

SCHEDE TECNICHE

WINTER SPORTS TECH

Ricerca, tecnologie e applicazioni per gli sport invernali al Politecnico di Milano

Milano, 21 gennaio 2026

WINTER SPORTS TECH presenta alcune delle **ricerche più avanzate del Politecnico di Milano applicate agli sport invernali**, già oggi testate su atleti, attrezzature e impianti, nel percorso verso i Giochi Olimpici e Paralimpici Invernali di Milano Cortina 2026.

Le attività di ricerca spaziano da **wearable e analisi della performance**, ad **aerodinamica e materiali intelligenti**, fino a **robotica, inclusione e progettazione degli impianti sportivi**, con un approccio fortemente interdisciplinare.

PANEL 1 – L'atleta connesso: wearable, simulazioni e algoritmi

Sensori intelligenti e nuovi paradigmi per l'attrezzatura sportiva

Giuseppe Andreoni – Dipartimento di Design

Di cosa si occupa la ricerca

Progettazione di sistemi indossabili a contatto o in prossimità del corpo in grado di misurare, elaborare e trasmettere parametri fisiologici e fisici. I sistemi forniscono informazioni in tempo reale a supporto di atleti, allenatori e professionisti dello sport per l'ottimizzazione della performance, la tutela della salute e il supporto alle decisioni tattiche.

La ricerca si basa su un **metodo politecnico di integrazione multidisciplinare**, che combina fattori funzionali, estetici e tecnologici in sistemi ad alta complessità.

Ambiti e tipologie di sistemi

- Indumenti sensorizzati
- Accessori indossabili
- Esoscheletri
- Protesi

Elementi tecnologici integrati

Sensori, attuatori, materiali, sistemi di comunicazione, alimentazione, unità di elaborazione, algoritmi per l'analisi dei dati, UI/UX, connettori, lavabilità, posizionamento dei sensori sul corpo, elasticità e aderenza.

Applicazioni concrete

- Monitoraggio multiparametrico nello sci, nel calcio, nel nuoto, nel tennis/padel
- Sistemi per la riabilitazione post-infortunio
- Soluzioni sviluppate con attenzione alla trasferibilità industriale e all'uso sul campo

Stato di maturità tecnologica

I sistemi indossabili hanno raggiunto un elevato livello di maturità tecnologica, con nuovi servizi in fase di sviluppo.

Linee di sviluppo

Integrazione dei wearable con l'intelligenza artificiale per l'analisi di grandi set di dati.

Perché è rilevante per Milano Cortina 2026

Tecnologie già mature e applicabili al monitoraggio degli atleti negli sport invernali, con potenziale impatto su performance, sicurezza e gestione dell'allenamento.

Respirare la performance: tecnologie per misurare l'efficienza respiratoria

Andrea Aliverti – Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria

Di cosa si occupa la ricerca

La ricerca si concentra sullo studio dell'efficienza respiratoria nello sport attraverso lo sviluppo e l'utilizzo di dispositivi portatili e wearable per la misura continua dei parametri cardiorespiratori, sia in laboratorio sia in condizioni reali di allenamento e gara.

Un tema centrale è il **locomotor-respiratory coupling (LRC)**, ovvero l'accoppiamento tra ritmo del movimento e respirazione, rilevante negli sport di endurance.

Tipologie di dispositivi

- Dispositivi portatili
- Wearable con elettronica rigida
- Wearable flessibili ed e-textile
- Dispositivi applicabili (patch)
- Paradenti strumentati (mouth guards)
- Strumentazione di laboratorio

Ambiti di ricerca

- Valutazione funzionale respiratoria
- Imaging polmonare
- Wearable devices e digital health

Applicazioni

- Monitoraggio continuo dei parametri cardiorespiratori durante l'attività sportiva
- Analisi dell'efficienza respiratoria e dell'adattamento allo sforzo
- Supporto all'ottimizzazione della performance negli sport di endurance

Contesto di ricerca

Le attività sono svolte all'interno del **LARES – Respiration Analysis Laboratory**, con un approccio interdisciplinare che integra ingegneria, fisiologia e tecnologie digitali.

Perché è rilevante per Milano Cortina 2026

Le tecnologie sviluppate consentono di analizzare e ottimizzare la risposta respiratoria degli atleti negli sport invernali di endurance, supportando performance e sicurezza in condizioni ambientali impegnative.

Modelli digitali e performance sportive

Paola F. Antonietti – Direttrice Laboratorio MOX, Dipartimento di Matematica

Di cosa si occupa la ricerca

Il Laboratorio MOX conduce ricerca interdisciplinare di frontiera in modellazione matematica, analisi numerica, statistica applicata e calcolo scientifico, applicando questi strumenti alle scienze applicate e all'ingegneria, inclusi i sistemi sportivi ad alte prestazioni.

La ricerca utilizza la **matematica come linguaggio universale** per descrivere, simulare e ottimizzare la performance atletica, le attrezzature sportive e le strategie di gara.

Approccio metodologico

- Modelli fisico-matematici e simulazioni CFD e strutturali
- Digital twin di atleti, attrezzature e sistemi sportivi
- Analisi statistica avanzata dei dati
- High Performance Computing (HPC)

Applicazioni concrete

- Ottimizzazione di imbarcazioni da competizione e sistemi atleta–attrezzo (vela, canottaggio olimpico)
- Riduzione della resistenza idrodinamica e valutazione della performance nei costumi da nuoto, in collaborazione con aziende del settore
- Analisi e ottimizzazione della performance di atleti professionisti con infortuni al legamento crociato anteriore (ACL)
- Supporto alla progettazione di attrezzature e abbigliamento sportivo ad alte prestazioni tramite simulazioni numeriche

Analisi statistica delle performance

I dati provenienti da sensori avanzati, traiettorie continue e reti relazionali vengono analizzati per supportare atleti, squadre, federazioni e aziende nell'ottimizzazione di allenamento, trattamenti medici, dispositivi sportivi, movimenti atletici e strategie di squadra.

Perché è rilevante per Milano Cortina 2026

Le stesse tecnologie matematiche e computazionali sono applicabili agli sport invernali per simulare condizioni di gara, ottimizzare attrezzature e supportare le decisioni tecniche senza la necessità di test complessi sul campo.

PANEL 2 – Aerodinamica, materiali intelligenti e attrezzature del futuro

La Galleria del Vento come laboratorio sportivo

Claudio Somaschini – Dipartimento di Meccanica

Di cosa si occupa la ricerca

La Galleria del Vento del Politecnico di Milano è utilizzata come laboratorio sperimentale per lo studio dell'aerodinamica applicata agli sport invernali, consentendo di analizzare in modo controllato l'interazione tra atleta, attrezzatura e flusso d'aria.

Sport e ambiti di applicazione

- Sci alpino e snowboard
- Slittino e skeleton
- Pattinaggio di velocità
- Salto con gli sci

Ricerca sui materiali

Studio aerodinamico dei materiali e delle superfici utilizzate nelle attrezzature sportive, con test dedicati anche in assenza dell'atleta.

Perché è rilevante per Milano Cortina 2026

La Galleria del Vento consente di ottimizzare posture, attrezzature e materiali per discipline olimpiche invernali, supportando lo sviluppo di soluzioni ad alte prestazioni in vista dei Giochi.

Nuove solette per lo sci alpino: materiali alternativi ingegnerizzati

Paolo M. Ossi – SWIS Lab, Dipartimento di Energia

Di cosa si occupa la ricerca

Sviluppo di materiali alternativi per le solette degli sci alpini con l'obiettivo di migliorare le prestazioni di scorrimento, la resistenza all'usura e la sostenibilità ambientale rispetto ai materiali tradizionali.

Materiali e approccio

- Studio del degrado delle solette in UHMWPE su neve aggressiva
- Sostituzione della base in UHMWPE con acciaio inox AISI 301H, mantenendo invariati geometria e peso dello sci

Applicazioni e test

- Prototipi di sci testati in campo su pendii rettilinei
- Misure del coefficiente di attrito neve-sci tramite tribometro da neve
- Test sperimentali condotti anche in ambiente reale (Valtournenche, 2025)

Destinatari delle soluzioni

- Sciatori agonisti (sci alpino, sci alpinismo)
- Noleggio sci
- Sciatori ricreativi

Perché è rilevante per Milano Cortina 2026

Nuove soluzioni per attrezzature più performanti e durabili negli sport invernali, con attenzione alla riduzione dell'impatto ambientale delle solette tradizionali.

Cryolab: laboratorio della neve e del ghiaccio

Gianpaolo Rosati – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

Di cosa si occupa la ricerca

Il Cryolab è un laboratorio dedicato allo studio sperimentale dell'interazione tra strutture, materiali e ambiente in condizioni di neve e ghiaccio. Le attività comprendono la misura delle proprietà

reologiche del manto nivale e del ghiaccio, lo studio dei fenomeni nivo-glaciali e la validazione di modelli fisici e numerici.

Ambiti di ricerca

- Proprietà reologiche di neve e ghiaccio (coefficiente di attrito di contatto)
- Produzione di neve artificiale tramite sistemi di diffusione e studio del reticolo cristallino in funzione di temperatura e metodo di produzione
- Meccanica della frattura dei ghiacci, formazione di iceberg e applicazioni alla navigazione in acque ghiacciate
- Dinamica delle valanghe: esperimenti di laboratorio in scala, modellistica 1D–2D e sistemi di protezione
- Valutazione dell'età della neve per stime di accumulo stagionale
- Studio del comportamento di materiali e sistemi meccanici alle basse temperature (tribologia)

Applicazioni

- Studio del coefficiente di attrito tra neve e superfici per applicazioni sportive (sci, scioline, tute)
- Applicazioni automobilistiche (attrito su neve e ghiaccio)
- Protezione di strade e infrastrutture da ghiaccio e neve
- Studio dell'effetto del ghiaccio su linee aeree

Infrastrutture di ricerca

- Camera climatica con campo di temperatura da -70°C a $+80^{\circ}\text{C}$
- Tunnel e celle dedicate alla sperimentazione su neve e ghiaccio

Perché è rilevante per Milano Cortina 2026

Le ricerche del Cryolab forniscono basi scientifiche per lo sviluppo e la validazione di materiali, attrezzature e infrastrutture utilizzate negli sport invernali e nei contesti alpini.

Modellazione numerica per l'ottimizzazione di superfici sportive

Luca Andena – PolyEngLab / E4Sport Lab, Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica

Di cosa si occupa la ricerca

Studio del ruolo dei materiali nello sport attraverso la modellazione numerica e la simulazione del

comportamento meccanico di superfici e dispositivi sportivi, con l'obiettivo di migliorare prestazioni, sicurezza e adattamento all'atleta.

Approccio metodologico

- Simulazione numerica del comportamento meccanico di schiume e materiali polimerici
- Analisi dell'effetto di materiale, densità e microstruttura sulle prestazioni
- Applicazione dei modelli a superfici sportive e dispositivi di protezione

Applicazioni concrete

- Superfici sportive e piste di atletica ad alte prestazioni
- Dispositivi di protezione e caschi più sicuri e leggeri
- Dispositivi per sport adattati, con riduzione del peso fino al 50% (es. impugnature)

Evidenze applicative

Le soluzioni sviluppate sono alla base di superfici sportive di livello internazionale, come le piste di atletica di nuova generazione utilizzate in competizioni record.

Perché è rilevante per Milano Cortina 2026

Le competenze sulla progettazione di superfici e materiali sportivi possono essere applicate anche agli sport invernali, contribuendo a migliorare sicurezza, prestazioni e sostenibilità delle infrastrutture.

PANEL 3 – Robotica, inclusione e sport per tutti

Giochi, ausili e realtà virtuale per una motricità inclusiva a scuola

Manuela Galli – Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria / Laboratorio E4Sport

Di cosa si occupa la ricerca

La ricerca si concentra sull'uso di tecnologie innovative, giochi, ausili e realtà virtuale per favorire una motricità inclusiva, in particolare nel contesto scolastico, con l'obiettivo di contrastare l'esclusione sociale e promuovere il benessere fisico e psicologico dei bambini.

Le attività si sviluppano all'interno del **Laboratorio E4Sport**, struttura di riferimento del Politecnico di Milano per atleti professionisti, amatori e con disabilità, squadre, federazioni e stakeholder interessati all'innovazione tecnologica applicata allo sport.

Ambiti di intervento

- Valutazione funzionale delle capacità motorie
- Materiali e tecnologie innovative per lo sport
- Sport per tutti, inclusione sociale e disabilità

- Trasformazione digitale e valutazione dell'impatto sociale ed economico

Progetto Active³

Progetto di innovazione e inclusione nelle scuole primarie che adotta un approccio multidisciplinare per consentire anche ai bambini più fragili di vivere l'attività motoria come esperienza ludica, educativa e inclusiva.

Elementi chiave del progetto

- Sviluppo di kit tecnologici low cost distribuiti nelle scuole
- Coinvolgimento di scuole, clinici, ricercatori e istituzioni sanitarie
- Promozione della salute e del benessere attraverso l'attività motoria

Risultati

- Oltre 700 bambini coinvolti presso il Polo di Lecco
- Oltre 200 bambini coinvolti nelle scuole tramite kit low cost
- 9 scuole partecipanti
- Coinvolgimento di insegnanti, clinici, ricercatori, studenti e personale tecnico-amministrativo

Perché è rilevante per Milano Cortina 2026

La ricerca contribuisce alla dimensione inclusiva e sociale dello sport, rafforzando il valore educativo e l'eredità sociale dei Giochi Olimpici e Paralimpici.

Tecnologie per migliorare l'accessibilità e l'inclusione nello sport

Alessandra Pedrocchi – Nearlab / We-Cobot Interdept. Lab., Politecnico di Milano

Di cosa si occupa la ricerca

La ricerca si concentra sullo sviluppo di tecnologie e prototipi per migliorare l'accessibilità allo sport e la riabilitazione, con particolare attenzione alle discipline paralimpiche e all'interazione uomo-macchina.

Ambiti e laboratori

Attività svolte presso **Nearlab** e **We-Cobot Interdepartmental Lab**, con competenze in sport engineering, riabilitazione e sistemi robotici collaborativi.

Applicazioni concrete

- Sviluppo di prototipi per lo sport paralimpico e la riabilitazione
- Partecipazione al **Cyathlon** (competizione internazionale per persone con disabilità e ausili tecnologici)

Collegamenti progettuali

- Attività di ricerca in continuità con il progetto **ActiveE³**, per il trasferimento delle soluzioni dalla competizione all'accessibilità diffusa

Perché è rilevante per Milano Cortina 2026

Le tecnologie sviluppate contribuiscono al rafforzamento della dimensione paralimpica e inclusiva dei Giochi, favorendo l'accesso allo sport e l'innovazione negli ausili.

Un approccio multidisciplinare per innovare gli sport invernali

Marta Gandolla – Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria / Laboratorio E4Sport

Di cosa si occupa la ricerca

La ricerca si sviluppa all'interno di **E4Sport**, laboratorio interdipartimentale del Politecnico di Milano che integra competenze trasversali per affrontare le sfide degli sport invernali attraverso un approccio multidisciplinare.

La missione di E4Sport è contribuire alla trasformazione dell'ecosistema sportivo mediante innovazioni **upstream** (tecnologie, materiali, attrezzature, arene) e **downstream** (trasformazione digitale, sport tech, imprenditorialità sociale e formazione).

Approccio metodologico – Integrazione di:

- Strategia di gara
- Biomeccanica
- Analisi dell'attività muscolare
- Studio dell'interazione atleta–attrezzo

Applicazioni concrete

- **Sci alpinismo**: analisi delle tecniche di progressione (andatura alternata, doppio appoggio, andatura mista) per l'identificazione della condotta di gara ottimale in funzione della pendenza
- Studio delle diverse fasi della disciplina (salita e discesa), inclusi assetto degli attacchi, utilizzo delle pelli e gestione dell'attrito
- **Sci alpino paralimpico**: valutazione delle strategie motorie e adattamento della tecnologia all'atleta

Metodo sperimentale

Test in laboratorio (fase 1), su erba (fase 2) e su neve (fase 3).

Perché è rilevante per Milano Cortina 2026

Lo sci alpinismo debutta come disciplina olimpica ai Giochi Invernali di Milano Cortina 2026; le ricerche di E4Sport supportano l'ottimizzazione della performance e l'adattamento tecnologico nelle discipline olimpiche e paralimpiche.

PANEL 4 – Dalla progettazione degli impianti alla legacy olimpica

L'architettura dello sport come motore di rigenerazione urbana e sociale

Emilio Faroldi – Prorettore Vicario, Politecnico di Milano

Di cosa si occupa la ricerca e la visione progettuale

La riflessione affronta il ruolo dell'**architettura dello sport** come infrastruttura culturale, urbana e sociale, capace di incidere sull'identità dei luoghi, sulla qualità dello spazio pubblico e sui processi di rigenerazione delle città.

Lo sport è interpretato come fenomeno **multidisciplinare**, che intreccia tradizione, storia, passione, tecnologia, design, inclusione e dimensione collettiva.

Assi concettuali

- Infrastruttura sportiva come **luogo urbano**
- Relazione tra **scala, paesaggio e città**
- Centralità dell'identità e del valore collettivo dello sport

Olimpiadi e legacy urbana

- **Roma 1960**: Olimpiade urbana
- **Londra 2012**: resilienza e rigenerazione
- **Parigi 2024**: temporaneità come strategia progettuale

Formazione e futuro

La costruzione della legacy olimpica passa anche dalla **formazione** e dalla capacità di progettare infrastrutture sportive pensate per il lungo periodo, oltre l'evento.

Perché è rilevante per Milano Cortina 2026

Milano Cortina 2026 rappresenta un'occasione per ripensare l'architettura dello sport come motore di rigenerazione urbana, sociale e culturale, evitando il rischio di un'assenza di legacy.

Infrastrutture per la salute liquide per i Giochi Olimpici

Stefano Capolongo – Design & Health Lab, Politecnico di Milano

Di cosa si occupa la ricerca

La ricerca si concentra sulla progettazione, pianificazione e valutazione di **infrastrutture sanitarie e socio-sanitarie** in chiave di *Urban Health*, *Hospital Design* e *Healthy Buildings*, con particolare attenzione ai grandi eventi e ai contesti ad alta complessità territoriale.

Il Design & Health Lab opera come **WHO Collaborating Centre** e sviluppa metodologie evidence-based per supportare decisioni progettuali orientate alla tutela e promozione della salute.

OFFLAB Niguarda

Unità di sperimentazione tecnico-scientifica dedicata alle architetture ospedaliere e agli ambienti socio-sanitari, sviluppata in collaborazione con l'Ospedale Niguarda, per attività interdisciplinari su salute, prevenzione e qualità degli spazi.

Applicazioni per Milano Cortina 2026

Supporto ai processi di progettazione per infrastrutture sanitarie olimpiche secondo un modello **Hub & Spoke**:

- **Hub @ Milano Niguarda – Ospedale Olimpico**: ristrutturazione e ampliamento di padiglioni esistenti (DEA – Emergency Unit; Pad. 13 Olympic Operation Center; Pad. 16 Olympic Ward Department)
- **Spoke @ Milano Porta Romana – Villaggio Olimpico**: strutture modulari temporanee con ambulatori polispecialistici, emergenza, diagnostica, unità odontoiatrica e farmacia
- **Spoke @ Livigno**: costruzione modulare temporanea (330 mq), collegamento con elisuperficie, emergenza-urgenza completa, connessione alla Casa della Sanità
- **Spoke @ Bormio**: costruzione modulare temporanea (550 mq) con emergenza, ambulatori, centro prelievi, distribuzione farmaci, fisioterapia

Formazione e legacy

Il corso **Smart Hospital**, nato come Ambassador Course, integra competenze di Healthcare Design e Ingegneria Biomedica per formare figure capaci di progettare infrastrutture sanitarie flessibili e resilienti.

Perché è rilevante per Milano Cortina 2026

Il modello di infrastrutture sanitarie liquide consente di rispondere ai picchi temporanei di domanda sanitaria durante i Giochi, lasciando una legacy strutturale e formativa per i territori coinvolti.

→ Nel corso dell'evento, è stato effettuato un **monitoraggio dal vivo delle funzioni vitali e delle prestazioni sportive di un'atleta di sci alpinismo**, frutto del lavoro del team del Politecnico di Milano guidato dal prorettore del Polo di Lecco **Marco Tarabini**, e formato dai docenti **Carlo Gorla**, **Manuela Galli** e **Diego Scaccabarozzi**. Per la dimostrazione è stata monitorata **Silvia Boscacci**, atleta di sci alpinismo della nazionale junior (under 20) del Comitato Regionale Alpi Centrali FISI che collabora con l'ateneo.

PER INFORMAZIONI:

Media Relations, relazionimedia@polimi.it