



c/o Ente di Gestione del Parco Naturale Laghi di Avigliana, via M. Pirchiriano 54, 10051 Avigliana (TO)
info@centroregionalechiroterri.org www.centroregionalechiroterri.org

Pipistrelli e inquinamento luminoso

a cura di Elena Patriarca e Paolo Debernardi



SOMMARIO

- ✓ Problemi derivanti dall'illuminazione artificiale degli ambienti di attività notturna.
- ✓ Problemi derivanti dall'illuminazione artificiale dei siti di rifugio.
- ✓ Proposte per adeguare la legislazione in materia di inquinamento luminoso alle esigenze di tutela dei chiroterri.

PROBLEMI DERIVANTI DALL'ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE DEGLI AMBIENTI DI ATTIVITÀ NOTTURNA

Effetti diretti sui chiroterteri

Varie specie di pipistrelli hanno imparato a sfruttare le concentrazioni di insetti nelle aree illuminate artificialmente.

Il molosso di Cestoni, specie di taglia cospicua e a volo rapido, caccia in alto, sopra gli edifici e, spesso, sopra i lampioni più alti, compresi quelli per l'illuminazione dei campi sportivi. La sua presenza è rivelata dai cospicui "schiocchi" acuti che emette con regolarità, ma lo schermo delle luci sopra le quali vola e l'altezza, ne impediscono di norma l'avvistamento.

Altre specie – ad esempio il serotino di Nilsson e la nottola di Leisler - percorrono con volo diretto gli allineamenti di lampioni, mantenendosi appena al di sopra di essi e, ogni tanto, si gettano nei coni di luce per catturare le prede.

Molto più facili da osservare le specie di piccola taglia, volo discretamente veloce e "manovrato", come il pipistrello albolimbato e il pipistrello nano, che utilizzano intensamente le aree in luce, muovendosi spesso intorno a singoli lampioni.

Tali comportamenti possono indurre a credere che l'illuminazione notturna artificiale degli ambienti esterni abbia un significato positivo per la chiroterofauna e, relativamente ad alcune specie, gli studi disponibili attestano effettivamente un vantaggio, per lo meno nel breve termine. Le ricerche condotte in Svezia sul serotino di Nilsson, ad esempio, hanno dimostrato che gli esemplari di tale specie riescono a catturare presso i lampioni una biomassa di insetti maggiore che altrove, soprattutto grazie alla concentrazione delle falene (Rydell, 1992; *Functional Ecology* 6: 744-750). In Svizzera è stato ipotizzato che uno dei motivi della locale espansione demografica del pipistrello nano sia la concentrazione di insetti sotto i lampioni, che tale specie utilizza massicciamente (Arlettaz et al., 1999, *Le Rhinolophe* 13: 35-41).



In realtà il rapporto fra illuminazione artificiale notturna e chiroterofauna ha varie sfaccettature e costituisce un argomento su cui si sa ancora molto poco. Nel complesso, tuttavia, si ritiene che l'illuminazione non sia affatto a favore della conservazione dei chiroterteri.

La maggior parte delle specie di pipistrelli, fra le quali molte divenute rare, evita i lampioni. E' possibile che l'avversione sia, almeno in parte, dovuta al fatto che i lampioni aumentano il rischio di essere predati da rapaci notturni e diurni, questi ultimi attivi nottetempo proprio grazie alla luminosità artificiale; tale tesi segue, per analogia, la spiegazione in chiave anti-predatoria del fatto che i chiroterteri hanno attività essenzialmente crepuscolare/notturna (si veda, ad esempio, Duvergè *et al.*, 2000; *Ecography* 23: 32-40). Più recentemente è stata suggerita una causa, o concausa, fisiologica: nei chiroterteri, pur con differenze da specie a specie, la visione è migliore in condizioni di bassa luminosità e peggiora in luce intensa (Eklöf., 2003: <http://www.fladdermus.net/thesis.htm>; Fure, 2006: <http://www.furesfen.co.uk/downloads.html>).

Le sorgenti di luce possono divenire vere e proprie barriere che limitano le possibilità di spostamento dei pipistrelli: una strada fortemente illuminata, ad esempio, può impedire il passaggio dal sito di rifugio in cui i pipistrelli riposano di giorno a un'area importante per la loro alimentazione notturna.

A ciò si sommano gli effetti negativi legati all'impoverimento dell'entomofauna che la stessa illuminazione determina. La consapevolezza di quest'ultimo fenomeno è ancora molto scarsa nel pubblico: esistono pochissimi materiali divulgativi sul tema e, d'altro canto, sono davvero pochi anche gli studi scientifici finora condotti al riguardo. Conviene pertanto accennare ai diversi aspetti che caratterizzano la problematica.

Effetti sulla base alimentare dei chiropteri, ossia sull'entomofauna

La conseguenza certamente più nota dell'illuminazione artificiale notturna sugli insetti è l' *effetto attrattivo*. Esso varia a seconda della lunghezza d'onda della luce: tende a crescere al diminuire della lunghezza d'onda ed è estremamente elevato in corrispondenza degli ultravioletti (UV).

Le conseguenze dell'attrazione sono molteplici. La più evidente è la mortalità diretta, causata da ustioni, intrappolamento all'interno dei lampioni, perdita di energie a causa dell'attività protratta intorno alle luci o cattura da parte di predatori, attratti sul posto dalla concentrazione di insetti (come avviene per certe specie di pipistrelli) e dalle condizioni di visibilità (predatori diurni - ad esempio gabbiani, gheppi e balestrucci - attivi nottetempo grazie alla luce artificiale).

L'attrazione verso le sorgenti luminose artificiali determina inoltre diversione dagli habitat e dai comportamenti naturali e, conseguentemente, riduzione dell'attività di alimentazione e riproduttiva. Anche tali fattori si risolvono in decrementi demografici. Particolarmente gravi le interferenze nei confronti delle specie che effettuano migrazioni, molte delle quali utilizzano per orientarsi le fonti luminose: in condizioni di naturalità si tratta della luna e delle stelle, ma in presenza di illuminazione artificiale una miriade di altre sorgenti luminose diventano riferimenti fallaci. Il dirottamento rispetto alle traiettorie naturali di spostamento può in questo caso interessare sciami cospicui, determinando mortalità per le cause già citate e declino demografico a causa dell'interruzione del ciclo biologico naturale.

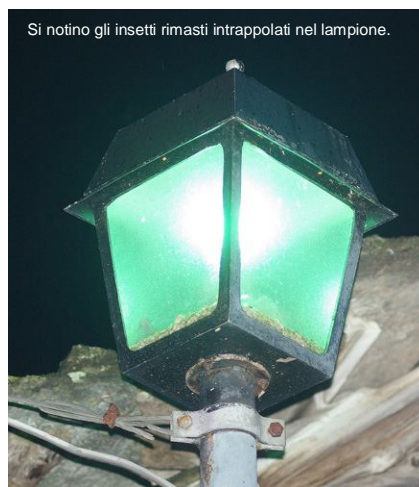
Emettono grandi quantità di UV le lampade al vapore di mercurio (per lungo tempo sono state le più usate nell'illuminazione stradale e, localmente, sono ancora comuni), quelle ad alogenuri (con varianti molto usate negli impianti sportivi ed altre utilizzate per l'illuminazione decorativa), i tubi fluorescenti (utilizzati nell'illuminazione pubblica), le lampade ad incandescenza (non compaiono nell'illuminazione pubblica, ma talora sono utilizzate da privati) e le varianti a luce bianca delle lampade ai vapori di sodio ad alta pressione.

Alcuni resoconti degli effetti della prima attivazione di impianti di illuminazione di monumenti con lampade al vapore di mercurio, descrivono distruzioni massive di entomofauna, tali da lasciare ogni notte, a terra, un tappeto di falene, coleotteri e altri insetti.

Attualmente vi è la tendenza a sostituire le lampade al mercurio con altri tipi di fonti luminose. In particolare, nell'illuminazione stradale, vengono utilizzate prevalentemente lampade al vapore di sodio ad alta pressione, che, nei modelli standard, producono luce giallo brillante, il cui spettro comprende una frazione minore di UV. Tali lampade hanno un moderato effetto attrattivo sull'entomofauna. Rispetto alla loro variante a luce bianca sodio-xeno, secondo i risultati di uno studio condotto in Germania, attirano oltre un terzo di insetti in meno (Eisenbeis & Hassel, 2000, *Natur und Landschaft* 75(4): 145-156). Confrontate con lampade al mercurio risultano ancora più vantaggiose: nell'ambito di sei diversi studi condotti in Germania il numero di insetti attirati dalle lampade al sodio ad alta pressione (standard) in rapporto a quelli attirati dalle lampade al mercurio è risultato mediamente di 0,43 (cioè 0,43 insetti attirati dal primo tipo di lampade contro 1 attirato dalle seconde), variando da un minimo di 0,21 a un massimo di 0,64 (per una sintesi si veda: Eisenbeis, 2006, in: Rich & Longcore eds., *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*, Island Press, Washington). In particolare, rispetto alle lampade al mercurio, le lampade al sodio ad alta pressione (standard) mostrano una notevole diminuzione dell'effetto attrattivo sulle falene.

Effetto attrattivo ulteriormente ridotto, pressochè nullo nei confronti di gran parte delle specie di insetti, hanno le lampade al vapore di sodio a bassa pressione, che emettono una luce monocromatica giallo-arancio. Si tratta di lampade ad altissima efficienza (rapporto fra il flusso di luce emessa e la potenza elettrica assorbita), attualmente quelle i cui oneri di esercizio sono più bassi; ciononostante, per il fatto che non consentono la percezione dei colori, tendono ad essere utilizzate molto poco, per lo più per l'illuminazione di strade extraurbane, zone industriali e in zone di nebbia.

Se l'effetto attrattivo della luce è direttamente percepibile e "misurabile", non altrettanto evidente è l'effetto opposto, ossia l' *effetto repulsivo* che la luce determina su altre specie di insetti. Per esse l'illuminazione



corrisponde a una sottrazione ambientale: le aree direttamente illuminate non possono più essere utilizzate e ciò significa, a seconda dei casi, perdita di siti di alimentazione, di riproduzione o di aree di transito. Quest'ultima eventualità può tradursi a sua volta nell'impossibilità per gli insetti di raggiungere aree importanti per determinate funzioni biologiche ("effetto barriera"), limitando la speranza di vita degli esemplari, gli scambi genetici e la dispersione delle specie.

Purtroppo le lampade al sodio a bassa pressione non sono scevre dal concorrere al problema. Al riguardo, un recente rapporto sintetico prodotto nel Regno Unito dalla Royal Entomological Society

<http://www.royensoc.co.uk/downloads/Artificial%20Light%20-%20Royal%20Entomological%20Society%20submission.doc>

sottolinea come il fatto che tali lampade determinino una minor mortalità diretta di insetti grazie al loro basso potere attrattivo possa aver portato a sottostimarne gli effetti negativi. Ciò premesso, va precisato che l'effetto repulsivo della luce sugli insetti è stato finora oggetto di ricerche limitate e non vi sono ancora dati sufficienti per caratterizzare un eventuale impatto differenziale dei diversi tipi di lampade rispetto a tale fattore. Relativamente alle lampade al sodio, l'unica considerazione possibile al riguardo è che le maggiori dimensioni (in particolare la lunghezza) che caratterizzano le lampade a bassa pressione limitano la possibilità di focalizzare la luce, mentre le lampade ad alta pressione, più piccole, consentono un maggior controllo del flusso luminoso. Conseguentemente, le lampade al sodio ad alta pressione appaiono più adatte di quelle al sodio a bassa pressione per limitare la dispersione luminosa e, quindi, l'effetto repulsivo e altre conseguenze dell'esposizione alla luce. Relativamente a queste ultime, accenniamo brevemente ad alcuni tipi di alterazioni comportamentali, avvertendo che si tratta prevalentemente di conseguenze "fortemente sospettate" e potenzialmente gravi, ma ancora da verificare e quantificare a causa dell'assenza di studi specifici.

Poiché l'attività di molte specie è in funzione della luminosità ambientale, l'alterazione delle condizioni di luminosità determina *alterazione dei ritmi circadiani di attività e riposo*. Questa si manifesta attraverso modificazioni comportamentali quali la riduzione dei periodi di alimentazione delle specie notturne o che hanno attività notturna in determinati stadi di sviluppo (le larve di molte farfalle diurne, ad esempio, si alimentano di notte).

Poiché la progressiva variazione della durata della notte in rapporto a quella del dì rappresenta il fattore più importante nell'indurre negli insetti i fenomeni di diapausa (ibernazione, estivazione), è possibile che la modificazione dei ritmi naturali di luce e oscurità generi *alterazione dei ritmi circannuali di attività e riposo*. Il venir meno della percezione dell'accorciamento del dì in autunno, ad esempio, potrebbe provocare la prosecuzione dell'attività, quando invece, per far fronte a condizioni ambientali ostili, occorrerebbe sprofondare in letargo. È stato ipotizzato che il fattore possa determinare estinzioni locali di specie di insetti e perdita di biodiversità nelle aree presso le sorgenti di luce artificiale.

Fra gli *altri tipi di alterazioni comportamentali* osservate negli insetti in presenza di luci artificiali, ne citiamo uno che ci riporta ai pipistrelli. Le falene timpanate sono dotate di organi (i cosiddetti timpani) che consentono la percezione degli ultrasuoni emessi dai pipistrelli. Ciò permette loro di mettere in atto strategie evasive in presenza di tali predatori, ad esempio lasciarsi cadere come oggetti inanimati o smettere di volare o, ancora, produrre segnali acustici di disturbo. È stato dimostrato che nei pressi dei lampioni tali comportamenti vengono adottati con frequenza molto inferiore alla norma (Acharya & Fenton, 1999. Can. Journ. Zool. 77:27-33; Svensson & Rydell, 1998. Animal Behav. 22: 223-226).

Alcuni gruppi di insetti, in particolare di coleotteri e lepidotteri, sono più esposti ai rischi citati. L'illuminazione artificiale può essere particolarmente negativa in determinate situazioni ecologiche, per esempio presso le zone umide ove si formano cospicui sciame di insetti legati all'acqua per la riproduzione. Alcune specie sono più sensibili di altre per via della loro strategia riproduttiva (specie K-selezionate) o per il fatto di essere rare o, ancora, con habitat frammentato; per altre la situazione è aggravata dal comportamento migratorio (dirottamento di grossi sciame).

L'illuminazione dell'ambiente notturno è tuttavia un fenomeno talmente vasto e dalle conseguenze così sfaccettate che si può genericamente parlare di effetti nei confronti della complessiva entomofauna. Benché l'illuminazione artificiale sia solo uno dei fattori che possono aver concorso a determinare il fenomeno, sono estremamente preoccupanti in tal senso, i risultati di uno studio a lungo termine (35 anni) condotto in Gran Bretagna su 337 specie di macrofalene considerate comuni e ad ampia diffusione: due terzi di esse sono risultate in declino e 21% delle specie hanno mostrato negli ultimi dieci anni decrementi demografici

superiori al 30%. Gli Autori del lavoro indicano in tale risultato la prova che è in corso una grave crisi nella complessiva entomofauna (Conrad *et al.*, 2006. *Biol. Conserv.* 132: 279-291).

Data l'importanza che gli insetti rivestono nelle comunità animali (per numero di esemplari e numero di specie) e, più in generale, negli ecosistemi (ruolo nelle reti alimentari, impollinatori ecc.), le alterazioni che riguardano l'entomofauna sono a loro volta causa di alterazioni più ampie, potenzialmente coinvolgenti la complessiva funzionalità ecosistemica.

A conclusione di questa parentesi sugli insetti, vogliamo ricordare che effetti negativi dell'inquinamento luminoso interessano moltissimi altri organismi viventi, negli ecosistemi terrestri come in quelli acquatici. L'oscurità della notte è un fattore ecologico primario a cui, nel corso dell'evoluzione, si sono adattati tutti gli organismi viventi che popolano la superficie del pianeta: le conseguenze dell'alterazione di tale fattore non possono che essere ad amplissimo spettro.

Per approfondimenti rimandiamo al volume: Rich & Longcore eds., 2006. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*, Island Press, Washington.

Per una sintesi: Longcore & Rich, 2004. *Front Ecol Environ* 2(4): 191-198.

<http://www.urbanwildlands.org/Resources/LongcoreRich2004.pdf>

Come minimizzare i problemi

Per minimizzare i problemi di cui sopra occorre contenere l'illuminazione allo stretto necessario e scegliere i tipi di lampade a minor impatto.

Spesso l'illuminazione è utilizzata dove non serve o in maniera irrazionale, ossia con dispersione della luce al di fuori dell'area che si intende illuminare, in momenti della notte in cui l'illuminazione non serve e mediante impiego di lampade poco vantaggiose dal punto di vista della resa energetica e dei costi di gestione.

Nelle decisioni sul "dove", "come" e "quando illuminare" oltre alle esigenze antropiche, dovrebbero essere tenute in debito conto anche le conseguenze negative dell'illuminazione sulle biocenosi, cosa che assai raramente avviene.

Dove illuminare? Premesso che per la tutela delle biocenosi la scelta migliore è sempre quella di non illuminare, e fatti salvi i casi in cui l'illuminazione incrementa significativamente la sicurezza, occorrerebbe vagliare con più attenzione l'opportunità dell'illuminazione per esigenze di ordine secondario, non irrinunciabili. In tali casi, per lo meno laddove gli effetti sulle componenti naturali si profilano come gravi, si dovrebbe rinunciare all'illuminazione.

Indagini preventive condotte nell'area che si progetta di illuminare sull'attività notturna della chiroterofauna (per il foraggiamento, il trasferimento fra i siti di riposo diurno e le aree di foraggiamento o per altra motivazione biologica), possono fornire informazioni molto utili per pianificare un utilizzo rispettoso dell'illuminazione.

Attualmente i sistemi più rapidi per ottenere dati di attività notturna dei chiroteri si basano sull'impiego del *bat detector*, con pregi (agevole contattabilità di molte specie, tecnica non invasiva, possibilità di acquisire dati più celermente che con altri metodi e con minor impegno di operatori) e difetti (scarsa contattabilità di alcune specie, difficoltà nel riconoscimento di varie specie, possibilità di conteggi multipli relativi a esemplari singoli ecc.) di cui i rilevatori devono essere ben consapevoli. Con la tecnica del *radiotracking* si possono ottenere risultati con maggior livello di definizione (caratterizzazione degli spostamenti di esemplari noti di specie note), ma coi limiti connessi al fatto che il numero di esemplari monitorati è sempre basso e il rilevamento è oneroso in termini di tempo e di operatori.

Fatta eccezione per ambiti circoscritti, di solito aree protette, è comunque raro che vengano promosse indagini per caratterizzare l'utilizzo dello spazio da parte dei chiroteri. Nella gran parte delle situazioni, nel decidere



La maggior parte delle specie del genere *Myotis* (qui *M. bechsteinii*) non si osserva presso i lampioni.

dell'opportunità o meno di illuminare, ci si deve pertanto basare sulle generali conoscenze di letteratura circa le preferenze ambientali (scelta dell'*habitat*) e il comportamento negli spostamenti delle diverse specie. Criteri di ordine generale cui ispirarsi sono quello di salvaguardare il buio ove sono presenti tipologie ambientali note per essere particolarmente importanti per il foraggiamento di molte specie di chiroterri, quali zone umide ad acque tranquille (laghi, stagni, lanche e tratti di corsi d'acqua con flusso lento) e margini forestali, nonché i probabili corridoi di spostamento, identificabili in via preliminare nelle strutture lineari quali filari arborei, viali e siepi (i chiroterri prevalentemente evitano di attraversare gli spazi aperti, preferendo volare "costeggiando").

Se sono noti siti di rifugio che ospitano colonie di particolare rilevanza conservazionistica è importante cercare di conservare l'oscurità nei loro pressi e lungo gli elementi lineari che si dipartono da essi. Nel caso di siti di rifugio all'interno di edifici, quest'ultima esigenza può comportare la necessità di mantenere il più possibile al buio anche determinati elementi artificiali dell'edificato: una serie di edifici disposti a schiera, ad esempio, può costituire una direttrice di spostamento.

Nel caso di strade che debbano essere attraversate dai chiroterri negli spostamenti abituali fra siti di rifugio e importanti aree di foraggiamento è stato suggerito di preservare dall'illuminazione segmenti stradali di almeno 10 m su ciascun lato del corridoio di spostamento (Bat Conservation Trust, UK:

<http://www.ile.org.uk/uploads/File/Technical/BATS%20AND%20LIGHTING%20IN%20THE%20UK%20-%202007%20version.pdf>)

L'individuazione di aree particolarmente sensibili all'illuminazione, sotto il profilo della tutela dei chiroterri e delle altre componenti delle biocenosi, dovrebbe essere considerata abitualmente negli strumenti di pianificazione territoriale, sia direttamente relativi alla materia illuminazione, sia più genericamente finalizzati alla conservazione ambientale e gestione del territorio.

Come illuminare? Per quanto riguarda l'esigenza di evitare la dispersione della luce al di fuori dell'ambito che effettivamente occorre illuminare esiste un'ampia letteratura tecnica di riferimento, che considera il modo in cui sono inserite le lampade, gli accessori per focalizzare il fascio luminoso, l'altezza e l'orientamento dei dispositivi, la distribuzione dell'intensità luminosa. Per una trattazione esauriente di tali aspetti: <http://cielobuio.org/Article1050.html>

Nella scelta delle lampade occorre orientarsi verso tipologie che abbiano elevata efficienza luminosa (al fine del risparmio energetico) e basso impatto sui chiroterri e sulle altre componenti delle biocenosi.

Attualmente le lampade a maggior efficienza luminosa sono quelle al sodio a bassa pressione, seguite da quelle al sodio ad alta pressione. Le lampade al mercurio, ancora parecchio diffuse, sono molto meno efficienti e presentano maggiori costi di smaltimento. La tendenza attuale nell'illuminazione pubblica è verso l'utilizzo preferenziale delle lampade al sodio ad alta pressione, poiché quelle a bassa pressione non consentono la visione cromatica e, conseguentemente, trovano un impiego limitato prevalentemente a zone periferiche. Per esigenze particolari, quali l'illuminazione di impianti sportivi, vengono prevalentemente impiegate lampade agli alogenuri, meno efficienti, ma in grado di esprimere un'intensità luminosa più elevata per unità di superficie. Le medesime sono utilizzate anche ai fini dell'illuminazione decorativa (edifici, piazze, monumenti), per la quale si fa ricorso a soluzioni piuttosto varie, anche perché la potenza assorbita dagli impianti destinati a tale tipo di illuminazione viene considerata scarsamente rilevante nel bilancio complessivo dell'illuminazione artificiale notturna.

Venendo a considerare le esigenze di conservazione dell'entomofauna, base alimentare dei chiroterri, per evitare i problemi connessi all'effetto attrattivo sugli insetti, le lampade al sodio a bassa pressione appaiono la scelta migliore. Considerando invece il fenomeno della dispersione luminosa e, quindi, i problemi connessi all'effetto repulsivo e alle altre possibili conseguenze negative dell'illuminazione (alterazione dei ritmi circadiani e circannuali, ecc.) tali lampade presentano una maggior potenzialità d'interferenza rispetto a quelle al sodio ad alta pressione.

Attualmente si dispone di dati per caratterizzare quantitativamente, per lo meno a un livello preliminare, l'effetto attrattivo sull'entomofauna dei diversi tipi di lampade, ma non esistono dati analoghi per quanto riguarda l'effetto repulsivo e le altre problematiche, alcune delle quali rimangono ancora confinate al campo delle ipotesi.

Di fronte a tale situazione ci si deve limitare alle seguenti generiche considerazioni:

- preferire l'impiego di lampade al sodio a bassa o alta pressione;
- in tutti i casi di utilizzo di lampade il cui spettro di emissione comprenda componenti di lunghezza d'onda < 500 nm, qualora possibile, utilizzare filtri volti a minimizzare tali emissioni, in particolare gli UV.

Il criterio di contenere al massimo le emissioni a bassa lunghezza d'onda dovrà comunque essere considerato prioritariamente anche nella prospettiva dell'immissione sul mercato di nuove tipologie di lampade, quali ad esempio quelle ai LED, secondo le previsioni destinate a un'ampia diffusione nei prossimi anni. Di tali lampade esistono attualmente numerose varianti, caratterizzate da spettri di emissione diversi. Si auspica un investimento nella ricerca anche sugli effetti biologici di questi tipi di lampade, indispensabile per individuare prescrizioni più precise.

Quando illuminare? Razionalizzare l'illuminazione comporta che essa venga evitata nei momenti in cui non è significativamente utile, ma nelle decisioni relative a questo aspetto, ai fini della tutela dei chirotteri, dovrebbe essere considerato anche l'impatto differenziale che l'illuminazione ha nei diversi momenti dell'anno e della notte.

E' evidente che nei periodi stagionali in cui l'attività dei chirotteri e delle loro prede è ridotta al minimo, vale a dire nel periodo del letargo, il fattore illuminazione presenta minor potenzialità d'interferenza benchè, in mancanza di dati, non si possa escludere che l'illuminazione abbia un ruolo negativo nei confronti delle specie di insetti attive in inverno e influenzi in qualche modo anche i pipistrelli, dal momento che di tanto in tanto interrompono il letargo.

In termini generali, e soprattutto per quanto riguarda il periodo di piena attività dei chirotteri, ogni limitazione oraria dell'illuminazione dev'essere considerata positiva, ma va anche detto che la fase della notte più importante per il foraggiamento è quella crepuscolare e delle prime ore di buio, quando escludere l'illuminazione può risultare impossibile per effettive esigenze antropiche. I flussi del traffico rilevati in alcune città italiane, evidenziano tuttavia come potrebbero esserci delle fasce orarie di riduzione dell'illuminazione interessanti per la tutela dei chirotteri. Nella città di Torino, ad esempio, il traffico dopo le ore 21.00 risulta modesto e una riduzione dell'illuminazione di certe strade in funzione di tale fattore non pare utopistica.

Va infine evidenziato come in caso di condizioni meteorologiche particolarmente avverse all'attività dei chirotteri e degli insetti (precipitazioni intense e persistenti, forte vento) non siano ipotizzabili effetti negativi dell'illuminazione sui chirotteri e conseguentemente, da questo punto di vista, non si pongano esigenze di limitazione dell'illuminazione.

PROBLEMI DERIVANTI DALL'ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE DEI SITI DI RIFUGIO

Effetti sui chirotteri

Un aspetto particolare dell'illuminazione artificiale notturna, che ha grandissima rilevanza per la tutela dei chirotteri, è quello dell'illuminazione degli edifici monumentali e di altri siti (ponti, acquedotti antichi, insediamenti rupestri ecc.) facenti parte del "Patrimonio culturale". Grazie alla presenza di volumi poco utilizzati dall'uomo, bui e microclimaticamente idonei, in tali ambiti si riscontrano infatti con frequenza significativa siti di riposo diurno, riproduzione e svernamento utilizzati da colonie di grande rilevanza conservazionistica (si veda anche: http://www.centroregionalechirotteri.org/pip_edi.htm).

Negli ultimi decenni, le iniziative di illuminazione notturna di monumenti/siti del Patrimonio culturale sono andate aumentando sul territorio italiano, con la finalità di massimizzare la godibilità di tali beni. Nella percezione collettiva, esse sono generalmente valutate come iniziative positive, tuttavia, anche dal punto di vista squisitamente estetico, sta oggi cominciando ad affermarsi un atteggiamento più "moderato" in tali interventi: si cerca di limitare l'area illuminata utilizzando luci radenti e di non rendere tali ambiti esageratamente visibili rispetto a quelli circostanti, ricercando un complessivo, miglior inserimento nell'ambiente.

Per quanto riguarda i pipistrelli, si deve tener presente che l'illuminazione dei siti di rifugio e in particolare degli accessi che gli esemplari utilizzano per andare e venire, oltre a generare un disturbo diretto dovuto all'assimilazione delle luci a barriere, determina un'errata percezione del ritmo notte/dì. Ciò provoca alterazione dei ritmi di attività dei pipistrelli: l'involò serale è ritardato e il periodo di alimentazione viene accorciato, con conseguenze sulla speranza di vita degli esemplari. Boldogh *et al.* (Acta Chiropt. 9(2): 527-

534, 2007) hanno dimostrato come l'accrescimento dei piccoli di colonie di *Myotis emarginatus* e *Myotis oxygnathus* ospitate in siti illuminati fosse significativamente inferiore a quello registrato in colonie delle stesse specie, ubicate in rifugi vicini, ma non illuminati.

A causa dell'illuminazione, intere colonie possono abbandonare i siti di rifugio, disgregarsi e rischiare l'estinzione. Il comportamento di filopatria (le femmine nate in un sito tornano a partorire nello stesso sito), descritto per molte specie di chirotteri, aggrava le conseguenze del fenomeno: per anni gli esemplari possono cercare di tornare al sito divenuto inutilizzabile a causa dell'illuminazione e subire perdite demografiche.

E' ovvio che altrettanti o più gravi effetti dell'illuminazione esterna dei siti di rifugio, ha un'eventuale illuminazione decorativa interna. Purtroppo anche situazioni di tale tipo stanno diventando sempre più frequenti, in particolare a carico di campanili e torri.

Come minimizzare i problemi

Per ragioni di conservazione, l'illuminazione esterna degli edifici monumentali e dei siti del Patrimonio culturale che presentano particolare potenzialità per i chirotteri dovrebbe essere subordinata a una verifica della presenza/assenza di esemplari. In caso di frequentazione, limitatamente ai periodi di presenza (si tratta quasi sempre di alcuni mesi all'anno), le luci andrebbero disattivate o, come seconda scelta, orientate in modo di non intercettare gli accessi utilizzati dagli esemplari e le loro vie di transito. Gli stessi criteri dovrebbero essere applicati nei casi di illuminazione decorativa interna.

Recentemente, a seguito di segnalazione da parte del CRC, il Comune di Stresa (VB), in accordo con l'Amministrazione Isole Borromeo, ha provveduto a disattivare un faro che illuminava l'accesso al sito di rifugio di un' importantissima colonia di vespertilio di Capaccini e grandi *Myotis*. Il faro era stato collocato per l'illuminazione decorativa dell'Isola Bella e le amministrazioni citate non erano a conoscenza dei problemi che avrebbe potuto determinare alla colonia. Una volta informate, si sono rese immediatamente disponibili a collaborare alla conservazione dei chirotteri e il faro è stato spento.

Analoga sensibilità ha dimostrato l'Amministrazione Comunale di Verrua Savoia (TO), provvedendo a disattivare l'illuminazione che metteva in luce, nella fortezza di Verrua, l'accesso al sito riproduttivo della maggiore colonia riproduttiva di grandi *Myotis* nota nell'Italia nordoccidentale.

Ciò dimostra che, anche per rendere note le esigenze dei chirotteri e garantire il rispetto delle normative sancite a loro tutela, sarebbe opportuno che le leggi in materia di inquinamento luminoso prevedessero norme per il rispetto delle condizioni di oscurità naturale presso i siti di rifugio: le normative vigenti in materia di tutela faunistica vietano il disturbo degli esemplari e l'alterazione dei loro siti di rifugio (art. 6, cap. III della Convenzione di Berna; art. 8 del D.P.R. 357/1997; art. III dell' Accordo sulla conservazione delle popolazioni di pipistrelli europei; si veda: <http://www.centroregionalechirotteri.org/legislazione.htm>).

Qualora l'illuminazione sia dovuta a esigenze di sicurezza connesse alla presenza di cantieri, è possibile adottare soluzioni alternative quali il ricorso a ponteggi dotati di sistema di allarme o circuiti di videosorveglianza che impieghino telecamere associate a illuminatori a infrarossi, privi di impatto sui chirotteri.

Un esempio di intervento di tale tipo è stato realizzato per iniziativa del CRC presso la facciata posteriore della Reggia di Venaria, ospitante gli accessi utilizzati dagli esemplari di una colonia di grandi *Myotis* che ha il suo rifugio riproduttivo in un vano sottotetto dell'edificio. La facciata era stata sottoposta a illuminazione per il controllo video del cantiere presente con un potente faro ad alogenuri (foto). La lampada è stata sostituita con un illuminatore a infrarossi e ora la Reggia ha il suo "lato oscuro".



Reggia di Venaria, il faro disattivato (cfr. testo).

Per quanto riguarda il complessivo territorio piemontese, il CRC offre consulenza gratuita per verificare la compatibilità con la tutela della chirotterofauna degli interventi di illuminazione di edifici/siti parte del Patrimonio culturale.

PROPOSTE PER ADEGUARE LA LEGISLAZIONE IN MATERIA DI INQUINAMENTO LUMINOSO ALLE ESIGENZE DI TUTELA DEI CHIROTTERI

Definizione giuridica di inquinamento luminoso

L'illuminazione artificiale notturna è un fattore ambientale rilevante, purtroppo a lungo trascurato dagli ecologi e nella pianificazione ambientale: la conservazione dell'ambiente naturale notturno dovrebbe essere un elemento di cui tenere conto negli interventi di destinazione territoriale e, in particolare, nella progettazione dei corridoi ecologici. L'insufficiente attenzione ai problemi biologici derivanti dall'inquinamento luminoso ha condizionato anche la legislazione vigente in materia, piuttosto lacunosa sul fronte della tutela delle biocenosi.

Il termine "inquinamento luminoso" viene prevalentemente utilizzato con riferimento alla perdita della possibilità, per l'uomo, di osservare i corpi celesti nel cielo notturno. A tale concetto si ataglia quasi la totalità delle definizioni riportate nelle leggi regionali finora emanate in Italia sulla materia. Così, ad esempio, la legge regionale della Lombardia (L.R. 17/2000 e succ. modd. e intt.), generalmente presa come riferimento e modello di normativa efficace, definisce inquinamento luminoso "ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolare, oltre il piano dell'orizzonte". Tale definizione è riportata, pressochè identica, nella maggior parte delle altre leggi regionali, mentre in altre compaiono definizioni funzionalmente analoghe (L.R. Veneto 22/1997, L.R. Lazio 23/2000, L.R. Campania 12/2002: "luce artificiale rivolta direttamente o indirettamente verso la volta celeste").

Si tratta di definizioni utili per le applicazioni ai fini delle osservazioni astronomiche, ma insufficienti dal punto di vista ecologico. L'illuminazione artificiale di un edificio che ospita un'importante colonia di chiroteri, ad esempio, è funzionalmente dedicata al godimento estetico del sito nottetempo e può essere realizzata in modo da non determinare dispersione di luce al di fuori dell'edificio e in particolare verso la volta celeste; ciò non toglie che per i chiroteri che utilizzano il sito come rifugio essa costituisca una grave forma di alterazione delle condizioni ambientali, che può condizionare la speranza di vita degli esemplari, indurre la dispersione della colonia, decrementi demografici e, nell'ipotesi peggiore, la locale estinzione di specie.

Analogamente, l'illuminazione di una strada, anche se realizzata rispettando i requisiti tecnici più severi per controllare la dispersione luminosa e giustificabile sul piano della funzionalità per le finalità d'uso antropico, può determinare alterazioni a livello ecosistemico, ad esempio a causa dell'effetto attrattivo che la luce determina su molte specie animali.

Attualmente solo nelle normative di Abruzzo (L.R. 12/2005), Puglia (L.R. 15/2005), Sardegna (D.G.R. 48/31/2007) e Trento (L.P. 16/2007) si ritrova un'accezione più generale del termine inquinamento luminoso, definito come "ogni alterazione dei livelli di illuminazione naturale e, in particolare, ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata, in particolar modo se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte". Nonostante l'iniziale definizione estensiva, tuttavia, operativamente tali normative non differiscono dalle altre, dedicando scarsa attenzione agli aspetti ecologici.

Per la conservazione dell'ambiente naturale, occorre che le leggi contemplino l'accezione più generale di inquinamento luminoso, espressa nella definizione proposta da Cinzano *et al.* (2000; Mon. Not. R. Astron. Soc., 318: 641-657) come "alterazione della quantità naturale di luce dell'ambiente esterno dovuta all'immissione di luce artificiale". Nel contempo è opportuno che richiamino l'attenzione, fin dalla definizione del termine inquinamento luminoso, sui problemi che il fenomeno determina, sia di tipo astronomico, sia di tipo ecologico, recependo a quest'ultimo proposito il concetto di "*ecological light pollution*" proposto da Longcore e Rich (2004; op. cit.): "luce artificiale che altera le condizioni naturali di luce e buio negli ecosistemi". Sugeriamo pertanto la seguente nuova definizione giuridica: "*costituisce inquinamento luminoso ogni alterazione della quantità naturale di luce dovuta all'immissione di luce artificiale, in particolare se tale luce artificiale si disperde oltre il piano dell'orizzonte e/o induce effetti negativi su organismi viventi*".

L'intenzione di occuparsi anche di tutela degli ecosistemi, è per altro dichiarata espressamente in varie leggi esistenti.

La citata legge della Regione Lombardia, ad esempio, individua fra le sue finalità quella di tutelare "gli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette" e quella del Friuli- Venezia Giulia (L.R. 17-68-72-94/2007) "la protezione dall'inquinamento luminoso dell'ambiente naturale inteso anche come territorio, dei ritmi naturali delle specie animali e vegetali, nonché degli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette". Va inoltre riconosciuto che la tutela delle condizioni generali di oscurità, per qualsiasi finalità, ha comunque una ricaduta positiva per la conservazione delle biocenosi.

Dati tali positivi presupposti, basterebbero semplici integrazioni per rendere le leggi efficaci anche ai fini della tutela dei chiroterri. Riportiamo i nostri suggerimenti in proposito, con la speranza che possano contribuire al varo di nuove leggi a limitazione dell'inquinamento luminoso, pienamente coerenti sotto tutti gli aspetti di tutela ambientale, nonché al miglioramento delle leggi già esistenti e degli strumenti applicativi che dalle medesime discendono (Linee guida, Regolamenti d'attuazione, Piani dell'illuminazione).

Disposizioni circa l'illuminazione di edifici/siti parte del Patrimonio culturale

Attualmente non vige, in Italia, alcuna norma che obblighi esplicitamente le Soprintendenze e gli altri organi coinvolti nella gestione di tali ambiti a vincolare gli interventi con potenziale impatto sui chiroterri a "perizie chiroterologiche", fatta eccezione per l'obbligo della valutazione d'incidenza per i siti ricadenti all'interno o nei pressi di pSIC, SIC e ZSC (art. 5 del D.P.R. 357/1997 e succ. modd. e intt.).

Le leggi in materia di tutela faunistica d'altro canto, vietano il disturbo dei chiroterri e l'alterazione dei loro siti di rifugio (art. 6, cap. III della Convenzione di Berna; art. 8 del D.P.R. 357/1997; art. III dell' Accordo sulla conservazione delle popolazioni di pipistrelli europei). La necessità di rispettare tali disposizioni, valide su tutto il territorio nazionale, determina l'esigenza che vengano attivate procedure speditive di valutazione preventiva anche negli ambiti estranei alle aree Natura 2000, qualora interessati da interventi con significativa potenzialità d'impatto. E' senz'altro il caso degli interventi di illuminazione degli edifici e dei siti che fanno parte del "Patrimonio culturale" (D. Legisl. 42/2004) e che ospitano chiroterri, anche perché, grazie al realizzarsi di condizioni particolarmente idonee, sono proprio tali ambiti ad accogliere molte delle colonie di chiroterri di maggior interesse. Presenza di chiroterrofauna di grande rilevanza conservazionistica è nota per castelli, palazzi, torri, fortificazioni, edifici ecclesiastici, ponti, acquedotti antichi, necropoli, catacombe, edifici rurali storici, ghiacciaie, cisterne, insediamenti rupestri e in cavità ipogee, bunker e gallerie di periodo bellico.

Il disturbo di colonie di chiroterri di grande rilevanza conservazionistica può avere conseguenze rientranti nella casistica del "danno ambientale" e perseguibili ai sensi della vigente normativa in materia (si veda:

<http://www.centroregionalechiroterri.org/legislazione.htm>).

Per tal motivo non ci si può astenere dal rammaricarsi per la facilità con cui le normative vigenti concedono deroghe per l'illuminazione degli edifici/siti del Patrimonio culturale. Anche per agevolare il rispetto di normative che potrebbero essere ignorate colposamente, in quanto relative a una materia (quella della tutela faunistica) certamente poca conosciuta da chi si occupa di Patrimonio culturale, si sottolinea come sarebbe estremamente opportuna l'introduzione nelle normative sull'inquinamento luminoso della seguente prescrizione:

L'illuminazione decorativa notturna di edifici/siti parte del Patrimonio culturale in cui siano presenti siti di rifugio di chiroterri, attraverso fari esterni o interni, è subordinata all'esecuzione di una perizia chiroterologica, volta ad accertare che l'intervento sia compatibile con le normative vigenti circa la tutela della chiroterrofauna e, qualora necessario e possibile, a suggerire misure correttive, a garanzia del rispetto delle medesime normative. Nei casi in cui l'illuminazione risulti incompatibile con la conservazione dei chiroterri e non sia possibile mettere in atto misure di mitigazione adeguate, si dovrà rinunciare all'intervento.

Riguardo a come si possa accertare la presenza di un sito di rifugio di chiroterri, si consideri che le colonie di grande rilevanza conservazionistica sono di norma un fenomeno eclatante, che non sfugge neppure all'osservatore privo di formazione in campo chiroterologico: gli esemplari delle specie più minacciate

prevalentemente non utilizzano rifugi interstiziali, ma volumi ampi, al cui interno sono direttamente osservabili appigliati ai soffitti. Occorre tuttavia tener conto anche del fatto che la frequentazione da parte dei chiroterteri è di solito limitata a un periodo dell'anno e una condizione di assenza temporanea non deve essere scambiata per totale assenza di utilizzo del sito. Nei casi dubbi e, in generale, in tutte le situazioni di carenza di informazioni chiroterterologiche di base, risulta pertanto opportuno effettuare la perizia chiroterterologica preventiva.

Disposizioni circa la dispersione della luce artificiale, la scelta delle sorgenti luminose e la pianificazione dell'illuminazione

Ai fini della tutela dei chiroterteri e di molte altre componenti delle biocenosi è importante che le leggi in materia di inquinamento luminoso rechino disposizioni efficaci volte a minimizzare la dispersione della luce artificiale; l'alterazione delle condizioni naturali di oscurità determina infatti effetti biologici negativi, la cui portata potrebbe, fra l'altro, essere superiore a quanto finora accertato, dal momento che sono ancora poche le ricerche effettuate sull'argomento.

Le norme tecniche delle leggi regionali attualmente in vigore in Italia hanno efficacia diversa; alcune leggi, fra le quali quella della Regione Piemonte (L.R. 31/2000), sono considerate inadeguate ai fini della limitazione della dispersione luminosa, mentre varie altre risultano soddisfacenti. Per un confronto aggiornato su pregi e difetti delle normative esistenti e sui criteri da seguire per minimizzare il problema della dispersione luminosa rimandiamo al sito di Cielo Buio: <http://cielobuio.org>

In aggiunta proponiamo una breve considerazione sull'argomento della scelta delle lampade, particolarmente rilevante per la tutela degli insetti e, conseguentemente, dei loro predatori. Per quanto riguarda le lampade con maggior impiego (e quindi fatte salve le deroghe per esigenze particolari di illuminazione), quasi tutte le leggi regionali dispongono attualmente l'utilizzo di lampade al sodio (ad alta e bassa pressione), facendovi esplicito riferimento o riferendosi alle lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia, oggi coincidenti appunto con quelle al sodio. Tali lampade, scelte primariamente per esigenze di risparmio energetico e considerate oggi quelle con il minor impatto per quanto riguarda le osservazioni astronomiche, in relazione alle conoscenze disponibili determinano anche le minori interferenze con la chiroterterofauna.

Poiché a breve termine potrebbero rendersi disponibili nuove tipologie di lampade, con effetti che rimangono da verificare sulle componenti biologiche, suggeriamo l'introduzione nelle normative di criteri generali di selezione volti a tener conto sia del risparmio energetico, sia delle conseguenze astronomiche ed ecologiche dell'inquinamento luminoso:

- l'ottimizzazione dell'illuminazione in rapporto al consumo energetico (efficienza luminosa);
- la minimizzazione della dispersione luminosa (possibilità di contenere con precisione il fascio luminoso);
- la minimizzazione delle emissioni di lunghezza d'onda < 500 nm e in particolare degli UV (produzione di luce con caratteristiche di distribuzione spettrale a minor impatto o filtrabile alla sorgente in modo da ottenere analogo risultato).

Maggiore attenzione agli effetti ecologici dell'inquinamento luminoso dovrebbe essere altresì posta nelle deroghe alle disposizioni sulle tipologie di impianti e di lampade. Nelle normative vigenti, ad esempio, le luci internalizzate vengono considerate prive di impatto. La L.R. Friuli- Venezia Giulia 17-68-72-94/2007, in proposito parla di "sorgenti di luce internalizzate e quindi non inquinanti, quali gli impianti di illuminazione sotto tettoie, portici, sottopassi, gallerie e strutture similari con effetto totalmente schermante verso l'alto". E' evidente che il legislatore si è posto il problema dell'inquinamento luminoso "astronomico", ma non quello degli effetti ecologici della luce, ad esempio i problemi che conseguono all'effetto attrattivo nei confronti degli insetti.

Infine, si sottolinea la necessità che nelle leggi in materia di inquinamento luminoso siano espressi indirizzi affinché negli strumenti rilevanti di pianificazione territoriale, dentro e fuori dalle aree protette, siano presi in considerazione gli effetti biologici negativi dell'illuminazione artificiale e ci si adoperi per minimizzarli. In particolare si suggerisce il richiamo al "rispetto degli equilibri ecologici, da attuarsi in particolare tutelando

l'oscurità naturale ove siano presenti ecosistemi caratterizzati da buon livello di naturalità, corridoi ecologici e siti rilevanti per l'alimentazione, il rifugio, la riproduzione e gli spostamenti della fauna".

Disposizioni in tema di informazione/sensibilizzazione pubblica

Molte leggi regionali contengono disposizioni volte a promuovere le iniziative di informazione/sensibilizzazione pubblica, spesso individuando gli osservatori astronomici e le associazioni di astrofili come soggetti coinvolti nell'organizzazione degli eventi.

Stante l'ancora scarsissima percezione pubblica del problema dell'inquinamento luminoso non si può che sottolineare la positività di tali azioni, auspicandone la massima diffusione. Nel contempo si sottolinea la necessità che esse non si limitino alla tematica energetica e all'aspetto astronomico dell'inquinamento luminoso, ma contemplino anche le conseguenze ecologiche del fenomeno, col coinvolgimento di esperti delle diverse componenti biocenotiche interessate.

Aggiornato nel FEBBRAIO 2009
info@centroregionalechiroterri.org
www.centroregionalechiroterri.org