

Documento Societario

Visione e strategia di SIBioC-Medicina di Laboratorio per promuovere la sostenibilità e la transizione green dei laboratori clinici

Paola Galozzi, Martina Montagnana, Laura Sciacovelli, Laura Roli, Rita Mancini, Umberto Basile, Sergio Bernardini, Massimo Pieri e Tommaso Trenti a nome della Divisione Innovazione, Sostenibilità e Transizione Green dei Laboratori clinici di SIBioC- Medicina di Laboratorio.

Abstract

SIBioC-Medicina di Laboratorio considera la sostenibilità ambientale, economica e sociale parte essenziale della qualità diagnostica e della responsabilità professionale nel laboratorio clinico. In coerenza con EFLM, promuove la transizione verso laboratori green e sostenibili come obiettivo strategico, vedendo la sostenibilità come evoluzione naturale dei sistemi di gestione, per ottimizzare le risorse e migliorare il valore per pazienti e collettività. In linea con le priorità globali in materia di sostenibilità ambientale, come delineato dall'Agenda 2030 ONU, dall'European Green Deal e dalle iniziative EFLM, SIBioC-Medicina di Laboratorio intende promuovere una strategia nazionale volta a rendere i laboratori clinici più sostenibili e rispettosi dell'ambiente, tenendo conto dell'elevata intensità tecnologica e del significativo consumo di risorse che caratterizzano questo settore. In questo documento si presenta il razionale scientifico, le iniziative europee, i risultati della survey tra soci SIBioC e una roadmap operativa per sviluppare le strategie di sostenibilità. I dati della Survey se da un lato mostrano una conoscenza limitata delle iniziative orientate alla sostenibilità, dall'altro propongono un forte interesse e disponibilità al coinvolgimento per sviluppare una politica di sostenibilità. Si propone l'integrazione della sostenibilità nei sistemi Qualità, il ruolo della certificazione Green & Sustainable Laboratory di EFLM, indicatori per monitoraggio ambientale e suggerimenti su energia, smaltimento di rifiuti, reagenti, acqua, procurement, digitalizzazione e formazione.

SIBioC-Medicina di Laboratorio può guidare questo percorso in Italia, supportando formazione, standard e indicatori, reti professionali e dialogo istituzionale.

Parole chiave: sostenibilità; Medicina di Laboratorio; Green Labs; EFLM; SIBioC-Medicina di Laboratorio; ISO 15189; ISO 14001; KPI; green procurement; appropriatezza diagnostica.

Introduzione

Il concetto di sviluppo sostenibile è stato definito formalmente nel 1987 dal rapporto *Our Common Future* della World Commission on Environment and Development, con l'obiettivo di soddisfare i bisogni della generazione attuale senza compromettere la capacità delle generazioni future di avere risorse per le proprie esigenze (1). Successivamente, tale principio ha trovato un'ulteriore articolazione nell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile,

adottata nel 2015 dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite e sottoscritta dai 193 Stati membri, tra cui l'Italia. L'Agenda 2030 identifica 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (*Sustainable Development Goals*, SDGs) volti a promuovere trasformazioni sistemiche di lungo periodo nei settori ambientale, sociale, economico e istituzionale (2). A livello europeo, i principi dell'Agenda 2030 sono stati recepiti e sviluppati attraverso l'European Green Deal, adottato dalla Commissione Europea nel 2019, che definisce una strategia globale per la sostenibilità ambientale, la riduzione delle emissioni di gas serra e la promozione di una crescita economica sostenibile, svincolata dal consumo intensivo di risorse non rinnovabili. Gli obiettivi delineati prevedono una diminuzione del 55% delle emissioni nette di gas serra entro il 2030 e il conseguimento della neutralità climatica entro il 2050 (3). Nell'ambito del recente dibattito europeo è stata avanzata una proposta ulteriormente ambiziosa, volta a ridurre le emissioni nette fino al 90% entro il 2040, pur richiedendo una progressiva definizione degli strumenti normativi e operativi da parte dei singoli Stati membri (4). In tale quadro, il settore sanitario assume una funzione strategica: da un lato, è responsabile della tutela della salute pubblica e individuale; dall'altro, genera un impatto ambientale rilevante, correlato ai consumi energetici, alla produzione di rifiuti, alla complessità delle catene di approvvigionamento e all'utilizzo rilevante di tecnologie, materiali e dispositivi monouso. Si stima che i sistemi sanitari siano responsabili di circa il 4,4% delle emissioni globali di gas serra, originate sia dalle attività dirette delle strutture sanitarie sia dai processi di produzione, trasporto, utilizzo e smaltimento di beni e servizi sanitari (5-7).

La Medicina di Laboratorio rappresenta un pilastro essenziale all'interno del sistema sanitario moderno, fornendo un contributo determinante alle attività diagnostiche, prognostiche, terapeutiche e di monitoraggio clinico. Tuttavia, la natura altamente tecnologica, automatizzata e continuativa delle attività di laboratorio rende questa area particolarmente critica sotto il profilo della sostenibilità ambientale. L'elevato fabbisogno energetico delle apparecchiature, il consistente utilizzo di plastica monouso, reagenti, acqua e materiali di consumo, insieme alla produzione di rifiuti sanitari e biologici, sottolineano la necessità di un'attenta valutazione del ruolo del laboratorio clinico nella transizione ecologica del sistema sanitario (8).

SIBioC-Medicina di laboratorio riconosce la sostenibilità ambientale, economica e sociale come componente integrante della qualità dei servizi diagnostici e della responsabilità professionale del laboratorio clinico. In coerenza con le iniziative promosse da EFLM, SIBioC identifica la transizione verso modelli di Green & Sustainable Laboratory come una priorità strategica. La sostenibilità non deve essere interpretata come un requisito aggiuntivo o un vincolo operativo, ma come un'evoluzione naturale dei sistemi di gestione della qualità, orientata all'ottimizzazione delle risorse, alla riduzione degli sprechi, al miglioramento dell'appropriatezza diagnostica e alla generazione di valore per il paziente e per la collettività.

Sostenibilità e impatto ambientale della Medicina di Laboratorio

I laboratori clinici presentano un elevato consumo di energia e acqua e producono quantità significative di rifiuti, tra cui quelli biologici pericolosi che richiedono trattamenti specifici e spesso ad alto impatto ambientale (9), rispetto alla maggior parte degli altri ambienti lavorativi. Pur considerando che il singolo esame può presentare un impatto ambientale contenuto, il volume complessivo delle prestazioni determina un effetto cumulativo rilevante. Ad esempio, si stima che un emocromo completo comporti un consumo energetico pari a quello necessario per percorrere circa 800 metri con un'automobile a benzina di media cilindrata (10). Il dato, seppur modesto per ogni test, diventa rilevante considerando i milioni di esami annuali nei laboratori clinici. Segnalare e monitorare il consumo energetico delle tecnologie può ridurre i costi richiedendo la formazione del personale sulle procedure di risparmio energetico. La prescrizione non appropriata rappresenta inoltre un elemento critico: il sovra utilizzo degli esami di laboratorio genera consumi non necessari di risorse, aumento dei costi, incremento del carico di lavoro, maggiore produzione di rifiuti ed eventuale esecuzione di ulteriori indagini non indispensabili. Il sottoutilizzo, viceversa, può causare ritardi diagnostici, peggioramento degli esiti clinici e ulteriore impiego di risorse sanitarie. Pertanto, la sostenibilità in Medicina di Laboratorio deve essere intesa non esclusivamente come riduzione dei consumi materiali, ma anche come appropriatezza diagnostica, razionalizzazione dei percorsi, ottimizzazione dei pannelli di esami, corretto utilizzo di algoritmi diagnostici (ad esempio nel *reflex testing*) e valorizzazione delle competenze professionali del laboratorista.

Negli ultimi anni sono stati progressivamente introdotti strumenti operativi volti a favorire la transizione verso laboratori più sostenibili dal punto di vista ambientale, organizzativo e sociale. La letteratura internazionale evidenzia l'importanza di integrare la sostenibilità nei processi operativi quotidiani, nella formazione dei professionisti, nei sistemi di gestione della qualità, nelle procedure di acquisto e nella definizione di indicatori misurabili (11-13). In questa prospettiva, la sostenibilità deve essere considerata una componente integrata della governance del laboratorio, e non un requisito accessorio o separato dalla qualità.

Iniziative europee e internazionali

La European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM), che riveste un ruolo di riferimento per la comunità europea dei professionisti di laboratorio in particolare per SiBiOC-Medicina di Laboratorio che ne fa parte, ha istituito nel 2021 la Task Force “Green & Sustainable Laboratories” (TF-GSL). L’obiettivo della TF-GSL consiste nel promuovere e sostenere la transizione dei laboratori clinici verso pratiche attente alla riduzione dell'impronta carbonica, all'efficientamento energetico e idrico, nonché alla gestione responsabile di rifiuti e sostanze chimiche, preservando al contempo la qualità e l'affidabilità dei risultati analitici. La Task Force ha redatto linee guida rivolte ai professionisti della Medicina di Laboratorio, disponibili in diverse lingue, tra cui l'italiano, che presentano raccomandazioni operative volte a migliorare la sostenibilità dei laboratori clinici (14). Le principali aree di intervento includono l'ottimizzazione dei consumi energetici e idrici, la gestione delle sostanze chimiche, la minimizzazione della produzione di rifiuti, l'adozione di comportamenti

organizzativi appropriati, la formazione continua e la sensibilizzazione del personale. Per agevolare l'implementazione delle raccomandazioni, sono state realizzate checklist modulari utili per l'autovalutazione e la pianificazione di interventi gradualmente di miglioramento. Inoltre, la disponibilità di risorse educative e materiali divulgativi sul portale EFLM Green Labs costituisce uno strumento aggiuntivo per la diffusione di competenze e buone pratiche (15).

Tra le iniziative di maggiore rilievo promosse da EFLM figura il programma di certificazione “Green & Sustainable Laboratories”, destinato ai laboratori pubblici e privati che desiderano sottoporsi a una valutazione formale basata su criteri di sostenibilità ambientale. Il programma prende in esame aspetti quali la gestione dei rifiuti, il consumo energetico, l'impiego delle risorse idriche, la gestione delle sostanze chimiche pericolose e l'implementazione di pratiche organizzative sostenibili. In tal modo, la certificazione EFLM si configura come uno strumento operativo per tradurre concretamente i principi della sostenibilità nel contesto del laboratorio clinico. Oltre alle iniziative europee avviate da EFLM, vi è l'attività internazionale di My Green Lab, un'organizzazione non profit originaria degli Stati Uniti e oggi riconosciuta come riferimento globale per la sostenibilità nei laboratori scientifici, inclusi quelli clinici e biomedici (16). My Green Lab ha sviluppato programmi di certificazione e metodologie di valutazione che prendono in considerazione energia, materiali, rifiuti, chimica sostenibile e pratiche organizzative. Di particolare rilevanza è il programma ACT — *Accountability, Consistency, Transparency* — concepito per offrire informazioni trasparenti sull'impatto ambientale dei prodotti destinati ai laboratori e favorire scelte di approvvigionamento informate e responsabili (17).

Nel complesso, le progettualità di EFLM e My Green Lab dimostrano che la sostenibilità nei laboratori richiede l'adozione di standard, metriche, sistemi di certificazione, percorsi formativi e meccanismi di governance strutturata, superando l'approccio basato su singole azioni isolate.

Ruolo di SIBioC-Medicina di Laboratorio

Nel panorama italiano, SIBioC-Medicina di Laboratorio si impegna a promuovere iniziative strutturate volte a favorire la transizione verso modelli di laboratorio clinico sostenibili, in linea con le direttive europee e internazionali. In qualità di Società Scientifica nazionale affiliata all'EFLM, SIBioC-Medicina di Laboratorio riconosce il programma EFLM Green Labs come principale riferimento europeo per lo sviluppo di iniziative nazionali sulla sostenibilità dei laboratori clinici. La documentazione disponibile sul portale EFLM, comprensiva della traduzione italiana dei materiali, costituisce una risorsa operativa fondamentale per la cui diffusione SIBioC-Medicina di Laboratorio può svolgere un ruolo significativo.

L'istituzione della Divisione Innovazione e Sostenibilità, avvenuta nel 2026, rappresenta un passaggio strategico in questa direzione. Gli obiettivi prioritari della Divisione si articolano in quattro azioni principali:

- integrare i principi di sostenibilità nei processi clinico-diagnostici;

- favorire l'adozione consapevole e sostenibile dell'innovazione tecnologica;
- assicurare un utilizzo responsabile delle risorse;
- valorizzare il contributo dei professionisti sanitari nelle politiche ambientali e organizzative.

Il ruolo di SIBioC-Medicina di Laboratorio non si limita alla sensibilizzazione culturale, pur essenziale, ma si estende alla produzione di strumenti applicativi, alla definizione di indicatori, alla promozione di programmi formativi, alla creazione di reti professionali multispecialistiche e al dialogo attivo con istituzioni, Direzioni aziendali, Regioni, centrali di committenza e aziende produttrici di diagnostici in vitro.

Survey SIBioC sulla transizione green nei laboratori clinici

SIBioC-Medicina di Laboratorio ha realizzato, nel periodo giugno-settembre 2025, una survey rivolta ai propri soci, con l'obiettivo di indagare il livello di conoscenza, sensibilità, organizzazione interna e disponibilità al coinvolgimento dei professionisti italiani della Medicina di Laboratorio rispetto alle tematiche della sostenibilità.

La survey mirava a valutare: la familiarità con le iniziative SIBioC ed EFLM in materia di sostenibilità; la conoscenza della certificazione EFLM "Green & Sustainable Laboratories"; la presenza di figure specializzate dedicate alla sostenibilità nei laboratori; l'interesse verso percorsi di certificazione; la propensione al coinvolgimento attivo nelle iniziative; la diffusione di politiche di acquisto sostenibile; l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili; la percezione del supporto delle Direzioni aziendali. Il questionario condotto su base volontaria e anonima su base nazionale ha raccolto 134 risposte, principalmente da laboratori pubblici, seguiti da strutture private e centri di ricerca. I dati salienti sono riportati nella Tabella 1.

L'analisi evidenzia una conoscenza ancora limitata delle iniziative SIBioC ed EFLM riguardanti la sostenibilità: solo il 20,9% dei rispondenti afferma di essere informato, mentre oltre il 79% riporta una conoscenza nulla o superficiale. In modo analogo, il progetto di certificazione EFLM "Green & Sustainable Laboratories" è conosciuto dal 16,4% degli intervistati. Un aspetto di rilievo concerne l'assenza, nella maggior parte dei laboratori, di figure dedicate alla promozione di politiche ambientali, dato che il 77,6% dei rispondenti riferisce la mancanza di un referente specifico. Si riscontra tuttavia un potenziale di sviluppo significativo: il 60,5% dei partecipanti si dichiara interessato alla certificazione EFLM e oltre il 68% manifesta disponibilità a collaborare attivamente. Dal punto di vista organizzativo, le politiche di acquisto sostenibile sono poco adottate: circa un quarto dei laboratori le applica regolarmente, mentre il 74% le utilizza raramente o mai. La presenza di fonti di energia rinnovabile risulta limitata, segnalata dal 7,5% degli intervistati, e un numero considerevole dichiara di non conoscere la situazione della propria struttura. Significativo è anche il dato relativo al supporto delle Direzioni aziendali: il 44,8% ritiene probabile un interesse o sostegno aziendale, mentre oltre il 50% non è in grado di esprimere una valutazione, sottolineando la necessità di una maggiore partecipazione dei livelli decisionali.

I risultati evidenziano un livello di conoscenza ancora limitato delle iniziative nazionali ed europee in materia di sostenibilità, accompagnato da un notevole interesse tra i professionisti. Si registra un significativo disallineamento tra la mancanza di una *governance* strutturata nei laboratori e la disponibilità manifestata al coinvolgimento attivo, suggerendo che la transizione verso la sostenibilità sia ostacolata non solo da fattori culturali, ma anche dall'assenza di strumenti, ruoli definiti, percorsi e riferimenti operativi. È necessario interpretare i risultati della survey tenendo in considerazione alcuni limiti metodologici: la partecipazione su base volontaria, il numero limitato di rispondenti, una possibile sovrarappresentazione di soggetti già sensibilizzati al tema e l'assenza di una valutazione oggettiva delle performance ambientali dei laboratori. Nonostante ciò, la survey rappresenta un valido punto di partenza per guidare le iniziative di SIBioC-Medicina di Laboratorio e per delineare una roadmap nazionale condivisa.

Sistemi di gestione ambientale e integrazione con i sistemi qualità esistenti

La gestione ambientale comprende l'insieme di politiche, procedure, strumenti e responsabilità attraverso cui un'organizzazione identifica, controlla e migliora le proprie prestazioni ambientali. Un Sistema di Gestione Ambientale (SGA) strutturato consente di individuare e valutare gli aspetti ambientali significativi, quali consumi energetici e idrici, emissioni, rifiuti, utilizzo di sostanze chimiche e impatti associati ai processi operativi. Esso consente inoltre di definire obiettivi misurabili, pianificare azioni di miglioramento, monitorare le performance e attivare interventi correttivi in caso di scostamenti. Lo standard internazionale di riferimento è la ISO 14001:2015, applicabile a qualsiasi organizzazione che intenda migliorare le proprie prestazioni ambientali attraverso un approccio sistematico e orientato al miglioramento continuo (18). Sebbene non sia stato sviluppato specificamente per i laboratori medici, lo standard è pienamente applicabile anche in questo ambito. L'adozione di un SGA conforme alla ISO 14001 consente di integrare la dimensione ambientale nei processi decisionali e operativi, promuovendo la prevenzione dell'inquinamento, la riduzione degli impatti e l'uso responsabile delle risorse.

A livello europeo, strumenti come EMAS (*Eco-Management and Audit Scheme*) consolidano l'approccio alla trasparenza ambientale, richiedendo la pubblicazione di una dichiarazione ambientale validata e favorendo un dialogo chiaro con gli stakeholder. La famiglia ISO 14000 offre ulteriori strumenti per la valutazione delle prestazioni ambientali e la comunicazione, sostenendo una gestione basata su misurabilità e rendicontazione. Nei laboratori clinici italiani, i sistemi di garanzia della qualità si sviluppano su più livelli: requisiti regionali per autorizzazione e accreditamento istituzionale, certificazione volontaria secondo la norma ISO 9001 e accreditamento secondo ISO 15189. La ISO 9001:2015 propone un modello gestionale focalizzato sui processi, sull'orientamento al cliente, sulla gestione delle non conformità, sulle azioni correttive e sul miglioramento continuo (19). La ISO 15189 costituisce lo standard specifico per i laboratori medici, integrando requisiti relativi alla qualità e alla competenza tecnica del personale (20).

L'aumentata attenzione verso la *patient safety* e gli errori diagnostici sottolinea l'importanza di potenziare il ruolo professionale del laboratorio, includendo il controllo dell'intero processo analitico, l'appropriatezza della richiesta, l'interpretazione dei risultati e l'integrazione nei percorsi diagnostico-terapeutici. In questo contesto, la sostenibilità rappresenta una naturale estensione della qualità: un laboratorio sostenibile adotta un utilizzo responsabile delle risorse, riduce gli sprechi, ottimizza i processi e garantisce standard elevati di sicurezza e affidabilità.

L'integrazione della ISO 14001 nei sistemi qualità già basati su ISO 9001 e ISO 15189 non deve essere interpretata come una sovrapposizione burocratica, ma come un'evoluzione organizzativa. Molti elementi sono comuni: analisi del contesto, leadership, gestione del rischio, pianificazione, competenze, documentazione, audit interni, gestione delle non conformità e miglioramento continuo. Gli aspetti ambientali possono quindi essere incorporati nei processi già governati dal sistema qualità, includendo approvvigionamento, gestione dei reagenti, utilizzo dei materiali di consumo, controllo dei rifiuti, consumi energetici e idrici, manutenzione delle apparecchiature, conservazione e trasporto dei campioni.

La certificazione EFLM Green Labs

Le indicazioni operative promosse dal programma EFLM Green Labs trovano una naturale collocazione all'interno dei sistemi qualità già esistenti. Le norme ISO 9001 e ISO 15189 possono essere interpretate come framework organizzativi e gestionali in grado di accogliere e sistematizzare le raccomandazioni EFLM, traducendole in processi formalizzati, monitorabili e sottoposti a riesame. La certificazione EFLM "Green & Sustainable Laboratories" rappresenta, in questo senso, un complemento applicativo specifico per i laboratori clinici, capace di tradurre i principi generali della sostenibilità in azioni concrete e misurabili. La EFLM Task Force Green & Sustainable Laboratories e il programma "Green Labs" si propongono di fornire linee guida operative e criteri di riferimento per promuovere la sostenibilità ambientale nei laboratori medici. Istituita per supportare la medicina di laboratorio verso un sistema sanitario sostenibile, la Task Force garantisce l'efficienza delle risorse sotto il profilo ecologico, sociale ed economico, mantenendo elevati standard di qualità per pazienti e clinici. La certificazione "Green & Sustainable Laboratory" rappresenta uno strumento riconosciuto per attestare l'adozione di pratiche sostenibili nei laboratori, includendo raccomandazioni su gestione dei prodotti chimici, efficienza energetica, consumo idrico, gestione dei rifiuti e riduzione delle emissioni, con particolare attenzione all'identificazione di interventi misurabili.

Numerosi laboratori europei, ad ora, hanno già ottenuto e rinnovato con successo la certificazione EFLM Green Labs, dimostrando che innovazione e misure concrete sono efficaci nella riduzione delle emissioni di CO₂ e nella promozione di una gestione responsabile. Le indicazioni operative del programma EFLM Green Labs si integrano naturalmente nei sistemi di qualità esistenti, favorendo la trasformazione di raccomandazioni e best practice in requisiti monitorabili e soggetti a miglioramento continuo. In questo contesto, le norme ISO 9001 e ISO

15189 costituiscono un framework organizzativo idoneo a sistematizzare e formalizzare le indicazioni della certificazione EFLM Green Labs all'interno dei processi di gestione, consentendo la loro integrazione come requisiti operativi coerenti con la governance della qualità.

Inoltre, l'approccio EFLM valorizza la formazione continua e la sensibilizzazione dei professionisti di laboratorio, promuovendo indicatori di performance ambientale e l'integrazione della sostenibilità nella cultura professionale. In sintesi, le iniziative EFLM nel campo della sostenibilità ambientale, in particolare la certificazione "Green & Sustainable Laboratory", costituiscono un complemento fondamentale ai sistemi di gestione basati sulle norme ISO, offrendo criteri applicativi specifici che traducono i principi generali di sostenibilità in azioni misurabili e coerenti con la qualità diagnostica. Gli aspetti ambientali possono essere incorporati nei processi governati dal sistema qualità, tra cui approvvigionamento, gestione dei reagenti, materiali di consumo, controllo dei rifiuti, consumi energetici e idrici, manutenzione delle apparecchiature e trasporto dei campioni. Competenze proprie della Medicina di Laboratorio, quali appropriatezza prescrittiva, reflex testing, riduzione dei prelievi non necessari, ottimizzazione delle sedute analitiche, gestione razionale delle scorte e contenimento dei reagenti scaduti, contribuiscono direttamente al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità.

Indicatori e KPI per la transizione green

La determinazione di indicatori di performance rappresenta un presupposto essenziale per convertire i principi della sostenibilità in attività concretamente misurabili e verificabili. La letteratura contemporanea sottolinea il valore degli strumenti oggettivi nell'analisi dell'impatto ambientale delle operazioni di laboratorio, nell'individuazione di opportunità di miglioramento, nel sostegno alle scelte organizzative e nel favorire il benchmarking tra diverse strutture (21-25).

L'identificazione dei KPI risulta strettamente connessa ai percorsi di certificazione green, conformemente alle disposizioni EFLM, e all'organizzazione dei sistemi di qualità. Da una prospettiva metodologica, gli indicatori di sostenibilità devono essere integrati nel ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) e nei processi di revisione del sistema di gestione. Tali indicatori devono presentare caratteristiche di rilevanza, misurabilità, riproducibilità, comparabilità ed essere, ove possibile, normalizzati rispetto al volume delle attività svolte.

Espressi per test effettuato, campione analizzato, linea o seduta analitica, tali indicatori permettono il confronto tra laboratori di diversa scala e complessità. Attualmente, non esistono target universalmente riconosciuti applicabili a tutti i contesti del laboratorio. Si suggerisce pertanto un approccio graduale: valutazione dello stato iniziale, identificazione delle aree prioritarie, definizione di obiettivi locali realistici, monitoraggio dei progressi e successivo sviluppo del benchmarking a livello regionale o nazionale.

La Tabella 2 illustra un esempio di set di indicatori e KPI utilizzabili nei laboratori clinici, da adattare alle specifiche esigenze organizzative, tecnologiche e dimensionali di ciascun

laboratorio. L'adozione di un set minimo di indicatori condivisi può costituire una delle prime iniziative operative di SIBioC-Medicina di Laboratorio. Nella fase iniziale, l'obiettivo prioritario non dovrebbe essere la definizione di parametri rigidi e uniformi, bensì la promozione della misurazione, della consapevolezza e del miglioramento continuo. In seguito, la raccolta multicentrica dei dati potrebbe consentire lo sviluppo di benchmark nazionali e la definizione di standard di riferimento più solidi.

Green procurement e approvvigionamento sostenibile

Il processo di procurement assume un ruolo cruciale nella promozione della sostenibilità, permettendo di agire preventivamente sul ciclo di vita di tecnologie, reagenti, materiali e servizi. Seguendo le direttive EFLM, l'integrazione dei criteri ambientali nelle procedure di acquisto orienta il mercato verso soluzioni a ridotto impatto ambientale, facilitando scelte in linea con gli obiettivi di decarbonizzazione. Attualmente, la normativa europea non contempla una certificazione energetica specifica per le strumentazioni mediche analoga a quella prevista per gli elettrodomestici. Tuttavia, requisiti inerenti a sicurezza, prestazioni, ciclo di vita, smaltimento ed efficienza sono progressivamente incorporati nelle disposizioni relative ai dispositivi medici e all'ecoprogettazione. Il Regolamento (UE) 2017/745 sui dispositivi medici si concentra principalmente su aspetti di sicurezza e prestazioni, includendo comunque elementi pertinenti alla gestione del ciclo di vita e dello smaltimento. Lo standard EN 60601 disciplina la sicurezza elettrica delle apparecchiature elettromedicali. Più recentemente, il Regolamento (UE) 2024/1781 sull'ecodesign ha introdotto criteri di sostenibilità dei prodotti, tra cui il Passaporto Digitale del Prodotto, di potenziale applicazione anche alle tecnologie impiegate nei laboratori.

Un aspetto critico attuale è la limitata disponibilità di dati oggettivi e confrontabili relativi ai consumi energetici effettivi delle apparecchiature. Durante la fase di acquisto, la valutazione tecnologica privilegia parametri quali produttività, affidabilità, costo unitario e integrazione organizzativa, mentre risultano meno considerati fattori come consumo energetico, impatto dei materiali, packaging, manutenzione, durabilità, possibilità di aggiornamento, smaltimento e programmi di ritiro. In futuro, sarebbe opportuno esprimere la produttività non esclusivamente come campioni/ora, ma anche come campioni/kWh, integrando il costo energetico e ambientale tra i criteri decisionali. Il green procurement dovrebbe incorporare: certificazioni ambientali dei fornitori (es. ISO 14001), riduzione degli imballaggi, uso di materiali riciclabili, disponibilità di dati energetici, programmi di manutenzione e aggiornamento, prolungamento del ciclo di vita delle apparecchiature, processi di ritiro e smaltimento sostenibile, valutazione LCA (*life cycle assessment*) di prodotti e tecnologie. La letteratura internazionale conferma che le scelte di procurement incidono significativamente sull'impatto ambientale dei sistemi sanitari e che una corretta valutazione del ciclo di vita rappresenta uno strumento essenziale per favorire decisioni più responsabili e sostenibili.

Nel contesto italiano, definito da procedure di acquisto frequentemente centralizzate su scala aziendale, interaziendale o regionale, il ruolo dei professionisti di Medicina di Laboratorio è fondamentale per la determinazione dei requisiti tecnici e qualitativi dei capitolati.

L'integrazione dei criteri di sostenibilità deve avvenire senza pregiudicare aspetti quali sicurezza, qualità analitica, continuità del servizio, tracciabilità e appropriatezza clinica. Di conseguenza, una collaborazione efficace tra laboratoristi, uffici acquisti, ingegnerie cliniche, Direzioni sanitarie, centrali di committenza e industria IVD è imprescindibile per garantire l'effettiva realizzazione del green procurement. Anche interventi infrastrutturali considerati semplici, come l'introduzione di sistemi di illuminazione LED ad alta efficienza, possono contribuire compiutamente alla riduzione dei consumi energetici. Tuttavia, tali misure devono essere valutate anche in riferimento al benessere degli operatori, tenendo conto di parametri quali intensità luminosa, temperatura di colore, comfort visivo e potenziale impatto sull'attività in ambienti complessi.

Appropriatezza diagnostica come leva di sostenibilità

L'appropriatezza prescrittiva costituisce un elemento essenziale per la sostenibilità nel contesto della Medicina di Laboratorio, ove il concetto di efficacia clinica e appropriatezza sono considerati il “sacro Graal” della Medicina di Laboratorio. La riduzione degli esami non necessari, delle duplicazioni e dei percorsi diagnostici inefficienti favorisce sicuramente un miglioramento simultaneo della qualità clinica, della sicurezza del paziente, dell'efficienza gestionale, della sostenibilità economica e della tutela ambientale.

Le possibili strategie comprendono l'adozione di intervalli minimi per la ripetizione dei test, sistemi di alert o blocco per richieste duplicate, revisione dei profili diagnostici, applicazione di algoritmi di reflex e reflective testing, audit prescrittivi, consulenza del professionista in Medicina di Laboratorio, collaborazione con i clinici e integrazione nei sistemi informatici di richiesta esami. La finalità non è una riduzione indiscriminata del numero di test, anzi l'inappropriatezza è la non esecuzione di esami necessari, bensì l'assicurare che l'esame sia appropriato dal punto di vista clinico, tempestivo e rilevante per il percorso assistenziale del paziente.

Il conseguimento della sostenibilità del laboratorio implica anche una puntuale governance della domanda diagnostica. In tale contesto, le competenze professionali del laboratorista assumono un ruolo centrale, in quanto consentono di integrare conoscenze analitiche, interpretazione clinica, valutazione dei processi e gestione responsabile delle risorse.

Raccomandazioni operative SIBioC-Medicina di Laboratorio

Sulla base delle evidenze disponibili, delle iniziative europee e dei risultati emersi dalla survey SIBioC, è possibile individuare alcune priorità operative per promuovere, nel contesto italiano, la transizione dei laboratori clinici verso modelli organizzativi più sostenibili. In tale prospettiva, la roadmap riportata nella Tabella 3 propone un percorso progressivo articolato in obiettivi, azioni e tempi di attuazione. L'istituzione, nel 2026, della Divisione Innovazione e Sostenibilità di SIBioC-Medicina di Laboratorio rappresenta un passaggio strategico per coordinare e valorizzare tali iniziative. La Divisione potrà svolgere un ruolo di indirizzo scientifico, formativo e operativo, favorendo l'integrazione della sostenibilità nei processi diagnostici, nei sistemi qualità, nelle politiche di appropriatezza e nelle strategie di procurement.

Le priorità operative possono essere sintetizzate nelle seguenti raccomandazioni.

Raccomandazione 1. Sviluppare programmi formativi nazionali sulla sostenibilità in Medicina di Laboratorio

È prioritario inserire la sostenibilità nei programmi di formazione e aggiornamento professionale rivolti a dirigenti di laboratorio, tecnici sanitari di laboratorio biomedico, responsabili qualità e professionisti coinvolti nei processi diagnostici. La formazione dovrebbe superare un approccio esclusivamente teorico al tema ambientale e promuovere una cultura integrata, nella quale sostenibilità, qualità, appropriatezza, sicurezza, innovazione e valore clinico siano considerati componenti complementari della buona pratica di laboratorio.

Raccomandazione 2. Creare una rete nazionale SIBioC Green Labs

SIBioC-Medicina di Laboratorio dove promuovere la costituzione di una rete nazionale di laboratori impegnati in percorsi di sostenibilità, coinvolgendo anche i delegati regionali e le realtà già attive in iniziative locali. La rete SIBioC Green Labs deve favorire lo scambio di esperienze, la raccolta di dati, il benchmarking, la condivisione di strumenti operativi e il supporto ai laboratori interessati ad avviare percorsi di autovalutazione o certificazione secondo modelli europei, inclusi quelli promossi da EFLM.

Raccomandazione 3. Integrare la sostenibilità nei sistemi qualità

I laboratori certificati secondo ISO 9001 o accreditati secondo ISO 15189 dispongono già di un'infrastruttura gestionale idonea a integrare requisiti ambientali, indicatori di performance, audit interni, analisi dei rischi e piani di miglioramento. L'integrazione della sostenibilità nei sistemi qualità consente di evitare iniziative frammentarie o episodiche, trasformando le azioni green in processi strutturati, documentati, verificabili e monitorabili nel tempo.

Raccomandazione 4. Definire un set essenziale di KPI nazionali per i progetti Green Lab

La disponibilità di indicatori semplici, progressivi e confrontabili rappresenta uno strumento fondamentale per valutare la situazione iniziale dei laboratori, identificare le aree critiche e monitorare l'efficacia degli interventi realizzati. SIBioC-Medicina di Laboratorio potrebbe promuovere un set minimo nazionale di KPI, utilizzabile inizialmente per attività di autovalutazione e successivamente per programmi di benchmarking tra laboratori. Tali indicatori dovrebbero riguardare, ad esempio, consumi energetici, utilizzo di acqua, produzione di rifiuti, razionalizzazione dei materiali di consumo, appropriatezza prescrittiva e impatto dei processi preanalitici, analitici e postanalitici.

Raccomandazione 5. Inserire criteri di sostenibilità nei capitolati di gara

La sostenibilità del laboratorio non può dipendere esclusivamente dall'impegno dei singoli operatori, ma richiede scelte organizzative, investimenti, disponibilità di dati sui consumi, capitolati aggiornati e collaborazione con l'industria della diagnostica in vitro. È pertanto essenziale coinvolgere Direzioni aziendali, istituzioni sanitarie regionali e nazionali, centrali di committenza e aziende produttrici di dispositivi diagnostici in vitro, affinché nei processi di acquisizione di tecnologie, reagenti, materiali

e servizi siano progressivamente introdotti criteri di sostenibilità ambientale, efficienza energetica, riduzione dei rifiuti e ottimizzazione logistica.

Raccomandazione 6. Valorizzare l'appropriatezza diagnostica come strumento di sostenibilità

La riduzione degli esami non necessari, delle duplicazioni, delle ripetizioni inappropriate e dei percorsi diagnostici inefficienti rappresenta una leva strategica di sostenibilità. L'appropriatezza diagnostica consente infatti di migliorare simultaneamente la qualità clinica, la sicurezza del paziente, l'efficienza economica e la sostenibilità ambientale. Per questo motivo dovrebbe essere considerata parte integrante della politica green del laboratorio clinico e non un ambito separato dalle iniziative ambientali.

Raccomandazione 7. Promuovere la produzione e la condivisione di esperienze operative

La raccolta sistematica di esperienze già avviate, casi studio, audit ambientali, progetti di riduzione dei consumi, iniziative di procurement sostenibile e percorsi di certificazione può favorire la diffusione di buone pratiche su base regionale e nazionale. SIBioC-Medicina di Laboratorio può assumere un ruolo di coordinamento nella raccolta, valutazione, validazione e disseminazione di tali esperienze, contribuendo alla costruzione di un patrimonio condiviso di strumenti e modelli applicabili nei diversi contesti organizzativi del laboratorio clinico.

Conclusioni

La sostenibilità costituisce una delle principali sfide strategiche per la Medicina di Laboratorio contemporanea. Il laboratorio clinico deve garantire risultati affidabili, tempestivi e clinicamente rilevanti, contribuendo al contempo alla riduzione dell'impatto ambientale del sistema sanitario. Tale trasformazione deve essere interpretata non come una limitazione della qualità, bensì come un processo evolutivo che valorizza competenze professionali, appropriatezza diagnostica e responsabilità organizzativa.

L'integrazione dei principi di sostenibilità nei sistemi di gestione consolidati, basati sugli standard ISO 9001 e ISO 15189, unitamente all'adozione di strumenti specifici come ISO 14001 e la certificazione EFLM Green & Sustainable Laboratories, rappresenta un'opportunità concreta per la costruzione di modelli organizzativi orientati a una maggiore sostenibilità ambientale. Qualità analitica, professionalità, appropriatezza diagnostica e tutela ambientale devono essere considerati fattori sinergici nella generazione di valore per il paziente, il sistema sanitario e la collettività.

SIBioC-Medicina di Laboratorio si propone di svolgere un ruolo di rilievo nel guidare questo percorso in Italia, promuovendo attività di formazione, standardizzazione, sviluppo di indicatori condivisi, reti professionali, dialogo con il settore industriale e supporto ai laboratori impegnati in percorsi di miglioramento o certificazione. La Medicina di Laboratorio italiana è chiamata ad assumere una posizione centrale nella transizione ecologica del sistema sanitario, rafforzando al contempo il proprio valore scientifico, professionale e sociale.

Bibliografia

1. World Commission on Environment and Development. *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press; 1987. Disponibile da: <https://www.brundtland.co.za/wp-content/uploads/2022/08/Brundtland-Report-1987-Our-Common-Future.pdf>
2. United Nations. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: United Nations; 2015. Disponibile da: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
3. European Commission. *The European Green Deal*. Brussels: European Commission; 2019. Disponibile da: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it
4. United Nations. *The Sustainable Development Goals Report 2025*. New York: United Nations; 2025. Disponibile da: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2025/>
5. Sörme P, Weitze S. Improving the environmental impact paradox of clinical medical laboratories. *Clin Biochem* 2026. doi: 10.1016/j.clinbiochem.2026.111091.
6. Health Care Without Harm, ARUP. *Health care's climate footprint: how the health sector contributes to the global climate crisis and opportunities for action*. 2019. Disponibile da: https://global.noharm.org/sites/default/files/documents-files/5961/HealthCaresClimateFootprint_092319.pdf
7. Singh H, et al. The Lancet Commission on Sustainable Health Care measurement framework for advancing sustainable health care transformation. *Lancet Planet Health* 2026;10:101398. doi:10.1016/j.lanplh.2025.101398.
8. Glover RT, Connelly J, Gammie A, Kilcoyne J, Ozben T, Santos A, Wiencek JR. Sustainability in laboratory medicine. *Clin Chem* 2023;69:1212-1219. doi:10.1093/clinchem/hvad156.
9. Keil M, et al. Carbon footprint of healthcare systems: a systematic review of evidence and methods. *BMJ Open* 2024;14:e078464.
10. McAlister S, Grant T, McGain F. An LCA of hospital pathology testing. *Int J Life Cycle Assess* 2021;26:1753-1763.
11. Galozzi P, Sciacovelli L, Basso D. A call-to-action for energy conservation and sustainability in the clinical laboratory: experiences from the University of Padova. *Clin Biochem* 2024;125:110727. doi:10.1016/j.clinbiochem.2024.110727.
12. Scott S. Embedding education into clinical laboratory professional training to foster sustainable development and greener practice. *Clin Chem Lab Med* 2023;61:638-641. doi:10.1515/cclm-2022-1152.
13. Badrick T, Aykal G, Mannisto T, Anetor J; Task Force on the Environmental Impact of Laboratory Medicine. Practical sustainable laboratory medicine. *Clin Chim Acta* 2025;577:120452. doi:10.1016/j.cca.2025.120452.
14. European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. *EFLM guidelines for green and sustainable medical laboratories*. Milan: EFLM; 2022. Disponibile da: <https://www.eflm.eu/upload/docs/EFLM-GREEN-LAB-BOOKLET.pdf>

15. European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. *Green Labs educational resources*. Disponibile da: <https://greenlabs.eflm.eu/educational-resources>
16. My Green Lab. *My Green Lab*. Disponibile da: <https://mygreenlab.org/>
17. Shell BR, Bruns N. Lab sustainability programs LEAF and My Green Lab®: impact, user experience & suitability. *RSC Sustainability* 2024;2:3383-3396.
18. UNI EN ISO 14001:2015. *Sistemi di gestione ambientale – Requisiti e guida per l'uso*. Milano: UNI; 2015.
19. UNI EN ISO 9001:2015. *Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti*. Milano: UNI; 2015.
20. UNI EN ISO 15189:2024. *Laboratori medici – Requisiti riguardanti la qualità e la competenza*. Milano: UNI; 2024.
21. Mattman A, Simons J. Laboratory medicine and sustainability: towards a green lab. *Clin Biochem* 2026;142:111072. doi:10.1016/j.clinbiochem.2025.111072.
22. Ahmed S, Fatimi AS, Siddiqui I, Abbas G, Iqbal S, Shafi M, Arbab K, Uppal R, Shaukat A, Khan MD, Khan MQA, Zubairi AM, Naqvi SHN, Alam JM, Ozben T. Sustainability practices and green lab initiatives in clinical laboratories in Pakistan: a national e-survey-based analysis. *EJIFCC* 2026;37:84-96.
23. Shorten RJ, Sanders A, Farley M, Josse S, Shafiq S, Harris C, Clegg A, Hill J. Environmental sustainability of clinical laboratories: a scoping review. *Ann Clin Biochem* 2025. doi:10.1177/00045632251391759.
24. Plebani M, et al. Clinical laboratories: production, management, and sustainability. *Clin Chem Lab Med* 2020.
25. Valdenassi L, Bjørklund G, Tirelli U, Chirumbolo S. The environmental impact of inappropriate clinical laboratory testing: what's new? *J Appl Lab Med* 2025;10:1072-1074. doi:10.1093/jalm/jfaf050.
26. European Parliament and Council of the European Union. Regulation (EU) 2017/745 of 5 April 2017 on medical devices. *Off J Eur Union* 2017;L117:1-175.
27. International Electrotechnical Commission. IEC 60601. *Medical electrical equipment – General requirements for basic safety and essential performance*. Geneva: IEC.
28. European Parliament and Council of the European Union. Regulation (EU) 2024/1781 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for sustainable products. *Off J Eur Union* 2024.
29. Sherman JD, Thiel C, MacNeill A, Eckelman MJ, Dubrow R, Hopf H, Lagasse R, Bialowitz J, Costello A, Forbes M. The green print: advancement of environmental sustainability in healthcare. *Resour Conserv Recycl* 2020;161:104882.
30. Eckelman MJ, Huang K, Lagasse R, Senay E, Dubrow R, Sherman JD. Health care pollution and public health damage in the United States: an update. *Health Aff* 2020;39:2071-2079.
31. Ozben T, Fragão-Marques M. Chemical strategies for sustainable medical laboratories. *Clin Chem Lab Med* 2023.

32. Rapp-Wright H, Pollard C. A three-pillar approach to laboratory sustainability in environmental analysis. *ACS Sustainable Resource Management* 2025. doi:10.1021/acssusresmgt.5c00425.

Tabella 1. Principali risultati della survey nazionale condotta nel periodo giugno-settembre 2025 da SIBioC sulla transizione green dei laboratori clinici cui hanno risposto 134 colleghi in anonimato.

Ambito indagato	Risultato principale	Interpretazione
Provenienza da laboratori pubblici	80,6%	Prevalenza del contesto pubblico tra i rispondenti
Provenienza da strutture private	16,4%	Rappresentanza minoritaria ma significativa del settore privato
Provenienza da ambiti di ricerca	3,0%	Limitata partecipazione da contesti prevalentemente di ricerca
Conoscenza delle iniziative SIBioC/EFLM sulla sostenibilità	20,9%	Conoscenza ancora limitata delle iniziative societarie ed europee
Conoscenza nulla o superficiale delle iniziative SIBioC/EFLM	>79%	Necessità di programmi strutturati di informazione e formazione
Conoscenza della certificazione EFLM “Green & Sustainable Laboratories”	16,4%	Scarsa diffusione della conoscenza del percorso certificativo
Assenza di figure dedicate alle politiche ambientali	77,6%	Mancanza di governance ambientale formalizzata nella maggior parte dei laboratori
Interesse verso la certificazione EFLM	60,5%	Elevato potenziale di sviluppo e adesione a percorsi strutturati
Disponibilità a coinvolgimento attivo	>68%	Buona propensione dei professionisti alla partecipazione
Adozione regolare di politiche di acquisto sostenibile	circa 25%	Green procurement ancora poco diffuso
Applicazione rara o assente di politiche di acquisto sostenibile	>74%	Necessità di strumenti e criteri condivisi per i capitolati
Presenza dichiarata di fonti di energia rinnovabile	7,5%	Limitata integrazione percepita di energia rinnovabile
Mancata conoscenza della situazione energetica della propria struttura	24,6%	Necessità di maggiore trasparenza informativa a livello aziendale
Possibile interesse o supporto delle Direzioni aziendali	44,8%	Presenza di un potenziale spazio di dialogo istituzionale
Impossibilità di valutare il supporto aziendale	>50%	Necessità di coinvolgere maggiormente i livelli decisionali

Tabella 2. Proposta di indicatori e KPI per il monitoraggio della sostenibilità nei laboratori clinici in ragione della strategia di transizione green dei laboratori

Area	Indicatore	Unità di misura	Fonte del dato	Frequenza suggerita	KPI operativo / obiettivo di miglioramento
Energia	Consumo energetico totale	kWh/anno	Bollette, contatori, facility management	Annuale/trimestrale	Riduzione progressiva dei consumi complessivi
Energia	Consumo energetico per test	kWh/test	Dati energetici + LIS	Trimestrale	Riduzione annuale del consumo per test
Energia	Quota di energia da fonti rinnovabili	%	Direzione tecnica/fornit ore energia	Annuale	Incremento progressivo della quota rinnovabile
Impronta carbonica	Carbon footprint per linea analitica	kg CO ₂ eq/test o per linea	Dati strumentali, consumi, volumi attività	Annuale	Identificazione delle linee a maggiore impatto
Rifiuti	Produzione totale di rifiuti sanitari	kg/anno	Registro rifiuti, servizio ambientale	Annuale/trimestrale	Riduzione progressiva dei rifiuti prodotti
Rifiuti	Rifiuti per test	g/test	Registro rifiuti + LIS	Trimestrale	Riduzione dei rifiuti normalizzati per attività
Rifiuti	Percentuale rifiuti pericolosi/non pericolosi	%	Registro rifiuti	Trimestrale	Miglioramento della segregazione
Materiali	Consumo di plastica monouso	pezzi/test o kg/test	Magazzino, acquisti	Semestrale	Riduzione della plastica monouso ove possibile
Reagenti	Volume o quantità di reagenti per test	mL/test o unità/test	Magazzino, sistemi analitici	Trimestrale	Ottimizzazione dell'utilizzo dei reagenti
Reagenti	Reagenti scaduti o inutilizzati	% o valore economico	Magazzino, contabilità analitica	Semestrale	Riduzione dei reagenti eliminati

Area	Indicatore	Unità di misura	Fonte del dato	Frequenza suggerita	KPI operativo / obiettivo di miglioramento
Reagenti	Scorte critiche o sovradimensionate	numero/eventi	Magazzino	Semestrale	Migliore programmazione e degli approvvigionamenti
Acqua	Consumo idrico totale	m ³ /anno	Bollette, contatori	Annuale/trimestrale	Riduzione progressiva del consumo idrico
Acqua	Consumo idrico per test	L/test	Consumi idrici + LIS	Trimestrale	Riduzione del consumo normalizzato
Acqua	Presenza di sistemi di ricircolo/recupero	sì/no; % implementazione	Direzione tecnica	Annuale	Introduzione progressiva di sistemi di recupero
Procurement	Fornitori con certificazioni ambientali	%	Ufficio acquisti, documentazione fornitori	Annuale	Aumento della quota di fornitori certificati
Procurement	Gare con criteri ambientali inseriti	%	Capitolati, ufficio acquisti	Annuale	Inserimento sistematico di criteri green
Procurement	Prodotti con packaging sostenibile	%	Schede prodotto, fornitori	Annuale	Riduzione degli imballaggi non riciclabili
Procurement	Strumentazioni con dati energetici disponibili	%	Schede tecniche, produttori	Annuale	Richiesta sistematica di dati kWh/test
Digitalizzazione	Referti digitali	%	LIS, sistemi informativi	Annuale	Progressiva eliminazione del cartaceo evitabile
Digitalizzazione	Consumo di carta	risme/anno o fogli/test	Magazzino	Annuale	Riduzione annuale dell'utilizzo di carta
Rifiuti	Quota di rifiuti riciclati	%	Servizio ambientale	Annuale	Incremento della quota riciclabile/riciclata

Area	Indicatore	Unità di misura	Fonte del dato	Frequenza suggerita	KPI operativo / obiettivo di miglioramento
Processo	Test duplicati evitabili	numero o %	LIS, audit prescrittivi	Trimestrale	Riduzione delle duplicazioni inappropriate
Appropriatezza	Test bloccati o segnalati da regole prescrittive	numero o %	CPOE, LIS	Trimestrale	Monitoraggio dell'efficacia delle regole di appropriatezza
Governance	Presenza di referente Green Lab	sì/no	Organigramma	Annuale	Nomina del referente o gruppo green
Governance	Audit ambientali interni	numero/anno	Sistema qualità	Annuale	Inserimento della sostenibilità negli audit
Formazione	Personale formato sulla sostenibilità	%	Ufficio formazione	Annuale	Incremento progressivo del personale formato
Cultura organizzativa	Proposte di miglioramento green	numero/anno	Sistema qualità, segnalazioni interne	Annuale	Aumento delle proposte valutate e implementate
Riesame direzione	Obiettivi ambientali discussi nel riesame	sì/no; numero obiettivi	Sistema qualità	Annuale	Integrazione stabile nel riesame della direzione

Tabella 3. Roadmap SIBioC-Medicina di Laboratorio per la transizione verso laboratori clinici sostenibili, in coerenza con le indicazioni EFLM sui modelli di Green & Sustainable Laboratory

Orizzonte temporale	Obiettivi principali	Azioni prioritarie	Risultati attesi
Breve termine 1–2 anni	Sensibilizzare la comunità professionale e definire le basi operative per l'avvio dei percorsi di sostenibilità nei laboratori clinici	Avvio di programmi formativi nazionali; diffusione delle iniziative Green Labs promosse da EFLM; identificazione di referenti regionali e locali; costituzione della rete SIBioC Green Labs; definizione di un set minimo di KPI; avvio di progetti pilota e attività di autovalutazione.	Maggiore consapevolezza professionale; disponibilità di strumenti iniziali condivisi; implementazione delle prime esperienze pilota; identificazione dei laboratori interessati a percorsi strutturati di sostenibilità.
Medio termine 3–5 anni	Integrare stabilmente la sostenibilità nei sistemi di gestione, nei processi qualità e nelle politiche organizzative dei laboratori.	Implementazione dei KPI nei sistemi qualità; introduzione di audit ambientali e piani di miglioramento; integrazione di criteri green nei capitolati di gara; promozione dell'appropriatezza diagnostica come leva di sostenibilità; supporto e promozione ai laboratori nei percorsi di certificazione Green Labs EFLM; sviluppo di attività di benchmarking.	Sostenibilità integrata nei sistemi qualità; dati confrontabili tra laboratori; maggiore diffusione di pratiche green; prime certificazioni o riconoscimenti secondo modelli europei; maggiore coinvolgimento delle direzioni aziendali e dell'industria IVD.
Lungo termine >5 anni	Consolidare e standardizzare a livello nazionale la transizione dei laboratori clinici verso modelli sostenibili, misurabili e coerenti con gli standard europei.	Diffusione nazionale dei modelli Green & Sustainable Laboratory; integrazione progressiva delle politiche di sostenibilità nei processi di accreditamento e valutazione; definizione di standard nazionali; consolidamento della rete SIBioC Green Labs; aggiornamento periodico dei KPI; disseminazione	Adozione diffusa di modelli sostenibili di laboratorio clinico; armonizzazione nazionale delle pratiche green; consolidamento di standard condivisi; miglioramento documentato dell'impatto ambientale, dell'efficienza organizzativa e dell'appropriatezza diagnostica.

Orizzonte temporale	Obiettivi principali	Azioni prioritarie	Risultati attesi
--------------------------------	-----------------------------	---------------------------	-------------------------

sistematica di esperienze, casi
studio e buone pratiche.