

SVILUPPO DI UN INNOVATIVO SISTEMA DI ILLUMINAZIONE PER LA PESCA CON IL METODO DELLA LAMPARA

Di D. Barbisan, A. Pizzolato, M. Barbato, M. Ferretti e N. Trivellin

Il metodo di pesca pelagica con la tecnica delle "lampare" presenta numerosi svantaggi operativi e costi economici elevati, in particolare: alto consumo di carburante, pesca non selettiva, scarsa affidabilità, elevato costo umano, problematiche di sicurezza elettrica.

LightCube ha sviluppato un sistema che consente un miglioramento dell'efficienza e la possibilità di incrementare la selettività nella pesca a circuizione.

Introduzione:

Acciughe e sardine sono pesci pelagici molto diffusi in tutto il Mediterraneo, nelle acque europee ed africane dell'Oceano Atlantico; in Italia le zone più frequentate da questa tipologia di pesce "azzurro" sono la Sicilia e il medio basso Adriatico. Un metodo per catturarli, ovvero una tecnica ancora in uso oggi, è la pesca con la lampara che viene effettuata da un'imbarcazione madre e da 3 piccole barchette dette gozzi, sulle quali sono installate delle grosse "lampare", alimentate da un motogeneratore a bassa tensione (Figura 1).

Arrivati sul luogo di pesca nottetempo, i piccoli gozzi vengono ammainati e i marinai azionano la lampara per attrarre dal fondale marino: banchi di sardine, piccoli sgombri, alici, acciughe e anche calamaretti, "sedotti" dal forte bagliore della luce artificiale della lampara.

Una volta "radunati" i diversi banchi di pesce azzurro sotto le loro chiglie, i gozzi si avvicinano quasi a toccarsi, a questo punto entra in gioco la barca-madre con il compito di gettare in mare il cianciuolo: si tratta di una rete tesa in verticale che monta sul lato superiore dei sugheri galleggianti, mentre sul lato inferiore porta dei piccoli piombi che la stendono formando una parete mobile con la quale lentamente è circondato il pesce ammassato ormai in un piccolo spazio.

Chiuso il cerchio, le lampare escono dalla rete e il pesce rimane intrappolato. Da bordo della barca-madre sono tirate delle cime per chiudere la rete sul fondo e trasformarla così in un sacco con il

pescato al suo interno, il quale viene finalmente issato a bordo.

Questo tipo di pesca, con la lampara, può essere praticata durante tutto l'arco dell'anno, fatta eccezione per le notti di luna piena.



Figura 1. Esempio di imbarcazione con "lampara" accesa.

Per ottenere ricavi economicamente sostenibili le imbarcazioni dedite a questo metiér di pesca sono costrette ad intensificare lo sforzo applicato in una spirale non virtuosa che incrementa significativamente i consumi e l'impatto ecologico di questa tipologia di pesca. In questo contesto, la tecnologia a LED ed i sistemi ad elevata tecnologia connessi per il loro tuning possono invece rappresentare un'opportunità di svolta capace di garantire la riduzione dei costi di esercizio, il contenimento dell'impatto ecologico ed un incremento della selettività di pesca nei confronti delle taglie/età rilevabili nelle catture di piccoli pelagici.

L'effetto della luce nei pesci:

La luce bianca è composta da tutti i colori dello spettro. Nello spettro elettromagnetico della luce visibile le radiazioni con maggiore frequenza tendono al colore blu e viola mentre quelle con minore frequenza al rosso e al giallo. L'insieme di tutti i colori compone il colore bianco.

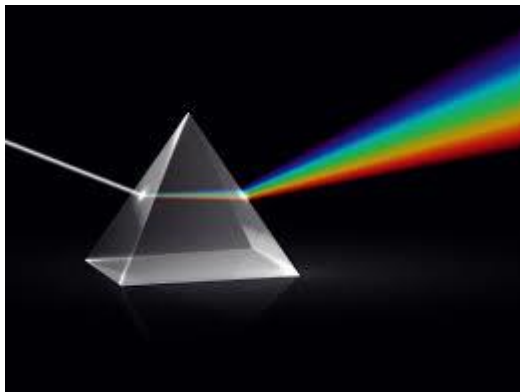


Figura 2. Scomposizione della luce bianca (fonte: web source)

Quando la luce attraversa un mezzo come l'acqua, questa assorbe parte della stessa, fenomeno che avviene anche in aria ma in modo completamente trascurabile. Questo assorbimento non è omogeneo ma avviene in modo differenziato per i vari colori in funzione della massa d'acqua attraversata dalla luce, ovvero varia in funzione della profondità che essa raggiunge. Questo fenomeno è conosciuto con il nome di 'assorbimento selettivo'.

Le varie componenti cromatiche della luce sono assorbite dall'acqua a profondità differenti. La componente rossa scompare già dopo i primi 5 m, l'arancione potrà arrivare fino a circa 15 m, il giallo fino ai 30 m e il verde fino anche a 50 m. Da quella profondità in poi, il paesaggio sottomarino sarà solo caratterizzato dal colore blu.

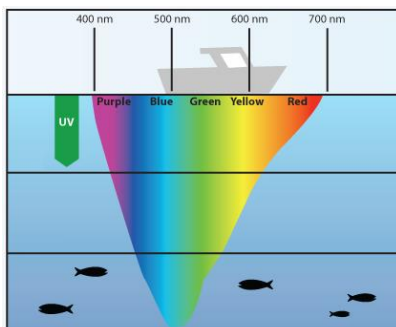


Figura 3. Penetrazione della luce in acqua (fonte: web source)

Oltre all'assorbimento dell'acqua vi è poi da considerare la sensibilità dell'occhio del pesce da catturare. La letteratura evidenzia che la retina delle acciughe ha i picchi di assorbimento attorno ai 500nm (blu/ciano).

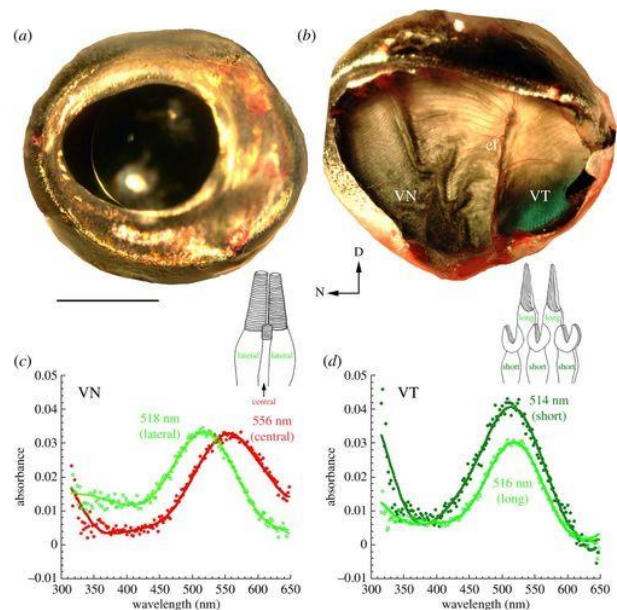


Figura 4. Sensibilità occhio acciuga

Essa coincide con la componente che va più in profondità e questa correlazione non è casuale.

Si è quindi proceduto alla progettazione di un sistema che possa essere impostato per funzionare nel range spettrale delle regioni di maggiore sensibilità dell'occhio dei pesci, specificatamente selezionato per le specie ittiche di interesse. Le caratteristiche di intensità sono verificate in fase di pesca considerando una irradianza equivalente nello stesso range spettrale rispetto alla radiazione bianca a largo spettro.

Consentendo una gestione dinamica delle proprietà della luce che prevede la variazione di spettro e di intensità, si cercherà di fornire al pescatore tutti gli strumenti per cercare di ridurre sia il by-catch che la cattura sottosoglia, oltre a garantire un'importante riduzione del consumo di carburante, grazie ad una efficienza più elevata.

Scheda raddrizzamento tensione

Per alimentare le lampade correttamente è necessario disporre di una tensione continua. Il circuito fondamentale per ottenerla, partendo dall'uscita del motogeneratore, è composto da un ponte raddrizzatore.

Al fine di ridurre il problema termico dato dalla dissipazione del sistema raddrizzatore ed aumentarne l'efficienza è stato quindi individuato un circuito alternativo al classico ponte a diodi. Si è quindi realizzato un ponte a MOSFET, che permette di ottenere il medesimo risultato aggiungendo dei vantaggi rispetto alla versione precedente, equipaggiata con un semplice ponte a diodi (Figura 5).

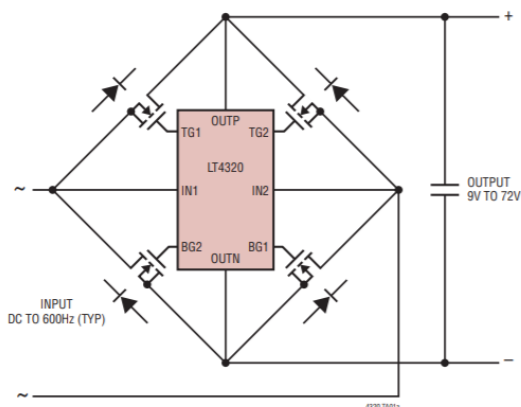
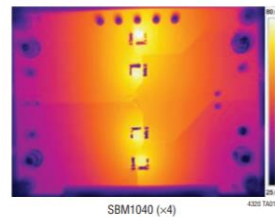


Figura 5. Schema circuitale del ponte a MOSFET utilizzato per il raddrizzamento della tensione.

Nello sviluppo di questa parte del progetto si è scelto il chip LT4320 in quanto presenta le caratteristiche adeguate ad essere integrato nel sistema esistente. Il vantaggio principale è dato dalla notevole riduzione della resistenza serie rispetto alla versione standard che porta ad avere una minore potenza elettrica dissipata.

Con questa nuova soluzione si ottiene un aumento di temperatura ridotto di 5/6 volte rispetto alla soluzione standard del ponte a diodi passivo, come mostrato in Figura 6.

TERMOGRAFIA DI UN PONTE A DIODI PASSIVO STANDARD



TERMOGRAFIA DELL' LT4320

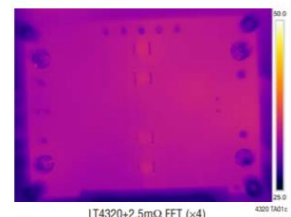


Figura 6. Mappe termografiche del ponte a diodi passivo standard e del ponte a MOSFET.

Questo comporta i vantaggi di una maggiore efficienza elettrica del sistema e un ridotto rischio di guasti dovuti al surriscaldamento di componenti elettrici ed elettronici presenti all'interno del quadro elettrico. Il risultato è un complessivo aumento di efficienza e affidabilità del sistema.

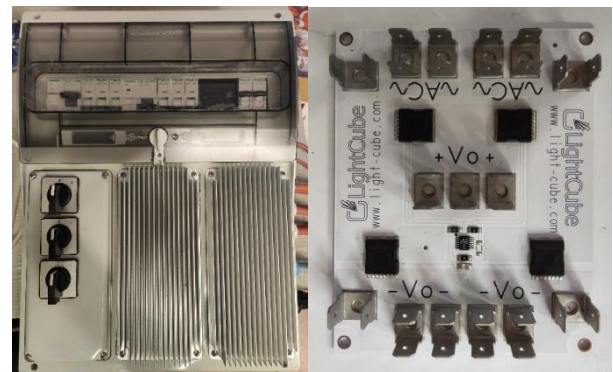


Figura 7. A sinistra quadro elettrico dove si vedono i dissipatori dei 2 ponti a MOSFET installati. A destra primo piano della PCB con ponte a MOSFET realizzata

Scheda Controllo/Connessioni

La scheda di controllo è stata completamente riprogettata per poter ricevere un segnale su bus seriale e quindi avere il pieno controllo della luce emessa.

Ogni singola scheda riesce quindi a pilotare 4 catene di LED che quindi si presentano come 4 canali indipendenti, scelta adottata per poter avere il controllo completo della lampada da parte del controllore e rimandare ad esso le logiche di controllo di spettro e intensità.

Sono stati valutati diversi protocolli di comunicazione ed alla fine è stato individuato il DMX512. Esso non è stato implementato in tutte le sue caratteristiche hardware ma sono state utilizzate le sue caratteristiche di timing e di logica nella trasmissione del segnale. Ogni dispositivo ha

un ingresso e un'uscita, le quali sono internamente collegate fra loro. La porta in ingresso del primo dispositivo viene collegata al controller mentre l'uscita della prima scheda viene collegata all'ingresso della seconda scheda, e così via. Questo tipo di collegamento viene chiamato daisy chain o cascata (Figura 8).

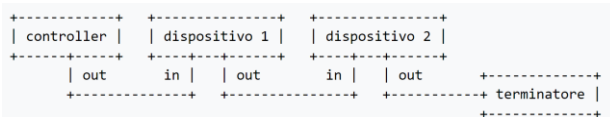


Figura 8. Esempio di collegamenti attraverso daisy chain.

Nel DMX512, la porta di uscita dell'ultimo dispositivo di questa catena così formata dovrebbe essere costituito da un terminatore DMX512, ovvero una resistenza da 120 ohm e 0,25 W tra i pin 2 e 3 del connettore, per assorbire le riflessioni di segnale distruttive. Tuttavia per collegamenti su breve distanza e di un numero limitato di dispositivi, come nel nostro caso, è possibile operare anche senza terminatore.

Ad ogni canale è associato un pacchetto di 8 bit, garantendo la possibilità di avere a disposizione fino a 256 livelli di flusso luminoso. I dati sono trasmessi in modo seriale a 250 kbit/s e sono raggruppati in pacchetti di dimensione massima di 513 byte, con 1 bit di start e 2 bit di stop, in modalità LSB first. L'inizio di un pacchetto viene identificato con una pausa di almeno 88 µs. Il microcontrollore presente sulle schede, una volta riconosciuta la pausa, azzerà il contatore interno di ricezione. A questo punto sono inviati i dati fino ad un massimo di 513 byte. Il primo byte è sempre un byte di stato, che indica ai ricevitori il tipo di dati che seguiranno (Figura 9).

I restanti byte costituiscono i dati reali. Poiché il protocollo non prevede né "error detection" né "error correction", è importante che i ricevitori non perdano dei byte e che scartino i pacchetti nel caso si verificano errori di framing o buffer overflow.

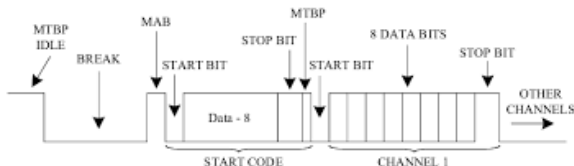


Figura 9. Esempio di comunicazione implementata attraverso DMX512.

Un pacchetto completo impiega circa 23 ms per essere inviato. Ciò corrisponde ad un refresh rate di circa 44 Hz. Questa è la frequenza massima raggiungibile quando si vuole ottenere una luce pulsata. Considerando che le sorgenti lampeggianti ad una frequenza superiore ai 60 Hz appaiono all'occhio umano come una luce fissa, si è considerata questa frequenza come idonea all'applicazione.

Scheda LED

Ogni scheda LED è equipaggiata con gruppi di LED aventi la stessa tensione di polarizzazione diretta.

Gli elementi di ogni gruppo sono collegati in serie e regolati in corrente attraverso il regolatore lineare AL5816, come mostrato in Figura 10, formando quindi una catena.

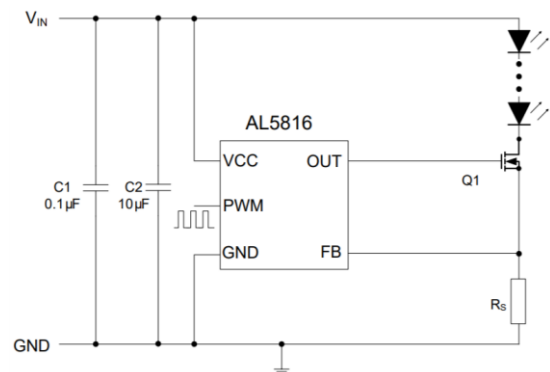


Figura 10. Schema esemplificativo di polarizzazione attraverso l'uso del chip AL5816.

Una caratteristica importante del regolatore AL5816 è l'implementazione di un sistema di regolazione dell'intensità luminosa percepita tramite un segnale PWM, che permette di ridurre l'intensità luminosa massima grazie ad un segnale logico TTL, ad una frequenza compresa tra 200 Hz e 1 kHz.

Grazie allo stesso segnale, se mantenuto al livello logico "LOW" è possibile spegnere un determinato gruppo di LED.

Mantenendo invece il segnale PWM al livello logico "HIGH" il gruppo di LED appropriato è regolato all'intensità massima disponibile.



Figura 11. PCB LED realizzata

Nella scheda complessiva si formano pertanto 4 gruppi luminosi formati da sorgenti LED con caratteristiche differenti, che vengono controllati in maniera indipendente. Si attua quindi la possibilità di pilotare i singoli gruppi indipendentemente, con lo scopo di ottenere una luce con caratteristiche differenti sia riguardo allo spettro di emissione, sia riguardo all'intensità luminosa di ogni singolo gruppo.

Dissipazione

Si è cercato di aumentare la dissipazione termica del calore prodotto dalle lampade della versione Lisa (che utilizzano dissipazione attiva ad aria forzata) procedendo alla modifica del sistema di raffreddamento, passando da un sistema di raffreddamento ad aria a flusso forzato ad un raffreddamento a liquido, considerando la possibilità di sfruttare l'acqua marina come fluido refrigerante. Il dissipatore testato, sul quale sono state poste a contatto le schede LED, è mostrato in Figura 12.

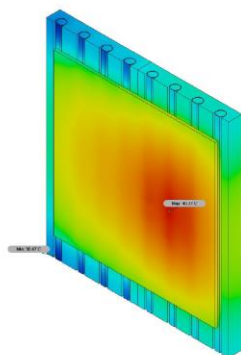


Figura 12. Immagine del dissipatore a liquido impiegato nei test di laboratorio.

L'obiettivo principale è quello di aumentare la potenza della lampada nel suo complesso migliorando inoltre l'efficienza luminosa.

I test sono stati eseguiti in laboratorio utilizzando un carico LED di prova ad altissima intensità già disponibile presso il laboratorio stesso. Le prove si sono concluse con successo ma si è momentaneamente abbandonato lo sviluppo ulteriore della soluzione a causa dell'aumento di peso complessivo rispetto alla versione precedente, e a causa di possibili complicazioni ulteriori durante l'azione di pesca, soprattutto per

quanto riguarda la ridotta mobilità del modulo installato a causa dei tubi del liquido refrigerante.

Misure prototipi in laboratorio

Nel mercato sono presenti diversi produttori di LED, ciascuno propone dei dispositivi specifici per diverse applicazioni, e quindi con diversi package. Negli anni però, per crearsi concorrenza e potersi sostituire a quelli dei competitor, si sono creati dei package che possiamo definire standard. Per quanto riguarda i LED "High Power" uno di questi è certamente il 3535, che consiste in un quadrato di 3,5mm x 3,5mm con substrato ceramico e 3 pad di connessioni sul bottom: anodo, catodo e pad termico (normalmente sconnesso dagli altri due). Sono stati quindi presi in considerazione ed analizzati i diversi LED con questo package di tutti i produttori facilmente reperibili nel mercato: CREE, SAMSUNG, OSRAM, NICHIA.

Qui di seguito sono riportati come esempio alcuni spettri dei LED analizzati

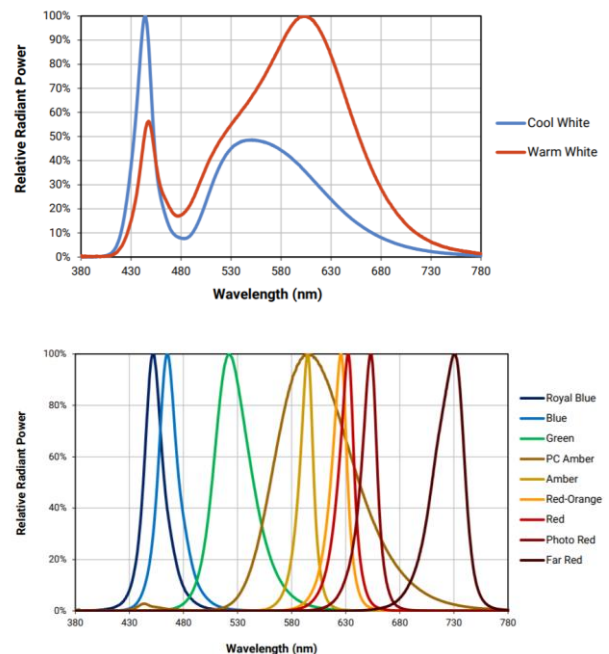


Figura 13. Esempi di spettri LED analizzati per il progetto.

Dopo aver caratterizzato alcuni LED, attraverso un software specifico che permette di combinare gli spettri misurati (ColorCalc), si sono effettuate delle prove di miscelazione arrivando alla definizione dei LED da utilizzare che sono: "bianco freddo", "bianco caldo", "Phosphor converted ambra" e "royal blue".

WHITE PAPER

Questi LED sono tutti basati su substrato al nitrato di gallio che permette una buona stabilità termica e una ottima efficienza anche per quanto riguarda i led con luce generata dai fosfori. Questo quindi permette di avere un giusto compromesso tra costo dei led, affidabilità e variazione cromatica della luce.

Una volta assemblata una scheda LED di prova con le lunghezze d'onda selezionate si è proceduto ad una caratterizzazione delle prestazioni ottiche attraverso l'utilizzo di una sfera integratrice (Figura 12).



Figura 14. Sfera integratrice utilizzata per la caratterizzazione delle schede LED assemblate.

Questo strumento permette in una sola misura di avere una completa caratterizzazione di tutte le caratteristiche illuminotecniche della lampada. In particolare è possibile estrapolare i dati di flusso e spettro di una possibile lampada industrializzata.

Test e conclusioni

Come ultima fase del progetto vi sono stati una serie di test sul campo del prototipo. La pesca inizia con una prima fase che consiste nella ricerca dei

banchi di pesce. Essa viene effettuata nelle aree di pesca mediante sonar. Una volta individuate le distribuzioni dei pesci si calano i diversi battelli caratterizzati dal sistema di illuminazione a LED o da quello tradizionale ad incandescenza. La quantità del pescato dipende da moltissimi fattori, primariamente vi è la capacità di individuare un banco di pesci numeroso. Vi sono poi le condizioni dell'acqua come temperatura, correnti marine, vento superficiale e il periodo dell'anno in cui ci si trova, che vanno anch'essi ad influire sulla resa della battuta di pesca. Risulta quindi complicato capire da poche uscite in mare l'efficacia della lampada utilizzando come parametro la quantità e la qualità del pescato. È risultato più utile il riscontro fornito dai pescatori che, grazie alla loro esperienza, sono riusciti a valutare se il pescato fosse superiore o inferiore alle loro aspettative.

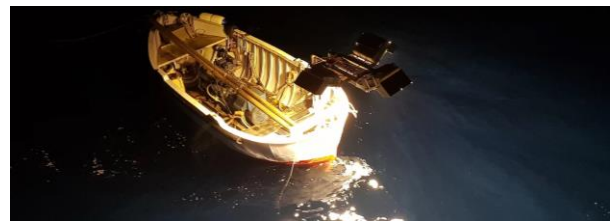


Figura 14. Foto di un barchino con la nostra lampara LED.

Per quanto riguarda invece la valutazione dell'impatto del sistema nei costi d'esercizio, questa risulta molto più facile. Si è calcolato il risparmio di carburante durante una battuta di pesca e si è stimata la durata di vita del sistema progettato. Da questa analisi è emerso senza alcun dubbio il vantaggio economico di questa soluzione anche a fronte di un discreto investimento iniziale per l'acquisto che viene ammortizzato nell'arco dei primi 2/3 anni.



Progetto finanziato
con il POR FESR
2014-2020
Regione del Veneto

POR FESR Azione 1.1.1 (2019)

Flightby

Il progetto Flightby, cofinanziato dalla Regione Veneto, si colloca nel filone di ricerca applicata che LightCube sta conducendo in merito allo sviluppo di sistemi di illuminazione innovativi per migliorare la sostenibilità ambientale della pesca di piccoli pelagici.

Bibliografia:

- "A vertebrate retina with segregated colour and polarization sensitivity", *Iñigo Novales Flamarique*, 06 September 2017
- "Digital MultipleX", *wikipedia*, 20 gennaio 2022
- "LT4320/LT4320-1 Ideal Diode Bridge Controller", *Linear Technology*, febbraio 2014
- "AL5815/AL5816 60V LINEAR LED CONTROLLER", *DIODES Incorporated*, Luglio 2018
- "XLamp® XP-E2 LEDs", *Cree*, Rev. 15
- "Penetration of Visible Radiation from Sunlight through Water", *University of Minesota Sea Gran Program*
- "Pesca con lampara", *Carlo Gatti*, 16 Ottobre 2018 - <https://www.mareostrumrapallo.it/pesca-con-la-lampara/>