Costruire laboratori medici sostenibili e resilienti: integrare qualità, innovazione digitale e responsabilità ambientale

- African Medical Centre of Excellence (AMCE), Abuja, Nigeria (ORCID: 0000-0003-4754-3339)

Pubblicato: 12/10/2026 | DOI: 10.82098/icmed-mag.2026.08.004

ABSTRACT

Un laboratorio sostenibile non si limita a ridurre consumi e sprechi, ma integra qualità, sicurezza del paziente, innovazione digitale e resilienza organizzativa. L'articolo propone un modello basato su sei dimensioni complementari per migliorare l'efficienza delle risorse, l'appropriatezza dei test diagnostici e la continuità operativa, senza compromettere la qualità delle prestazioni.

I laboratori medici sono essenziali per la sanità moderna, ma la loro crescente attività comporta anche un aumento del consumo di energia, acqua, reagenti, materiali di consumo e altre risorse. Allo stesso tempo, i laboratori devono garantire la continuità operativa anche in presenza di eventi meteorologici estremi, guasti infrastrutturali, interruzioni della catena di approvvigionamento, incidenti di cybersicurezza, guasti alle apparecchiature e carenze di personale.

Sostenibilità e resilienza non dovrebbero quindi essere considerate separatamente dalla qualità dei laboratori. Un laboratorio sostenibile deve continuare a fornire risultati accurati, tempestivi e clinicamente significativi, utilizzando le risorse in modo responsabile e mantenendo la capacità di rispondere alle interruzioni operative. La recente letteratura sulla sostenibilità dei laboratori ha sottolineato la necessità di passare da iniziative ambientali isolate ad approcci integrati, estesi all'intera organizzazione. [1,2]

Questo articolo propone un modello per laboratori medici sostenibili e resilienti (*Sustainable and Resilient Medical Laboratory Framework*) che integra sei dimensioni complementari.

Il modello per laboratori medici sostenibili e resilienti

Il modello riconosce che nessun singolo intervento può rendere sostenibile un laboratorio. I miglioramenti ambientali non devono compromettere la qualità diagnostica, la trasformazione digitale non deve introdurre nuove vulnerabilità e la riduzione dei costi non deve mai limitare

 © 2026 ICMED S.r.l.

l'esecuzione di esami clinicamente necessari.

La sostenibilità deve invece essere considerata un sistema integrato in cui valore clinico, gestione responsabile delle risorse, tecnologia, persone e resilienza si rafforzano reciprocamente.

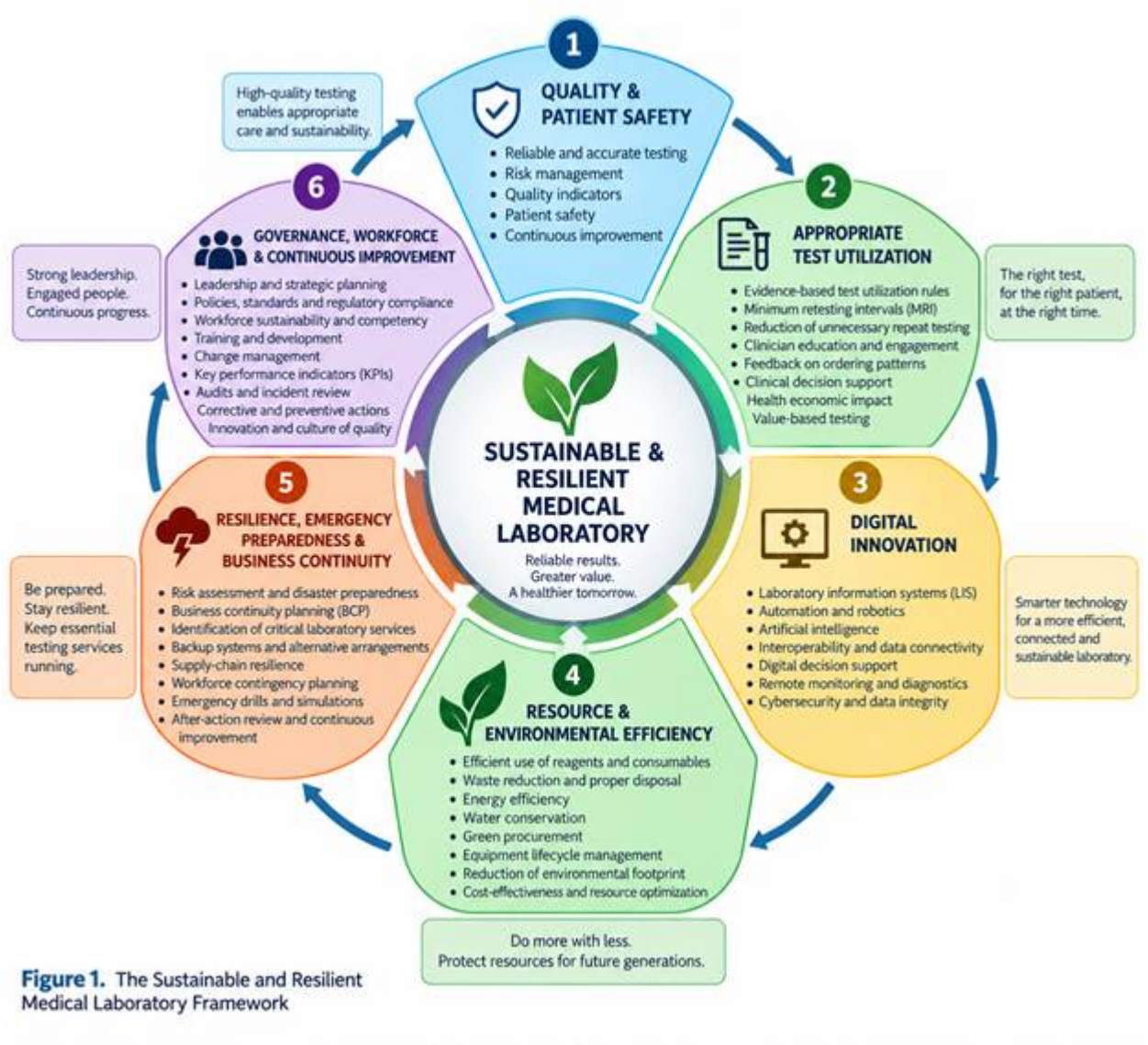


Figure 1. The Sustainable and Resilient Medical Laboratory Framework

image**Figura 1. Il modello per laboratori medici sostenibili e resilienti**

1. Qualità e sicurezza del paziente

La qualità e la sicurezza del paziente rimangono alla base del modello. L'affidabilità dei servizi di laboratorio dipende dalla capacità di fornire risultati accurati, tempestivi e clinicamente appropriati.

Il miglioramento della qualità può contribuire direttamente anche alla sostenibilità. Ridurre il

rifiuto dei campioni, gli errori analitici, la ripetizione non necessaria degli esami, i flussi di lavoro inefficienti e i ritardi evitabili può migliorare contemporaneamente la sicurezza del paziente e ridurre il consumo di reagenti, materiali di consumo, energia e tempo del personale.

La sostenibilità dovrebbe quindi essere considerata un'estensione del miglioramento della qualità, anziché un programma aggiuntivo e parallelo.

2. Appropriatezza nell'utilizzo degli esami diagnostici

La sostenibilità inizia prima ancora che un esame venga eseguito. Il principio dovrebbe essere semplice: *l'esame giusto, per il paziente giusto, al momento giusto*.

L'utilizzo appropriato degli esami, basato sulle evidenze scientifiche, può comprendere algoritmi clinici, regole per la prescrizione elettronica, sistemi di supporto alle decisioni cliniche, analisi e feedback sulle modalità prescrittive e intervalli minimi per la ripetizione degli esami (*Minimum Retesting Intervals*, MRI). Gli MRI aiutano a individuare richieste ripetute che difficilmente apporterebbero un ulteriore valore clinico, consentendo comunque eccezioni clinicamente appropriate. La CADTH ha sviluppato raccomandazioni sugli MRI basate sul consenso degli esperti, evidenziandone il potenziale contributo alla riduzione delle ripetizioni inappropriate degli esami e a una gestione più responsabile delle risorse. [3]

La formazione dei medici è essenziale, poiché l'utilizzo appropriato degli esami di laboratorio è una responsabilità condivisa tra i professionisti di laboratorio e i team clinici.

È importante sottolineare che l'appropriatezza non consiste semplicemente nel ridurre il numero degli esami, ma nell'aumentare il valore di ogni esame eseguito.

Un esempio pratico proviene da un'iniziativa di miglioramento della qualità condotta in un centro oncologico, nella quale gli MRI basati sulle evidenze sono stati combinati con avvisi del sistema informativo di laboratorio e attività formative rivolte ai medici. Nell'arco di sei mesi sono stati evitati 353 esami non necessari, con un risparmio stimato di circa 1.750 dollari statunitensi. [4]

Questo esempio dimostra come l'appropriatezza degli esami possa collegare qualità clinica, strumenti digitali, gestione responsabile delle risorse ambientali ed economia sanitaria.

3. Innovazione digitale

I sistemi informativi di laboratorio, i middleware, l'automazione, l'interoperabilità, l'intelligenza

artificiale e gli strumenti digitali di supporto alle decisioni possono migliorare l'efficienza e ridurre le attività non necessarie.

Tuttavia, la digitalizzazione non è automaticamente sostenibile. I sistemi digitali richiedono energia, infrastrutture, manutenzione, cybersicurezza e personale qualificato. La tecnologia dovrebbe quindi essere valutata in base al suo valore clinico e operativo, garantendo al contempo una corretta governance dei dati, la cybersicurezza e un'adeguata preparazione del personale.

L'obiettivo dovrebbe essere un'innovazione digitale appropriata, piuttosto che l'adozione della tecnologia fine a sé stessa.

4. Efficienza delle risorse e sostenibilità ambientale

La sostenibilità ambientale va oltre la semplice raccolta differenziata dei rifiuti. È necessario considerare l'intero percorso diagnostico, dalla prescrizione degli esami e dalla raccolta dei campioni fino al trasporto, all'analisi, alla refertazione, all'approvvigionamento e allo smaltimento.

Le aree prioritarie comprendono:

- ridurre gli sprechi di reagenti e materiali di consumo;
- migliorare l'efficienza energetica e idrica;
- adottare pratiche di approvvigionamento sostenibile;
- gestire responsabilmente il ciclo di vita delle apparecchiature;
- ridurre i trasporti non necessari;
- migliorare il trattamento dei rifiuti;
- monitorare le prestazioni ambientali.

I laboratori possono sviluppare indicatori quali il consumo energetico per esame, il consumo idrico, la quantità di rifiuti prodotti, lo spreco di reagenti e l'impatto in termini di emissioni di carbonio, affiancandoli ai tradizionali indicatori di qualità. Le evidenze recenti mostrano che i laboratori clinici dispongono di importanti opportunità per migliorare le proprie prestazioni ambientali attraverso interventi che coinvolgono l'intero processo diagnostico. [1,2]

5. Resilienza, preparazione alle emergenze e continuità operativa

Un laboratorio sostenibile deve essere anche resiliente.

La valutazione dei rischi dovrebbe considerare alluvioni, incendi, eventi meteorologici estremi,

interruzioni dell'energia elettrica o dell'approvvigionamento idrico, incidenti di cybersicurezza, guasti alle apparecchiature, carenze di reagenti, interruzioni della catena di approvvigionamento e carenze di personale.

Un Piano di Continuità Operativa (*Business Continuity Plan*, BCP) del laboratorio dovrebbe identificare i servizi critici, i requisiti operativi minimi, i sistemi di alimentazione e approvvigionamento di riserva, le modalità alternative di esecuzione degli esami, le scorte essenziali, i fornitori alternativi, i meccanismi di recupero dei dati e le soluzioni per garantire la disponibilità del personale. Le linee guida dell'OMS sottolineano l'importanza di una preparazione basata sulla valutazione dei rischi e della resilienza dei laboratori nella risposta alle epidemie e ad altre emergenze. [5]

È importante che la preparazione venga verificata attraverso esercitazioni teoriche (*tabletop exercises*), simulazioni ed esercitazioni di emergenza appropriate, seguite da analisi successive agli eventi e dall'attuazione di azioni correttive.

Pianificare → Testare → Apprendere → Migliorare → Testare nuovamente

Un BCP che non è mai stato testato rimane, in larga misura, un piano sulla carta.

6. Governance, personale e miglioramento continuo

Sostenibilità e resilienza richiedono leadership, responsabilità e miglioramento continuo.

La governance del laboratorio dovrebbe stabilire obiettivi misurabili e integrare gli indicatori di qualità, ambientali e di resilienza nel monitoraggio ordinario delle prestazioni. Lo sviluppo delle competenze del personale è altrettanto importante. Gli operatori devono possedere competenze adeguate nella gestione della qualità, nelle tecnologie digitali, nella preparazione alle emergenze e nelle pratiche sostenibili.

La formazione trasversale (*cross-training*) può rafforzare la resilienza riducendo la dipendenza da singoli operatori, mentre la valutazione continua delle competenze favorisce un adattamento sicuro all'evoluzione delle tecnologie e dei flussi di lavoro.

In definitiva, la sostenibilità dovrebbe diventare parte integrante della cultura del laboratorio, anziché rimanere un progetto isolato.

Dalle iniziative individuali alla trasformazione del sistema

Il valore maggiore deriva dall'integrazione delle sei dimensioni.

Una maggiore appropriatezza degli esami riduce i consumi non necessari; gli strumenti digitali favoriscono l'utilizzo appropriato degli esami; il miglioramento della qualità riduce errori e sprechi; la gestione ambientale migliora l'efficienza delle risorse; lo sviluppo delle competenze del personale sostiene l'attuazione degli interventi; e la preparazione alle emergenze protegge la continuità operativa.

Il risultato non è semplicemente un "laboratorio verde", ma un laboratorio **capace di generare valore clinico, utilizzare le risorse in modo efficiente, sfruttare le potenzialità del digitale e resistere alle interruzioni operative**.

Conclusioni

Costruire laboratori medici sostenibili e resilienti richiede il passaggio da iniziative isolate a un modello operativo integrato. Il modello proposto combina **qualità e sicurezza del paziente, appropriatezza nell'utilizzo degli esami, innovazione digitale, efficienza delle risorse e sostenibilità ambientale, resilienza e continuità operativa, governance e sviluppo delle competenze del personale**.

Il laboratorio del futuro non dovrebbe essere definito dalla quantità di risorse che consuma, ma dalla sua capacità di creare valore attraverso **ogni esame, ogni risorsa, ogni tecnologia e ogni persona coinvolta nella medicina di laboratorio**.

Bibliografia

1. Badrick T, Aykal G, Mannisto T, Anetor J; IFCC Task Force on the Environmental Impact of Laboratory Medicine. *Practical sustainable laboratory medicine*. Clin Chim Acta. 2025;576:120428. doi:10.1016/j.cca.2025.120428.
2. Shorten RJ, et al. *Environmental sustainability of clinical laboratories: A scoping review*. Ann Clin Biochem. 2026;63:208–227. doi:10.1177/00045632251391759.
3. CADTH. *Advisory Panel Guidance on Minimum Retesting Intervals for Lab Tests*. Ottawa: CADTH; 2024.
4. Ghaleb F, AknouKh B, Eliraqy MR, Mahfouz MA, Sayed A, Abdou BA. *Implementation of Evidence-Based Minimum Retesting Intervals to Enhance Laboratory Efficiency and Cost Control in a Cancer Center*. Am J Clin Pathol. 2025;164(Suppl 1):aqaf121.292. doi:10.1093/ajcp/aqaf121.292.
5. World Health Organization. *Outbreak preparedness and resilience*. Geneva: World Health Organization; 2020. (Laboratory biosafety manual, fourth edition and associated monographs).

Citazione suggerita:

. Costruire laboratori medici sostenibili e resilienti: integrare qualità, innovazione digitale e responsabilità ambientale. ICMED Magazine. 2026;2026(8). doi:10.82098/icmed-mag.2026.08.004

 © 2026 ICMED S.r.l.