser le cui radiazioni superano una certa potenza possono causare gravi danni agli occhi. Le radiazioni di un puntatore laser sono molto concentrate e l'ampiezza del raggio emesso anche sulla lunga distanza varia solo di poco. A distanze ravvicinate, quindi, vi è la possibilità che buona parte del raggio emesso da un puntatore laser penetri nell'occhio attraverso la pupilla. Inoltre, l'occhio focalizza ulteriormente tale raggio per trasferirlo in modo definito sulla retina, dove di conseguenza si formano zone ad altissima concentrazione di energia irradiata. Ciò può causare ustioni, fori della retina o emorragie. C'è da aggiungere che l'occhio umano, spesso inconsapevolmente, si orienta di modo da fare concentrare le radiazioni in entrata il più possibile sul punto della retina che permette la visione più nitida. Lesioni in quell'area peggiorano l'acuità visiva a tal punto che la persona quasi non arriva a riconoscere una mano che le si muove davanti al volto. Sebbene esistano possibilità di guarigione, vi è comunque un ampio rischio di danni permanenti all'occhio. Infine, se il raggio focalizzato colpisce il nervo ottico, nel peggiore dei casi l'occhio può addirittura andare incontro a cecità permanente.

I puntatori laser sono suddivisi in varie classi di pericolo. Solo la classe 1, la più bassa, è assolutamente sicura. Nella classe 2 i danni agli occhi sono possibili se, entro un quarto di secondo, la persona non ha il riflesso di distogliere lo sguardo o di chiudere l'occhio colpito dal raggio. Di conseguenza sono particolarmente a repentaglio i bambini, perché attirati dalle fonti luminose e in grado di fissare i raggi laser per un tempo più prolungato rispetto agli adulti. Passando a classi di rischio più alte come 3R, 3B e 4, i danni all'occhio diventano probabili o certi. Infine, il problema è acuito dal fatto che i puntatori laser spesso emettono raggi più potenti di quanto si possa evincere dalla classe a cui appartengono.

Inoltre, le radiazioni dei puntatori laser possono causare abbagliamenti, che si manifestano con irritazioni, temporanee perdite della vista e immagini consecutive prolungate. Queste ultime sono alla base di vari disturbi tra cui la perdita della percezione cromatica parziale o totale (daltonismo). Abbagliamenti di questo tipo possono essere molto pericolosi in quanto compromettono la corretta percezione ottica dell'ambiente circostante.

Nuovo disciplinamento legale dei puntatori laser

Riconoscendo i rischi che i puntatori laser rappresentano per la salute, il Parlamento ha approvato la legge federale sulla protezione dai pericoli delle radiazioni non ionizzanti e degli

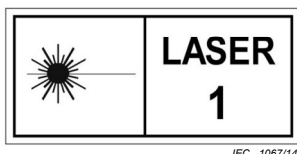
Weitere Informationen:

Bundesamt für Gesundheit BAG
Abteilung Strahlenschutz, Sektion NIS/DOS
Schwarzenburgstrasse 157, CH-3003 Bern
www.bag.admin.ch

stimoli sonori (LRNIS) che prevede di vietare i puntatori laser pericolosi. L'ordinanza concernente la legge federale sulla protezione dai pericoli delle radiazioni non ionizzanti e dagli stimoli sonori (O-LRNIS) è stata adottata dal Consiglio federale il 27 febbraio 2019.

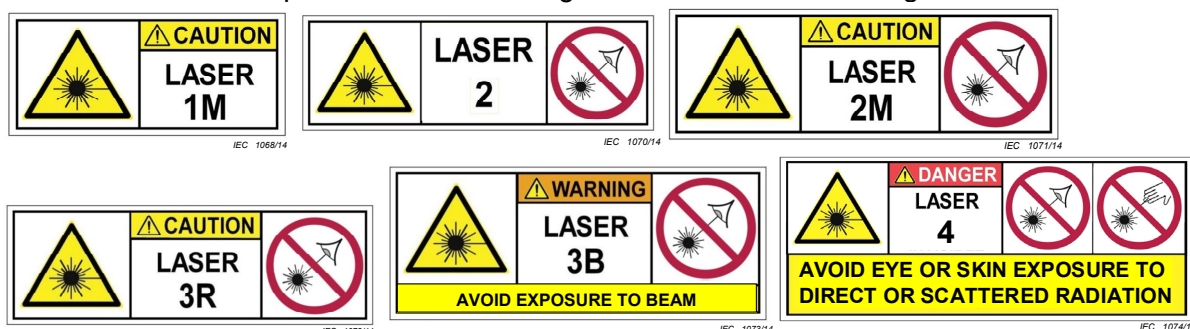
Secondo il nuovo disciplinamento, in Svizzera sono vietati dal 1° giugno 2019 i puntatori laser pericolosi, mentre rimangono permessi quelli non pericolosi. Di seguito sono elencati i punti più importanti del nuovo disciplinamento di cui occorre tenere conto:

Come posso sapere se il mio puntatore laser non è pericoloso e quindi permesso?
Il puntatore laser reca questo contrassegno raffigurato:



Come posso sapere se il mio puntatore laser è pericoloso e quindi vietato?

Il puntatore laser reca scritte dalle quali è possibile desumere le classi di laser 1M, 2, 2M, 3R, 3B e 4. Le scritte possono essere in lingua tedesca, francese o inglese.



Il laser reca altri contrassegni come **laser classe 3A, IIIA, 1C**.

Il laser non reca alcun contrassegno sulla classe di laser o reca un contrassegno indecifrabile.

Cos'è vietato esattamente?

Il possesso di un puntatore laser pericoloso.

L'importazione di puntatori laser pericolosi nel territorio doganale svizzero.

Il transito di puntatori laser pericolosi attraverso il territorio doganale svizzero, vale a dire la loro importazione e successiva esportazione.

La consegna di puntatori laser pericolosi, vale a dire qualsiasi offerta a pagamento o gratuita per la commercializzazione, la consegna, il consumo o l'utilizzo.

Come posso smaltire un puntatore laser vietato?

I puntatori laser devono essere smaltiti nei rifiuti di apparecchiature elettriche. È possibile trovare il centro di raccolta più vicino con l'aiuto della seguente pagina Internet <https://recycling-map.ch/de/> o con l'app per smartphone «Recycling Map» per iOS o Android.

Togliere prima le batterie e smaltirle in un punto di raccolta per batterie. Se non è possibile togliere le batterie o gli accumulatori dal puntatore laser, quest'ultimo può essere smaltito intero in un punto di raccolta per batterie.

Dove posso trovare ulteriori informazioni?

Ulteriori informazioni sui puntatori laser sono disponibili sul sito Internet dell'Ufficio federale della sanità pubblica <https://www.bag.admin.ch/bag/it/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/elektromagnetische-felder-emf-uv-laser-licht/laser-und-lasershows.html>

Ulteriori raccomandazioni dell'UFSP riguardanti i puntatori laser

- Durante le conferenze, utilizzare preferibilmente la funzione di puntatore laser elettronico integrata nei programmi di presentazione
- Utilizzare un sistema di puntatore laser gestito da software in cui l'oratore tiene in mano un presentatore che non genera radiazione laser. Questi puntatori laser virtuali sono disponibili nei negozi specializzati
- Per le sale riunioni e le aule destinate alla formazione sono adatti i puntatori laser della classe 1

Raccomandazioni generali sul comportamento da tenere in caso di infortuni con puntatori laser

- Rivolgersi immediatamente a un medico se si è stati colpiti da un raggio laser in un occhio o sulla pelle e se in seguito all'esposizione compaiono sintomi o si hanno dubbi sulla necessità di un trattamento medico

2 Informazioni approfondite

2.1 Utilizzo e struttura

Maneggevoli e pratici da trasportare grazie alla loro grandezza e al loro peso, i puntatori laser sono prodotti che emettono radiazioni laser utili a indicare o per fini di divertimento e di difesa:

- i puntatori laser utilizzati per indicare sono prodotti che vengono commercializzati proprio a tal fine. In questa categoria rientrano anche prodotti, simili dal punto di vista della struttura e dei comandi, che hanno un puntatore laser incorporato come portachiavi, telecomandi o coltellini svizzeri;
- i puntatori laser con fini di divertimento sono prodotti commercializzati come laser per spettacoli, come giocattoli per bambini o animali, per hobby o simili. In questa categoria rientrano anche impianti laser aventi funzione di puntatore che sono stati fabbricati, assemblati o imbastiti con componenti singoli;
- i puntatori laser con fini di difesa sono prodotti commercializzati come repellenti da utilizzare contro animali e persone o come strumento di difesa personale.

La parte centrale del puntatore laser è il diodo laser, che genera il raggio. Grazie a un cosiddetto collimatore, il raggio viene orientato parallelamente all'asse ottico, per poi uscire dall'alloggiamento in cui è posizionato il diodo. Nei puntatori più potenti, appartenenti alle classi 3R, 3B e 4, il punto da cui esce il raggio deve essere segnalato per evitare rischi per la salute.

Le radiazioni di un puntatore laser sono monocromatiche e il loro colore dipende dai materiali semiconduttori del diodo. In base alla composizione, le radiazioni sono visibili o devono essere rese visibili, cosa che avviene soprattutto nel caso di puntatori laser con raggio di colore verde o blu. In tal caso, infatti, inizialmente vengono generate radiazioni laser infrarosse invisibili, che successivamente vengono trasformate in radiazioni visibili da un duplicatore di frequenza. In puntatori laser di questo tipo, i filtri infrarossi mirano a impedire l'uscita del raggio laser infrarosso dal puntatore al fine di prevenire pericoli per la salute e d'incendio. Questa protezione, tuttavia, nei puntatori di scarsa qualità è spesso insufficiente (Galang et al. 2010; Hadler et al. 2013; Khedr e Khedr 2014; Hanson et al. 2016). Le persone quindi dovrebbero in generale evitare di guardare direttamente i raggi di qualsiasi puntatore laser.

Le radiazioni dei puntatori laser sono molto concentrate e sono caratterizzate da un'elevata intensità. In un puntatore laser, solitamente, la deviazione della concentrazione, ossia la cosiddetta divergenza, rientra nell'ambito di circa un millirad, che corrisponde a una larghezza del diametro del raggio pari a un metro in 1000 metri di distanza (Dickmann 2014; Reidenbach et al. 2014). La divergenza è riducibile tramite lenti aggiuntive che conferiscono al raggio densità energetiche elevate anche su grandi distanze. La distribuzione dell'energia sulla sezione trasversale del raggio laser non è costante, e dipende piuttosto dal materiale del puntatore laser.

2.2 Pericoli per la salute

2.2.1 Pericoli e valori limite

Pericoli per la salute dovuti a radiazioni laser troppo potenti dipendono dal tempo di esposizione e dalla lunghezza dell'onda (ossia dal colore) delle radiazioni:

- nello spettro ultravioletto, sino a una lunghezza d'onda di 400 nanometri [nm] le radiazioni non riescono a penetrare nel vitreo e quindi possono insorgere danni termici alla cornea;
- all'interno dello spettro visibile, con lunghezze d'onda tra 400 e 780 nm, le radiazioni riescono ad attraversare il vitreo colpendo la retina, dove vengono assorbite. Gli aumenti di temperatura che si verificano in seguito a questo assorbimento possono arrecare un danno termico a certe aree della retina. Inoltre, le radiazioni producono

all'interno dell'occhio molecole di ossigeno che possono causare danni fotochimici pericolosi in particolare per la retina;

- nello spettro infrarosso più prossimo a quello visibile (infrarosso vicino), con lunghezze d'onda tra 780 e 1400 nm, le radiazioni riescono a insinuarsi parzialmente nel vitreo fino a colpire la retina, dove vengono assorbite. L'aumento di temperatura che si verifica durante questo assorbimento può un danno termico a certe aree della retina;
- nello spettro infrarosso medio e lontano, con lunghezze d'onda superiori a 1400 nm, le radiazioni non penetrano nel vitreo, in quanto la componente acquosa delle cellule oculari le assorbe. I danni di natura termica o termomeccanica, quindi, interessano soprattutto la cornea e parzialmente anche il cristallino.

Porzioni di radiazioni dello spettro visibile e infrarosso vicino che colpiscono la retina, inoltre, sono amplificate dalla cornea e dal cristallino, in quanto quest'ultimo le focalizza sulla retina. Di conseguenza, sulla retina va a concentrarsi una densità di energia 100 000 volte superiori alla densità di energia iniziale del fascio. Si evince quindi che la retina è il tessuto del corpo più esposto ai rischi derivanti dalle radiazioni laser.

Per evitare danni per la salute l'*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection* (ICNIRP) ha pubblicato delle linee guida sui valori limite delle radiazioni laser (ICNIRP 2013). I valori limite presentano coefficienti di sicurezza di 2 per la cornea e tra 2 e 10 per la retina. Questi coefficienti, più esigui rispetto ad altri settori di pericolo, impongono ai fabbricanti dei puntatori laser e a coloro che li immettono sul mercato di etichettare correttamente questi dispositivi e che gli utilizzatori si attengano alle prescrizioni del fabbricante in tutta sicurezza.

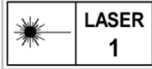



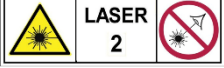


Secondo l'ICNIRP, tuttavia, alla luce delle conoscenze attuali non è chiaro se i valori limite delle radiazioni riducano anche eventuali esiti cronici a lungo termine.





2.2.2 Classi di laser / esposizione massima permessa (EMP)



Nella prassi, i valori limite di radiazione vengono applicati attraverso le classi di laser, che limitano la potenza del laser affinché le relative emissioni corrispondano alla cosiddetta «esposizione massima permessa (EMP)» pari al valore limite dell'ICNIRP. Se ciò non è possibile e nemmeno la limitazione delle radiazioni offre protezione alla salute, la classe di laser informa l'utilizzatore sulle misure di sicurezza adeguate a garantire la tutela della salute.

Le classi di laser sono disciplinate dalla norma di base sui laser (Electrosuisse 2014) e devono essere riportate in modo visibile sui puntatori laser. Le etichette corrispondenti riportano un'indicazione e una didascalia esplicativa. I laser pericolosi, inoltre, recano anche un simbolo di pericolo triangolare giallo raffigurante un raggio laser. Nella tabella 1 sono descritti per ogni classe le indicazioni di avvertimento, i simboli di pericolo, le classificazioni alternative e le spiegazioni sui pericoli per la salute (da non riportare sull'etichetta).

Tabella 1 classi di laser: didascalie e misure

Classe	Indicazione di avvertimento	Indicazione sulle misure	Classificazione alternativa
Pericoli per la salute			
1	non disponibile	CLASSE DI LASER 1	
<ul style="list-style-type: none"> • laser sicuro per gli occhi; nessun pericolo per la salute anche in caso di contatto visivo prolungato; • non viene mai superata l'esposizione massima permessa (EMP). 			
1M		RADIAZIONE LASER NON GUARDARE IL FASCIO LASER CON STRUMENTI OTTICI CLASSE DI LASER 1M	
<ul style="list-style-type: none"> • raggio divergente o ampliato che non rappresenta pericoli per la salute se guardato a occhio nudo, anche in caso di contatto visivo prolungato; • può verificarsi che strumenti ottici come cannocchiali, binocoli da teatro, livelli, teodoliti ecc. focalizzino il raggio portando a pericolose esposizioni che corrispondono a classi di laser 3R o 3B. Le persone devono quindi essere informate specificatamente di questi rischi. 			
2		RADIAZIONE LASER NON GUARDARE IL FASCIO LASER CLASSE DI LASER 2M	
<ul style="list-style-type: none"> • con tempi di esposizione sino a 1/4 di secondo corrisponde a un laser della classe 1; • fintantoché una persona di riflesso riesce a chiudere gli occhi o distoglie lo sguardo entro 1/4 di secondo, per una visione a occhio nudo non sussistono pericoli per la salute; • è pericoloso fissare volontariamente il raggio perché ciò comporta il superamento dell'esposizione massima permessa (EMP). 			
2M		RADIAZIONE LASER NON GUARDARE IL FASCIO LASER E NON	

		<p>PUNTARLO SU CHI STA UTILIZZANDO STRUMENTI OTTICI</p> <p>CLASSE DI LASER 2M</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • raggio divergente o ampliato che, fintantoché una persona di riflesso chiude gli occhi o distoglie lo sguardo entro 1/4 di secondo, non rappresenta pericoli per la salute se guardato a occhio nudo; • è pericoloso fissare volontariamente il raggio perché ciò comporta il superamento dell'esposizione massima permessa (EMP); • può verificarsi che strumenti ottici come cannocchiali, binocoli da teatro, livelli, teodoliti ecc. focalizzino il raggio portando a pericolose esposizioni che corrispondono a classi di laser 3R o 3B. Chi usa puntatori laser di questo tipo deve assicurarsi di non puntare il raggio laser su persone che stanno utilizzando strumenti ottici. 		
3R		<p>RADIAZIONE LASER</p> <p>EVITARE L'ESPOSIZIONE DIRETTA DEGLI OCCHI</p> <p>CLASSE DI LASER 3R</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • pericoli per la salute contenuti; • l'esposizione massima permessa (EMP) è superata; • indossare occhiali protettivi; • utilizzare solo in modo motivato; • solo per personale qualificato e formato; • tenere il laser inutilizzato lontano dalla portata di persone non autorizzate. 		
3B		<p>ATTENZIONE</p> <p>RADIAZIONE LASER NON ESPORRE AL FASCIO LASER</p> <p>CLASSE DI LASER 3M</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • pericolo per la salute certo per gli occhi e possibile per la pelle; • l'esposizione massima permessa (EMP) è superata; • da utilizzare solo in un'area laser circoscritta e sorvegliata; • adottare misure di sicurezza in modo da non esporre alle radiazioni persone non autorizzate; • controllare l'accesso all'area laser; • pericolo d'incendio nel caso in cui il diametro del raggio sia ridotto o il raggio sia focalizzato. 		

4		<p>PERICOLO – RADIA- ZIONE LA- SER</p> <p>EVITARE L'ESPOSI- ZIONE DI- RETTA O DIFFUSA DEGLI OC- CHI O DELLA PELLE</p> <p>CLASSE DI LASER 4</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Pericolo per la salute certo per occhi e pelle; • l'esposizione massima permessa (EMP) è superata; • da utilizzare solo in un'area laser circoscritta e sorvegliata; • adottare misure di sicurezza in modo da non esporre alle radiazioni persone non autorizzate; • controllare l'accesso all'area laser; • pericolo d'incendio nel caso in cui il diametro del raggio sia ridotto o il raggio sia focalizzato. 			

Osservazioni

- Nelle classi di laser 1M e 2M si possono raggiungere potenze superiori rispetto alle classi 1 e 2. Poiché il raggio dei laser di questo tipo è ampliato, a partire da una certa distanza solo parte delle radiazioni può penetrare nell'occhio. La quantità di tali radiazioni non deve superare le prescrizioni valide per le classi 1 e 2; determinanti sono in questo caso un'apertura (della pupilla) del diametro di 7 mm e le distanze minime indicate nella norma di base sui laser.
- Per le classi di laser 2, invece, le misure di sicurezza presenti nella norma di base sui laser si fondano sul cosiddetto riflesso palpebrale e sulle reazioni di difesa dell'occhio, il quale, all'entrata delle radiazioni, mette in atto una reazione di difesa chiudendosi entro un quarto di secondo. Uno studio clinico sul riflesso palpebrale (Reidenbach et al. 2003) ha tuttavia dimostrato che esso era riscontrabile solo in meno di un quinto dei partecipanti.
- La classe di laser americana 3a, ossia IIIa, corrisponde alla classe di laser europea 3R. I laser immessi sul mercato svizzero devono essere contrassegnati secondo le classi europee.

2.2.3 Potenza

Nella tabella 2 sono indicate le potenze consentite per ogni classe di laser. Le potenze riportate si fondano sulla norma di base sui laser.

Tabella 2 Potenze consentite per classi di laser

Classe	Lunghezza d'onda [nm]	Tempi di esposizione connessi [sec]	Potenza consentita [mW]
1	400-450	>100	0,039
	450-500	>100	0,039-0,39 ¹
	500-700	>100	0,39
2	400-700	< 0.25	analogo a classe 1
	400-700	≥ 0.25	1
3R	400-700	≥ 0.25	5
3B	400-700	≥ 0.25	≤500
4	400-700	≥ 0.25	>500

Attraverso vari studi è stata determinata la potenza effettiva dei puntatori laser che è poi stata confrontata con la rispettiva classe di laser indicata. I risultati mostrano che su un considerevole numero di puntatori laser la classe e le relative misure non sono riportate correttamente. Ad aggravare la situazione si aggiunge il fatto che molti dei puntatori laser erroneamente classificati emettono radiazioni più potenti di quelle riportate sull'etichetta (Hadler et al. 2013; Dickmann 2014; Blattner 2011; Lee et al. 2016). Le persone quindi dovrebbero in generale evitare di guardare direttamente i raggi di qualsiasi puntatore laser.

2.2.4 Incidenti

Il numero di incidenti che si verificano in Svizzera a causa dei puntatori laser è difficilmente determinabile. Durante un sondaggio rappresentativo condotto nel 2013 dall'istituto di ricerca gfs rivolto a circa 2000 persone (Bieri et al. 2013), l'11 per cento degli intervistati riferiva di essere stato abbagliato da un puntatore laser almeno una volta. Particolarmente colpite risultano essere le persone di età inferiore ai 26 anni, tra le quali una su cinque ha già subito un abbagliamento. Più di una persona su dieci al momento dell'abbagliamento stava guidando. Facendo una stima, lo 0,5 per cento della popolazione svizzera si è sottoposta a trattamenti medici a causa di un abbagliamento. Infine, le persone che posseggono un puntatore laser sono vittime di abbagliamenti due volte tanto rispetto a coloro che non ne hanno uno.

Gli studi scientifici sui pericoli per la salute e i conseguenti danni sono stati condotti esclusivamente su persone singole, ma non esistono studi epidemiologici in proposito. Gli incidenti sono stati causati da puntatori laser definiti di classe 2, 3R (ossia 3a per la classificazione americana), 3B e 4 o sono avvenuti a causa di potenze corrispondenti a queste classi. Nelle situazioni di pericolo più comuni, i raggi erano stati guardati direttamente o riflessi su superfici specchiate o riflettenti. Gli incidenti sono stati causati sia dalla vittima stessa sia da terzi involontariamente o volontariamente. Quest'ultima circostanza vede coinvolti soprattutto bambini o ragazzi che consapevolmente si sottopongono a prove di coraggio o esperimenti con laser, procurandosi così lesioni agli occhi. Gli incidenti avvenuti con classi di laser 3R dimostrano che i meccanismi di riflesso palpebrale e di difesa dell'occhio non sono garanzia sufficiente di protezione nemmeno con laser di potenza moderata.

Per una panoramica sugli studi relativi agli incidenti causati dai puntatori laser consultare la pagina [studi sugli incidenti causati dai puntatori laser \(disponibile in tedesco\)](#). In seguito a incidenti con i puntatori laser, spesso le persone coinvolte diventano particolarmente sensibili alla luce, hanno la vista annebbiata o riferiscono di macchie o cosiddetti scotomi nel campo visivo. Alla base di questi sintomi vi sono ustioni della macula, della fovea, dell'epitelio pigmentoso della retina, fori della retina o emorragie all'interno dell'occhio.

¹ Tra 450 e 500 nm, il valore aumenta esponenzialmente da 0,039 a 0,39 mW.

2.3 Abbagliamenti

2.3.1 Meccanismi

A causa del loro effetto abbagliante, i puntatori laser rappresentano un pericolo per le persone alla guida di un velivolo o un veicolo, per gli agenti di polizia e il personale dei servizi di sicurezza, oltre che per i partecipanti a manifestazioni sportive. Dopo aver guardato i raggi laser queste persone possono infatti perdere temporaneamente la vista. Insorgono inoltre i seguenti effetti:

- gli abbagliamenti causano irritazioni passeggere che si risolvono non appena si interrompe l'esposizione al raggio laser abbagliante (come nel caso di un abbagliamento all'incrociare un veicolo in senso contrario con la luce del tramonto o dell'alba);
- l'accecamento da luce lampeggiante causa la perdita della vista per qualche secondo, mentre una persona abbagliata non riesce più a percepire il mondo circostante;
- le immagini consecutive sono un'esperienza sensoriale in cui il raggio laser abbagliante rimane impresso sulla retina per diversi secondi o addirittura minuti. Ciò altera la visione in bianco e nero e quella a colori: le persone colpite non hanno quindi più una corretta percezione del mondo circostante (come nel caso delle immagini consecutive che rimangono impresse dopo aver guardato direttamente il sole, cosa per altro molto pericolosa).

Gli effetti di abbagliamento dipendono dall'energia di radiazione del laser che penetra nell'occhio. Fondamentalmente è la concentrazione del raggio che distingue i puntatori laser da altre fonti luminose come ad esempio le torce tascabili. Queste ultime hanno infatti un angolo di apertura del fascio luminoso decisamente più ampio e di conseguenza la loro energia di radiazione si distribuisce in uno spazio di dimensioni più grandi: della totalità delle radiazioni all'occhio può arrivarne un solo un frammento.

Oltre agli effettivi abbagliamenti in cui il raggio laser colpisce l'occhio, se indirizzati su un parabrezza sporco, umido o graffiato, i puntatori laser possono causare effetti di diffusione luminosa che ad esempio possono abbagliare l'equipaggio di un velivolo.



Oltre a causare le succitate reazioni fisiologiche, i puntatori laser provocano anche reazioni psicologiche. Si possono verificare infatti situazioni di panico soprattutto nei casi in cui, con buone condizioni atmosferiche, le persone percepiscono un raggio laser solo nel momento in cui esso incontra il loro occhio o colpisce un parabrezza.

Gli effetti di abbagliamento più gravi sono causati soprattutto dai raggi laser verdi, poiché l'occhio umano percepisce particolarmente bene questa lunghezza d'onda, mentre quelli di colore rosso e blu ne generano di più ridotti. Infine, si verificano abbagliamenti gravi al crepuscolo o di notte perché, per adattarsi alla luminosità ridotta, le pupille si dilatano.

2.3.2 Entità dell'abbagliamento

Dal 2010 al 2017 in Svizzera i piloti hanno segnalato circa 500 abbagliamenti da laser. L'autorità competente ha classificato 100 di questi casi come gravi in quanto l'equipaggio aveva subito dei danni. Si ritiene tuttavia che il numero sommerso degli abbagliamenti sia più elevato. Nella tabella 3 sono riportati gli abbagliamenti segnalati tra il 2013 e il 2020.

Tabella 3 Numero di abbagliamenti segnalati nel traffico aereo svizzero

Anno	Abbagliamenti di equipaggio d'aereo	Abbagliamenti di equipaggio d'elicottero
2013	136	14
2014	111	9
2015	108	15
2016	79	10
2017	92	11
2018	77	5
2019	68	5
2020	22	9

Dati su altri gruppi professionali a rischio non sono disponibili, ma dall'analisi delle situazioni che si verificano tipicamente negli attacchi laser, si possono comunque evincerne i possibili pericoli. Oltre alla potenza e al colore del raggio laser, è decisiva anche la distanza tra l'utilizzatore del puntatore laser e la persona che ne viene abbagliata, perché ciò determina di quanto si amplierà il raggio laser e quale percentuale di energia di radiazione potrà penetrare nell'occhio attraverso la pupilla. Le distanze tipiche tra i gruppi professionali colpiti sono comprese tra meno di 10 metri (polizia) e 300 metri (aviazione civile). Da uno studio clinico tedesco (Reidenbach et al. 2014) si evince che tutti i puntatori laser, a prescindere dalla loro classe, causano abbagliamenti di qualche secondo che compromettono la capacità di leggere. Pertanto, anche i puntatori laser appartenenti alle classi 1, 1M, 2 e 2M, sebbene non siano pericolosi per la salute vista la loro potenza limitata, rappresentano comunque un pericolo a causa delle possibili conseguenze di abbagliamento.

2.3.3 Raccomandazioni sui valori limite per gli abbagliamenti

Non esistono valori limite vincolanti per evitare gli abbagliamenti da puntatore laser, eccezion fatta per le raccomandazioni sui valori limite dell'ICAO (International Civil Aviation Organisation) concernenti le radiazioni laser visibili su corridoi aerei, zone di avvicinamento e aeroporti (ICAO 2016a, 2016b). Le raccomandazioni distinguono le seguenti zone:

- *laser-beam free flight zone (LFFZ)*: spazio aereo nelle immediate vicinanze dell'aerodromo dove la potenza delle radiazioni è contenuta affinché non si verifichi alcun disturbo visivo per le persone;
- *laser-beam critical flight zone (LCFZ)*: spazio aereo confinante con la LFFZ collocata nei pressi dell'aerodromo dove la potenza delle radiazioni è contenuta affinché non si possa verificare alcun effetto abbagliante;

- *laser-beam sensitive flight zone (LSFZ)*: spazio aereo esterno alla LFFZ e alla LCFZ dove la potenza delle radiazioni è contenuta per limitare la probabilità di accecamenti da luce lampeggiante o immagini consecutive;
- *normal flight zone*: nell'intero spazio aereo la potenza delle radiazioni di qualsiasi raggio laser visibile o invisibile deve essere uguale o inferiore all'esposizione massima permessa (EMP). Ciò significa che chiunque emetta radiazioni ne ha dato comunicazione all'autorità competente e ne ha ottenuto un'autorizzazione.

2.4 Disciplinamento legale in Svizzera

2.4.1 Nuovo disciplinamento legale futuro dal 1° giugno 2019

La nuova legislazione, entrata in vigore il 1° giugno 2019, disciplina i puntatori laser in modo esaustivo. Consiste nella *legge federale sulla protezione dai pericoli delle radiazioni non ionizzanti e degli stimoli sonori (LRNIS)* e nell'*ordinanza concernente la legge federale sulla protezione dai pericoli delle radiazioni non ionizzanti e degli stimoli sonori (O-LRNIS)*(link).

La LRNIS approvata dal Consiglio nazionale e dal Consiglio degli Stati il 16 giugno 2017 dà la possibilità, come ultima ratio, di vietare l'importazione, il transito, la consegna o il possesso di prodotti che rappresentano un pericolo significativo per la salute. Particolare attenzione è rivolta ai puntatori laser pericolosi le cui radiazioni superano nettamente i valori limite per occhi e pelle o che a causa degli abbagliamenti rappresentano un serio problema di sicurezza per specifici gruppi professionali.

L'O-LRNIS, adottata dal Consiglio federale il 27 febbraio, precisa le relative misure. Alla luce della problematica degli abbagliamenti, la O-LRNIS vieta l'importazione, il transito, la consegna o il possesso di puntatori laser delle classi 1M, 2, 2M, 3R, 3B, 4. Importazione, transito, possesso e consegna sono ammessi per i puntatori laser della classe 1, che tuttavia, a causa del loro effettivo potenziale abbagliante, possono essere utilizzati solo in spazi chiusi. In questo modo si punta ad evitare abbagliamenti che si verificano soprattutto all'aperto.

3 Bibliografia

Bieri, U.; Kocher, J. P.; Tschöpe, S.; Kohli, A.; gfs (2013): Studie nichtionisierende Strahlung und Schall. gfs.bern ag, Effingerstrasse 14, 3011 Bern, info@gfsbern.ch

Blattner, P. (2011): Das unterschätzte Gefährdungspotential von Laserpointern. In: METinfo Zeitschrift für Metrologie 18 (2), S. 1–8. Accessible en ligne via le lien suivant : http://www.schallundlaser.ch/pdf/laser/laser_alltag/metas_laserpointer.pdf.

Dickmann, K. (2014): Gefährdung durch Bestrahlung aus Laserpointern – Untersuchungen zur Gefährdung von Piloten und Fahrzeugführern öffentlicher Verkehrsmittel beim Arbeitseinsatz. Laserzentrum FH Münster (LFM) 48565 Steinfurt

Electrosuisse (2014): EN 60825-1 Sicherheit von Lasereinrichtungen - Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen.

Galang, J.; Restelli, A.; Hagley, E. W.; Clarck, C. W. (2010): A Red Light for Green Laser Pointers. In: OPN Optics & Photonics News. Accessible en ligne via le lien suivant : <http://www.osa-opn.org/Content/ViewFile.aspx?id=13007>.

Hadler, Joshua; Tobares, Edna; Dowell, Marla (2013): Random testing reveals excessive

power in commercial laser pointers. In: JOURNAL OF LASER APPLICATIONS 25 (3), S. 32007.

Hanson, James V. M.; Sromicki, Julian; Mangold, Mario; Golling, Matthias; Gerth-Kahlert, Christina (2016): Maculopathy following exposure to visible and infrared radiation from a laser pointer: a clinical case study. In: Documenta ophthalmologica. Advances in ophthalmology 132 (2), S. 147–155.

ICAO (2016a): Annex 11 to the Convention on International Civil Aviation Air Traffic Services 14th edition. ICAO, European and North Atlantic Office, 3 bis villa Émile Bergerat, 92522 Neuilly-sur-Seine Cedex, France

ICAO (2016b): Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation Aerodromes Volume I Aerodrome Design and Operations Seventh Edition. ICAO, European and North Atlantic Office, 3 bis villa Émile Bergerat, 92522 Neuilly-sur-Seine Cedex, France.

ICNIRP (2013): ICNIRP GUIDELINES ON LIMITS OF EXPOSURE TO LASER RADIATION OF WAVELENGTHS BETWEEN 180 nm AND 1,000 mm. In: Health Phys 105 (3), S. 271–295.

Khedr, Yahya A. H.; Khedr, Abdulla H. (2014): Photoblepharokeratoconjunctivitis caused by invisible infrared radiation emitted from a green laser pointer. In: BMJ case reports 2014.

Lee, M. H.; Fox, K.; Goldwasser, S.; Lau, D. W. M.; Aliahmad, B.; Sarossy, M. (2016): Green lasers are beyond power limits mandated by safety standards. In: 2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). Orlando, FL, USA. Annual international conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society; EMBC. Piscataway, NJ, Piscataway, NJ: IEEE, S. 5144–5147.

Reidenbach, H.-D.; Dollinger, K.; Beckmann, D.; Al Ghouz, I.; Ott, G.; Brose, M. (2014): Blendung durch künstliche optische Strahlung unter Dämmerungsbedingungen. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Friedrich-Henkel-Weg 1 - 25, 44149 Dortmund www.baua.de/dok/5448036. ISBN 978-3-88261-024-6

Reidenbach, H.-D.; Hofmann, J.; Dollinger, K. (2003): LASER RADIATION AND THE MYSTERY OF THE BLINK REFLEX. In: Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering 48 (s1), S. 348–349.