

Estratto da: Dondini G., Fusco G., Martinoli A., Mucedda M., Russo D., Scotti M., Vergari S. (eds.). *Chiroteri italiani: stato delle conoscenze e problemi di conservazione. Atti del Secondo Convegno Italiano sui Chiroteri. Serra San Quirico 21-23 novembre 2008. Parco Regionale Gola della Rossa e di Frasassi, 157 pp. + 10 tavole f.t.*

NON METTETELI IN CATTIVA LUCE! PROPOSTE PER ADEGUARE LE NORMATIVE SULL'INQUINAMENTO LUMINOSO ALLA CONSERVAZIONE DEI CHIROTTERI.

Centro Regionale Chiroteri
(Patriarca E. e Debernardi P. redd.)

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

ABSTRACT - At present Italy does not have a national law against light pollution, but 14 Italian Regions out of 19 and one Autonomous Province out of 2 have adopted local laws. Most of them contain effective measures to limit light spillage and energy consumption, but none pays adequate attention to the ecological consequences of artificial lighting.

We present some suggestions to ameliorate the laws in the perspective of bat conservation. They include a new legal definition of light pollution and provisions for avoiding extensive use of lamps largely emitting <500 nm wavelengths and preserving darkness at important foraging areas, commuting corridors and roost sites.

Keywords: Light pollution, Italy, laws, conservation, bats.

Introduzione

L'illuminazione artificiale notturna è un fattore ambientale rilevante, purtroppo a lungo trascurato dagli ecologi: gli effetti del fenomeno sugli organismi viventi sono ancora prevalentemente sconosciuti e recentemente è stato proposto di inquadrarne lo studio nell'ambito di una nuova branca della scienza, denominata scotobiologia (Bidwell *et al.*, 2003).

L'insufficiente attenzione ai problemi biologici derivanti dall'inquinamento luminoso ha condizionato anche la legislazione vigente, piuttosto lacunosa sul fronte della tutela delle biocenosi, nonostante la materia dell'inquinamento luminoso sia stata affrontata ampiamente in Italia: se attualmente manca una legge quadro nazionale, fatta eccezione per Calabria, Molise e Sicilia e per la Provincia Autonoma di Bolzano, tutte le altre Regioni e la Provincia di Trento si sono dotate di normative specifiche.

Vengono presentate le proposte elaborate dal Centro Regionale Chiroteri del Piemonte al fine di correggere e integrare tali normative, nonché di contribuire al varo di nuove leggi in materia più coerenti sotto il profilo della tutela ambientale, con particolare riferimento a quella dei chiroteri.

Alle considerazioni di natura legislativa si premette una breve sintesi per richiamare le attuali conoscenze sugli effetti della luce artificiale sui chiroteri.

Luce artificiale e chiroteri

Varie specie di chiroteri hanno imparato a sfruttare le concentrazioni di insetti nelle aree illuminate artificialmente (per una sintesi: Rydell, 2006). Per alcune è stato dimostrato come tale comportamento sia vantaggioso, per lo meno nel breve termine (Rydell, 1991; 1992); per *P. pipistrellus* è stato suggerito che possa contribuire a fenomeni di espansione demografica (Arlettaz *et al.*, 1999) ed esclusione competitiva a vantaggio della stessa specie (Arlettaz *et al.*, 2000).

E' stato tuttavia anche evidenziato come il foraggiamento presso i lampioni stradali esponga gli esemplari al rischio di mortalità per investimento da parte degli autoveicoli (Rydell, 1991) e come

molte altre specie di chiroteri, fra le quali *taxa* di grande interesse conservazionistico (in particolare afferenti ai generi *Rhinolophus* e *Myotis*) evitano le aree illuminate (Fure, 2006; Rydell, 2006).

Il comportamento lucifugo è stato posto in relazione all'esigenza di minimizzare il rischio di predazione da parte di rapaci notturni e diurni (Jones, 2000), in analogia con la spiegazione in chiave antipredatoria dei limiti orari dell'attività dei chiroteri, essenzialmente crepuscolare/notturna (Speakman, 1991; Jones e Rydell, 1994; Rydell *et al.*, 1996; Duvergé *et al.*, 2000). Più recentemente è stata suggerita una causa, o concausa, fisiologica: nei chiroteri, pur con differenze da specie a specie, la visione è migliore in condizioni di bassa luminosità e peggiora in luce intensa (Eklöf e Jones, 2003; Eklöf., 2003; Fure, 2006).

E' dunque possibile che le luci artificiali agiscano come barriere che riducono gli ambienti utilizzabili dai chiroteri e ne limitano gli spostamenti. In situazioni sperimentali è stato dimostrato come esemplari di *M. dasycneme* reagiscano all'illuminazione modificando momentaneamente le proprie traiettorie di volo (Kuijper *et al.*, 2008).

L'illuminazione dei *roost* provoca alterazione dei ritmi di attività dei pipistrelli: l'involò serale è ritardato e, conseguentemente, il periodo di alimentazione accorciato (Downs *et al.*, 2003; Verkem e Moermans, 2002; Boldogh *et al.*, 2007), in corrispondenza di una fase oraria che, per disponibilità di prede, è particolarmente propizia per il foraggiamento (Racey e Swift, 1985; Rydell *et al.*, 1996). In colonie riproduttive di *M. emarginatus* e *M. (blythii) oxignathus* utilizzando *roost* illuminati è stato registrato un minor accrescimento dei piccoli rispetto a colonie in *roost* analoghi ma non illuminati (Boldogh *et al.*, 2007). A causa dell'illuminazione, le colonie possono subire decrementi numerici e abbandonare i rifugi (casi specifici sono citati, ad esempio, in Reiter e Zahn, 2006). E' probabile che il comportamento di filopatria, descritto per molte specie, aggravi il fenomeno, le cui conseguenze estreme sono ipotizzabili in perdite demografiche importanti e, qualora siano interessate frange periferiche delle metapopolazioni, isolamento e conseguente maggior rischio di estinzione locale.

Esperienze di illuminazione esterna di *roost* di *P. pygmaeus* (Downs *et al.*, 2003) e di illuminazione interna in *roost* di *Myotis velifer* (Mann *et al.*, 2002) hanno dimostrato come il disturbo sui chiroteri dipenda primariamente dall'intensità luminosa e secondariamente dalle caratteristiche spettrali della luce, essendo maggiore quando vengono usate luci con componenti di lunghezza d'onda inferiore.

Si può altresì ipotizzare che la luce artificiale condizioni i ritmi circannuali (ciclo riproduttivo, letargo) attraverso fattori endocrini connessi al fotoperiodo, ma le conoscenze sulla fisiologia di tali processi sono ancora frammentarie o relative a specie estranee alla chiroterofauna europea (per una sintesi: Bradley, 2006) ed è impossibile trarre conclusioni al riguardo.

Ampiamente da approfondire rimangono anche le interazioni fra la luce artificiale e l'entomofauna, base trofica dei chiroteri europei. Sono disponibili studi che quantificano l'impatto differenziale di diversi tipi di lampade sugli insetti, a causa del loro potere attrattivo e delle alterazioni comportamentali che determinano negli insetti attirati, ma sono ancora assolutamente frammentarie le conoscenze relative agli effetti sull'entomofauna lucifuga e, più in generale, alle conseguenze riconducibili ad alterazioni dei ritmi circadiani e circannuali (lavori di sintesi: Eisenbeis, 2006 e Frank, 2006). Tali carenze conoscitive sono gravi: attività di monitoraggio entomologico a lungo termine condotte in Gran Bretagna evidenziano declini demografici in specie considerate comuni e diffuse, suggerendo come sia in atto una vera e propria crisi nell'entomofauna fra i cui fattori determinanti potrebbe giocare un ruolo importante anche l'inquinamento luminoso (Conrad *et al.*, 2006).

Definizione giuridica di inquinamento luminoso

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 attagliano le definizioni riportate nelle leggi regionali finora emanate in Italia sulla materia, incentrate sull'aspetto della dispersione verso l'alto della luce. La definizione riportata nelle leggi

(citate in ordine di emanazione) di Valle d'Aosta, Toscana, Piemonte, Lombardia, Basilicata, Marche, Emilia Romagna, Umbria, Friuli V.G. e Liguria, e ripresa, con integrazioni discusse nel seguito, da Abruzzo, Puglia, Sardegna e Trentino, recita: "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". Nelle leggi delle Regioni Veneto, Lazio e Campania compare una definizione funzionalmente analoga: "luce artificiale rivolta direttamente o indirettamente verso la volta celeste".

Tali formulazioni sono insufficienti dal punto di vista ecologico: non tengono conto degli effetti negativi (attraverso attrazione, repulsione, alterazione dei ritmi biologici ecc.) che la luce esercita su molte specie, anche se direzionata correttamente sull'area da illuminare ("funzionalmente dedicata") e non dispersa verso l'alto. Analogamente non aiuta il concetto di "inquinamento ottico o luce intrusiva", introdotto in varie normative sempre con riferimento alla luce che esula da quella "funzionalmente dedicata".

Solo nelle leggi di Abruzzo, Puglia, Sardegna e Trentino si accenna a un'accezione più estensiva del termine inquinamento luminoso: la definizione già citata si inserisce infatti in una caratterizzazione molto più generale: "ogni alterazione dei livelli di illuminazione naturale", prossima alla definizione proposta da Cinzano *et al.* (2000) ("alterazione della quantità naturale di luce dell'ambiente esterno dovuta all'immissione di luce artificiale") e al concetto di "*ecological light pollution*" di Longcore e Rich (2004) ("luce artificiale che altera le condizioni naturali di luce e buio negli ecosistemi"). Operativamente, tali normative non differiscono tuttavia dalle altre, dedicando scarsa attenzione agli aspetti ecologici.

Al fine di contemplare nella definizione l'accezione più generale di inquinamento luminoso e richiamare nel contempo l'attenzione sui problemi che il fenomeno determina, sia astronomici sia ecologici, si propone la seguente nuova definizione: "*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*".

A tale nuova definizione consegue la necessità che siano abrogate le parti delle leggi in cui si afferma che le luci "interne" e "internalizzate" (all'interno di edifici e sotto tettoie, portici, sottopassi, gallerie e strutture similari con effetto totalmente schermante verso l'alto) sono di per sé non inquinanti, e quindi evitate le deroghe incondizionate all'uso delle luci medesime. Tali forme di illuminazione possono ad esempio essere dannose per l'entomofauna, a causa dell'effetto attrattivo, e nei confronti dei chiroterteri, che possono utilizzare gli ambiti citati come siti di rifugio.

Finalità di tutela ecologica e indirizzo della gestione territoriale a tale fine

La definizione di inquinamento luminoso proposta pone l'esigenza che le normative finalizzate al contenimento del fenomeno considerino adeguatamente anche gli aspetti che concernono le biocenosi. Ciò non avviene nelle leggi attuali: fermo restando che ogni limitazione dell'illuminazione, per qualsiasi finalità, è da considerarsi positiva (in quanto limitazione dell'artificializzazione del territorio), l'attenzione alle problematiche ecologiche nei casi migliori si risolve in rimandi a elenchi di aree protette, al cui interno, oltre alle disposizioni sui nuovi impianti che valgono sull'intero territorio regionale, sono previste disposizioni più strette circa l'adeguamento degli impianti preesistenti. Tali leggi fanno dunque sì che nelle aree protette si concretizzi prima la transizione a forme di illuminazione che determinano minor dispersione luminosa e consumo energetico, comunque previste per l'intero territorio amministrativo, ma nessuna normativa indirizza all'impostazione di processi decisionali che considerino direttamente le peculiarità naturali locali.

Tutto ciò nonostante non manchino affermazioni relative alla tutela ecologica: le normative di Lombardia, Puglia, Friuli V.G. e Sardegna, ad esempio, individuano fra le proprie finalità quella di tutelare "gli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette".

Tale finalità dovrebbe essere espressa in tutte le leggi, ma affinché essa venga effettivamente perseguita è altresì necessario che nelle leggi compaia un conseguente indirizzo generale di gestione territoriale. A seconda dell'articolazione dei testi, direttamente dove vengono elencate le finalità generali delle leggi, o dove si trattano le finalità dei Piani dell'illuminazione o, ancora, dove ci si occupa della regolamentazione delle sorgenti di luce, si suggerisce di richiamare l'obiettivo del *“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 sul contenimento dell'illuminazione in ambiti territoriali specifici

Nella disposizione di rispetto ecologico sopra enunciata, compare un indirizzo generale ai contesti territoriali in cui l'illuminazione artificiale andrebbe quanto più possibile limitata. Attraverso gli strumenti applicativi che dalle leggi discendono (Regolamenti attuativi, Linee guida, Piani dell'illuminazione, ecc.) tali ambiti dovrebbero ovviamente essere caratterizzati con maggior definizione, al fine di guidare all'individuazione di un insieme di aree buie, possibilmente interconnesse, ove realizzare un limite spaziale all'incremento dell'illuminazione.

Al riguardo va osservato che se le azioni a livello locale hanno scarsa rilevanza per l'astronomo, giacché la luce non schermata si propaga a grande distanza e condiziona la possibilità di osservare i corpi celesti in aree lontane dai punti di emissione, per l'ecologo esse hanno invece grande importanza. In particolare, per la conservazione dei chiroterri, componenti ambientali da salvaguardare prioritariamente sono le zone umide ad acque tranquille (laghi, stagni, lanche e tratti a deflusso lento di corsi d'acqua) e i margini forestali, tipologie ambientali importanti per il foraggiamento, 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”). La salvaguardia di tali elementi ambientali costituisce per altro un'azione estremamente positiva per moltissime altre componenti delle biocenosi, confermando il ruolo ecologico-conservazionistico di “specie ombrello” riconosciuto ai chiroterri.

Se sono noti siti di rifugio che ospitano chiroterri è importante cercare di conservare l'oscurità nei loro pressi e lungo gli elementi lineari che si dipartono da essi.

Considerazioni particolari, in proposito, riguardano gli edifici/siti parte del Patrimonio culturale (D. Legisl. 42/2004). Grazie al realizzarsi di condizioni particolarmente idonee, tali ambiti rivestono un grande interesse per la conservazione dei chiroterri: importanti colonie di chiroterri sono segnalate in 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.

Le leggi in materia di tutela faunistica 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), l'uccisione di esemplari (artt. 2 e 30 L. 157/1992) e la distruzione di colonie (nel caso di colonie particolarmente importanti tale reato può rientrare nella casistica del danno ambientale, di cui alla Direttiva 2004/35/CE e alla parte VI D. Legisl. 152/2006) e poiché tali effetti possono conseguire all'illuminazione artificiale dei siti di rifugio, intervenendo su edifici/siti del Patrimonio culturale è necessario adottare particolari cautele. 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), nonché per evitare che, spesso per iniziativa e con fondi pubblici, si realizzino illeciti ai danni del bene pubblico (la fauna è tutelata nell'interesse della comunità nazionale e internazionale: art. 1, L. 157/1992), si suggerisce l'introduzione nelle leggi 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 chiropterologica, volta ad accertare che l'intervento sia compatibile con le normative vigenti circa la tutela della chiropterofauna 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 chiropteri e non sia possibile mettere in atto misure di mitigazione adeguate, si dovrà rinunciare all'intervento."

Disposizioni sul contenimento temporale dell'illuminazione

Nelle decisioni sulla gestione della luce occorre considerare il fattore temporale, ossia l'impatto differenziale che l'illuminazione ha nei diversi momenti dell'anno e del giorno. Si riportano alcune considerazioni in merito ai chiropteri, di cui dovrebbe essere tenuto conto negli strumenti applicativi delle leggi sull'inquinamento luminoso.

Nei periodi in cui l'attività dei chiropteri e delle loro prede è ridotta al minimo, cioè durante il letargo, il fattore illuminazione presenta minor potenzialità d'interferenza, benchè, in mancanza di dati, non si possa escludere che l'illuminazione giochi un ruolo negativo nei confronti delle specie di insetti attive in inverno e influenzi in qualche modo anche i pipistrelli, durante le loro interruzioni del letargo. Di certo, al di fuori della stagione in cui sono frequentati dai chiropteri, viene meno la necessità di escludere o limitare l'illuminazione dei siti di rifugio, che può essere fondamentale invece nei periodi di frequentazione.

Nelle stagioni di piena attività dei chiropteri ogni limitazione oraria dell'illuminazione va considerata positivamente, ma va anche precisato che la fase temporale più importante per il foraggiamento dei chiropteri è quella crepuscolare e delle prime ore di buio e che una limitazione dell'illuminazione in tale fascia oraria ha molta più rilevanza che non una limitazione nelle ore centrali della notte (attualmente prevista da alcune leggi per certe tipologie di illuminazione), quando l'attività dei chiropteri è molto minore.

In condizioni meteorologiche particolarmente avverse all'attività dei chiropteri e degli insetti (precipitazioni intense e persistenti, forte vento) non sono ipotizzabili effetti negativi dell'illuminazione esterna sui chiropteri.

Disposizioni sulle modalità di illuminazione

Tutte le leggi esistenti, con l'obiettivo dichiarato di minimizzare la dispersione luminosa e il consumo energetico, affrontano il problema delle modalità d'illuminazione, fissando criteri e parametri cui fare riferimento, nonché gli ambiti e le circostanze per cui sono concesse deroghe alle medesime disposizioni. Alcune leggi, e segnatamente quelle delle Regioni Veneto, Toscana, Valle d'Aosta, Basilicata e Piemonte, recano disposizioni considerate inadeguate a tali fini da Associazioni e Istituti che si battono contro l'inquinamento luminoso, mentre le altre leggi esistenti sono considerate, pur con differenze, positivamente. Per un confronto aggiornato su pregi e difetti delle normative esistenti e sulle modalità per realizzare concretamente la minimizzazione della dispersione luminosa si rimanda al sito di CieloBuio: <http://cielobuio.org>

In aggiunta si propone una breve considerazione sulla scelta delle lampade, particolarmente rilevante per la tutela degli insetti e, conseguentemente, dei loro predatori. Per quanto riguarda le lampade con maggior impiego (essenzialmente utilizzate per l'illuminazione stradale) e quindi fatte salve le deroghe per esigenze particolari di illuminazione, le leggi che trattano l'argomento orientano la scelta in funzione del risparmio energetico, facendo riferimento alla soglia minima di efficienza luminosa dei 90 lm/W (Marche e Campania; il Lazio riporta lo stesso riferimento nel Regolamento attuativo della legge) o indirizzando alle lampade con alta efficienza (Trento) o, ancora, a quelle con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia (Lombardia, Umbria, Abruzzo, Puglia, Friuli V.G., Liguria, Sardegna) ed eventualmente citando come esempi le lampade al sodio ad alta o bassa pressione (Abruzzo, Puglia, Friuli V.G., Liguria) o individuando nell'efficienza luminosa delle lampade al sodio gli standard minimi da rispettare (Emilia Romagna).

Non vi è cenno diretto, nelle leggi, allo spettro di emissione delle lampade. Ciò, nella situazione attuale, può apparire irrilevante, dal momento che, nell'ambito delle lampade significativamente utilizzate per l'illuminazione degli esterni (sodio ad alta o bassa pressione, mercurio, fluorescenti, alogenuri), le lampade al sodio sono non solo quelle più efficienti, ma anche quelle i cui spettri condizionano meno negativamente le osservazioni astronomiche e hanno impatto minore su molte componenti biologiche, fra le quali l'entomofauna.

Occorre però tener conto dell'evoluzione tecnologica e della conseguente possibilità che nuove tipologie di lampade vengano a superare le prestazioni energetiche di quelle al sodio. Una tale prospettiva potrebbe realizzarsi a breve termine con le lampade a LED bianchi.

Purtroppo non esiste attualmente alcun lavoro circa gli effetti di tali lampade sulle biocenosi e, in attesa di dati precisi, ci si deve limitare a considerazioni circa la loro "potenzialità" d'interferenza. Le curve spettrali dei LED bianchi utilizzati nell'ambito della maggior esperienza-pilota di illuminazione pubblica a LED finora condotta in Italia (Comune di Torraca, SA) non presentano componente UV, ma sono comunque ampie e comprensive di componenti a bassa lunghezza d'onda (blu) molto attrattive nei confronti degli insetti. Ciò suggerisce una collocazione intermedia, per tali LED, fra quella delle lampade al sodio, denotanti minor potere attrattivo nei confronti degli insetti, e quella di lampade più attrattive e dannose, quali quelle al mercurio e agli alogenuri (K. Frank, com. pers.). Se tale quadro venisse verificato un eventuale passaggio dalle lampade al sodio a lampade a LED bianchi significherebbe un peggioramento per la conservazione dell'entomofauna.

Sarebbe dunque opportuno che nelle leggi venissero introdotte disposizioni affinché nella scelta delle lampade destinate estesamente all'illuminazione del territorio si tenesse conto anche delle conseguenze dello spettro di emissione. A tale fine si suggerisce di inserire un riferimento ad impianti equipaggiati con *"lampade caratterizzate da alta efficienza luminosa e bassa o nulla produzione di emissioni di lunghezza d'onda inferiore a 500 nm o filtrate alla sorgente in modo da ottenere analogo risultato"*.

Disposizioni più restrittive di quelle fissate direttamente nelle leggi, e orientate nel senso auspicato, si ritrovano per altro già nei Regolamenti attuativi della Lombardia e dell'Emilia Romagna, che consentono l'uso delle lampade ad ampio spettro solo in ambiti limitati.

E' sottinteso che la scelta delle lampade rimanga altresì condizionata dall'esigenza di soddisfare i criteri fissati per limitare la dispersione luminosa e che nel bilancio finale di vantaggi e svantaggi si debba tener conto dei parametri "in esercizio", ossia considerando eventuali lenti, schermature ecc.

Disposizioni in tema di informazione/sensibilizzazione

Varie leggi regionali contengono disposizioni volte a promuovere le iniziative di informazione/sensibilizzazione sia del vasto pubblico, sia del pubblico settoriale, coinvolto nella progettazione e realizzazione degli impianti di illuminazione. Le associazioni che si battono contro l'inquinamento luminoso, gli osservatori astronomici, le associazioni di astrofili e gli enti operanti nel settore dell'illuminazione sono indicati come soggetti coinvolti nell'organizzazione di tali 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, contemplando anche le conseguenze ecologiche del fenomeno e che, a tale scopo, vengano coinvolti esperti delle diverse componenti biocenotiche interessate.

Ringraziamenti

Ringraziamo per le informazioni e i consigli: G. Baldizzone, F. Boggio, D. Bonata, A. Casale, G. Curletti, K. Frank, A. Fure, P.M. Giachino, M. Raviglione, M. Riccucci, M. Roesli, M. Shardlow, E. Stone, A. Vezzil e C. Williams. Siamo particolarmente grati a F. Falchi, per la revisione del testo e l'aiuto che ci ha fornito su vari aspetti tecnici e legislativi.

Bibliografia

- Arlettaz R., Berthoud G., Desfayes M., 1999. Tendances démographiques opposées chez deux espèces sympatriques de chauves-souris, *Rhinolophus hipposideros* et *Pipistrellus pipistrellus*: un possible lien de cause à effet? *Le Rhinolophe*, 13: 35-41.
- Arlettaz R., Godat S., Meyer H., 2000. Competition for food by expanding pipistrelle bat populations (*Pipistrellus pipistrellus*) might contribute to the decline of lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*). *Biological Conservation*, 93: 55-60.
- Bidwell T., Goering P., Dickinson B., French R., 2003. Scotobiology, the biology of the darkness. The science of dark-dependent biological systems.
www.starlight2007.net/pdf/proceedings/Scotobiology_layout.pdf
- Boldogh S., Dobrosi D., Samu P., 2007. The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences. *Acta Chiropt.*, 9(2): 527-534.
- Bradley S., 2006. The ecology of bat reproduction. www.nottingham.ac.uk/burn/Bradley.pdf
- Cinzano P., Falchi F., Elvidge C.D., Baugh K.E., 2000. The artificial night sky brightness mapped from DMSP satellite Operational Linescan System measurements. *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 318: 641-657.
- Conrad K., Warren M.S., Fox R., Parsons M.S., Woiwod I.P., 2006. Rapid declines of common, widespread British moths provide evidence of an insect biodiversity crisis. *Biol. Conserv.*, 132: 279-291.
- Downs N.C., Beaton V., Guest J., Polanski J., Robinson S.L., Racey P.A., 2003. The effects of illuminating the roost entrance on the emergence behaviour of *Pipistrellus pygmaeus*. *Biological Conservation*, 111: 247-252.
- Duvergé P.L., Jones G., Rydell J., Ransome R.D., 2000. Functional significance of emergence timing in bats. *Ecography*, 23: 32-40.
- Einsenbeis, 2006. Artificial night lighting and insects. In: Rich C. e Longcore T. eds., *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*, Island Press, Washington, 281-304.
- Eklöf J., 2003. Vision in echolocating bats. PhD th. University of Göteborg, Sweden.
<http://www.fladdermus.net/thesis.htm>
- Eklöf J., Jones G., 2003. Use of vision in prey detection by brown long-eared bats, *Plecotus auritus*. *Anim. Behav.*, 66: 949-953.
- Frank K.D., 2006. Effects of artificial night lighting on moths. In: Rich C. e Longcore T. eds., *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*, Island Press, Washington, 305-344.
- Fure A., 2006. Bats and lighting. *The London Naturalist* 85, 20 pp.
- Jones G., Rydell J., 1994. Foraging strategy and predation risk as factors influencing emergence time in echolocating bats. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 346: 445-455.
- Jones J., 2000. Impact of lighting on bats.
www.lbp.org.uk/downloads/Publications/Management/lighting_and_bats.pdf
- Kuijper D.P.J., Schut J, van Dullemen D., Toorman H., Goossens N., Ouwehand J., Limpens J.G.A., 2008. Experimental evidence of light disturbance along the commuting routes of pond bats (*Myotis dasycneme*). *Lutra*, 51 (1): 37-49.
- Longcore T., Rich C., 2004. Ecological light pollution. *Front. Ecol. Environ.*, 2(4): 191-198.
<http://www.urbanwildlands.org/Resources/LongcoreRich2004.pdf>
- Mann S.L., Steidl R.J., Dalton V.M., 2002. Effects of cave tours on breeding *Myotis velifer*. *J. Wildl. Manage.*, 66(3): 618-624.
- Racey P.A., Swift S.M., 1985. Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. I. Foraging behaviour. *Journ. Anim. Ecol.*, 54: 205-215.
- Reiter G., Zahn A., 2006. Bat roosts in the alpine area: guidelines for the renovation of buildings. INTERREG IIIB Project Habitat Network. Pp.131 - www.livingspacenetwork.bayern.de
- Rydell, 1991. Seasonal use of illuminated areas by foraging northern bats *Eptesicus nilssonii*. *Holarctic Ecology (Ecography)*, 14(3): 203-207.

- Rydell J., 1992. Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden. *Functional Ecology*, 6: 744-750.
- Rydell J., Entwistle A., Racey P., 1996. Timing of foraging flights of three species of bats in relation to insect activity and predation risk. *Oikos*, 76: 243-252.
- Rydell J., 2006. Bats and their insect prey at streetlights. In: Rich e Longcore eds. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*, Island Press, Washington, 43-60.
- Speakman J.R., 1991. Why do insectivorous bats in Britain not fly in daylight more frequently? *Functional Ecology*, 5: 518-524.
- Verkem S., Moermans T., 2002. The influence of artificial light on the emerging time of Geoffroy's bat *Myotis emarginatus*. Abstracts Bat Research Symposium, Le Havre, 2002. *Bat Research News*, fall 2002: 113.

Normative inerenti l'inquinamento luminoso cui è fatto riferimento nel testo

Abruzzo (L.R. 12/2005); Basilicata (L.R. 41/2000); Campania (L.R. 12/2002); Emilia Romagna (L.R. 19/2003; D.G.R. n. 2263 del 29/12/2005); Friuli V.G. (L.R. 15/2007); Lazio (L.R. 23/2000; Reg. Reg. n. 8 del 18/04/2005); Liguria (L.R. 22/2007); Lombardia (L.R. 17/2000, mod. e int. dalle LL.RR. 12/2004, 38/2004, 19/2005 e 05/2007; D.G.R. 7/6162 del 20/09/2001); Marche (L.R. 10/2002); Piemonte (L.R. 31/2000); Puglia (L.R. 15/2005); Sardegna (D.G.R. 48/31/2007); Toscana (L.R. 37/2000); Trentino (L.P. 16/2007); Umbria (L.R. 20/2005); Valle d'Aosta (L.R. 17/1998); Veneto (L.R. 22/1997).