

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE, CAMBIAMENTI CLIMATICI E ATTIVITÀ SPORTIVE: UNA REVIEW SUL TEMA

Dario Battistel¹, Marco Benedetti^{2,6}, Paolo Cescon³, Giovanni Finotto⁴,
Andrea Gambaro¹, Angelo Pecci⁵, Orazio Rossi^{5,*}

¹Università Cà Foscari di Venezia, Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica.

²ENDUlab, Parma.

³Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze Polari (CNR-ISP) c/o Università Cà Foscari di Venezia.

⁴Università Cà Foscari di Venezia, Dipartimento di Scienze Molecolari e Nanosistemi.

⁵Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali (CINSA), Parma.

⁶SPORTLAB S.S.D. A R.L., Nuoro.

Sommario – Lo sport svolge rilevante e storica funzione di inclusione sociale mediante l'avvicinamento tra i popoli e le loro diverse culture. I praticanti attività sportive sono stimati essere attualmente nel mondo 630 milioni e le diverse discipline sportive (*indoor* e *outdoor*) rappresentano un fenomeno sociale in continua crescita con rilevanti effetti positivi sul benessere e salute di chi le pratica e con importanti ricadute economiche. Si stima che in Europa l'indotto correlato con le attività sportive dia lavoro a più di 5 milioni di persone. La crescente crisi ambientale nel pianeta (distruzione della biodiversità, cambiamenti climatici, inquinamento, ecc.) riguarda anche gli eventi sportivi. Viene preso in esame il rapporto clima/sport nell'ottica degli effetti negativi dei cambiamenti climatici sulle attività sportive ma anche nella considerazione che lo sport può diventare un potente strumento per lo sviluppo di una maggiore coscienza ambientale. Il rapporto tra attività sportive e conservazione della biodiversità non è sempre facile in quanto, dal punto di vista dei naturalisti ed ecologi, la biodiversità dovrebbe essere tra le variabili ottimizzate nell'esercizio di non poche attività sportive *outdoor*. Lo sfruttamento eccessivo o il deterioramento della risorsa rappresentata dalla biodiversità di una data area, causato da attività sportive *outdoor* non correttamente organizzate, rappresenta un grande rischio per la sostenibilità ambientale dell'area stessa, con le conseguenti ben note implicazioni negative riguardanti i servizi ecosistemici resi (instabilità climatica, riciclo dei rifiuti insufficiente, inquinamento dell'aria e dell'acqua, ecc.). Molte istituzioni internazionali (UN, UNESCO, CIO, SANDSI, ecc.) hanno, già da tempo e sotto varie forme, richiamato l'attenzione degli organizzatori di eventi sportivi ad una maggiore consapevolezza degli impatti negativi che tali eventi hanno sulla integrità degli ambienti in cui si svolgono. È quindi di fondamentale importanza favorire il dibattito e l'interazione tra gli organizzatori di eventi sportivi e la comunità scientifica al fine di individuare, sperimentare e promuovere nuovi strumenti metodologici e conoscitivi che consentano una pianificazione più attenta e consapevole degli impatti sulla sostenibilità degli ecosistemi.

Oltre agli eventi è necessario altresì una profonda riprogettazione e gestione dell'impiantistica sportiva, a partire dagli iconici stadi di calcio, ora sempre più proiettati in una dimensione futuristica di “*digital & sustainable arena*” o, a livello di quartiere, le più famigliari e frequentate palestre scolastiche, fino agli impianti natatori tra le infrastrutture *indoor*, quelli a più alto impatto ambientale per gli alti consumi energetici. Gli sforzi tecnico-scientifici sono perciò tesi a favorire il miglioramento della loro efficienza e l'abbattimento della quantità di agenti chimici impiegati nel trattamento dell'acqua.

Parole chiave: evento sportivo sostenibile, clima, biodiversità, impiantistica sportiva, ricerca scientifica.

ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY, CLIMATE CHANGE AND SPORTING EVENTS: A REVIEW

Abstract – Sport plays a relevant and historical role in social inclusion through bringing together people from different cultures. It is estimated that up to 630 million people in the world take part in sports activities (indoor and outdoor). This is a social phenomenon in continuous growth with significant positive effects on the health and welfare of those who practice them, with important economic spin-offs. It is estimated that more than 5 million people in Europe are employed in sports related activities. However, the growing environmental crisis on the planet (destruction of biodiversity, climate change, pollution, etc.) also affects and is caused by sporting events. The balance between and climate/sport should not only be viewed through the lens of the negative effects of climate change on sporting activities, but sport can as a powerful tool for the development of greater environmental awareness should also be considered. The relationship between sport activities and biodiversity conservation is not always easy, because from the point of view of naturalists and ecologists, biodiversity should be one of the variables that is optimized during many outdoor sports activities. The overexploitation or deterioration of resources represented by the biodiversity of a given area, can be caused by incorrectly or disorganized outdoor sports activities, and represents a great risk for the environmental sustainability of the area itself. This then has consequently well-known negative implications regarding the services the ecosystem provides (such as climate instability, insufficient waste

* Per contatti: CINSA – Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale – Università di Parma Parco Area delle Scienze 33 – 43124 Parma – Office 0039 041 234 8611 – Mobile 0039 339 133 9498 – E-mail: orazio.rossi@unipr.it.

recycling, air and water pollution, etc.). Many international institutions (UN, UNESCO, IOC, SANDSI, etc.) have, for some time now and in various forms, drawn the attention of sports event organisers to a greater awareness of the negative impacts that such events have on the integrity of the environments in which they take place. It is therefore of fundamental importance to encourage debate and interaction between sports event organizers and the scientific community in order to identify, experiment and promote new methodological and cognitive tools that allow a more careful planning with an awareness of the impacts on the sustainability of ecosystems. In addition to events, there is also a need for a deep redesign and management of sports facilities, starting from the iconic soccer stadiums, now increasingly projected into the futuristic dimension of “digital & sustainable arenas”, or at the neighbourhood level, the more familiar and frequented school gyms. Swimming facilities are among all the different indoor infrastructures, those with the highest environmental impact due to their high energy consumption. Technical-scientific efforts are therefore aimed at improving their energy efficiency and reducing the number and quantity of chemical agents used in water treatment.

Keywords: *sustainable sporting events, climate, biodiversity, sports venues and facilities, scientific research.*

Ricevuto il 3-5-2020. Modifiche sostanziali richieste il 23-6-2020. Modifiche sostanziali richieste il 5-1-2021. Accettazione il 14-1-2021.

1. INTRODUZIONE

Lo sport ha raggiunto negli ultimi decenni una diffusione planetaria attuando una importante funzione di inclusione sociale mediante l'avvicinamento dei popoli e l'internazionalizzazione di valori fondamentali della società moderna costruita sulla conoscenza e sull'innovazione. Molte di queste attività sportive hanno determinato significative ricadute economiche ed occupazionali favorendo lo sviluppo di nuovi materiali, la realizzazione di grossi impianti, la gestione di eventi su scala planetaria permeando i valori della società moderna. Lo sport ha una profonda desiderabilità sociale che pervade le numerose attività socioeconomiche fino ad incidere sulla qualità della vita in quanto genera benessere e salute.

Lo sport dunque interagisce con il mondo economico, la cultura, l'ambiente e la gestione del territorio, richiedendo grandi infrastrutture dedicate, realizzando eventi planetari come i giochi olimpici, campionati mondiali di calcio, Giro d'Italia e *Tour de France*, esprimendo una significativa domanda di innovazione tecnologica con particolare riferimento alle caratteristiche meccaniche e chimico-fisiche di materiali speciali per soddisfare le esigenze di una crescente competitività anche nel mondo degli atleti diversamente abili. È noto es-

sere un mercato che vale globalmente 350-450 miliardi di dollari (Tautonico, 2018). Nel nostro Paese rappresenta circa 3 punti di PIL (Cannavò, 2016), a ciò si aggiunga il ruolo sociale, educativo e formativo. Si fa presente che tutto ciò si realizza nel contesto di una grave crisi ambientale che interessa il pianeta e pone quindi la questione del rapporto sport/ambiente nei termini di Sviluppo Sostenibile inteso concettualmente come “uno sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri” (Brundtland, 1987).

Di fatto, i disastri ecologici, le emergenze climatiche e la contaminazione delle componenti ambientali ci confermano che siamo in presenza di una crisi diffusa e che il futuro del pianeta è più che mai incerto. Viviamo quindi in un periodo storico, denominato “antropocene” dal premio Nobel Paul Crutzen, che è iniziato con lo sviluppo industriale a metà del '700 ed è caratterizzato dall'azione dell'uomo che determina numerose e profonde alterazioni ambientali e climatiche.

Già nel 2007 la Comunità Europea pubblicò un libro bianco che richiamava l'attenzione sulla necessità che “Le attività, gli impianti e le manifestazioni sportive hanno un impatto significativo sull'ambiente. È importante promuovere una gestione ecologicamente razionale, che risulti adeguata fra l'altro a gestire gli appalti verdi, le emissioni di gas a effetto serra, l'efficienza energetica, l'eliminazione dei rifiuti e il trattamento dell'acqua e dei suoli. Le Organizzazioni Sportive e i responsabili di eventi sportivi in Europa dovrebbero adottare obiettivi ambientali atti a rendere ecologicamente sostenibili le rispettive attività. Migliorando la propria credibilità sui problemi ambientali, i comitati organizzativi possono attendersi vantaggi concreti quando si candidano ad ospitare eventi sportivi, e vantaggi economici collegati ad un uso più razionale delle risorse naturali”. Con ciò si sottolinea la necessità di passare ad una dimensione sostenibile dello sport in considerazione del fatto che gli impatti sull'ambiente sono sicuramente significativi. Basti pensare, come è noto, che i Mondiali di Calcio 2010 in Sud Africa hanno generato l'emissione di 2,8 milioni di tonnellate di CO₂, valore questo confermato nei Mondiali del Brasile 2014. Lo stesso dicasi per altri grandi eventi di calcio. Si stima che una partita del campionato di calcio di serie A determina l'emissione di circa 800 tonnellate di CO₂ (Caneva, 2010; Cannavò, 2016; Tautonico, 2018).

In passato la sensibilità verso l'ambiente da parte di paesi organizzatori di importanti competizioni

sportive non è stata sicuramente adeguata come, riferendoci al nostro Paese, alle Olimpiadi Invernali di Torino 2006 dove le realizzazioni della pista da bob e, ancor di più, del trampolino hanno comportato degli impatti di rilievo (Cannavò, 2016).

Realtà quella nazionale dove esiste una significativa percentuale di impianti sportivi superati dal punto di vista costruttivo, tecnologico ed energetico, oggetto questo di un successivo approfondimento. Altra delicata questione riguarda rifiuti abbandonati dopo le manifestazioni sportive come segnalato da aziende municipalizzate di grandi città (Cavallo *et al.*, 2019). I trasporti e la mobilità effettuati in concomitanza a grandi eventi sportivi (partite di calcio di serie A, ecc.) sono responsabili della emissione di gas serra considerevoli.

In questa situazione il mondo sportivo non può ignorare gli impatti prodotti sull'ambiente ma deve operare per un futuro sostenibile anche facendo ricorso al grande potere di influenza sulla pubblica opinione per attuare una vera e propria rivoluzione culturale basandosi sulla solidità dei valori che sono propri dello sport e quindi per incidere sul comportamento della società stessa, evocando frequentemente un'alleanza virtuosa tra sport e ambiente, come in alcune maratone internazionali capaci di raccogliere e riciclare oltre 55 tonnellate di abbigliamento tecnico "usa e getta" pre-gara o evitare l'utilizzo di 30.000 contenitori di plastica grazie a degli imballi sferici commestibili a base di alghe (fonte: www.runnersworld.it/sport-running-ambiente-alleanza-virtuosa-9566).

La diminuzione di CO₂, la progettazione e realizzazione di impianti a basso impatto e alto risparmio energetico con ricorso a fonti rinnovabili, nonché l'organizzazione di grandi eventi sportivi sostenibili sono obiettivi fondamentali del mondo dello sport, in sintonia con quelli dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile. Si tratta di un'azione che attuata a livello planetario può veramente determinare l'affermazione dello "sport sostenibile" quale significativo contributo alla promozione dell'ambiente.

Un serrato dibattito è attualmente in corso riguardante la sostenibilità dei Giochi Olimpici in riferimento all'utilizzo delle strutture nel periodo post-olimpico: si tratta di progettare spazi che possano essere modificati alla luce delle necessità future realizzando strutture temporanee per le richieste olimpiche ma che successivamente possano essere adeguate ad altre esigenze di tipo urbanistico e sociale del territorio.

In realtà alcuni segnali importanti sono arrivati grazie alle decisioni assunte dalle maggiori Organizzazioni sportive e non a livello internazionale.

Nel 2017 l'UNESCO, durante la conferenza internazionale Mineps VI, ha avviato il Piano di Kazan, un importante accordo internazionale a favore di politiche di sviluppo sostenibile con forti implicazioni dello sport.

D'altronde il Programma *Climate Action* ha organizzato in Europa in questo ultimo periodo alcune edizioni annuali di "*Sustainable Innovation in Sport*", forum per sviluppare strategie di contrasto al cambiamento climatico considerando che lo sport è un mercato di considerevole valore economico e che l'impatto delle manifestazioni sportive è reale e non può essere ignorato.

Il Comitato Internazionale Olimpico (CIO) in considerazione della quantità di CO₂ emessa nelle grandi manifestazioni sportive ha messo a punto e sviluppato una strategia di sostenibilità basata su infrastrutture, gestione delle risorse, mobilità e clima che costituiscono un capitolo fondamentale dell'Agenda Olimpica 2020, come si evince dal secondo report del Comitato Organizzatore relativo al piano di sostenibilità dell'evento olimpico Tokio 2020 (*Sustainability Pre-Games Report, Sustainability Highlyghs*) pubblicato nell'Aprile 2020 successivamente all'ufficialità della sua riprogrammazione al 2021 in conseguenza dell'attuale pandemia. Da alcuni anni le scelte sono orientate verso giochi a forte caratterizzazione ambientale nata dall'integrazione dei due concetti fondamentali di sviluppo e ambiente come riportato nel report "*IOC Sustainability Strategy*" (CIO, 2017).

Anche la FIFA interviene su queste tematiche in riferimento ai prossimi Mondiali di calcio in Russia imponendo agli stadi l'obbligo di una certificazione basata sulla adozione di codici di bioedilizia riconosciuti a livello internazionale.

La Cina, in occasione delle olimpiadi invernali del 2022 a Pechino, programma una città pilota "*low carbon emission*" così come indicato nella *Olympic and Paralympic Winter Games Beijing 2022 Carbon Management Plan* (fonte: www.beijing2022.cn/a/20190624/003353.htm), mentre di fatto le olimpiadi Parigi 2024 vedono al lavoro molti degli attori istituzionali strutturati fin dal 2015 durante i lavori della COP21, con il Comitato Organizzatore che, a riprova della determinazione a organizzare Giochi in linea con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) dell'Agenda 2030 e nell'intento di realizzare "*the first ever*

carbon neutral Games” (fonte: <https://www.paris2024.org>) ha siglato, ad inizio 2020, un accordo di cooperazione con l’*Agence Française de Développement* (AFD), per lo sviluppo di progetti che coniugano sport e sviluppo sostenibile (AFD, 2020).

Queste ed altre importanti decisioni ci portano a considerare che l’avvio dell’era dello sport sostenibile è cominciata, con priorità e obiettivi come:

- protezione e promozione della biodiversità;
- riduzione delle emissioni contaminanti e di CO₂;
- engagement degli atleti di maggiore celebrità come ambasciatori e divulgatori dei valori ambientali;
- efficienza energetica e ricorso alle fonti rinnovabili di energia;
- risparmio energetico nei trasporti;
- uso razionale di risorse naturali e limitazione di rifiuti;
- produzione e riciclo di materiali, uso di prodotti biodegradabili;
- codici di comportamento e clausole di sicurezza nelle grandi manifestazioni sportive;
- formazione ambientale;
- individuazione di specifici indicatori di miglioramento;
- progettazione di strutture impiantistiche e di manifestazioni sportive a basso impatto ambientale.

Questo articolo intende ispirare un obiettivo importante e ambizioso per complessità e competenze multidisciplinari richieste, necessarie per un approccio globale alla fruizione della natura che garantisca una efficace protezione e promozione della biodiversità planetaria e degli ecosistemi di maggior pregio sempre più interessati e fruiti da eventi sportivi outdoor.

2. IMPATTO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULL’ORGANIZZAZIONE E GESTIONE DI EVENTI SPORTIVI OUTDOOR

L’ultimo report dell’IPCC (IPCC, 2018) stima che le attività antropiche abbiano causato un riscaldamento di circa 1.0 °C su scala globale rispetto al livello pre-industriale. Con un elevato livello di confidenza, stante l’attuale velocità del riscaldamento pari a 0.01-0.03 °C per anno, si stima che la temperatura media globale aumenterà di 1.5 °C tra il 2030 ed il 2052. L’aumento della temperatura non è un fenomeno omogeneamente distribuito sul nostro pianeta e gli effetti sono già in parte osservabili nelle aree più sensibili. Si consideri che, a se-

conda del *dataset* di temperature considerato, tra il 20% ed il 40% della popolazione mondiale vive in regioni che, nella recente decade 2006-2015, hanno già sperimentato gli effetti di uno scenario più caldo di 1.5 °C rispetto al livello pre-industriale. In queste aree, è stato registrato un tendenziale aumento dell’intensità e della frequenza di eventi climatici estremi. Come riportato in maggior dettaglio nel capitolo *Impacts of 1.5°C of Global Warming on Natural and Human Systems* (IPCC, 2018), la probabilità di eventi di siccità persistente, inondazioni, eventi piovosi eccezionalmente abbondanti ed ondate di calore è aumentata nelle regioni in cui sono state registrate condizioni climatiche prossime a quelle di uno scenario 1.5 °C. Per queste ragioni, riuscire a limitare il riscaldamento globale ad un valore soglia di 1.5°C, di fatto, è una delle sfide del nostro tempo che coinvolge i governi ed i cittadini di tutte le nazioni. Il mancato raggiungimento di questo obiettivo, in un mondo ad esempio 2° C più caldo rispetto al livello pre-industriale, renderebbe meno efficace e più onerosa ogni strategia di adattamento e mitigazione (IPCC, 2018).

Il verificarsi di eventi meteorologici estremi ed improvvisi ha già condizionato negativamente alcune attività economiche come il turismo. In alcune località costiere tropicali e subtropicali, per esempio, è stata osservata la degradazione, se non la perdita in alcuni casi, di tratti di spiagge o barriere coralline con conseguenti impatti economici negativi (IPCC, 2018). Più in generale, i cambiamenti climatici hanno impatti negativi su tutte le attività che vengono svolte all’aperto e/o che risultano dipendenti dalle condizioni climatiche. In questo contesto, le attività e le manifestazioni sportive *outdoor* non fanno eccezione.

Nell’ultimo decennio, la variabilità climatica ha compromesso l’organizzazione di alcune manifestazioni internazionali sportive di rilievo (Dingle e Mallen, 2020), con conseguenze economiche sugli indotti a queste associati e causato ingenti danni alle strutture messe in opera per il loro svolgimento. In molti casi, questi eventi climatici e meteorologici hanno determinato significativi ritardi, od addirittura la cancellazione, di importanti manifestazioni sportive (Tab. 1).

Nel 2010, ad esempio, il LOC (*Local Organizing Committee*) delle Olimpiadi Invernali di Vancouver è stato costretto a prelevare la neve dalle aree vicine per garantire lo svolgimento delle gare di sci *freestyle* e *snowboard*, mentre nel dicembre del 2017 la *St. Moritz Para Alpine Skiing World Cup*, in Svizzera, è stata addirittura annullata.

Tabella 1 – Principali eventi sportivi cancellati o ritardati a causa di condizioni climatiche avverse che stanno diventando sempre più frequenti a causa dei cambiamenti climatici

Evento Sportivo	Paese ospitante	Anno	Cancellazione/Ritardo	Impatto Climatico
Olimpiadi invernali	Vancouver (Canada)	2010	Ritardo	Carenza di neve
Australian Open	Melbourne (Australia)	2014	Ritardo	Condizioni meteo avverse (temperatura e umidità elevata)
Para Alpine Skiing World Cup	St. Moritz (Svizzera)	2017	Cancellazione	Condizioni meteo avverse
Cycle Oregon (ciclismo)	Oregon e California (USA)	2017	Cancellazione	Incendi
Football – Baseball	Texas (USA)	2017	Cancellazione /Ritardo	Uragano Harvey
Rock'n Roll Marathon (maratona)	Montreal (Canada)	2017	Cancellazione	Condizioni meteo avverse (temperatura e umidità elevata)

Anche se gli sport invernali possono apparire più vulnerabili al cambiamento climatico, tutte le attività sportive *outdoor* ne sono interessate. Nel 2017, la competizione ciclistica internazionale *Cycle Oregon* è stata annullata in seguito agli incendi boschivi che hanno devastato la California, l'Oregon e lo stato di Washington, così come alcune partite di *football* e *baseball* a causa dell'uragano Harvey che, nello stesso anno, ha provocato allagamenti diffusi nello stato del Texas. Anche negli sport di *endurance*, o comunque in tutti quegli sport che richiedono un considerevole sforzo fisico, la salute e la sicurezza degli atleti può essere messa a rischio se persiste un eccessivo tasso di umidità e temperatura. Umidità e temperature eccessive, ad esempio, hanno comportato notevoli ritardi nello svolgimento degli *Australian Open* di tennis nel 2014 ed alla cancellazione della *Rock'n'Roll Marathon*, che avrebbe dovuto svolgersi a Montreal nel settembre 2017.

Gli eventi meteorologici estremi che i cambiamenti climatici rendono più frequenti possono ripercuotersi negativamente, sia in modo diretto (*e.g.* danneggiando fisicamente le infrastrutture che ospitano l'evento) che indiretto (*e.g.* ricadute economiche negative o costi aggiuntivi introdotti da nuove normative). In questo contesto, secondo Berkhout (2012), gli enti organizzatori giocano un ruolo centrale in risposta alla sfida posta dai cambiamenti climatici.

Da un punto di vista gestionale, così come le attività produttive legate all'agricoltura o al turismo, lo sport può essere equiparato ad un'attività produttiva clima-dipendente, in cui la qualità del prodotto offerto (*i.e.* evento sportivo/prestazione agonistica), può essere compromesso, ma anche acquisire valore aggiunto, in funzione delle condizioni climatiche ed ambientali in cui questo si svolge.

A questo proposito, è interessante osservare l'importanza che gli organizzatori hanno dato all'aspetto climatico in relazione al successo/insuccesso dell'evento sportivo organizzato. A titolo di esempio, nella relazione conclusiva dei Giochi Olimpici Invernali tenutisi ad Innsbruck nel 1976, si può leggere: “*gli organizzatori si rendono conto che le meravigliose condizioni meteorologiche hanno dato un considerevole contributo al successo della manifestazione*” (OWGOC, 1976), a sottolineare che condizioni climatiche favorevoli hanno inciso positivamente sul successo della manifestazione sportiva nel suo complesso. Per contro, a conclusione dei Giochi Olimpici Invernali tenutisi a Vancouver nel 2010, gli organizzatori hanno dichiarato che “*il clima troppo caldo ha messo a dura prova la nostra abilità di preparare i campi da gioco per gli atleti nella sede di Whister presso Cypress Mountain*” (The LA84 Foundation, 2010). La vulnerabilità, la resilienza e le strategie di adattamento degli enti organizzatori di un evento sportivo inteso come attività produttiva clima-dipendente, inoltre, dipendono direttamente dalla disponibilità delle risorse accessibili in un sistema climatico stabile in cui, però, possono inserirsi condizioni climatiche estreme. Purtroppo, questa tipologia di studi in ambito gestionale non è stata ancora sufficientemente sviluppata nel contesto sportivo e le risorse in letteratura sono tuttora limitate (Dingle e Stewart, 2018; Orr e Inoue, 2019). I pochi studi disponibili si focalizzano solo su un numero ristretto di sport e di sedi che, nella maggior parte dei casi, sono collocate nell'emisfero boreale, fornendo una rappresentazione solo parziale e sbilanciata del problema. Gli enti organizzatori saranno chiamati a sviluppare nuove strategie di gestione ed a mettere in opera misure efficaci di adattamento. L'adattamento comprenderà anche la ca-

pacità dell'ente organizzatore di far fronte ai costi diretti ed indiretti associati ai danni fisici causati alle infrastrutture dovuti ad eventi climatici di varia natura, come ad esempio eventi estremi (cicloni, siccità, incendi), impatti gradualmente (innalzamento del livello del mare) e cambiamenti su larga scala (*i.e.* quando un impatto graduale eccede un valore critico di soglia). Secondo alcuni autori, questi aspetti andrebbero inclusi nel piano strategico del comitato organizzatore (Linnenluecke *et al.*, 2015). Uno studio recente (Dingle e Stewart, 2018), focalizzato sulla vulnerabilità degli stadi australiani in cui si svolgono eventi sportivi come ad esempio partite di *rugby* e di calcio, offre un interessante spunto di riflessione riguardante gli impatti dei cambiamenti climatici sull'industria dello sport. Lo studio, infatti, mette in evidenza come i cambiamenti climatici possano presentare diverse tipologie di problemi che gli enti organizzatori hanno già dovuto affrontare nel corso degli ultimi vent'anni. Benché si tratti di uno studio condotto in un contesto specifico (il continente australiano), i suoi risultati possono essere estesi anche a stadi o infrastrutture ospitanti eventi sportivi di altri continenti, potenzialmente interessati da analoghe tipologie di impatti climatici. Una problematica ricorrente, diffusamente sottolineata dagli organizzatori degli eventi *outdoor* nei principali stadi australiani, è quella dell'approvvigionamento di risorse idriche naturali. La riduzione delle precipitazioni piovose in concomitanza con un maggiore livello di evaporazione, infatti, ha reso sempre più complicato il mantenimento delle condizioni ottimali del manto erboso per lo svolgimento dell'attività sportiva, richiedendo un crescente approvvigionamento di risorse idriche esterne, con un conseguente aumento del costo dell'acqua e la messa in opera di nuovi impianti ed infrastrutture, impattando negativamente sulla sostenibilità dell'evento sportivo. Queste problematiche sono già evidenti nel contesto australiano che ha sperimentato un decennio particolarmente siccitoso tra il 1996 e il 2008 (*Millennium Drought*), ma potranno presentarsi sempre più frequentemente in tutte quelle aree dove i modelli climatici prevedono una diminuzione considerevole delle precipitazioni, tra cui l'Europa Meridionale ed il Sud Italia in particolare (IPCC, 2018).

Un secondo elemento che mette in relazione l'organizzazione degli eventi sportivi ed i cambiamenti climatici è chiaramente l'aumento delle temperature, a sua volta strettamente connesso con problematiche di approvvigionamento energetico.

In un'ottica di mitigazione del cambiamento climatico, l'ottimizzazione dei consumi e le strategie di efficientamento energetico sono questioni chiave per la riduzione di emissione di gas serra (*i.e.* CO₂, CH₄ e N₂O, tra gli altri) ed il contenimento dei loro effetti sul riscaldamento globale. D'altra parte, da un punto di vista economico, queste strategie gestionali risultano anche utili per controbilanciare i costi diretti aggiuntivi indotti dal cambiamento climatico stesso. Purtroppo, ad oggi, l'utilizzo di energie rinnovabili non ha raggiunto una significativa copertura ed andrebbe maggiormente incentivato. Si consideri, ad esempio, che nonostante i buoni propositi dichiarati dagli enti organizzatori, in Australia, solo uno stadio su 15 possiede un impianto fotovoltaico capace di coprire il 20% del fabbisogno energetico totale (Dingle e Stewart, 2018).

La riduzione delle emissioni di gas serra è direttamente collegata con il contenimento dell'aumento della temperatura media globale annuale, anche se, nella valutazione degli impatti sulle manifestazioni sportive, una maggiore attenzione dovrebbe essere posta alle condizioni di temperatura in relazione alla stagione ed alla sede di svolgimento dell'evento sportivo stesso. Il *baseball* e gli sport invernali ne sono un esempio. La maggior parte delle partite di *baseball* si svolge nella stagione estiva ed hanno un notevole impatto economico-culturale in nazioni oltreoceano come gli USA, il Canada, la Repubblica Dominicana, Cuba così come in Giappone e Taiwan (Jun Lee, 2007; Klein, 2013). Nel caso del *baseball*, è stato osservato che l'aumento della temperatura influisce negativamente sulle *performance* degli atleti (Orr, 2020). Drane e Sherwood (2004) hanno dimostrato, ad esempio, che l'aumento della temperatura, determina una diminuzione della velocità di lancio della palla e rallenta notevolmente il gioco. D'altro canto, le attività sportive che vengono svolte nella stagione invernale, come lo sci di fondo, si trovano ad affrontare diverse problematiche legate all'aumento della temperatura. Nel caso delle attività sportive invernali, in generale, è facile immaginare che un aumento della temperatura possa compromettere l'esistenza stessa del manto nevoso, favorendo per esempio, la fusione della neve e costringendo gli enti organizzatori a sopperire a tale mancanza attraverso l'impiego di impianti per la generazione di neve artificiale od il trasporto di neve naturale da altri siti in condizioni di emergenza, come successo a Vancouver nel 2010.

Un terzo elemento da considerare, e che preoccupa significativamente gli enti organizzatori, è quello legato alle politiche governative nel medio-lungo termine. Una strategia governativa a livello globale è al momento limitata alla stipula di accordi non strettamente vincolanti (e.g. The 2015 Paris Climate Conference (COP21)) che rischiano però di destabilizzare le strategie economiche degli enti organizzatori. Le politiche governative sulla gestione delle emissioni a medio-lungo termine sono ancora troppo generiche e l'introduzione di una non meglio definita *carbon tax* crea un clima di incertezza che frena possibili investimenti, come lamentato dalla maggior parte degli enti organizzatori (Dingle e Stewart, 2018).

Un ulteriore elemento che va preso in considerazione, anche da un punto di vista climatico oltre che ambientale, riguarda la gestione dei rifiuti nel contesto dell'evento sportivo. La gestione dei rifiuti si inserisce nel contesto del cambiamento climatico in quanto lo smaltimento di quelli solidi prodotti durante le manifestazioni sportive influisce sull'emissione di gas serra (i.e. metano) come riconosciuto da numerose agenzie ambientali internazionali (DCEE, 2007; DEE, 2012; IEA, 2008; US EPA, 2018; EPA VIC, 2018). La gestione dei rifiuti dovrebbe passare attraverso la messa in opera di sistemi di riciclo a circuito chiuso presso le maggiori infrastrutture che ospitano eventi sportivi di rilievo ed andrebbero incentivate dagli organi governativi.

2.1. Sport outdoor, sicurezza e benessere degli atleti

L'aumento della temperatura e delle condizioni di umidità non ha impatti solo sugli aspetti economici e logistici del mondo dello sport, ma anche sulla salute e sulla sicurezza degli atleti, sia professionisti che amatoriali. Lo svolgimento di una qualsiasi attività sportiva implica l'attivazione di sistemi di termoregolazione corporei. La produzione di calore durante l'attività fisica è 15-20 volte maggiore che a riposo, ed in assenza di una termoregolazione efficace, il calore prodotto può causare un aumento della temperatura corporea di 1°C ogni 5 minuti (Nadel *et al.*, 1977). Allo scopo di dissipare l'eccesso di calore ed evitare una condizione di ipertermia, il nostro corpo utilizza diversi meccanismi di raffreddamento quali: conduzione, convezione, evaporazione e radiazione. Tuttavia in ambienti con temperature maggiori di 20°C, l'unico meccanismo di raffreddamento efficace è l'eva-

porazione attraverso il sudore (circa il 98% del calore viene dissipato con questo meccanismo in condizioni di caldo-asciutto (Armstrong *et al.*, 1996)). Un elevato tasso di umidità ambientale può rallentare il processo di evaporazione, compromettendo l'unico meccanismo di dissipazione efficace in condizioni di temperature maggiori di 20°C. Alcuni autori hanno già osservato come praticare attività fisica in condizioni di elevate temperature e umidità possa causare stress termico negli atleti, con conseguenze più o meno gravi, dall'edema termico, ai crampi, alla sincope da calore, all'infarto (Coris *et al.*, 2004). Poiché l'esercizio fisico in ambienti caratterizzati da temperature e tassi di umidità elevati può avere conseguenze negative sulla salute, è lecito chiedersi quali possano essere gli impatti di un riscaldamento globale sulla salute di atleti impegnati a svolgere attività sportiva endurance. Sherwood e Huber (2010) hanno osservato che anche un apparentemente modesto incremento della temperatura (i.e. +2°C) sarebbe in grado di creare un considerevole stress termico, poiché la temperatura della pelle non dovrebbe eccedere i 35°C per un tempo prolungato. Le stime del *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2010) supportano lo studio di Sherwood e Huber. Basti pensare che dei 9000 eventi di patologie indotte da stress termico sotto sforzo che colpiscono annualmente gli atleti studenteschi statunitensi, circa i due terzi accadono in agosto, in concomitanza con gli allenamenti pre-campionato. Il football è lo sport più colpito, in cui l'85% dei casi delle patologie indotte da stress termico si è manifestato durante l'esercizio fisico. Secondo W. Adams, professore di kinesiologia all'Università del Nord Carolina (in Nicole, 2019), la vulnerabilità del football è da attribuirsi alla tipologia di abbigliamento e protezioni che coprono circa il 75% del corpo, impedendo un'efficace termoregolazione mediante evaporazione. Queste stime sembrano pertanto smentire le argomentazioni atte a sminuire i potenziali rischi associati ai cambiamenti climatici. Negli Stati Uniti, la crescente consapevolezza che il cambiamento climatico potrà avere degli effetti sulla salute degli atleti ha indotto il *National Athletic Trainers Association Inter-Association Task Force (NATA-IATF)* a pubblicare, nel 2009, delle linee guida per prevenire patologie legate allo stress da calore sotto sforzo che sono state introdotte negli istituti scolastici superiori in via sperimentale (Kerr *et al.*, 2019). Nicole (2019) ha valutato gli effetti dell'applicazione di queste linee guida, osservando che la loro applicazione ha con-

tribuito a ridurre della metà (55%) il numero di casi di patologie correlate a stress termico sotto sforzo.

L'aumento della temperatura non avrà effetti solo sulle patologie legate allo stress termico, ma anche sulla sicurezza degli atleti. Secondo l'IPCC (2018), l'aumento della temperatura comporterà anche un aumento delle precipitazioni piovose. Si stima che in alcuni stati degli USA, un aumento delle temperature di +1.2-1.4°C comporterà un aumento delle precipitazioni piovose del 2-4% nella stagione estiva tra il 2065-2100. Come osservato da Null (2014), nel caso del baseball, un aumento dell'umidità del campo da gioco determina anche un aumento della probabilità di infortunio degli atleti. Nella stagione invernale, l'aumento della piovosità può favorire la formazione di ghiaccio, con analoghe conseguenze per gli sport invernali (Smith *et al.*, 1996).

In conclusione, gli impatti dei cambiamenti climatici sull'esercizio delle attività sportive, sia a livello professionale che amatoriale, dovranno essere valutati anche in relazione alla sicurezza, benessere e salute degli atleti.

2.2. Previsioni meteorologiche ed eventi sportivi: cambiano geografia e calendari

In un report del *United Nations International Strategy for Disaster Reduction* (UN/ISDR) del 2004, il rischio climatico è stato definito come una combinazione tra la probabilità del verificarsi di un dato evento e la vulnerabilità del sistema (UN/ISDR, 2004). Determinare la probabilità con cui un evento estremo possa accadere in un determinato luogo e in un certo tempo è, e rimane, una delle principali sfide nel campo della climatologia. Tuttavia, per quanto non sia possibile prevedere con largo anticipo il verificarsi di un evento estremo e sfavorevole allo svolgimento di una manifestazione sportiva (Benedetti, 2019), nel corso degli ultimi anni, i climatologi hanno implementato alcuni modelli basati su metodi di *downscaling* regionale, capaci, cioè, di fornire una maggiore risoluzione spazio-temporale delle proiezioni climatiche, funzionali alla valutazione dei possibili impatti futuri (IPCC, 2018). Notevoli progressi sono stati fatti nel campo della modellistica rispetto a quanto riportato nel *Fourth Assessment Report* (AR4) del 2007 (IPCC, 2007), ed è ragionevole prevedere uno sviluppo di modelli climatici sempre più raffinati e robusti per il prossimo decennio. Questo consentirà di individuare località e date più adatte

in cui ospitare le manifestazioni sportive del XXI secolo, consentendo agli organizzatori di sviluppare contromisure efficaci per contenere il rischio climatico (Orr e Inoue, 2019). Inoltre, come osservato (Scott *et al.*, 2019), questi cambiamenti si ripercuoteranno sulla distribuzione geografica e calendario delle manifestazioni sportive del futuro. Nel caso dei Giochi Olimpici Invernali, per esempio, in uno scenario di mitigazione in cui le emissioni saranno considerevolmente ridotte (RCP 2.6), si stima che solo 13 delle 21 località attualmente individuate saranno ancora adeguate ad ospitare lo svolgimento dei Giochi Olimpici Invernali nel 2050, riducendosi a 12 nel 2080, mentre, per i Giochi Paralimpici, solo 10 di queste saranno ancora adatte per entrambi questi orizzonti temporali. In uno scenario ad elevate emissioni (RCP 8.5), invece, la riduzione del numero delle località capaci di ospitare questi eventi si ridurrà a 10 nel 2050 e ad 8 nel 2080 per i Giochi Olimpici Invernali, mentre quelli Paralimpici potranno essere svolti, nel 2080, solo in 4 località.

2.3. Lo sport outdoor: opportunità per contrastare i cambiamenti climatici?

Lo sport non è solo influenzato dal cambiamento climatico ma è anche un'opportunità per mettere in essere interventi fattivi di contrasto allo stesso. Alcune iniziative, come *Sport for Climate Action* (UNFCCC, 2020) si muovono esattamente in questa direzione. Esso si propone l'ambizioso obiettivo di creare una maggiore consapevolezza tra i cittadini e di intervenire, laddove possibile, al fine di mantenere le emissioni di gas serra in linea con uno scenario climatico ben al di sotto dei 2°C. Cittadini e atleti, sia professionisti che amatoriali, sono chiamati a favorire una sempre maggiore interazione tra attività sportive, mondo della ricerca e innovazione in campo climatico, come nel caso di Kilian Jornet i Burgada e la sua fondazione (fonte: www.kilianjornetfoundation.org) impegnati in significativi progetti ambientali tra cui il sostegno al World Glacier Monitoring Service (WGMS), che da oltre un secolo promuove osservazioni standardizzate dei ghiacciai.

Vari autori hanno largamente contribuito a sottolineare l'importanza della relazione tra attività sportiva ed ambiente, mettendo in evidenza come lo sport possa favorire una sensibilizzazione nei confronti della natura (Loland, 2001; Ilundain-Agurruza, 2007). Questi studi hanno dimostrato che lo sport ad ogni livello può contribuire a modellare

ed incoraggiare pratiche virtuose di cittadinanza ambientale, con particolare riferimento allo sci, il surf e l'alpinismo che favoriscono un riavvicinamento tra uomo e natura. Altri autori hanno largamente discusso gli impatti ambientali dello sport (impronta ecologica) dovuti alla manifestazione nel suo complesso che coinvolge il trasporto di atleti, fans e media, l'utilizzo di spazi per garantire vitto e alloggio, e la costruzione di nuovi stadi e strutture (Collins e Flynn, 2008). In questo contesto, potrebbe essere lecito chiedersi se è ancora accettabile, ad esempio, spendere risorse per raffreddare uno stadio al fine di creare le condizioni adatte per lo svolgimento dell'attività sportiva o se l'utilizzo della neve artificiale non vada in contrasto con i principi ecologici che vengono sempre più diffusi e condivisi dalla nostra società. Edgar (2020), in una sua riflessione si chiede se i cambiamenti climatici possano introdurre una nuova questione morale nella deontologia sportiva: sarà ancora accettabile, alla luce dei cambiamenti climatici, organizzare manifestazioni sportive su larga-scala in sedi storiche e iconiche che non sono o non saranno in grado di garantire naturalmente le condizioni ambientali favorevoli allo svolgimento dell'evento? Saranno sostenibili spostamenti internazionali di massa di sostenitori e spettatori? Saranno ancora moralmente accettabili alcuni sport motoristici che utilizzano combustibili fossili non rinnovabili? Sarà ragionevole chiedere agli appassionati di motori di seguire con la stessa passione una competizione tra automobili elettriche?

La questione posta da Andrew Edgar ha un profondo valore per la società del futuro. Quale etica per un evento sportivo in un contesto di crisi ambientale e cambiamenti climatici? In ultima analisi, sarà la risposta che daremo a questa domanda a determinare l'organizzazione delle manifestazioni sportive nel futuro ed il ruolo dello sport nella società a venire.

3. EVENTI SPORTIVI OUTDOOR E MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Le attività sportive *outdoor* rappresentano, certamente, una grande opportunità per il benessere psicofisico degli individui che le praticano. Esse sono ulteriormente favorite dalla possibilità di poterle effettuare in ambienti spesso quasi incontaminati e di grande pregio ecologico-naturalistico.

Secondo la organizzazione internazionale EPSI (*European Platform for Sport Innovation*) se i cit-

tadini dell'Unione Europea di età compresa tra i 20 e i 74 anni si convincessero ad andare in bici o a camminare anche solamente 15' al giorno in più, si potrebbero prevenire 100.000 morti premature all'anno.

Tuttavia, con frequenza crescente, si riscontrano situazioni per le quali eventi sportivi *outdoor* di rilevante importanza risultano essere fortemente condizionati da situazioni meteorologiche estreme, con particolare riferimento alla qualità dell'aria, costringendo così le federazioni sportive di molte discipline olimpiche a redigere specifici protocolli con i quali cercare di normare se, date certe condizioni di criticità ambientale, lo svolgimento di certe attività sportive *outdoor* può essere o non essere raccomandato. Nel caso del ciclismo, disciplina il cui svolgimento è intrinsecamente legato ad un'ampia variabilità del territorio (fino a 300 chilometri in orizzontale e quasi 3.000 metri in verticale) in cui si svolgono le competizioni, in linea o a tappe, il protocollo prevede 6 situazioni in cui si rende obbligatorio convocare l'apposito Comitato composto da Giudici, Corridori, Direttori Sportivi e Organizzatore. E tra le sei criticità che possono portare anche all'annullamento della corsa, una è l'inquinamento atmosferico (UCI, 2016).

I principali inquinanti che vengono monitorati per la valutazione della qualità dell'aria per quanto concerne gli eventi sportivi *outdoor* sono principalmente quelli previsti dalla normativa italiana vigente (D.Lgs 155/2010): biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO e NO₂), ozono (O₃), monossido di carbonio (CO), benzene (C₆H₆ o BTEX), materiale particolato PM₁₀ (particelle con diametro aerodinamico <10µm), materiale particolato PM_{2,5} (particelle con diametro aerodinamico <2.5 µm), benzo(a)pirene (B(a)P), arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni).

È il caso di ricordare, a beneficio delle categorie coinvolte nel Comitato di cui sopra che, per la buona riuscita degli eventi sportivi *outdoor* di un certo livello, gli inquinanti dell'aria possono venire preventivamente rilevati da sistemi di analisi in continuo mediante monitoraggio automatico oppure utilizzando tecniche di campionamento manuale e successiva determinazione in laboratorio. Il D.Lgs 155/2010, all'art. 2, nel definire le modalità per la valutazione della qualità dell'aria, riporta anche le tecniche analitiche da utilizzare per i diversi inquinanti atmosferici.

Le attività sportive *outdoor* possono rappresentare un'importante occasione e un aiuto nel monitorag-

Sensoristica per uso sportivo

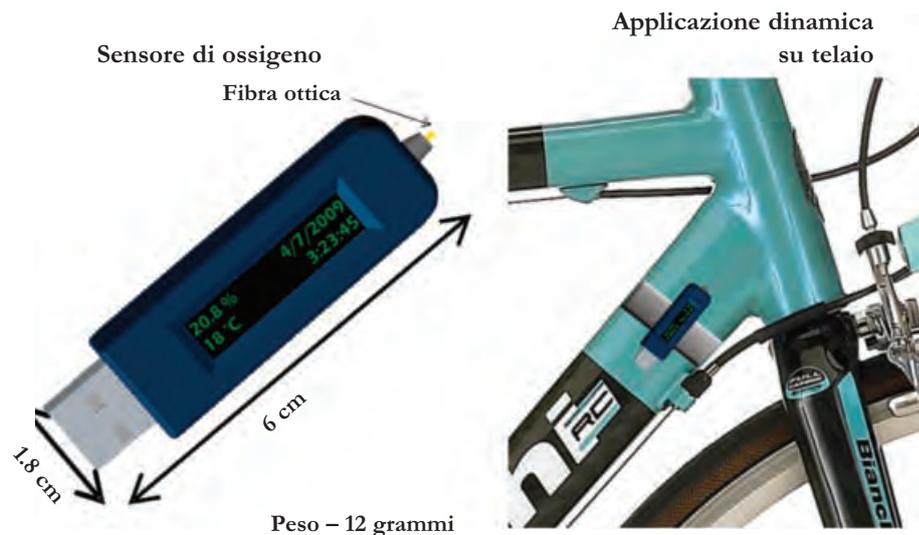


Figura 1 – Esempio dei sensori LED in fase di sperimentazione e sviluppo (CPAC – University of Washington)

gio dell'inquinamento atmosferico, in particolare della qualità dell'aria.

Recentemente, ispirate molto probabilmente da esigenze sportive finalizzate a garantire aree salubri di competizione ed allenamento (Berghmans *et al.*, 2009), sono stati prodotti sensori di rilevamento automatico di dimensioni e peso ridotti, integrati in sistemi informativi territoriali ad uso e consumo dei direttori sportivi.

Parametri come PM₁₀, SO₂, NO e NO₂, O₃ possono venire determinati e monitorati in modo automatico con sensori leggeri e poco ingombranti che ben si coniugano ad alcune discipline sportive *outdoor* come il ciclismo. La qualità delle loro misure deve essere costantemente valutata e controllata con metodologie standard e ufficialmente riconosciute, ma la loro facilità d'uso, il basso costo e la loro versatilità li rendono molto utili in numerose occasioni di eventi sportivi *outdoor*.

A tal riguardo, sistemi integrati automatici e a basso costo potrebbero essere utilizzati dagli atleti e da tutti i partecipanti a manifestazioni sportive *outdoor* per monitorare l'ambiente in cui stanno effettuando l'attività fisica, sia per avere un loro riscontro personale sulla salubrità dell'ambiente, sia per aiutare gli organizzatori e gli enti ad avere una più chiara consapevolezza della qualità dell'aria.

Tali sensori (CPAC, 2010) possono essere trasportati dagli atleti o dalla carovana, fornendo un utile contributo alla conoscenza della qualità ambientale, attraverso un concreto esempio di "*citizen science*". Essi (Fig. 1) sono costituiti da un LED (405 nm) controllato da uno spettrometro USB. Il sistema è stato testato in un *range* che va

dai 4°C ai 37°C, al fine di riprodurre le condizioni ambientali tipiche di una gara *outdoor*; è previsto sia un sistema di immagazzinamento dei dati raccolti (fino a 16 Mb) che una trasmissione di questi in modalità wireless con frequenza 2.4 GHz. A seconda del sensore installato si possono misurare vari elementi e composti quali ad esempio O₂, CO₂, ossidi di azoto e zolfo, idrocarburi, con una prestabilita cadenza temporale di monitoraggio (da 30" a 60'). Tali attività di ricerca scientifica, dedicata al mondo del ciclismo e soprattutto alle società organizzatrici di manifestazioni sportive, hanno già numerosi e significativi esempi di applicazione a livello internazionale: la metodologia proposta e i risultati hanno avuto ampia eco sia a livello scientifico che sportivo e sociale (ad es. in Belgio, nella regione delle Fiandre, è stata avviata la produzione di cartografia dedicata alle società sportive (Berghmans *et al.*, 2009) così da scegliere itinerari di allenamento con bassi livelli di inquinamento ed il coinvolgimento della popolazione per un utilizzo consapevole del trasporto privato).

Se è certamente importante, sia per gli atleti che per gli organizzatori, essere pienamente consapevoli che le attività sportive *outdoor* sono fortemente influenzate dall'inquinamento atmosferico, non meno interessante è conoscere come l'organizzazione e il controllo di grandi eventi sportivi possono, a loro volta, influenzare la qualità dell'aria delle città che li ospitano. De La Cruz *et al.* (2019) studiando l'inquinamento atmosferico presente a Rio de Janeiro prima, durante e dopo lo svolgimento dei Giochi Olimpici di Rio 2016,

osservarono che la concentrazione degli inquinanti atmosferici diminuivano durante il periodo olimpico. Essi interpretarono questi risultati come dovuti ad una accresciuta e migliore gestione del traffico e della circolazione urbana messa in atto dalle autorità locali in occasione di questi grandi eventi sportivi di risonanza internazionale. Risultati simili sono stati ottenuti da Wang *et al.* (2009) durante le olimpiadi di Pechino 2008. Gli autori riportarono concentrazioni di PM₁₀ a Pechino durante le olimpiadi da 1.9 a 3.5 volte maggiori rispetto a quelle rilevate durante le olimpiadi di Atene e Sydney ma inferiori del 9-27% rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente.

L'inquinamento atmosferico inoltre può aumentare o anche diminuire la qualità e il prestigio delle competizioni sportive. Diversi sono stati i casi in cui gli atleti di fama mondiale si sono espressi in termini negativi rispetto a competizioni in cui erano presenti scarse qualità ambientali. Ne sono esempi gli interventi di Novak Djokovic (attuale "numero 1" della classifica ATP) e Kim Clijsters (ex "numero 1" della classifica WTA) che durante gli *Australian Open 2020* hanno messo in evidenza la problematica dell'inquinamento atmosferico dovuto agli incendi e che hanno auspicato regole e maggiore attenzione all'inquinamento dell'aria nell'organizzare e programmare i tornei di tennis.

Recentemente sta assumendo una rilevanza crescente la cosiddetta "*citizen science*", con la quale si ottiene una forma di partecipazione dei cittadini al monitoraggio ambientale e anche alla ricerca scientifica (Riesch e Potter, 2014). In molte occasioni essa si è focalizzata sul monitoraggio dell'inquinamento atmosferico e, in particolare, sulla qualità dell'aria. A testimoniare l'importanza di coinvolgere il comune cittadino nelle attività sperimentali di ricerca a livello europeo sono nate associazioni e network tra cui *The European network of science centres and museums* (ECSITE) e la *European Citizen Science Association* (ECSA). Sono rispettivamente *network* ed associazione no-profit che hanno lo scopo di incentivare e favorire lo sviluppo di progetti di monitoraggio ambientale con il coinvolgimento in prima persona dei cittadini europei (Bonney *et al.*, 2014).

Molti progetti, sia nazionali che europei, prevedono l'utilizzo di sensori a basso costo che con l'ausilio di cittadini volontari, tra cui sportivi amatoriali durante mass event podistici, hanno permesso di monitorare e ottenere informazioni sulla distribuzione di inquinanti atmosferici in vari ambienti.

Si ricordano, a titolo di esempio, i progetti europei *Captor* e *iScape*, e quelli nazionali come *CITISENSE*, *CleanAir@School* e *Air Heritage*.

In effetti risulta possibile, e anche auspicabile, combinare, per così dire, i principi della "*citizen science*" con l'utilizzo di nuovi sensori a basso costo da parte dei partecipanti ad attività sportive outdoor, al fine di promuovere una sorta di sistema di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico che, nelle mani degli organi di gestione e degli organizzatori delle gare *outdoor*, può condurre ad una migliore comprensione della qualità dell'aria nella quale si svolgono le competizioni e, nello stesso tempo, aggiungere una *mission* ambientale alle manifestazioni sportive.

4. EVENTI SPORTIVI SOSTENIBILI: IL RUOLO CHIAVE DELLA BIODIVERSITÀ

4.1. Attività sportive outdoor e conservazione della biodiversità: rapporto complesso

Già a partire dai primi anni del 2000 diversi autori, ecologi e naturalisti hanno messo in evidenza diverse criticità tra l'esercizio di attività sportive *outdoor* e conservazione della biodiversità nelle aree in cui tali attività vengono abitualmente svolte.

La biodiversità è semplicemente il modo con il quale la biosfera è strutturata. Il termine biodiversità (Odum e Barrett, 2006; Galassi *et al.*, 2014), coniato in USA negli anni 80, esprime la diversità che in natura esiste ai tre livelli fondamentali di organizzazione della biosfera:

- 1) diversità genetica;
- 2) diversità di specie;
- 3) diversità di habitat e di ecosistemi.

La variabilità della organizzazione degli esseri viventi in questi tre livelli fondamentali è il materiale di base sul quale opera incessantemente la selezione naturale per garantire l'adattamento funzionale degli stessi esseri viventi, *uomo incluso*, al continuo mutare delle condizioni ambientali. In assenza o carenza di capacità adattativa a questo continuo mutamento ambientale, viene meno anche la sostenibilità ambientale, con tutte le sue essenziali implicazioni in termini di servizi ecosistemici resi correntemente ai residenti in una data area, quali la stabilizzazione del clima, il riciclo dei rifiuti, l'acqua pura, la produzione di cibo, ecc., In queste condizioni molto difficilmente i servizi ecosistemici potranno essere ancora garantiti per le generazioni future.

In non pochi casi, la conservazione della biodiversità diventa una “opportunità economica”, perché da essa possono originarsi attività economiche importanti indotte dall’esercizio di alcune specifiche attività sportive correlate con la gestione della biodiversità stessa.

Nel 2003 la prestigiosa rivista *Nature* riporta gli esiti di un ampio studio multidisciplinare (Oldfield *et al.*, 2003) dal quale risulta che gli ambienti naturali della campagna inglese di proprietà privata sono gestiti con molta maggiore attenzione alla conservazione della biodiversità che non gli ambienti naturali di proprietà pubblica. Lo studio precisa (forse in termini non accettabili per i lettori con maggiore sensibilità animalistica) che questi habitat naturali gestiti da privati sono anche quelli nei quali vengono esercitati gli sport della tradizione nobiliare inglese, fra i quali, la caccia alla volpe. Lo studio conclude con il suggerimento che è interesse dello stato aiutare con sgravi fiscali quei proprietari che proteggendo, su base volontaria, la biodiversità della propria proprietà, favoriscano indubbi vantaggi alla biodiversità diffusa in tutte proprietà circostanti. Sulla stessa linea intesa ad evidenziare il rapporto positivo tra la conservazione della biodiversità e un’attività sportiva quale la caccia è il contributo di Loveridge (2007). In questo studio sono messi in evidenza i vantaggi per la conservazione della biodiversità derivanti dall’esercizio di uno sport come la caccia sportiva quando questa attività fosse correttamente regolamentata e finalizzata alla conservazione delle specie che necessitano di un controllo numerico continuo al fine di conservare le struttura della comunità biotica alla quale esse appartengono.

Le attività economiche indotte da politiche finalizzate a “sfruttare” la conservazione della biodiversità sembrano svolgere, almeno apparentemente, un ruolo positivo nel sostenere le economie di non pochi paesi poveri, specialmente africani, privi di altre risorse attrattive. È però il caso di osservare che, per esempio, la caccia sportiva, esercitata nei grandi parchi e riserve africane di animali rappresentativi della biodiversità di queste ben note e grandi strutture conservazionistiche, quali leoni, leopardi, rinoceronti, elefanti (la cosiddetta *trophy hunting*), per quanto strettamente regolamentata ed anche, apparentemente, di una certa importanza per le economie di queste aree povere del pianeta (Humavindu *et al.*, 2003; Lindsey, 2007; Lindsey *et al.*, 2008; Saayman *et al.*, 2018), è stata ed è oggetto di molte controversie e di un intenso dibattito a livello globale (Packer *et al.*, 2011; Yasuka,

2012) che coinvolge anche l’Unione Mondiale per la Conservazione della Natura (IUCN, 2016, 2019a, 2019b). Nel noto Rapporto “*Trophy Hunting by the Numbers*” (2016), edito dalla *The Humane Society of the United States* vengono riportate alcune statistiche, certamente significative, per quanto riguarda l’impatto della caccia sportiva sulla biodiversità dei parchi e riserve africane. Il rapporto precisa che nella sola decade 2005-2015 sono stati, approssimativamente, uccisi con la tecnica *Trophy Hunting*: 5600 leoni, 4600 elefanti, 4500 leopardi, 330 rinoceronti bianchi africani, 17200 bufali africani, ecc. Si noti, in proposito, che il leone africano, il leopardo africano, l’elefante e il rinoceronte bianco africani sono dichiarati ufficialmente specie a rischio di estinzione (specie dichiarate vulnerabili o minacciate) in quanto incluse nella Lista Rossa dell’Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN).

I danni alla biodiversità delle comunità dei pesci di acque dolci o marine addebitabili alla pesca sportiva, specialmente se comparati al fenomeno ormai globale dell’“*overfishing*”, sembrano essere, in generale, ancora abbastanza modesti. Tuttavia la pesca sportiva, per quanto praticata solo durante i week-end, per esempio, da circa 40 milioni di appassionati americani, è, a volte, assai selettiva perché riguarda poche specie ittiche le quali sono anche, molto spesso, specie protette in quanto a rischio di estinzione. Recenti contributi (Lewin *et al.*, 2019) sostengono anche l’ipotesi di una ormai emergente conflittualità tra la pesca sportiva, esercitata da un numero di appassionati sempre più grande e regolamentata in modo spesso non omogeneo tra paesi confinanti, e gli interessi della grande industria ittica.

Oggetto di discussioni è anche il cosiddetto “*catch and release*”. È una forma di pesca sportiva, molto praticata in USA e nei paesi nord europei, per la quale non si uccide il pesce pescato ma lo si rilascia in acqua subito dopo la cattura. Essa non sembra essere una pratica priva di imprevisti e possibili danni alla biodiversità ittica (Bartholomew *et al.*, 2005; Cooke e Schram, 2007) in quanto spesso, sotto l’assunto di non arrecare danni alla biodiversità ittica, viene esercitata in aree marine protette e, inoltre, risulta che una percentuale significativa di pesci rilasciati muore entro poco tempo dal rilascio in acqua a causa dello stress e dai traumi fisici subiti durante la cattura.

Non solo gli sport invernali in quanto tali ma il complesso delle attività necessarie per l’esercizio di tali sport e l’indotto di tipo turistico conseguen-

te hanno da tempo attirato l'attenzione preoccupata di naturalisti ed ecologi.

L'autorevole *Journal of Applied Ecology* ospita un importante contributo (Wipf *et al.*, 2005) che mostra gli effetti negativi sulla biodiversità vegetazionale delle Alpi Svizzere imputabili al complesso dei lavori necessari per aprire o allungare piste da sci e per l'impianto di strutture per l'utilizzo della neve artificiale. In particolare il lavoro, mediante il confronto con aree alpine comparabili ma non toccate dagli impianti da sci, mette in evidenza un rilevante abbassamento della biodiversità vegetazionale nelle aree nelle quali l'utilizzo della neve artificiale è continuato per più anni. Anche la fauna alpina così come risulta in più pubblicazioni (Patthey *et al.*, 2008; Sato *et al.*, 2013) risulta decisamente penalizzata dalla apertura di piste da sci perché i lavori necessari a tale scopo molto spesso distruggono o riducono gli habitat naturali necessari per la sopravvivenza di molta fauna alpina.

D'altra parte è il caso di ricordare che molte popolazioni vallive alpine che ora ospitano impianti di risalita affollati di turisti durante i week-end dei mesi invernali, hanno sperimentato, in età prescistica, un isolamento pressoché completo dal mondo circostante per tutta la durata invernale con una economia sostanzialmente, al limite della sussistenza.

Il successo crescente di molti eventi sportivi *outdoor* quali, per esempio, le numerose corse ciclistiche amatoriali che vengono programmate nell'arco dell'anno, dipende anche dal fatto che esse vengono realizzate, principalmente, in ambienti di grande pregio ecologico-naturalistico, caratterizzati da una elevata biodiversità, e quindi con una rilevante capacità attrattiva. Indubbiamente le folle di appassionati e turisti che accorrono per seguire da vicino questi eventi sportivi possono arrecare danni alla integrità della biodiversità locale. Per quanto si tratti di eventi sportivi a volte di breve durata, i possibili danni riguardano ambienti il cui grande valore ecologico-naturalistico è correlato ad una intrinseca e rilevante fragilità ecologica. Si noti, inoltre, che la preparazione e la realizzazione di un evento sportivo *outdoor*, anche se di breve durata come in questi casi, rappresenta per le comunità locali e per le loro istituzioni (Comuni, Provincie, Regioni) una occasione importante per valorizzare i loro territori con indubbi vantaggi per le loro economie ancor oggi, non particolarmente prospere.

È necessario favorire negli organizzatori di eventi sportivi, la consapevolezza dell'importanza e del-

la necessità di tener conto, in via preliminare, delle caratteristiche ecologico-ambientali dei luoghi coinvolti negli eventi sportivi stessi, con particolare riferimento alla necessità della conservazione della biodiversità. Tale consapevolezza è peraltro favorita e rinforzata dai numerosi interventi normativi di molte istituzioni sportive nazionali e internazionali di seguito descritte.

4.2. Il quadro europeo e nazionale sugli eventi sportivi sostenibili con particolare riferimento alla conservazione della biodiversità

Uno dei primi e più importanti contributi della Commissione Europea sulle tematiche inerenti all'esercizio delle attività sportive è il *Libro Bianco dello Sport* (CE, 2007).

Nel Libro Bianco si riconosce esplicitamente che gli impianti e le manifestazioni sportive possono produrre un impatto significativo sull'ambiente. Nel documento viene inoltre evidenziata la necessità di realizzare attività ed eventi sportivi che siano ecologicamente sostenibili, nel senso che già in fase di programmazione strategica degli eventi sportivi stessi è necessario che sia garantita la necessità del rispetto dell'ambiente.

L'attuale Agenda Globale delle Nazioni Unite per lo Sviluppo Sostenibile (UN, 2015), con i relativi Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) da raggiungere entro il 2030, propone una ambiziosa ma possibile integrazione delle tre dimensioni necessarie per uno dello sviluppo sostenibile di una data area: crescita economica, inclusione sociale, tutela dell'ambiente.

In tale cornice si inserisce il *Piano di Kazan* (UNESCO, 2017), un accordo globale che cerca di combinare le politiche dello sport con gli obiettivi di uno sviluppo sostenibile. Nel Piano si afferma che per quanto l'Agenda 2030 abbia riconosciuto lo sport come fattore importante per lo sviluppo sostenibile, nella stessa Agenda non sono stati descritti esplicitamente gli obiettivi corrispondenti.

La Carta Internazionale per gli Eventi Sportivi Sostenibili detta anche "Carta di Courmayeur" (AICA, 2019), inserita nel quadro delle iniziative avviate dal MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) per la sostenibilità nello sport – a completamento delle attività previste nel Protocollo d'Intesa "Per la sensibilizzazione sulle tematiche ambientali legate allo sviluppo sostenibile" sottoscritto con il CONI (Comitato Olimpico Nazionale Italiano) –, nasce dalla necessità di adottare obiettivi atti a rendere ecologi-

camente sostenibili eventi temporanei che portano le persone a diretto contatto con elementi naturali, come le manifestazioni sportive, specialmente quelle *outdoor*. Essa ha come obiettivo la promozione e realizzazione di eventi sportivi sviluppati in ogni loro fase attraverso l'approccio tipico dell'analisi del ciclo di vita, approccio che permette di identificare misure preventive e correttive atte a evitare e mitigare l'impatto ambientale delle attività ed incrementare gli effetti positivi delle pratiche attuate.

Un importante punto affrontato nella Carta è quello legato alla necessità di sviluppare un piano strategico per la mitigazione dei rischi e la tutela della biodiversità legati alla scelta della *location* sia in occasione di eventi *indoor*, che di eventi *outdoor* siano essi in contesto urbano che in contesti naturalistici, dove è necessario privilegiare aree non vulnerabili e sensibili, o, se si tratta di aree protette, impegnarsi a prendere tutte le precauzioni necessarie alla tutela delle specie, flora, fauna e habitat esistenti.

Nella Carta di Courmayeur è previsto uno specifico approfondimento per la valutazione degli impatti che lo sport può avere sulla biodiversità in quanto la tutela della biodiversità è considerata la "pietra angolare" nelle teorie di sviluppo sostenibile dell'UE.

In effetti l'anno 2020 potrebbe essere stato decisivo per l'ambiente e la biodiversità soprattutto dopo aver constatato che la maggior parte degli obiettivi del Piano Strategico per la Biodiversità 2011-2020 difficilmente saranno raggiunti.

Per tale motivo la *nuova strategia UE sulla biodiversità per il 2030* (COM/2020/380/CE) costituisce uno dei pilastri del *Green Deal Europeo* (COM/2019/640/CE).

La stessa Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile fa esplicitamente riferimento alla conservazione della biodiversità in due dei suoi 17 obiettivi:

- *obiettivo 14*: Conservare e utilizzare in modo sostenibile gli oceani, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile;
- *obiettivo 15*: Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre, gestire sostenibilmente le foreste, contrastare la desertificazione, arrestare e far retrocedere il degrado del terreno e fermare la perdita di diversità biologica.

A conferma di quanto sia necessario far chiarezza sull'interazione tra sport e biodiversità, l'Unione Mondiale per la Conservazione della Natura (IUCN) ha realizzato quattro guide incentrate su

come l'industria sportiva possa mitigare gli impatti sulla biodiversità cogliendone allo stesso tempo le opportunità di supportarne la conservazione. Esse si concentrano sui legami, spesso complessi, tra biodiversità e sport fornendo non solo una panoramica dei problemi e dei rischi ed un aiuto su come fare scelte informate per evitare impatti dannosi, ma evidenziando anche come gli eventi sportivi possono giovare alla biodiversità offrendo un'opportunità per sensibilizzare l'opinione pubblica sul valore della natura e influenzare gli atteggiamenti nei confronti della biodiversità e della sua conservazione. Nello specifico:

- la prima guida, *Sport and Biodiversity* (IUCN, 2018), è stata progettata per aiutare i *decision makers* a comprendere i potenziali impatti sulla biodiversità e proporre opzioni per mitigarli, nonché per massimizzare le opportunità di utilizzare lo sport come un modo per promuovere e migliorare la conservazione della biodiversità;
- la seconda guida, *Mitigating biodiversity impacts of new sports venues* (IUCN, 2019), chiarisce la possibile gamma di impatti che lo sviluppo di nuovi impianti sportivi (permanenti o temporanei) può avere sulla biodiversità, al fine di aiutare a pianificare misure per mitigare eventuali impatti negativi e sfruttare le opportunità a vantaggio della conservazione;
- la terza guida, *Mitigating biodiversity impacts of sports events* (IUCN, 2020), si applica a tutti i tipi e le dimensioni di eventi sportivi, ogni volta e ovunque si verifichino. In termini di potenziali impatti diretti sulla biodiversità, le linee guida sono per lo più rilevanti per gli eventi sportivi all'aperto (*outdoor*) e i mega-eventi in una ottica di LCA (*Life Cycle Assessment*);
- la quarta guida, *Sports and urban biodiversity: a framework for achieving mutual benefits for nature and sports in cities* (IUCN, 2020), prevede sette punti strategici tutti volti all'ecosostenibilità degli ambienti urbani in relazione con le infrastrutture sportive.

Nel panorama nazionale italiano, oltre alla Carta di Courmayeur, sono già presenti diversi documenti di indirizzo per gli organizzatori di eventi sportivi sostenibili, spesso realizzati in concomitanza con lo svolgimento di eventi e/o iniziative di carattere sportivo (Tab. 2) e di cui viene qui riportata una breve descrizione:

- *Manuale eventi sportivi sostenibili* (UISP, 2012), già adottato dalla Regione Emilia-Romagna nel 2019 sotto forma di linee guida: in esso si sottolinea la necessità per gli organizzatori di

Tabella 2 – Principali documenti di indirizzo nazionale per gli organizzatori di eventi sportivi sostenibili

Documento/Pubblicazione	Anno	Regione	Evento/Iniziativa
Manuale Eventi Sostenibili	2016	Lombardia	Progetto “Innovazione e <i>capacity building</i> 2015”
Carta di Cortina sulla sostenibilità degli Sport Invernali	2016	Veneto	Campionati Mondiali di sci alpino del 2021
Carta Internazionale per gli Eventi Sportivi Sostenibili o “Carta di Courmayeur”	2019	Valle d’Aosta	Evento trail “Tor des Géants”
Linee Guida per gli eventi sportivi sostenibili	2019	Emilia-Romagna	Concorso “Primo è l’ambiente, la tua idea di sostenibilità diventa realtà”

eventi sportivi che intendono perseguire i principi della sostenibilità di implementare una vera e propria *strategia ambientale di sostenibilità ad hoc* per l’evento sportivo stesso.

- *Manuale Eventi Sostenibili* (INU, 2016): evidenza come la gestione sostenibile possa essere applicata a qualsiasi tipo di evento e quindi anche a quelli sportivi, enfatizzando le ricadute positive.
- *Carta di Cortina sulla sostenibilità degli Sport Invernali* (MATTM, 2016): è correlata con le attività preparatorie in vista dei Campionati Mondiali di sci alpino del 2021. Centrali, tra le linee di attività individuate, risultano essere: adottare una *definizione chiara* di “sport invernali sostenibili”; avviare un *processo partecipato* per identificare le principali criticità degli impatti ambientali connesse agli sport invernali, le possibili soluzioni e gli ambiti di intervento; proporre un sistema di indicatori comune per la qualificazione e quantificazione dei *relativi impatti invernali*.

Con riferimento al panorama nazionale italiano e in linea con i documenti di indirizzo sopra ricordati, nel giugno 2018, presso il Centro Servizi del Parco nazionale d’Abruzzo, Lazio e Molise, si è svolta, in occasione dell’evento ciclistico “Gran Fondo nel Parco”, il convegno “*Sostenibilità ambientale di eventi sportivi nei territori di pregio naturalistico: dagli strumenti di conoscenza e pianificazione ecologica alle buone pratiche*”, promosso dall’Università degli Studi dell’Aquila, il CINSA (Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali) e il SANDSI (*Sport and Sustainability International*). Obiettivo della giornata di studio è stato la possibile individuazione di procedure e metodologie per la mitigazione dell’impatto ambientale di una competizione *outdoor* lineare in uno dei Parchi più antichi d’Italia, con oltre 50.000 ettari di superficie e la presenza di 5 siti di Rete Natura 2000 ed un’area Ramsar.

Nella logica di cui sopra, l’Istituzione italiana più direttamente interessata a perseguire questi obiettivi, anche in ragione degli strumenti pratici a disposizione, sembra essere l’Istituto Superiore per la Ricerca e la Protezione Ambientale (ISPRA) in quanto:

- 1) gestisce il Sistema “Carta della Natura” (ISPRA, 2009) con il quale si rende disponibile l’utilizzo della cartografia degli habitat naturali e i relativi parametri (intesi come indicatori ed indici) per valutarne il Valore Ecologico, la Sensibilità Ecologica, la Pressione Antropica e la Fragilità Ambientale Attuale (*i.e. ante operam*) di ormai quasi tutto il Paese. *La Carta della Natura è pertanto una base di dati essenziale per valutare l’effetto sulla biodiversità di qualunque attività o evento sportivo*;
- 2) ha attualmente in essere convenzioni con l’Istituto per il Credito Sportivo (ICS), la Federazione Motociclistica Italiana (FMI) ed il CINSA (2019). L’obiettivo comune di queste convenzioni è quello di promuovere occasioni e sperimentazioni per la messa a punto di nuove procedure che consentano una programmazione/esecuzione di grandi eventi sportivi più rispettosi delle esigenze di conservazione dell’ambiente e della biodiversità in particolare.

5. SPORT INDOOR: ALCUNE MISURE DI SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE NELL’IMPIANTISTICA SPORTIVA

Tra le questioni chiave affrontate nell’*European Union Work Plan for Sport 2017-2020* adottato dal Consiglio Europeo (2017/C 189/02) si fa riferimento anche a: sostenibilità ambientale nel contesto di grandi eventi sportivi; impianti sportivi rispettosi dell’ambiente ed efficienti sotto il profilo energetico.

La sostenibilità è quindi aspetto fondamentale ripreso e ampliato dal CIO (Comitato Internaziona-

le Olimpico) che, con il supporto dell'*United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) ha realizzato a partire dal 2018 – a supporto della propria Strategia di Sostenibilità adottata nel 2017 – una serie di documenti denominati “*Sustainability Essentials*” che rappresentano guide pratiche per tutto il movimento olimpico e sportivo in generale.

Le 5 guide finora pubblicate, partendo dalla comprensione generale del concetto di sostenibilità (*Introduction to Sustainability*), affrontano il tema del cambiamento climatico con particolare riguardo alle emissioni di carbonio (*Sports for Climate Action*), aiutando il settore sportivo ad adottare pratiche di approvvigionamento più sostenibili (*Sustainable sourcing in sport*), gestire consapevolmente i rifiuti prodotti con particolare riferimento alla plastica (*Plastic Game Plan for Sport*), creare un'economia più circolare in cui le risorse vengono continuamente riutilizzate e riciclate (*Sustainability Management in Sports*). Lo scopo ultimo è quello di supportare le organizzazioni sportive ad integrare la sostenibilità nelle loro attività ed eventi, affrontando congiuntamente le questioni sul cambiamento climatico e la perdita di biodiversità, la disuguaglianza economica e l'ingiustizia sociale (fonte: www.olympic.org/sustainability-essentials). In particolar modo, nella seconda guida pratica (*Sports for Climate Action*) vengono sintetizzate in 5 principi le azioni da perseguire all'interno del mondo sportivo al fine di ispirare la larghissima audience di atleti e spettatori verso modelli virtuosi tesi ad una “neutralità climatica” degli eventi ed infrastrutture sportive. Nel Principio 5 (*Advocate for climate action through communication*) l'obiettivo dichiarato è promuovere una consapevolezza universale sui cambiamenti climatici facendo specifico ricorso a buone pratiche di sostenibilità degli impianti sportivi di maggiore celebrità.

Esistono ormai numerosi esempi di impianti sportivi *indoor* progettati e gestiti secondo principi di sostenibilità.

Tra quelli diventati iconici, in cui si sono realizzate efficaci misure di razionalizzazione dei consumi (energetici, di acqua, ecc.) è possibile citare l'*Allianz Riviera Stadium* di Nizza (Francia) dove sono stati installati 4.000 pannelli solari (interamente prodotti in Europa) per un totale di 7.000 m² con una produzione di 1.500.000 kWh, pari al 40,6% dell'intero fabbisogno energetico della struttura. Su base annua lo stadio contribuisce con 25,110 MWh all'obiettivo nazionale di 1.500 MWh/anno di energia da fonti rinnovabili. Un sistema di raccolta e

immagazzinamento dell'acqua piovana ne consente poi il riutilizzo per l'irrigazione del campo da calcio e gli scarichi dei servizi igienici presenti nello stadio (fonte: www.allianz-riviera.fr).

Altro esempio di sostenibilità ambientale è l'*Aviva Stadium* di Dublino (Irlanda). Certificato ISO20121, esso annovera, tra i risultati ambientali conseguiti: meno del 2% del personale utilizza, il giorno dell'evento, un veicolo privato per raggiungere lo stadio; riciclo dei rifiuti prodotti all'interno dello stadio al 75% e destino di quanto non riciclabile al recupero energetico; riduzione dell'impronta di carbonio relativa all'approvvigionamento facendo ricorso a prodotti locali e nazionali (fonte: www.avivastadium.ie).

Tra le iniziative di più ampio respiro interessante è quella attuata nel 2018 dal Ministero dello Sport belga che – per il tramite della *Sport Flanders Agency* e con l'obiettivo di riqualificare, secondo i principi della sostenibilità ambientale, circa 200 palestre scolastiche – ha allocato un fondo da 20 milioni di euro selezionando, mediante l'uso di uno specifico strumento di valutazione dell'impianto *indoor* (denominato *Eco-sportif*) basato sull'utilizzo di ben 50 indicatori di sostenibilità, i migliori progetti in termini di efficienza energetica, idrica, *smart mobility*, sistemi di riscaldamento, uso di pesticidi, gestione rifiuti. Altro esempio di impiantistica e gestione societaria sportiva sostenibile quello della *Forest Green Rovers* in Inghilterra, dal 2015, tra le altre cose, prima squadra di calcio vegana al mondo (fonte: www.sustainabilityreport.com/tag/forest-green-rovers/).

6. MISURE DI TUTELA AMBIENTALE NEGLI IMPIANTI SPORTIVI NATATORI TRADIZIONALI E NON

Nell'ambito degli impianti sportivi *indoor*, le strutture dedicate agli sport natatori sono incluse tra quelle a più alto impatto ambientale. A livello nazionale la loro ampia diffusione territoriale è stata certamente favorita dai successi di molti campioni italiani di nuoto la cui popolarità ha raggiunto livelli internazionali. Le piscine sono presenti praticamente ovunque e oltre all'ambiente sportivo caratterizzano il settore turistico ricettivo e del benessere della persona.

In una recente indagine nazionale del Ministro dello Sport francese, si è valutato l'impatto ambientale dei 6.307 impianti natatori, utilizzati sia per attività sportiva che ricreativa, realtà che impiega circa 1.247.747 m³ di acqua. Normata da una legge

degli anni Ottanta, il ricambio d'acqua è richiesto due volte all'anno, mentre negli ultimi 40 anni la tecnologia garantirebbe il mantenimento dei parametri sanitari con un solo ricambio d'acqua. Il risparmio idrico ottenuto corrisponde al consumo di acqua di 3 giorni per la città di Parigi (*Eau de Paris*, 2018) con un rilevante risparmio economico considerando riscaldamento e purificazione.

In Italia la FIN (Federazione Italiana Nuoto) è tra le federazioni del CONI nazionale con maggior numero di iscritti, e il nuoto è lo sport più diffuso tra i bambini fino a 10 anni e l'insieme delle discipline acquatiche che si svolgono in piscina sono tra le attività sportive più praticate dagli italiani (ISTAT, 2017).

Il nuoto si pratica prevalentemente in strutture coperte anche se sono diversi i complessi sportivi che hanno impianti al chiuso e all'aperto con presenza di più vasche dedicate al nuoto e alle nuove discipline collegate.

E in effetti, come più sopra ricordato, la sostenibilità ambientale nell'impiantistica sportiva *indoor* è parte integrante dell'attuale *EU Work Plan for Sport* (2017-2020) e lo sarà ancor di più in quello per il quadriennio 2021-2024 di ormai prossima adozione.

Nella progettazione e realizzazione di nuovi impianti e nelle attività di ristrutturazione, ampliamento e riqualificazione le tematiche ambientali e del risparmio energetico sono alla base di specifici provvedimenti in materia ma in tutti i moltissimi rimanenti casi, che rappresentano la quasi totalità degli impianti presenti sul territorio, potrebbero essere studiate e proposte iniziative di particolare rilevanza.

Da considerare inoltre che la gran parte degli impianti sportivi natatori è di proprietà pubblica e sono affidati alla gestione di società ed associazioni sportive dilettantistiche (ASD).

In moltissimi le ASD si trovano nelle condizioni di dover garantire tutti i servizi all'utenza con impianti vetusti che, nonostante i programmi e gli interventi di manutenzione adottati, non consentono standard ambientali e di risparmio energetico degni di significato.

Al fine di dare un significato innovativo alle tematiche ambientali concernenti gli impianti sportivi natatori, una particolare attenzione va rivolta alle biopiscine (Scacciavento, 2019) in quanto impianti con un gradiente tecnologico che si integra ad aspetti naturalistici con modalità diverse a seconda delle specifiche progettuali e degli obiettivi prefissati.

Gli aspetti di tutela dell'ambiente consentono, grazie ad una filtrazione fisica efficace abbinata alla fitodepurazione, l'eliminazione di agenti patogeni evitando la clorazione dell'acqua. Questo processo consente quindi di eliminare i sottoprodotti della disinfezione (Dpb) costituiti da sostanze chimiche come le clorammine e gli alometani, causa diretta di irritazioni a livello della congiuntiva e delle vie respiratorie superiori e inferiori (Chowdhury *et al.*, 2014).

Sotto il profilo tecnologico possiamo trovare numerose iniziative di interesse che riflettono i seguenti punti di attenzione:

- contenimento energetico;
- uso di fonti energetiche alternative;
- isolamento degli edifici;
- riduzione del volume di acqua da trattare e riscaldare;
- abbattimento delle quantità di agenti chimici impiegati nel trattamento dell'acqua.

Vi sono alcuni punti che riguardano tematiche di contenimento energetico e di impiego di fonti rinnovabili che sono già patrimonio condiviso ma che devono trovare gli opportuni sostegni per la realizzazione.

In primis l'isolamento dell'edificio da realizzarsi considerando ogni possibile punto di dispersione energetica. Le migliori *performance* si ottengono con edifici di nuova progettazione e costruzione dove l'edificio viene isolato dalle fondazioni, alle pareti, alla copertura, alla finestratura senza soluzione di continuità in modo tale da garantire l'assenza di ponti termici.

Gli impianti natatori sono particolarmente energivori e questo principalmente, come precedentemente evidenziato, per la necessità di riscaldare e trattare grandi volumi d'acqua sia per le vasche sia sanitaria in considerazione del consumo pro capite e degli affollamenti particolarmente elevati di queste strutture.

La centrale termica rappresenta quindi un punto strategico di attenzione con soluzioni tecnologiche che già attualmente permettono una sensibile riduzione dei consumi. La sostituzione delle centrali datate e da un punto di vista energetico ed ambientale non più sostenibili sono una priorità.

Nelle nuove centrali viene anche previsto un piccolo gruppo di cogenerazione atto ad integrare l'apporto energetico dell'impianto fotovoltaico.

L'impianto fotovoltaico, in considerazione anche dei costi attuali, è senza dubbio un altro investimento ambientale degno di nota negli impianti natatori che si riflette nei consumi elettrici giornalieri.

ri e che assume un significato anche per gli impianti esistenti.

Un altro punto consolidato riguarda la sostituzione di tutte le lampade con lampade a risparmio energetico.

Punti meno noti di attenzione ma di importanza fondamentale riguardano la gestione delle pompe del circuito secondario di riscaldamento dell'acqua delle vasche che, con tecnologie innovative e poco costose, permettono un risparmio energetico significativo sfruttando la proprietà dell'acqua di conservare il proprio contenuto termico.

Non solo. Un'accurata azione combinata sull'acqua di vasca può dare risultati sorprendenti sia in termini di miglioramento della qualità dell'acqua e quindi delle condizioni di salute degli utenti, sia di risparmio di acqua, di prodotti chimici impiegati, di calore e di energia elettrica con riflessi significativi in campo ambientale.

Un processo accuratamente studiato di efficienza della filtrazione dell'acqua di vasca con inserimento di trattamenti di subfiltrazione permette:

- un abbattimento significativo del cloro combinato ed in particolare delle clorammine e dei trialometani particolarmente dannosi sotto il profilo della salute degli utenti. Per un miglioramento del processo e per un'azione più incisiva si adottano insieme le lampade UV ad alta frequenza che sono in grado di abbattere gli agenti microbici presenti nell'acqua di ricircolo e di evitare il rilascio di carica microbica da parte dei filtri a sabbia;
- la riduzione delle quantità di agenti chimici impiegati per il processo di trattamento dell'acqua di vasca, di conseguenza un minore impatto ambientale per impiego di prodotti, trasporti ed imballaggi (Voisin *et al.*, 2014);
- una minore quantità di acqua da scaricare ogni giorno e da reintegrare con acqua "fresca" con un risparmio di acqua, energia elettrica e calore. L'acqua di ricambio pur necessaria ai sensi delle disposizioni normative vigenti sarà la minima necessaria. Il calore dell'acqua di scarico della vasca può essere recuperato tramite opportuni scambiatori a piastre o a fascio tubiero a seconda delle caratteristiche di ogni impianto.

L'acqua destinata agli scarichi, opportunamente declorata, potrebbe essere impiegata come acqua da destinare agli sciacquoni e considerato il numero di servizi igienici ed utenti di una piscina sportiva andrebbe a rappresentare un altro punto interessante di risparmio di acqua.

Un altro aspetto di particolare importanza è rappresentato dalla gestione delle pompe di ricircolo dell'acqua di vasca che assorbono il 30% circa del consumo elettrico dell'intero impianto.

Lavorando opportunamente sulla tipologia e sulle prestazioni delle pompe e regolando il loro funzionamento mediante algoritmi appositamente studiati è possibile ottenere un significativo risparmio di energia elettrica.

Dati sperimentali acquisiti nella gestione di alcuni impianti natatori, che impiegano regolatori della frequenza d'uso delle pompe dell'impianto di filtrazione, permettono di confermare ampiamente quanto sopra riportato.

A titolo di esempio, e per il solo aspetto del risparmio energetico relativo alle pompe di ricircolo dell'acqua di vasca, si tenga conto che per un impianto natatorio costituito di una vasca olimpionica esterna da 50 metri, di una vasca esterna da 25 metri, di una vasca interna da 25 metri e di 3 vasche dedicate a *fitness*, *baby* e *acquagym* è possibile ottenere un risparmio annuale che può arrivare a circa 145.000 kWh/anno e che, in termini semplici, corrisponde al consumo energetico medio di 54 famiglie tipo residenziale con 3/4 persone per le quali con potenza pari a 3kW si ipotizza un consumo medio pari a 2700 kWh/annui (ARERA, 2020).

Naturalmente queste stime (Tab. 3) si riferiscono ad un periodo di normale funzionamento dell'impianto natatorio a pieno regime e non limitato da provvedimenti di riduzione o sospensione dell'attività dovuti alle misure derivanti dall'emergenza Covid-19.

Il risparmio energetico si associa quindi a un bilancio ambientale favorevole e anche a un risparmio economico significativo tale da garantire un rientro delle spese investite in queste tecnologie in tempi particolarmente brevi valutabili, ad esempio, per questa tipologia d'impianto, in circa due anni. Infatti considerando un importo medio di mercato di circa 50.000,00 € per l'installazione di una tecnologia di questa tipologia per l'impianto natatorio in oggetto e valutando un costo energetico di circa 0,19 €/kWh il risparmio economico è di 27.550,00 €/anno.

Infine grande attenzione deve essere dedicata ad una problematica poco indagata quale quella riguardante l'acqua sanitaria con particolare riferimento al consumo d'acqua, di energia e all'impatto che ne deriva.

Docce e lavandini a tempo con pulsantiera o fotocellula, soffioni delle docce e rubinetti dei lavan-

Tabella 3 – Consumi delle pompe di filtrazione ed ipotesi di risparmio energetico in differenti impianti natatori tratte da indagini sperimentali sul campo

Vasca	N. pompe	N. pompe in funz. aut.	Potenza kWh*	Ore/giorno in funzione	Giorni/anno in funzione	Consumo teorico Annuo [kWh/anno]
50 m est	3	3	5,5	24	90	35.640
25 m est	3	2	3,2	24	90	17.280
25 m int	3	2	3,2	24	330	63.360
Baby int	2	2	2,2	24	330	34.848
Fitness int	2	2	2,2	24	330	34.848
Gym int	3	3	2,4	24	330	57.024
					Totale consumi	243.000
					Ipotesi 60% riduzione	145.800

* La potenza delle pompe è funzione principalmente della tipologia delle vasche, dei volumi d'acqua da trattare e dei tempi di ricircolo che sono indicati nella norma UNI 10637 Piscine. Requisiti degli impianti di circolazione, filtrazione, disinfezione e trattamento chimico dell'acqua di piscina.

dini a risparmio idrico sono due punti oggi molto presenti ma qualcosa di veramente interessante potrebbe essere rappresentato dalla fornitura direttamente da parte dell'impianto di shampoo e doccia schiuma appositamente studiati per una rapidissima ed elevata azione di biodegradabilità.

Questi ultimi punti sono quelli che impattano direttamente sugli utenti e sulla loro cultura ambientale e sui comportamenti da adottare ed hanno la necessità della giusta percezione, di una corretta comprensione e di una condivisione di tematiche, metodi ed obiettivi.

In effetti la cultura ambientale si riflette anche nei singoli e semplici gesti quotidiani che ognuno di noi è in grado di adottare.

7. CONCLUSIONI

La comunità scientifica non può sottrarsi all'impegno a favore dello sport sostenibile perché esso è un potente strumento di trasmissione di conoscenze e di divulgazione in grado di influenzare positivamente l'opinione pubblica per la conservazione e per la promozione dell'ambiente e quindi della qualità della vita.

In questo contesto la ricerca scientifica può contribuire efficacemente all'affermazione dello sport sostenibile anche mediante studi sperimentali, e favorire l'integrazione di politiche ambientali, economiche e sociali a favore dello sviluppo contribuendo in tal modo alla sfida di innovazione per l'ambiente. L'argomento dovrà far parte a pieno titolo dei programmi europei, che rappresentano attualmente la cornice nella quale entrano tutte le attività scientifiche in grado di promuovere le cono-

scenze utili allo sviluppo ed alla competitività del nostro continente.

Questo articolo comprende due interessanti contributi scientifici: uno riguardante gli effetti dello sport sulla biodiversità e l'altro gli effetti del clima sullo sport. Essi dimostrano come siano necessarie nuove conoscenze per comprendere la dinamica dei processi che definiscono il rapporto sport/ambiente, come quelle derivanti dai risultati ottenuti dal Programma Nazionale di Ricerca in Antartide attraverso le attività condotte nelle due basi italiane presenti nel "continente bianco". Tutto ciò fa comprendere come la ricerca scientifica sia un potente strumento a supporto dello sport sostenibile e contribuisca alle migliori scelte per il futuro del pianeta.

D'altronde le tematiche clima e biodiversità sono già oggetto di estese e approfondite ricerche a livello internazionale che hanno prodotto importanti risultati utili a comprendere i meccanismi che regolano il rapporto causa/effetto attraverso la messa a punto e lo sviluppo di rigorose metodologie sperimentali e di modelli matematici.

È vero che gli effetti del danno ambientale si prolungano nel tempo e sono irreversibili, ma con l'allestimento di strutture provvisorie e rimovibili, almeno in alcuni sport invernali, il danno può essere contenuto entro valori accettabili.

La vera innovazione nello sport sta nella realizzazione dello sport sostenibile e la ricerca scientifica è lo strumento che ne determina il successo.

Proprio lo sport, grazie alla grande platea di appassionati e sostenitori, può diventare un potente strumento di diffusione di obiettivi fondamentali per il futuro del pianeta, quali lo sviluppo sosteni-

bile e il ricorso alle energie rinnovabili innalzando quindi il livello di sensibilità ambientale nella pubblica opinione.

Una pubblica opinione che, alla luce dei più recenti accadimenti che stanno interessando la salute e l'economia su scala globale, a causa dell'epidemia SARS-CoV-2 e l'emergenza che da essa ne deriva, chiede al mondo sportivo la capacità di affrontare una sfida imprevedibile ed in tempi brevi grazie a nuovi protocolli da sperimentare soprattutto nelle competizioni di alto livello. Nonostante i notevoli sforzi messi in campo dai governi di tutto il mondo, così come l'intensa attività di ricerca scientifica al fine di comprendere, contenere, gestire e superare l'epidemia in atto, è innegabile che questo evento sarà destinato ad avere degli impatti considerevoli anche sul mondo dello sport, sia esso di base che élite.

La natura stessa dell'epidemia imporrà l'utilizzo di misure stringenti e limitanti per tutte le manifestazioni sportive, siano esse *outdoor* o *indoor*, nel corso dei prossimi anni. Con queste premesse, una visione "Sostenibile" dello sport consentirà nel breve termine una più efficace gestione dell'emergenza derivante dall'epidemia di coronavirus, consentendo una successiva mitigazione delle problematiche del cambiamento climatico e dei loro effetti sulle attività e manifestazioni sportive discusse nel presente articolo.

8. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AFD (Agence Française de Développement). (2020) *AFD and Paris 2024, a new form of cooperation for sustainable development through sport across the world*. Disponibile su: <https://www.afd.fr/en/actualites/communique-de-presse/afd-and-paris-2024-new-form-cooperation-sustainable-development-through-sport-across-world>.
- AICA. (2019) *Carta internazionale per gli eventi sportivi sostenibili (Carta di Courmayeur)*. Associazione Internazionale per la Comunicazione Ambientale (AICA), Alba.
- ARERA. (2020) *Determinazione del 29 settembre 2020*. Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, Roma.
- Armstrong L.E., Epstein Y., Greenleaf J.E., Haymes E.M., Hubbard R.W., Roberts W.O., Thompson P.D. (1996) *American College of Sports Medicine position stand. Heat and cold illness during distance running*. Med Sci Sports Exerc 28(12): i-x.
- Bartholomew A., Bohnsack J.A. (2005). *A review of catch-and-release angling mortality with implications for no-take reserves*. Reviews in Fish Biology and Fisheries 15(1): 129-154.
- Benedetti M. (2019) *Le nuove frontiere delle previsioni meteo nello Sport*. ENDUmag 30/05/2019 disponibile su: <https://channel.endu.net/da-endu-meteo-expert-le-nuove-frontiere-delle-previsioni-meteo/>.
- Berghmans P., Bleux N., Int Panis L., Mishra V.K., Torfs R., Van Poppel M. (2009) *Exposure assessment of a cyclist to PM₁₀ and ultrafine particles*. Sci. Total Environ. 407: 1286-1298.
- Berkhout F. (2012) *Adaptation to climate change by organizations*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change 3(1): 91-106.
- Bonney R., Shirk J.L., Phillips T.B., Wiggins A., Ballard H.L., Miller-Rushing A.J., Parrish J.K. (2014) *Next Steps for Citizen Science*. Science 343: 1436-1437.
- Brownlie S. (2019) *Mitigating biodiversity impacts of new sports venues*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Brownlie S., Bull J.W., Stubbs D. (2020) *Mitigating biodiversity impacts of sports events*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Brundtland G. (1987) *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Caneva S. (2010) *In Sud Africa si produrranno 2,75 milioni di tonnellate di CO₂*. Focus online del 15/06/2010. Disponibile su: <https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/in-sud-africa-si-produrranno-275-milioni-di-tonnellate-di-co2>
- Cannavò S. (2016) *Sport e Sviluppo Sostenibile*. Unione Italiana Sport per tutti – UISP, Roma.
- Cavallo R., Rosio E., Bosio L., Pavan A., Ardito L., Fenocchio G. (2019) *La gestione sostenibile di grandi eventi sportivi*. Ingegneria dell'Ambiente 6(1): 60-70.
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). (2010) *Heat illness among high school athletes—United States, 2005–2009*. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 59 (32): 1009-1013.
- CPAC (Center for Process Analytical Chemistry). (2010) *Development of Small, Fast and Robust Sensing Technologies* IFPAC Poster Cortona Meeting – Brian Marquardt University of Washington.
- Chowdhury S., Alhooshani K., Karanfil T. (2014) *Disinfection byproducts in swimming pool: occurrences, implications and future needs*. Water Res 53: 68-109.
- CINSA (Consorzio Interuniversitario Nazionale per le Scienze Ambientali). (2019) Protocollo ricerca triennale "Sport & Sostenibilità", Venezia.
- CIO. (2017) *IOC Sustainability Strategy*. CIO, Losanna, Switzerland.
- Collins A.J., Flynn A. (2008). *Measuring the environmental sustainability of a major sporting event: a case study of the FA Cup Final*. Tourism Economics 14(4): 751-768.
- Commissione Europea. (2007) *Libro bianco sullo sport* (COM/2007/391/CE). Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee, Lussemburgo.
- Commissione Europea. (2019) *Il Green Deal europeo*. (COM/2019/640/CE). Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo, Bruxelles.
- Commissione Europea. (2020) *Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030. Ripartire la natura nella nostra vita*. (COM/2020/380/CE) Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo, Bruxelles.
- Consiglio Europeo. (2017) *European Union Work Plan for Sport 2017-2020*. (2017/C 189/02) Risoluzione del Consi-

- glio e dei rappresentanti dei governi degli Stati membri, Bruxelles.
- Cooke S.J., Schramm H.L. (2007) *Catch-and-release science and its application to conservation management of recreational fisheries*. Fisheries Management and Ecology 14(2): 73-79.
- Coris E.E., Ramirez A.M., Van Durme D.J. (2004) *Heat Illness in Athletes The Dangerous Combination of Heat, Humidity and Exercise*. Sports Med 34(1): 9-16.
- DCCEE. (2007) *National greenhouse accounts: National inventory report 2007*. Australian Government, Department of Climate Change and Energy Efficiency, Canberra.
- DEE. (2012) *Waste emissions projections*. Australian Government, Department of the Environment and Energy, Canberra.
- De La Cruz A.R.H., Dionisio Calderon E.R., França B.B., Réquia W.J., Gioda A. (2019) *Evaluation of the impact of the Rio 2016 Olympic Games on air quality in the city of Rio de Janeiro, Brazil*. Atmospheric Environment 203: 206-215.
- Drane P., Sherwood J. (2004) *Characterizing the effect of temperature on baseball COR performance*. The Engineering of Sport 5(2): 59-65.
- Dingle G., Mallen C. (2020) *Sport and Environmental Sustainability: Research and Strategic Management*. London: Routledge Ed.
- Dingle G.W., Stewart B. (2018) *Playing the climate game: climate change impacts, resilience and adaptation in the climate-dependent sport sector*. Managing Sport and Leisure, 23: 4-6, 293-314.
- Eau de Paris (2018). *Rapport annuel 2017*. Paris, France.
- Edgar A. (2020) *Sport and Climate Change*. Sport, Ethics and Philosophy 14(1): 1-3.
- EPA VIC. (2018) *Landfill gas: Factsheet*. Publication 1479. EPA Victoria, Carlton.
- Galassi S., Ferrari I., Viaroli P. (2014) *Introduzione alla Ecologia Applicata*. Torino: Città Studi Edizioni.
- Humavindu M.N., Barnes J.I. (2003) *Trophy hunting in the Namibian economy: an assessment*. South African Journal of Wildlife Research 33(2): 65-70.
- IEA. (2008) *Turning a liability into an asset: landfill methane utilisation potential in India*. OECD/IEA, Paris.
- Ilundàin-Agurruza J. (2007). *Kant goes skydiving: understanding the extreme by way of the sublime*. In: M. McNamee (ed). Philosophy, risk and adventure sports. London: Routledge 149-167.
- INU. (2016) *Manuale eventi sostenibili*. Istituto Nazionale di Urbanistica (INU), Roma.
- IPCC. (2007) *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland.
- IPCC. (2018) *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.). *In Press*.
- ISPRA. (2009) *Il progetto Carta della Natura. Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat alla scala 1:50.000*. Manuali e linee guida 48/2009. ISPRA, Roma.
- ISTAT. (2017) *La pratica sportiva in Italia. Anno 2015*. ISTAT, Roma, Italia. Disponibile su: <https://www.istat.it/it/archivio/204663>
- IUCN. (2016) *Informing decisions on trophy hunting*. IUCN, Gland, Switzerland. Disponibile su: <https://www.iucn.org/commissions/commission-environmental-economic-and-social-policy/our-work/sustainable-use-and-livelihoods/resources-and-publications/iucn-briefing-paper-informing-decisions-trophy-hunting>
- IUCN. (2018) *Sport and Biodiversity*. IUCN, Gland, Switzerland.
- IUCN. (2019) *Mitigating biodiversity impacts of new sports venues*. IUCN, Gland, Switzerland.
- IUCN. (2019) *Compatibility of trophy hunting as a form of sustainable use with IUCN's objectives*. Disponibile su: <https://www.iucn.org/news/world-commission-environmental-law/201909/compatibility-trophy-hunting-a-form-sustainable-use-iucns-objectives>.
- IUCN. (2019) *IUCN sets the record straight on a 2017 trophy hunting opinion*. Disponibile su: <https://www.iucn.org/news/secretariat/201910/iucn-sets-record-straight-a-2017-trophy-hunting-opinion>
- IUCN. (2020) *Mitigating biodiversity impacts of sports events*. IUCN, Gland, Switzerland.
- IUCN. (2020) *Sports and urban biodiversity: a framework for achieving mutual benefits for nature and sports in cities*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Jun, J. W., & Lee, H. M. (2007). *Enhancing global scale visibility and familiarity: The impact of World Baseball Classic on participating countries*. Place Branding and Public Democracy 3(1): 42-52.
- Kerr Z.Y., Register-Mihalik J.K., Pryor R.R., Pierpoint L.A., Scarneo S.E., Adams W.M., Kucera K.L., Casa D.J., Marshall S.W. (2019). *The association between mandated preseason heat acclimatization guidelines and exertional heat illness during preseason high school American football practices*. Environ Health Perspect 127(4): 47003.
- Klein A.M. (2013). *Growing the game: The globalization of major League baseball*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Lewin W.C., Weltersbach M.S., Ferter K., Hyder K., Mugerza E., Prellezo R., Radford Z., Zarauz L., Strehlow H.V. (2019). *Potential environmental impacts of recreational fishing on marine fish stocks and ecosystems*. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture 27(3): 287-330.
- Lindsey P.A., Roulet P.A, Romañach S.S. (2007) *Economic and conservation significance of the trophy hunting industry in sub-Saharan Africa*. Biological Conservation 134: 455-469.
- Lindsey P.A. (2008) *Trophy hunting in sub-Saharan Africa; Economic scale and conservation significance*. Best Practices in Sustainable Hunting 1: 41-47.
- Linnenluecke M.K., Griffiths A., Mumby P. (2015). *Executives' engagement with climate science and perceived need for business adaptation to climate change*. Climatic Change 131(2): 321-333.

- Loland S. (2001) *Record sports: An ecological critique and a reconstruction*. Journal of the Philosophy of Sport 28(2): 127-139.
- Loveridge A.J., Reynolds J.C., Milner-Gulland E.J. (2007) *Does sport hunting benefit conservation?* In: Macdonald D.W., Service K. (eds). Key topics in conservation biology. Oxford: Blackwell, 222-238.
- MATTM. (2016) *Carta di Cortina sulla sostenibilità degli Sport Invernali*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Cortina d'Ampezzo.
- Nadel E.R., Wenger C.B., Roberts M.F., Stolwijk J.A.J., Cafarelli E. (1977) *Physiological defenses against hyperthermia of exercise*. Ann N Y Acad Sci 301: 98-109.
- Nicole W. (2019) *Mitigating climate impacts on athletes: sports guidelines may prevent exertional heat illness*. Environmental Health Perspectives 127(10): 104001.
- Null J. (2014). *Beyond rain delays: Weather's role in America's favorite pastime*. Weatherwise 67(1): 23-29.
- Odum E.P. e Barrett G.W. (2006) *Fondamenti di Ecologia – III edizione italiana condotta sulla V di lingua inglese coordinata da Loreto Rossi*. Padova: PICCIN Nuova Libreria.
- Oldfield T.E.E., Smith R.J., Harrop S.R., Leader-Williams N. (2003) *Fields sports and conservation in the United Kingdom*. Nature 423: 531-533.
- Olympic Winter Games Organizing Committee (1976). *Official report of the Olympic Winter Games Innsbruck 1976*. Innsbruck.
- Orr M., Inoue Y. (2019). *Review Sport versus climate: Introducing the climate vulnerability of sport organizations framework*. Sport Management Review 22: 452-463.
- Orr M. (2020) *On the potential impacts of climate change on baseball and cross-country skiing*. Managing Sport and Leisure 25(4): 307-320.
- Packer C., Brink H., Kissui B.M., Maliti H., Kushnir H., Caro T. (2011) *Effects of trophy hunting on lion and leopard populations in Tanzania*. Conservation Biology 25(1): 142-153.
- Patthey P., Wirthner S., Signorell N., Arlettaz R. (2008) *Impact of outdoor winter sports on the abundance of a key indicator species of alpine ecosystems*. Journal of Applied Ecology 45(6): 1704-1711.
- Riesch H., Potter C. (2014) *Citizen science as seen by scientists: methodological, epistemological and ethical dimensions*. Public Underst Sci 23(1): 107-20.
- Sato C.F., Wood J.T., Lindenmayer D.B. (2013) *The effects of winter recreation on alpine and subalpine fauna: a systematic review and meta-analysis*. PLoS ONE 8(5).
- Saayman M., van der Merwe P., Saayman A. (2018) *The economic impact of trophy hunting in the south African wildlife industry*. Global ecology and conservation 16.
- Scacciavento D. (2019) *Biopiscine: un tuffo senza cloro*. Terra Nuova 350: 53-59.
- Scott D., Steiger R., Ruty M., Fang Y. (2019) *The changing geography of the Winter Olympic and Paralympic Games in a warmer world*. Current Issues in Tourism 22: 1301-1311.
- Sherwood S.C., Huber M. (2010) *An adaptability limit to climate change due to heat stress*. PNAS 107(21): 9552-9555.
- Smith, M., Matheson, G.O., Meeuwisse, W.H. (1996). *Injuries in cross-country skiing*. Sports Medicine, 21(3): 239-250.
- Tautonico T. (2018) *Il ruolo dello sport nella promozione di obiettivi di sviluppo sostenibile*. ASviS online del 17/05/2018. Disponibile su: <https://asvis.it/approfondimenti/22-2896/il-ruolo-dello-sport-nella-promozione-degli-obiettivi-di-sviluppo-sostenibile#>.
- The Humane Society International. (2016) *Trophy Hunting by the numbers. The United States' role in global Trophy Hunting*. The Humane Society of the United States, Washington DC.
- The LA84 Foundation. (2010). *Vancouver 2010 bid report*. Published with the permission of the International Olympic Committee Vancouver.
- UCI. (2016) *Cycling regulations. Part 2 Road Races. Extreme Weather Protocol. Version 01.03.2016*.
- UISP. (2012) *Manuale eventi sportivi sostenibili*. Unione Italiana Sport Per tutti (UISP) sez. Emilia-Romagna, Bologna.
- UN. (2015) *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. Resolution of the United Nations General Assembly. United Nations (UN), New York.
- UNESCO. (2017) *Report of the Sixth international conference of ministers and senior officials responsible for physical education and sport (MINEPS VI). Annex 1 Kazan Action Plan*. UNESCO, Paris. Disponibile su: <https://en.unesco.org/mineps6/kazan-action-plan>.
- UNFCCC. (2020) *Sports for Climate Action Framework*. Disponibile su <https://unfccc.int/climate-action/sectoral-engagement/sports-for-climate-action/participants-in-the-sports-for-climate-action-framework>.
- UN/ISDR, 2004. *Living with risk: A global review of disaster reduction initiatives*. UN, Geneva, Switzerland.
- US EPA. (2018) *Methane*. United States Environmental Protection Agency, Washington DC.
- Voisin C., Sardella A., Bernard A. (2014) *Risks of new-onset allergic sensitization and airway inflammation after early age swimming in chlorinated pools*. Int J Hyg Environ Health 217: 38-45.
- Wang W., Primbs T., Tao S., Simonich S.L.M. (2009) *Atmospheric particulate matter pollution during the 2008 Beijing Olympics*. Environ. Sci. Technol. 43 (14): 5314-5320.
- Wipf S., Rixen C., Fischer M., Schmid B., Stoeckli V. (2005) *Effects of ski piste preparation on alpine vegetation*. Journal of Applied Ecology 42(2): 306-316.
- Yasuda A. (2012) *Is sport hunting a breakthrough wildlife conservation strategy for Africa?* Field Actions Science Report 6: 120-137.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia lo Studio Pascoli Ingegneria ed Architettura di Treviso (Ing. Marco Pascoli) per il supporto fornito nell'ambito degli aspetti relativi al risparmio energetico negli impianti natatori.



INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2020 è sostenuta da:



better together



INGEGNERIA
DELL'AMBIENTE



N. 4/2020

